



**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E
QUALIDADE DA CARNE DE TOURINHOS RED
NORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS DE
FRITURA E DE SOJA**

**LAVRAS - MG
2011**

MOACIR RODRIGUES FILHO

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE
TOURINHOS RED NORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS DE
FRITURA E DE SOJA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Dr.Ivo Francisco Andrade

**LAVRAS - MG
2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Rodrigues Filho, Moacir.

Características de carcaça e qualidade de carne de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura e soja / Moacir Rodrigues Filho. – Lavras : UFLA, 2011.

132 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Ivo Francisco de Andrade.

Bibliografia.

1. Bovino. 2. Carne. 3. Maturação. 4. Suplementação lipídica. 5. Qualidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.208552

MOACIR RODRIGUES FILHO

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE
TOURINHOS RED NORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS DE
FRITURA E DE SOJA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADO em 19 de outubro de 2011

Dr. Juan Ramon Olalquiaga Pérez UFLA

Dra. Nadja Gomes Alves UFLA

Dr. Eduardo Mendes Ramos UFLA

Dr. Fabiano Ferreira da Silva UESB

Dr. Ivo Francisco Andrade

Orientador

**LAVRAS - MG
2011**

AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida, por minha família, meu trabalho e minhas conquistas...

Aos meus pais Moacir Aquino e Maria dos Prazeres, pela força, confiança e orações...

Aos meus irmãos Ataide, Adeildes, Gilmar, Humberto, Ivone Mary, Silvânia, Warley e Wilson pelo carinho, amor, confiança e torcida pelo meu sucesso...

A minha esposa Beta, pelo amor, apoio e por acreditar sempre...

Aos meus filhos Felipe Gabriel, Bernardo e Diogo, pelo sacrifício das horas ausentes e por serem a fonte de minha inspiração.

Aos meus saudosos irmãos Gilberto e Carlinha in memoriam.

DEDICO

O Senhor é meu Pastor e nada me faltará.

*Ainda que eu ande pelo vale da sombra da morte, não temerei mal nenhum,
porque tu estas comigo, o teu bordão e o teu cajado me consolam.*

Salmos 23 : 1, 4

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e bênçãos recebidas durante essa caminhada.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, por ter permitido meu afastamento para a realização do curso.

À Universidade Federal de Lavras e ao colegiado do Curso de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos através do programa PICDtec.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa que possibilitou a realização desta tese.

Ao professor Ivo Francisco Andrada, pela sábia compreensão, amizade e orientação deste trabalho.

Ao professor Márcio Machado Ladeira, pela amizade e pelas valiosas contribuições na execução deste trabalho.

Ao professor Mário Luiz Chizzotte, pela orientação na elaboração das análises estatísticas.

Ao professor Eduardo Mendes Ramos, pelas sugestões que muito contribuíram para o enriquecimento deste trabalho.

Ao professor Juan Ramon Olalquiaga Pérez, pela amizade, contribuições no exame de qualificação e participação na Banca Examinadora.

Ao professor Fabiano Ferreira da Silva pela amizade e participação na Banca Examinadora.

Aos professores José Cleto da Silva, Nadja Gomes Alves, Marcos Neves Pereira, Elias Tadeu Fialho, Antônio Ricardo Evangelista pelos conhecimentos adquiridos em suas disciplinas.

Aos professores Raimundo Vicente de Sousa e Milson Lopes de Oliveira pela participação como suplementes na Banca Examinadora.

À Embrapa pecuária Sudeste, na pessoa do pesquisador Rymer Túlio pela valiosa contribuição nas análises laboratoriais da carne.

Ao amigo Nilson Morais, pelas inúmeras contribuições e auxílio na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO, José Virgílio e Márcio, pela colaboração e pelo auxílio na realização das análises laboratoriais.

Ao Carlos, secretário da Pós-Graduação em Zootecnia, pela paciência e boa vontade em nos ajudar.

A minha esposa Beta e aos meus filhos Felipe Gabriel, Bernardo e Diogo pela felicidade diária do meu lar.

Aos amigos Alexandre, Paulo e suas respectivas famílias pelo convívio de suas amizades e momentos alegres de lazer e confraternização.

Aos amigos Jorge, Thiago e suas famílias, irmãos em Cristo, pela calorosa receptividade e convivência na cidade e 2ª igreja presbiteriana de Lavras.

Ao pecuarista Fabrício Vilas Boas pelo fornecimento dos animais.

Ao Frigorífico Frigominas, pelo auxílio na realização deste trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Moacir Rodrigues Filho, filho de Moacir Rodrigues de Aquino e Maria dos Prazeres Araújo Rodrigues, nasceu em 21 de maio de 1961, em Brasília de Minas – MG.

Em 1982, ingressou no curso de graduação de Licenciatura em Ciências Agrícolas, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí – RJ, graduando-se em janeiro de 1986.

Em março de 1986, iniciou suas atividades docentes como professor de Suinocultura na Escola Estadual Cônego José Bento, Jacareí – SP, onde cumulativamente, no período de 1987 a 1992, exerceu o cargo de Coordenador da área de Zootecnia.

Em janeiro de 1993, por meio de concurso público de provas e título, ingressou no serviço público federal na Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa – ES, atualmente, Instituto Federal do Espírito Santo - campus Santa Teresa, como professor de Zootecnia, área de bovinocultura e nutrição de ruminantes.

Em agosto de 1997, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, (UFV) na área de concentração de Nutrição e Produção de Ruminantes.

Em março de 2007 ingressou seu estudo no Curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração de Nutrição e Produção de Ruminantes, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), submetendo-se à defesa de tese no dia 19 de outubro de 2011, em Lavras, MG.

RESUMO

Avaliou-se fontes lipídicas na alimentação de tourinhos Red Norte sobre características de carcaça e qualidade da carne durante a maturação. Utilizaram-se 27 tourinhos com peso inicial de 317 ± 33 kg alimentados com dietas experimentais à base de silagem de milho, sendo: 1) sem suplementação lipídica com 3,5% de extrato etéreo (SSL); 2) suplementados com óleo de fritura (SOF) e 3) óleo de soja (SOS), com 7,0 % de extrato etéreo na matéria seca. Os animais foram confinados durante 112 dias, sendo, 28 de adaptação e 84 experimentais, num delineamento inteiramente casualizado. Os animais receberam ração “*ad libitum*” e foram abatidos com $477,4 \pm 37$ kg, em frigorífico industrial. As carcaças foram resfriadas a 1°C por 48h. A suplementação lipídica não influenciou o peso corporal final, peso de carcaça quente, peso de carcaça fria, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, perdas por resfriamento, pesos e rendimentos dos cortes dianteiro, traseiro especial, ponta de agulha, composição centesimal, colesterol da carne e gordura subcutânea. O rendimento de carcaça quente foi menor ($P < 0,05$) nos animais SOS. O pH final foi maior ($P < 0,01$) nas carcaças dos animais SOF, assim como a temperatura final ($P < 0,05$), em relação às carcaças dos animais SSL. Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre tratamento e dias para força de cisalhamento, intensidade da cor amarela e ângulo de tonalidade e ($P < 0,05$) para índice de saturação. Entretanto, não foi verificado o mesmo efeito para capacidade de retenção de água, perda por cocção, pH, luminosidade e cor vermelha. No dia 0, a força de cisalhamento foi maior ($P < 0,01$) na carne dos animais SSL e menor ($P < 0,01$) nos animais SOF, aos 7 e 14 dias foram semelhantes ($P > 0,01$). Não houve diferença ($P > 0,01$) na carne dos animais suplementados para cor amarela no tempo 0, no entanto, houve diferença ($P < 0,01$) entre estes para ângulo de tonalidade. Para ambas as variáveis, aos 7 e 14 dias a carne de todos os animais diferiram entre si ($P < 0,01$) com as médias dos tratamentos SSL e SOF sempre mantidas acima e abaixo do tratamento SOS, respectivamente. A cor amarela aumentou ($P < 0,01$) durante a maturação na carne dos animais SSL e de 0 para 7 dias nos animais SOS, não sendo influenciada ($P < 0,01$) nos animais SOF. No tempo 0 os índices de saturação para os animais suplementados foram semelhantes entre si ($P > 0,05$) e menor ($P < 0,05$) em relação aos animais SSL. Aos 7 e 14 dias os índices de saturação diferiram entre si ($P < 0,05$) para todos os tratamentos. Para a capacidade de retenção de água, perda por cocção, pH e luminosidade houve efeito de tratamento em todos os tempos de maturação. Para capacidade de retenção de água e pH, a carne dos animais SOF apresentaram maiores médias ($P < 0,01$) e a carne dos animais SSL as menores ($P < 0,01$). As médias das perdas por cocção e luminosidade da carne dos animais SSL foram maiores ($P < 0,01$) e para os animais SOF menores ($P < 0,01$). A suplementação

lipídica manteve o padrão das características quantitativas da carcaça. SOF afetou negativamente o pH final da carne

Palavras-chave: Bovino. Carcaça. Carne. Maturação. Suplementação lipídica. Qualidade.

ABSTRACT

Lipid sources were evaluated in the feeding of young bulls Red Norte on carcass characteristics and meat quality during maturation. Twenty seven young bulls were used with initial weight of 317 ± 33 kg fed with experimental diets based on corn silage, being: 1) without lipid supplementation with 3.5% ether extract (SLW); 2) supplemented with frying oil (FOS) and 3) soybean oil (OSS), with 7.0% ether extract in dry matter. The animals were confined for 112 days, being, 28 of adaptation and 84 experimental, in a completely randomized design. The animals received feed "*ad libitum*" and were slaughtered with $477, 4 \pm 37$ kg, in an industrial frigorific. The carcasses were cooled to 1°C for 48h. The lipid supplementation did not influence the final body weight, hot carcass weight, cold carcass weight, ribeye area, subcutaneous fat thickness, cooling losses, cuts weight and yield forequarter, special hindquarter needle point, composition proximate, cholesterol of meat and subcutaneous fat. The hot carcass yield was lower ($P < 0.05$) in animals OSS. The final pH was higher ($P < 0.01$) in carcasses of animals FOS, as well as the final temperature ($P < 0.05$), in relation the carcasses from animals SLW. There was significant interaction ($P < 0.01$) between treatment and days to shear force, intensity of yellow color and hue angle ($P < 0.05$) for saturation index. However, it was not found the same effect for water retention capacity, cooking loss, pH, luminosity and red color. On day 0, the shear force was higher ($P < 0.01$) for the meat of animals SLW and lower ($P < 0.01$) in animals FOS, at 7 and 14 days were similar ($P > 0.01$). There was no difference ($P > 0.01$) in the meat of animals supplemented for yellow color at time 0, however, there were differences ($P < 0.01$) between them to hue angle. For both variables, at 7 and 14 days the meat of all animals differed ($P < 0.01$) with the average of treatments SLW and FOS always kept above and below the OSS treatment, respectively. The yellow color increased ($P < 0.01$) during maturation in animals SLW and 0 to 7 days in animals SSO, not being influenced ($P < 0.01$) in animals FOS. At time 0 the saturation index for the supplemented animals were similar ($P > 0.05$) and lower ($P < 0.05$) compared to animals WLS. At 7 and 14 days the saturation index differed ($P < 0.05$) for all treatments. For the water retention capacity, cooking loss, pH and luminosity had no effect of treatment at all times of maturation. For water retention capacity and pH, the meat of animals FOS had higher average ($P < 0.01$) and the meat from animals SLW lowest ($P < 0.01$). The average cooking losses and luminosity of the meat from animals SLW were higher ($P < 0.01$) and for the animals FOS lower ($P < 0.01$). The lipid supplementation maintained the pattern of quantitative traits of carcass. FOS negatively affected the final pH of the meat.

Keywords: Cattle. Carcass. Meat. Maturation. Lipid supplementation. Quality.

LISTA DE ABREVEATURAS

a*	intensidade da cor vermelha
ALC	alcatra
ALCC	alcatra completa
AOL	área de olho de lombo
b*	intensidade da cor amarela
C*	índice de saturação ou croma
CF,	contrafilé
COST	costela
CRA	capacidade de retenção de água
CXD	coxão duro
CXM	coxão mole
EGS	espessura de gordura subcutânea
FC	força de cisalhamento
FM	filé <i>mignon</i>
FRALD	fraldinha
h*	ângulo de tonalidade
L*	índice de luminosidade
LAG	lagarto
MAMI	maminha
PAT	patinho
PCF	peso de carcaça fria
PCOF	peso corporal final
PCOI	peso corporal inicial
PCQ	peso de carcaça quente
PD	peso de dianteiro
pH	potencial de hidrogenação

PHf	pH final
PHi	pH inicial
PIC	picanha
POSSO	proporção de ossos
PPA	peso da ponta de agulha
PPC	perda por cocção
PPR	perda por resfriamento
PTE	peso do traseiro especial
RD	rendimento de dianteiro
RPA	rendimento da ponta de agulha
RTE	rendimento do traseiro especial
SOF	suplementação com óleo de fritura
SOS	suplementação com óleo de soja
SSL	sem suplementação lipídica
Tf	temperatura final
Ti	temperatura inicial

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	77
Tabela 2	Ganho de peso médio diário (GPD) de Tourinhos Red Norte alimentados com a dieta sem lipídios adicionais (SLA), óleo de soja (OS) e Óleo de fritura residual (OF)	78
Tabela 3	Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de P (P) para peso corporal inicial (PCOI), peso corporal final (PCOF), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça quente (RCQ), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e perdas por resfriamento (PPR) de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)	81
Tabela 4	Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de P (P) para peso e rendimento dos cortes dianteiro, traseiro especial, ponta de agulha e de ossos de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)	85
Tabela 5	Correlação da área de olho de lombo (AOL) com o peso dos principais cortes da carcaça de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)	87

Tabela 6	Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de P (P) para pH inicial (0h) e final (48h) e temperatura inicial (0h) e final (48h) da carcaça de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)	88
Tabela 7	Médias, valores mínimos e máximos, coeficiente de variação (CV) e erro padrão da média dos principais cortes comerciais de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)	90
Tabela 8	Correlação do peso de carcaça fria (PCF) e os principais cortes do traseiro de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)	88

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	105
Tabela 2	Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de (P) da composição centesimal e colesterol do músculo <i>Longissimus thoracis</i> , e colesterol da gordura subcutânea (GSC) de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL).....	111
Tabela 3	Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de P (P) para força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), perda por cozimento (PPC) e potencial de hidrogenação (pH) do músculo <i>Longissimus thoracis</i> de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de soja (SOS), óleo de fritura (SOF) e sem suplementação lipídica (SSL)	113
Tabela 4	Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de P (P) para Luminosidade (L^*), intensidade da cor vermelha (a^*), intensidade da cor amarela (b^*), índice de saturação (c^*) e ângulo de tonalidade (h^*) do músculo <i>Longissimus thoracis</i> de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de soja (SOS), óleo de fritura (SOF) e sem suplementação lipídica (SSL)	120

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 Introdução geral.....	19
1	INTRODUÇÃO	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1	Características de carcaça e da carne	22
2.1.1	Peso de carcaça	22
2.1.2	Rendimento de carcaça	23
2.1.3	Área de olho de lombo	24
2.1.4	Espessura de gordura subcutânea	25
2.1.5	Peso e proporção de ossos	27
2.1.7	pH e temperatura	30
2.1.8	Perda de peso por resfriamento	33
2.1.9	Composição centesimal	34
2.1.10	Colesterol	38
2.1.11	Capacidade de retenção de água	40
2.1.12	Perda de peso por cozimento	40
2.1.13	Força de cisalhamento	42
2.1.14	Cor	43
2.2	Lipídios na dieta de ruminantes	44
2.3	Óleo de fritura: aspectos gerais	48
2.4	Óleo de fritura na alimentação de bovinos	51
	REFERÊNCIAS	55
	CAPÍTULO 2 Características de carcaça e dos principais cortes comerciais de tourinhos red norte suplementados com óleos de fritura e de soja	71
	RESUMO	72
	ABSTRACT	73

1	INTRODUÇÃO	74
2	MATERIAL E MÉTODOS	76
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
3.1	Características de carcaça	81
3.2	Cortes primários	85
3.3	pH e Temperatura da carcaça	87
3.4	Cortes comerciais	89
4	CONCLUSÃO	92
	REFERÊNCIAS	93
	RESUMO	99
	ABSTRACT	101
1	INTRODUÇÃO	103
2	MATERIAL E MÉTODOS	104
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	111
4	CONCLUSÃO	127
	REFERÊNCIA	128

CAPÍTULO 1 Introdução geral

1 INTRODUÇÃO

A pecuária de corte nacional tem se reestruturado e intensificado sua forma de produção nos últimos anos. Embora este tenha sido um processo lento e por vezes, regionalizado, essa evolução se apresenta de forma consistente e irreversível (DE PAULA, 2007). Advém dessa intensificação, redução da área e do ciclo de produção, maior uniformidade de animais terminados e por consequência, maior padronização de carcaça, produtos e melhorias na qualidade da carne bovina.

Nessa direção o estudo de carcaça e da carne bovina tem como finalidade avaliar os parâmetros que podem ser, objetiva e subjetivamente medidos e que possam ser relacionados aos aspectos quantitativos e qualitativos, uma vez que aliados a preferência do consumidor determinarão o seu valor comercial.

A qualidade da carcaça e da carne bovina é uma característica multifatorial avaliada por um conjunto de variáveis que expressam seu peso, rendimento, composição e seus atributos sensoriais (maciez, suculência, cor e sabor), tecnológicos (pH e capacidade de retenção de água), nutricionais (umidade, proteína bruta, cinzas e gordura), dentre outras, acrescida dos aspectos éticos e ambientais sobre os quais foram produzidas.

A nutrição animal é provavelmente um dos mecanismos de manipulação do metabolismo e do crescimento animal mais importante, e que, de forma direta e/ou indiretamente, promove mudanças na velocidade e na composição de ganho de peso animal e por consequência, da carcaça e da carne.

A suplementação lipídica na dieta de ruminantes tem sido extensivamente pesquisada e recomendada como estratégia nutricional, uma vez que promove benefícios fisiológicos ao processo digestivo, reduz perdas no metabolismo de energia e gera benefícios ambientais. Sob determinadas

circunstâncias e dependendo da fonte utilizada pode representar uma alternativa para reduzir custo de produção e modificar a composição tecidual da carcaça, com benefícios adicionais à saúde do consumidor. Entretanto, em determinadas circunstâncias de custos elevados das fontes tradicionalmente utilizadas, como grãos e sementes de oleaginosas e óleos vegetais, subprodutos agroindustriais e resíduos da indústria alimentícia e doméstica, como o óleo de fritura, podem constituir-se em alternativas viáveis.

Considerado, ambientalmente, um agente poluidor dos sistemas fluviais, mananciais e da vida aquática, além de causar grandes prejuízos ao sistema de captação e tratamento de esgoto urbano, o óleo de fritura, que vem sendo gerado em quantidades crescentes sem ter uma destinação apropriada na fonte geradora, pode ser utilizado na alimentação animal contribuindo positivamente para redução deste resíduo no ambiente.

O óleo de fritura é um resíduo de composição e cor variável dependendo da fonte, característica lipídica do alimento preparado, tempo e temperatura de utilização no processo de fritura. Entretanto, a magnitude e a persistência das modificações que este produto pode causar aos atributos quantitativos e qualitativos da carne de bovinos submetidos à suplementação com o óleo de fritura não são ainda conclusivas, portanto, demandam mais estudos.

Considerando o exposto, objetivou-se avaliar características de carcaça, maturação e qualidade da carne de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de fritura e óleo de soja.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características de carcaça e da carne

2.1.1 Peso de carcaça

Das características mensuráveis para a avaliação da carcaça, o peso é a característica mais fácil e precisa de ser obtida. Estabelecido em lei, o peso mínimo de carcaça deve ser de 210 kg para machos inteiros e castrados e de 180 kg para fêmeas, sendo considerado o peso de carcaça “quente”, aquele obtido após o abate (BRASIL, 2004), e de carcaça fria obtido após 24 a 48 horas em câmara fria.

O peso da carcaça é influenciado pela velocidade de crescimento, idade ao abate e regime nutricional dos animais (SAINZ, 2000). O peso e tamanho da carcaça influenciam não somente a proporção dos vários tecidos, como também o tamanho individual de cada corte com conseqüente reflexo sobre a eficiência de rendimento no processamento industrial, mercado varejista e valor comestível do produto (KEMPSTER, 1992). Além disso, o peso de carcaça constitui uma forma frequente de comercialização usada pelos frigoríficos o que determina o valor comercial do animal (COSTA et al., 2002).

Em carcaças de mesmo comprimento e acabamento semelhante, as de maior peso apresentam melhor conformação e, via de regra, uma melhor proporção da porção comestível (MÜLLER, 1980). Arboitte et al. (2004), abatendo novilhos mestiços, em três diferentes estádios de maturidade (425, 467 e 510 kg de peso vivo), encontraram valores de PCQ de 231, 264 e 289 kg e de PCF de 225, 261 e 282 kg, para os respectivos estádios de maturidade. Nelson et al. (2008), avaliando níveis de inclusão de 0, 3 e 6% de óleo de fritura na dieta

de novilhos mestiços, observaram médias de PCQ de 353,4; 357,6 e 359,2 kg, respectivamente.

2.1.2 Rendimento de carcaça

É, geralmente, o primeiro índice a ser considerado no estudo de carcaças bovinas, e expressa a relação percentual entre os pesos da carcaça e do animal.

Trata-se de um parâmetro de grande importância econômica para pecuaristas e frigoríficos, uma vez que tem sido a principal forma de comercialização de bovinos no Brasil. Seu valor é influenciado por vários fatores como raça, peso corporal do animal, trato gastrintestinal, nutrição, maturidade e peso das partes não integrantes da carcaça (GESUALDI JÚNIOR et al., 2006).

O rendimento de carcaça, muitas vezes, não dá uma boa ideia do rendimento de carne aproveitável. Em animais excessivamente gordos com elevado conteúdo de gordura na carcaça, esta dilui a proporção de músculos e quando seu excesso é eliminado, reduz-se a fração aproveitável (GALVÃO et al., 1991). Portanto, deve ser avaliado conjuntamente com outras características como o rendimento dos cortes primários e comerciais (GESUALDI JÚNIOR et al., 2006).

Animais zebuínos apresentam maior rendimento de carcaça do que animais de raças europeias puras ou seus cruzamentos, devido aos menores pesos relativos de patas e trato gastrointestinal (PERON et al., 1993). Lopes (2010), trabalhou com novilhos Nelore e Red Norte terminados em confinamento e obteve maior rendimento de carcaça em novilhos Nelore 57,7%, comparativamente aos novilhos Red Norte 54,7%. Em outro estudo Oliveira (2010), avaliou o efeito da inclusão de soja grão, caroço de algodão e semente de linhaça moídos em dietas à base de silagem de milho na alimentação de novilhos

zebuínos em terminação e observou valores de rendimento de carcaça de 56,1, 54,1 e 55,4%, respectivamente, valores iguais ao da dieta controle 55,8%, exceto para o caroço de algodão. Gesualdi Júnior et al. (2000) e Silva (2002) observaram um aumento linear no rendimento de carcaça quente à medida que se elevou o nível de concentrado na dieta de 20 a 80%. No entanto, Rodrigues (2006) avaliando níveis crescentes de energia (64, 67 e 70,5% NDT) em dietas de terminação de novilhos mestiços, verificou que o rendimento de carcaça não foi influenciado pelos níveis de energia na dieta, apesar do peso corporal final ter sido maior para os animais com maior nível de energia dietética. Nelson et al. (2008), avaliaram níveis crescente de óleo de fritura (0, 3 e 6%) em dietas à base de milho na terminação de novilhos mestiços e observaram aumento linear no conteúdo de energia líquida da dieta e no rendimento de carcaça, com o aumento do nível de inclusão do óleo.

2.1.3 Área de olho de lombo

A área de olho de lombo (AOL) é considerada um indicador da musculosidade (OSÓRIO; OSÓRIO, 2003) e de cortes de alto valor comercial da carcaça (LOPES, 2010). Apresenta correlação positiva com a quantidade de carne magra comestível e disponível para venda (PILAR; PÉREZ; NUNES, 2005) e negativamente correlacionada com a percentagem de gordura na carcaça (BERG; BUTTERFIELD, 1976), uma vez que iniciada a intensa deposição de gordura, o tecido muscular sofre desaceleração no seu crescimento. É avaliada na altura da 12^a costela no músculo *Longíssimus thoracis* e por ser considerado um músculo de maturidade tardia e de fácil mensuração, o torna um músculo mais confiável e de preferência para este propósito (SAINZ, 1996).

Gesualdi Júnior et al. (2006), encontraram maiores valores de AOL para animais Caracu Seleção, quando comparados com animais Nelore Seleção e

Nelore Controle, abatidos com 4 mm de gordura subcutânea. Os valores de área de olho de lombo foram 76,94; 65,25 e 65,66 cm², respectivamente. Machado Neto et al. (2010), observou em novilhos Red Norte em confinamento abatidos aos 519 kg de peso vivo, AOL de 75,41 cm², valor muito superior a média observada por Campos (2009) de 57,6 cm² para o mesmo grupo genético, suplementados com óleo de fritura residual e abatidos com cerca de 460 kg. Em outro estudo utilizando grãos de soja, caroço de algodão e semente de linhaça moídos como suplementação lipídica, Oliveira (2010) não encontrou diferença significativa para AOL, com valores observados de 70,8; 64,9 e 68,8 cm², respectivamente para as fontes utilizadas.

2.1.4 Espessura de gordura subcutânea

A espessura de gordura subcutânea (EGS) da carcaça é a característica de maior impacto no rendimento. É uma fração importante, pois, ela influencia no aspecto visual da carcaça, na porção comestível e na qualidade da carne, além de servir de proteção contra a desidratação, escurecimento e encurtamento das fibras musculares durante o resfriamento da carcaça, interferindo positivamente na conversão de músculo em carne para o consumo humano (LUCHIARI FILHO, 2000). Por essa razão, a indústria frigorífica estabelece limites-padrão como necessário com valores de espessura de 3 a 6 mm. Valores abaixo prejudicam a qualidade da carne durante o resfriamento e acima perdas no rendimento de carcaça e de operações frigoríficas.

Muitos estudos demonstram que o rendimento de carne magra diminui com o incremento na espessura de gordura e que a correlação entre a espessura de gordura e a porcentagem de carne magra presente na carcaça varia de -0,76 a -0,79 (CRAUSE; DIKEMAN, 1976). Luchiari Filho (2000) afirma que medidas da gordura subcutânea explicam de duas a três vezes mais a variação no

rendimento dos cortes comerciais que a área de olho de lombo, além de estarem altamente associadas ao peso dos cortes comerciais.

A espessura de gordura subcutânea tem sido usada como indicador de acabamento externo da carcaça, sendo um importante parâmetro para se determinar o ponto ideal de abate (LUCCHIARI FILHO, 2000). É uma característica associada a vários fatores, entre eles, raça, sexo, regime alimentar, duração do período de alimentação ou confinamento e peso da carcaça.

Ao avaliarem diferentes níveis de concentrado (20, 40, 60 ou 80%) na dieta de tourinhos Brangus e Nelore, Luz e Silva et al. (2002) verificaram um efeito linear da espessura de gordura subcutânea em função dos níveis de concentrado em animais Brangus, e quadrático nos animais Nelore. Os tratamentos com alta porcentagem de concentrado permitiram uma deposição de gordura maior que os tratamentos com baixa energia, indicando a viabilidade do uso de dietas com valores mais altos de energia para a obtenção de animais com uma gordura de cobertura adequada a pesos e idades menores (BRONDANI et al., 2002). Nelson et al. (2004) avaliaram fontes lipídicas de origem animal e vegetal em dietas suplementares e verificaram aumentos no conteúdo de energia líquida de manutenção, energia líquida de ganho e espessura de gordura subcutânea na carcaça de novilhos suplementados. Arboitte et al. (2004), encontraram valores crescentes de EGS (3,6; 6,3 e 7,3 mm) ao abater animais cruzados com pesos crescentes: 425, 467 e 510 kg. Além do peso, a precocidade racial para deposição de gordura é outra característica importante, à medida que os sistemas de produção de bovinos tornam-se mais intensivos, onde os animais são abatidos com menor idade.

Uma maior espessura de gordura subcutânea melhora a maciez da carne, funciona como uma barreira para a perda de umidade e queima pelo frio e reduz a velocidade de resfriamento e encurtamento das fibras musculares tendo como consequência o endurecimento da carne (SMITH; BALDWIN, 1973).

2.1.5 Peso e proporção de ossos

A composição corporal e a quantidade de carne produzida na carcaça têm importância fundamental na determinação da eficiência biológica (PEREIRA et al., 2009). Uma carcaça de boa qualidade deve apresentar uma quantidade máxima de músculos, adequada de gordura, suficiente para proteção durante o resfriamento e o mínimo de osso.

Os tecidos corporais do animal se desenvolvem de forma distinta. Ossos e órgãos vitais apresentam desenvolvimento precoce; músculos, intermediário; e tecido adiposo, tardio. Durante o crescimento e a engorda dos animais, as diferentes taxas de síntese dos tecidos alteram a composição física e química da carcaça, influenciadas principalmente por idade, estágio fisiológico, nutrição, genótipo e sexo do animal (BERG; BUTTERFIELD, 1979).

Durante a fase de rápido desenvolvimento corporal, a proporção de ossos na carcaça diminui lenta e gradualmente, enquanto a proporção de músculo e a relação músculo:osso aumentam. Com o início da puberdade, o ritmo de crescimento do tecido muscular diminui e a taxa de deposição de tecido adiposo aumenta (BERG; BUTTERFIELD, 1979; SANTOS et al., 2002).

Vaz e Restle (2000), ao compararem a porcentagem de ossos na carcaça de animais Hereford inteiros e castrados, não encontraram diferença entre as classes sexuais (15,09 vs 14,84), mesmo com os animais inteiros apresentando maior percentual de músculo na carcaça.

Gesualdi Júnior et al. (2000), ao estudarem a influência de cinco níveis de concentrado sobre as características de carcaça de bovinos de corte mestiços, não verificaram influência dos diferentes níveis sobre as porcentagens de músculo e gordura da carcaça, bem como sobre as relações músculo:osso e gordura:osso. Contudo, verificaram um decréscimo linear da porcentagem de osso à medida que o nível de concentrado foi elevado. Em outro estudo

utilizaram diferentes níveis de concentrado na ração (25; 37,5; 50; 62,5; e 75%) em animais cruzados e abatidos aos 500 kg de peso vivo (FERREIRA et al. (2000) observaram um comportamento quadrático (15,2; 14,3; 13,8; 13,3 e 14,8%), para proporção de osso na carcaça. Sendo a proporção mínima estimada para 57,5% de concentrado na dieta. Em outro estudo Brondani et al. (2006) não encontraram efeito de raça, peso e dieta na porcentagem de osso e relação músculo:osso em novilhos abatidos com 13-14 meses de idade e com 374kg. De acordo com os mesmos autores, a porcentagem de ossos é a fração mais constante na carcaça, justificando a falta de diferença em muitos trabalhos científicos, independentemente de grupo genético, tipo de dieta e classe sexual.

2.1.6 Cortes primários e comerciais

Os cortes primários da carcaça no mercado brasileiro são o dianteiro, com cinco costelas, que compreende a paleta e o acém completos; a ponta de agulha ou costilhar e o traseiro especial ou serrote, compreendendo o coxão e alcatra completa, dos quais derivam os cortes comerciais. Na separação da ponta de agulha do serrote, que varia em função do tamanho do animal, deve-se padronizar um limite de 20 cm da coluna vertebral, a fim de que sejam evitadas distorções na avaliação e erros na comparação de resultados (OLIVEIRA, 1999).

Economicamente, é desejável maior rendimento do traseiro especial em relação aos outros cortes, uma vez que nele se encontram os cortes nobres da carcaça, como alcatra e coxão entre outros, que têm maior valor comercial. Entretanto, Berg e Butterfield (1979) observaram que, independente da raça, o animal tende a manter, dentro de certos limites, um equilíbrio entre os quartos traseiros e dianteiros, podendo o sexo influenciar este equilíbrio. Os machos inteiros a certa idade, apresentam dimorfismo sexual característico, ocasionando maior desenvolvimento do quarto dianteiro e conseqüente redução nos

rendimentos percentuais do traseiro e de seus cortes (RESTLE; GRASSI; FEIJO, 1994). De acordo com Luchiari Filho (2000) é desejável que os cortes das carcaças apresentem rendimento de traseiro superior a 48%, dianteiro e ponta de agulha até 39 e 13%, respectivamente.

O peso de carcaça é um importante fator determinante do rendimento de seus cortes (BONILHA, 2003). Maiores pesos de abate melhoram a conformação e acabamento (ARBOITTE, 2004), com efeito positivo sobre a maciez da carne (VAZ; RESTLE, 2000). Contudo, carcaças com cerca de 230 kg são cada vez mais aceitas pelo mercado, por estarem associadas a cortes comerciais, oriundos de animais jovens, e por consequência, de melhor qualidade.

Segundo Herring et al. (1994), o rendimento de cortes para comercialização de uma carcaça bovina é afetado pela proporção de gordura, de ossos e pela musculosidade da mesma, e entre estes, a gordura de cobertura é o fator mais importante.

Muitos trabalhos têm mostrado que a alimentação, em confinamento ou a pasto, é fator determinante para caracterizar possíveis variações na carcaça e na composição tecidual e química dos cortes comerciais, sendo o nível energético e diferentes dietas (ROSA et al., 2002; SANTOS, 2007); nível de proteína (ORTIZ et al., 2005) e associação dos níveis de ambos (PRALOMKARN; SAITHANOO; KOCHAPAKDEE, 1995), restrição alimentar na fase de aleitamento (MANSO et al. 1998), e sistema de terminação (RODRIGUES, 2007), os fatores que, dentre outros, podem determinar a magnitude de variação.

Cruz et al. (2005) encontraram diferença no peso de cortes comerciais em quatro diferentes grupos genéticos. Os animais Simental x Nelore apresentaram os maiores pesos de cortes. Os animais Canchim x Nelore e Angus x Nelore apresentaram valores intermediários de peso de cortes, sendo que os

animais Nelore apresentaram pesos de cortes comerciais mais leves. Costa et al. (2002), encontraram aumento linear para rendimento de ponta de agulha e queda para rendimento de traseiro, enquanto que o rendimento de dianteiro permaneceu inalterado para animais Red Angus abatidos com 340 e 430 kg de peso vivo. Os valores em rendimento da ponta de agulha, traseiro e dianteiro foram: 12,77 e 14,57%; 50,55 e 48,86% e 36,66 e 37,37%, respectivamente para os pesos citados. Igarasi et al. (2008) avaliaram as características de carcaça de bovinos jovens alimentados com silagem de grãos úmido de milho e silagem de grãos úmido de sorgo e não verificaram diferença para rendimento dos cortes traseiro especial (44,82 e 44,70%), ponta de agulha (14,06 e 14,01%) e dianteiro (41,28 e 41,11), respectivamente.

2.17 pH e temperatura

A medida de pH é utilizada para avaliar a vida útil e a qualidade da carne (ZEOLA, 2002). A queda de pH e a instalação do *rigor mortis*, são os fenômenos de maior importância sobre as características sensoriais da carne (KORKEALA et al., 1986) e vários fatores já conhecidos são capazes de influenciá-lo, como: tempo e temperatura de resfriamento da carcaça, espécie animal, raça, dieta e manejo pré-abate (RAMOS; GOMIDE, 2007). A taxa de declínio do pH durante a transformação do músculo em carne e os valores de pH final constituem aspectos importantes na qualidade da carne fresca e nos produtos derivados (OSÓRIO; OSÓRIO, 2000). Os valores de pH final da carne bovina podem variar de 5,4 a 6,7 e variações entre 5,5 a 5,8 são consideradas adequadas na manutenção da vida útil (MUCHENJEA et al., 2009). O declínio do pH muscular durante o período *post mortem* é determinado pelas condições fisiológicas do músculo no momento do abate, relacionando-se diretamente com a formação e acúmulo de ácido lático no *post mortem*. Este por sua vez,

modifica de forma direta ou indireta a cor e a aparência, o sabor e o aroma, a textura (maciez e suculência) e as propriedades funcionais (capacidade de retenção de água e capacidade emulsionante) da carne (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A velocidade de queda do pH, bem como o pH final da carne após 24 - 48 horas é muito variável entre as espécies domésticas. Para bovinos, normalmente a glicólise se desenvolve lentamente; o pH inicial (0 horas) em torno de 7,0 cai para 6,4 a 6,8 após 5 horas e para 5,5 a 5,9 após 24 horas (ROÇA, 2000). Além disso, o tempo necessário para alteração no declínio normal do pH *post mortem* e sua manutenção igual ou superior a 6,2 produz carne escura, seca e dura (DFD) que é um problema causado pelo estresse crônico antes do abate, que esgota os níveis de glicogênio muscular. Há evidências, segundo Roça (2000), de que o principal fator de indução do aparecimento da carne DFD seja o manejo inadequado antes do abate que conduz à exaustão física do animal.

Silveira (2005) relata que sob determinadas situações de estresse, os animais podem aumentar a concentração de catecolaminas e da temperatura corporal aliada ao aumento das contrações musculares, o que diminuirá a concentração de glicogênio muscular, ocasionando pH alto no *post mortem*.

De acordo com Roça (2000), o pH 6,0 tem sido considerado como linha divisória entre o corte normal e o do tipo DFD, porém alguns autores também utilizam valores de 6,2 a 6,3. No Brasil, os frigoríficos só exportam carne com pH menor 5,8, avaliado diretamente no músculo *Longissimus thoracis*, 24 horas *post-mortem*. Por ser longo e relativamente uniforme, quanto à profundidade de inserção, comparativamente a outros músculos que são assimétricos e de profundidade variável, dificultando a medição, o *Longissimus thoracis* é o músculo recomendado para as medições do pH (MONTE, 2006)

Andrade (2008) e Pereira (2006) trabalharam com bovinos de vários grupos genéticos: (Nelore, Nelore x Angus, $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{1}{4}$ Angus e Red Norte) e diferentes dietas de terminação e não encontraram diferença no pH final das carcaça para grupos genéticos e nas dietas utilizadas. Os valores médios de pH final encontrados nos respectivos estudos ficaram entre 5,40 e 5,78, considerados adequados para manutenção da vida útil (MACH et al., 2008).

A velocidade de refrigeração de uma carcaça depende de vários fatores: calor específico da carcaça, que após o abate apresenta temperatura interna entre 30 a 39°C, quantidade da gordura externa, condutividade térmica, temperatura da câmara de refrigeração e velocidade de circulação do ar dentro da câmara. O calor específico é diretamente proporcional à relação de carnes magra e gorda da carcaça. A gordura reduz a dissipação de calor. Quanto maior o peso da carcaça e a cobertura de gordura, maior será o tempo de resfriamento necessário. A perda de peso das carcaças magras e de menor tamanho é maior do que a perda das carcaças maiores e com boa cobertura de gordura (ROÇA, 2000). Bouton et al. (1978) verificaram que, em carcaças com menos de 250 kg, as condições de resfriamento foram suficientes para provocar o encurtamento pelo frio com consequente endurecimento da carne.

A temperatura de armazenamento, assim como o pH e tipo de fibra muscular, pode afetar a degradação enzimática do tecido muscular e, por consequência, as propriedades sensoriais e tecnológica da carne (SAVELL; MUELLER; BAIRD, 2005). De acordo com Pereira (2006), a carne que sofreu encurtamento pelo frio pode ser até três vezes mais dura que o normal. Heinemann, Pintom e Romanelli (2003) relatam que o resfriamento de carcaças em pré-rigor com temperaturas entre 15° e 20 °C determina o encurtamento do sarcômero de aproximadamente 10%, considerado mínimo. Entretanto, em temperaturas inferiores a estas, ocorre à sobreposição dos miofilamentos resultando em encurtamento superior a 20%, podendo encurtar até 40%, sendo

perceptível na redução da maciez. Felício (1993) preconiza que, para prevenir a ocorrência do encurtamento pelo frio, as carcaças devem permanecer numa temperatura acima de 10°C até a ocorrência do rigor, quando o pH está em torno de 6,0 ou, aproximadamente, 10 horas após a sangria.

2.1.8 Perda de peso por resfriamento

O resfriamento da carcaça é empregado para melhorar a segurança do alimento, aumentar a vida útil e reduzir fatores como encurtamento das fibras musculares que afetam a maciez e coloração da carne (SAVELL; MUELLER; BAIRD, 2005). O tempo, a temperatura, a umidade relativa, a circulação e a velocidade do ar na câmara frigorífica, assim como, peso, espessura de gordura subcutânea e espaço entre carcaças na câmara influenciam e são determinantes para a eficiência do processo de resfriamento da carcaça (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2006; PARDI et al., 2001).

No processo convencional de resfriamento as carcaças são mantidas por cerca de 12 a 24 horas em câmaras frias com temperatura entre 0 a 4°C, velocidade do ar entre 0,3 e 1,0 m/seg e umidade relativa entre 88 e 92%, sendo em seguida, conduzidas a uma outra câmara de resfriamento (temperatura entre 0 e 3°C), onde permanecem por mais 24 horas até serem processadas ou comercializadas (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2006). Em geral, quanto mais rápido as carcaças forem resfriadas, maior a vida útil e menores as perdas de água por gotejamento e evaporação. De acordo com Pardi et al. (2001), as perdas de peso oscilam de 0,3 a 3% e a amplitude de variação está na dependência da variação dos fatores inerentes a carcaça e ao ambiente na câmara frigorífica.

Joaquim (2002) observou variação de 1,75 a 1,83% na perda de peso de carcaça bovina e sugeriu que a perda elevada pode ter sido decorrente dos valores de umidade relativa da câmara de resfriamento, que oscilaram de 55 a

73%. Em outro trabalho, Arboitte et al. (2004) avaliaram o peso de abate com a perda por resfriamento em novilhos de diferentes grupos genéticos e observaram que a perda por resfriamento diminuiu com o maior peso de abate e que esta estava associada à maior espessura de gordura. Os valores observados foram 2,6; 2,0 e 2,1%, para os pesos de abate de 425, 467 e 510 kg, respectivamente. Galvão et al. (1991) abateram animais com peso equivalente a 90, 100 e 110% do peso adulto e encontraram valores decrescentes de perda por resfriamento (2,55, 1,90 e 1,84%, respectivamente). Por outro lado Lopes (2010), avaliando características de carcaça de novilhos Nelore e Red Norte abatidos com pesos distintos de 519 e 482 kg de peso final, respectivamente, não observou diferença nos valores de perda por resfriamento de 1,49 e 1,46% entre os grupos estudados, e atribuiu o resultado a igualdade no padrão de acabamento de 4,0mm de gordura subcutânea dos animais.

2.1.9 Composição centesimal

A carne magra possui em torno de 75% de água, 21 a 22% de proteína, 1 a 2% de gordura, 1% de minerais, e menos de 1% de carboidratos, com pequena variação química entre muitas espécies de animais domésticos utilizados na alimentação humana (SEUß, 1991). O conteúdo energético é relativamente baixo, com média de 105 kcal/100g de carne crua e na gordura pura os valores são maiores, em torno de 830 kcal/100g (SEUß, 1993).

Do ponto de vista quantitativo, a água é o constituinte mais importante da carne e seu índice é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura (RODRIGUES, 2007). Distribui-se no tecido muscular de forma variável, sendo amplamente maior na forma livre 85%, 10% como água de imobilização e 5% como água de ligação (CORREIA; CORREIA, 1989).

A água constitui um meio fluído, do organismo animal, funcionando como meio de transporte de nutrientes, metabólito e excretas, sendo também sede de reações químicas e processos metabólicos. Tem grande influência na qualidade da carne, como na sua suculência, textura, cor e sabor, bem como, nos processamentos aos quais é submetida, como resfriamento, congelamento, salga, cura e enlatamento, entre outros. Além disso, a água presente no músculo influencia o rendimento de carcaça, uma vez que a sua perda durante o resfriamento leva a perda de peso da carcaça; características sensoriais e perda por cocção, que determina variação do valor nutritivo da carne (DABÉS, 2001; PARDI et al., 1996).

A proteína é o segundo maior componente da carne 21 a 22%. Além da fração proteica do tecido muscular, há uma porção não proteica de cerca de 1,5%, composta basicamente por aminoácidos livres e nucleotídeos (DNA, RNA, ADP, ATP, entre outros). As proteínas musculares de acordo com a origem podem ser divididas em sarcoplasmáticas, miofibrilares e estromáticas. As sarcoplasmáticas são proteínas solúveis em água ou solução salina de força iônica baixa e representam cerca de 30-35% do total de proteínas, constituídas principalmente por enzimas e mioglobina. As miofibrilares representam cerca de 55% das proteínas totais solúveis em solução salina concentrada, constituem os miofilamentos, representados principalmente por miosina e actina, e em menor proporção, pela tropomiosina, troponina, δ -actinina, β -actinina e proteínas C e M. As estromáticas, representam cerca de 10-15% e são proteínas insolúveis, constituídas principalmente por colágeno e elastina (ZEOLA, 2002).

O conteúdo em aminoácidos essenciais, aliado as características favoráveis a digestibilidade, determina o valor biológico das proteínas musculares, considerado alto. Do ponto de vista fisiológico e independentemente de seu valor estrutural e energético, as proteínas são necessárias na formação de enzimas, hormônios e hemoglobina. Elas participam ainda da regulação do

metabolismo hídrico, da variação do pH dos diversos tecidos e do processo de imunidade natural às infecções (PARDI et al., 1996).

Os lipídeos são importantes componentes das carnes, conferindo-lhe características desejáveis de suculência, sabor e aroma. É o componente mais variável, oscilando sua proporção conforme a espécie, raça, sexo, idade, nutrição, região anatômica e até mesmo com o clima (WARRISS, 2003).

A gordura na carne pode estar armazenada de 3 formas: externamente, ou na forma de gordura subcutânea; intermuscular, entre músculos e intramuscular (marmoreio, na fibra muscular, no interior do sarcoplasma). Existem evidências de que a participação da gordura intramuscular e subcutânea contribuem como fatores que contribuem para a suculência e a maciez da carne (JUDGE et al., 1989).

Como componente nutritivo da dieta, os lipídios possuem maior conteúdo energético, vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais. É portanto, uma fonte de energia de primeira grandeza. Quando não requeridos nas funções fisiológicas e demandas calóricas é armazenado no organismo em forma de depósitos graxos. Motivo pelo qual, muitos consumidores preferem uma alimentação pobre em lipídios.

O perfil dos ácidos graxos que compõem os triglicerídeos que representam aproximadamente 99% dos lipídios dietéticos da alimentação humana, bem como, sua estrutura conformacional, tamanho, grau de saturação e sua composição química definem o valor nutricional dos lipídios.

Os minerais presentes na carne exercem importante papel fisiológico em sua constituição eles são parte integrante de um grande número de enzimas, intervindo na atividade muscular e nervosa, além de realizar um papel importante na transformação do músculo em carne (MATURANO, 2003)

A matéria mineral está distribuída irregularmente no tecido muscular: 40% encontram-se no sarcoplasma, 20% formam parte dos compostos celulares

e o restante distribui-se nos líquidos extracelulares. De forma geral, potássio, fósforo, sódio, cloro, magnésio e ferro são os principais constituintes minerais da carne. O ferro exerce papel fundamental por participar da síntese da hemoglobina, mioglobina e certas enzimas. O cálcio está presente principalmente nos ossos e dentes e em pequenas quantidades no músculo e outros tecidos comestíveis. Outros minerais também são encontrados em pequenas quantidades, como o cobre, manganês, zinco, molibdênio, cobalto e iodo (ZEOLA, 2002).

Os minerais durante o descongelamento e cocção, podem ser perdidos por lixiviação e muitos íons (cobre, ferro, magnésio, cloro e cobalto) podem afetar a vida útil do produto final (PRADI et al., 1996).

Putrino (2006) estudou os efeitos de dietas contendo grão de milho seco ou úmido com ou sem gordura protegida da degradação ruminal, sobre a composição da carne de doze cortes comerciais de novilhos da raça Nelore, e verificou que o uso da gordura na dieta elevou o teor de extrato etéreo na carne e como consequência reduziu a porcentagem de água e aumentou a de matéria seca. Nos resultados encontrados, foi observado um menor teor de água nos cortes da fraldinha e picanha, diferentemente do patinho, que apresentou um maior conteúdo de água. Os menores valores de extrato etéreo foram para os cortes da alcatra, patinho e coxão duro e o maior para a fraldinha. Os resultados deste experimento foram comparados pelo autor com os valores da tabela de composição de alimentos do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação - NEPA (2004), e foram observadas menores porcentagens de proteína bruta para todos os cortes analisados, exceto coxão mole e fraldinha. Quando comparada a matéria mineral dos cortes constatou-se que o teor foi mais elevado para as amostras do experimento de Putrino (2006) em relação à tabela do NEPA (2004).

Vaz et al. (2001) não encontraram diferença nos teores de PB (26,34 e 26,33%) de animais castrados e inteiros, respectivamente, das raças Charolês, Nelore e seus cruzamentos. Porém, os animais castrados apresentaram menor porcentagem de MS (70,78 vs 71,94%) e maiores porcentagens de EE (2,88 vs 1,73%). Segundo os autores, a maior porcentagem de EE pode ser devido à maior capacidade de animais castrados depositarem gordura intramuscular em relação a animais inteiros.

Nelson et al. (2008) estudaram o efeito de dieta à base de milho contendo níveis de (0, 3 e 6%) de óleo de fritura com feno de alfafa (3,5 ou 7%) nas características de carcaça de novilhos em terminação e verificaram interação entre óleo de fritura x feno de alfafa, quadrático ($P < 0,05$) para %MS e %PB e ($P < 0,10$) para % de gordura, não sendo observado efeito de tratamento para % de minerais.

Costa (2009) avaliando o efeito da inclusão de diferentes níveis (0; 14,35; 27,51 e 34,09%) de caroço de algodão na dieta sobre a composição centesimal da carne de novilhos Nelore, não verificou diferença entre os tratamentos para o teor de umidade, proteína e cinzas. Entretanto, o aumento dos níveis de caroço de algodão reduziu linearmente o percentual de gordura intramuscular.

2.1.10 Colesterol

Colesterol é um álcool policíclico de cadeia longa, usualmente considerado um esteroide, encontrado nas membranas celulares e transportado no plasma sanguíneo por lipoproteínas de todos os animais, na forma livre ou esterificada. Desempenha inúmeras funções fisiológicas no organismo animal, entre elas a de constituir as membranas celulares, participar da síntese de vitamina D₃ e ser precursor de dois grupos de compostos, que são os sais biliares

(cólico, taurocólico e glicólico, que promovem a digestão e absorção de gorduras) e os hormônios esteroides. Cerca de 90% do colesterol livre encontra-se restrito a membrana plasmática e o restante está no retículo sarcoplasmático, nas membranas nucleares, nas mitocôndrias, lisossomas e peroxissomas (CUNNINGHAM, 2004; ODA et al., 2004; STRYER; BERG; THYMOCZKO, 2004).

Na alimentação humana a ênfase tem sido sobre os níveis de colesterol dos alimentos, o qual sobre determinadas circunstâncias, tende a se acumular nas paredes internas dos vasos sanguíneos de grandes e médios calibres, levando a formação de ateroma e causando problemas de degeneração e arterosclerose. Para manter o colesterol sanguíneo baixo, a dieta deve ser pobre em lipídios totais, colesterol e ácidos graxos saturados. Assim, os consumidores têm procurado adquirir, no mercado, alimentos mais saudáveis, com mais baixas concentrações ou isentas desses compostos (ODA et al., 2004)

Segundo Chizzolini et al. (1999), o conteúdo de colesterol de algumas espécies produtoras de carne varia entre 60 e 81mg/100g de músculo. De acordo com Canhos e Dias (1983), carne bovina magra contém 70-75mg de colesterol/100g de músculo, dos quais mais de 90% na forma livre. Oliveira et al. (2010) avaliaram efeitos de grãos de soja, caroço de algodão e semente de linhaça moídos como lipídios suplementares em dietas à base de silagem de milho e sem lipídios suplementares nas características de carcaça de novilhos zebuínos e observaram valores de colesterol de 55,9, 40,3, 49,2 e 51,5 mg/100g, respectivamente. De acordo com Padre et al. (2006), baixa quantidade de colesterol (menos de 50mg/100g de músculo) tem sido observado na análise química de carne bovina, cerca de 33% da quantidade diária recomendada para o consumo de colesterol. Contudo, o que tem sido verificado é uma ampla variação dos valores de colesterol em carne e estas variações são atribuídas a vários fatores como a dieta, idade, sexo, espécie, raça, ambiente, estação do ano,

quantidade de gordura, anatomia do músculo, método de cozimento e método analítico (AYERZA et al., 2002; BRAGAGNOLO, 1997; RULLE et al., 2002; VAN HEERDEN et al., 2002).

2.1.11 Capacidade de retenção de água

Considerada um fator de qualidade tecnológica, a CRA é uma característica que se refere à capacidade que a carne tem para reter água durante o resfriamento, o armazenamento e a cocção. Segundo Muchenje et al. (2009), os valores para CRA em carne bovina variam entre 37 a 72,7%. A menor capacidade de retenção de água implica em perdas no valor nutritivo através do exudado liberado, resultando, após o cozimento, em carnes mais secas e com pior textura (ZEOLA, 2002). A quantidade exudada irá influenciar a cor, a textura e a maciez da carne crua, além do sabor e odor da carne cozida. Quando o tecido muscular apresenta baixa retenção de água, há perda de umidade e, conseqüentemente, a perda de peso durante a estocagem é maior (DABÉS, 2001). Muitas das propriedades da carne fresca são parcialmente dependentes da capacidade de retenção de água. Para o consumidor, a capacidade de retenção de água juntamente com a gordura, particularmente a intramuscular, traduz a sensação de suculência no momento da mastigação.

2.1.12 Perda de peso por cozimento

A perda de peso por cozimento (PPC) corresponde às perdas que ocorrem durante o preparo da carne para o consumo ou industrialização sendo calculadas de forma simples e rápida por meio da diferença entre o peso antes e depois do cozimento da carne (RODRIGUES, 2007). É uma característica influenciada pela CRA nas estruturas da carne (PARDI et al., 1993) com reflexo

direto na cor, força de cisalhamento e suculência (BONAGURIO, 2001). Grupo genético, manejo *ante e post mortem* e temperatura no processo de cocção são os principais fatores associados às perdas por cocção.

Durante o aquecimento diferentes proteínas da carne são desnaturadas dependendo da variação da temperatura (37-75°C). A desnaturação causa grandes mudanças estruturais, destruindo as membranas, encolhimento transversal e longitudinal das fibras musculares, agregação das proteínas sarcoplasmáticas e encolhimento do tecido conectivo. Todos estes fatores, particularmente a mudança no tecido conectivo, resulta em perdas no cozimento. As condições de cozimento devem ser muito bem definidas e controladas, principalmente a velocidade de aquecimento e o ponto final da temperatura interna no centro da amostra sob pena de prejuízo às características sensoriais da carne.

Oliveira, Soares e Antunes (1998) verificaram redução gradual nas perdas de peso por cozimento nos músculos *bíceps femoris* de (37,5; 35,3; 34,3 e 33,2%) e *tríceps braquial* de (37,3; 35,0; 33,9 e 32,7%), 24 horas *post mortem* e aos 14, 21 e 28 dias de maturação, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Espírito Santo (1996), para os músculos *bíceps femoris* (38,79%) e *Longissimus thoracis* (36,85%), 24 horas *post mortem*. Rodrigues, (2007) verificou no *Longissimus thoracis* de bovinos médias para perda de peso por cocção de 31,19 e 29,61% para carnes frescas e maturadas, respectivamente. Foi observado ainda que um maior número de amostras de carnes frescas apresentou maior perda de peso por cocção, enquanto as amostras de carnes maturadas apresentaram um maior número de observações com menor perda de peso por cocção. Em outro trabalho avaliando as características físico-químicas da carne a partir do *Longissimus thoracis* de bovinos Nelore, F1 Nelore x Sindi e de búfalos Mediterrâneos castrados e inteiros, Rodrigues e Andrade (2004) não encontraram diferença nas perdas de peso por cocção entre os grupos genéticos e

condição sexual estudados. Os valores encontrados neste estudo foram (30,7; 32,7 e 32,0%) e (29,5 e 34,0%), respectivamente para grupos genéticos e condição sexual.

2.1.13 Força de cisalhamento

A força de cisalhamento (FC) é um método objetivo utilizado para avaliar a maciez da carne e simula grosseiramente a força de mastigação da carne cozida, mostrando elevada correlação com os resultados de maciez decorrentes da análise sensorial (ANDRADE, 2008). O texturômetro equipado com uma célula Warner-Bratzler Shear, é o aparelho utilizado na avaliação e mede a força máxima necessária para o cisalhamento de uma amostra de carne, indicando que a grandeza da força aplicada corresponde à maior resistência ao corte e por consequência, maior dureza da carne (BOURNE, 1982).

Para a carne bovina Boleman et al. (1997) classificaram a textura da carne em muito macia (2,3 a 3,6kg), moderadamente macia (4,1 a 5,4kg) e pouco macia (5,9 a 7,2) e Shackelford et al. (1991), sugeriram o valor de 4,6kg de força de cisalhamento como o limite aceitável para a comercialização da carne bovina. Genética, sexo, idade, nutrição e manejo *ante e post mortem* são fatores que de forma individualizada ou associada aos demais fatores, afetam os valores da FC no que resulta variação na maciez da carne.

Rodrigues e Andrade (2004) avaliaram diferentes grupos genéticos e classe sexual em bovinos e búfalos e observaram menor FC em amostras do *Longissimus thoracis* de búfalos Mediterrâneos (3,75 kgf) que Nelore x Sindi (4,85 kgf) e Nelore (5,9 kgf), bem como dos castrados (4,5 kgf) em relação aos inteiros (5,2 kgf). Dentro do grupo de búfalos não houve diferença entre classe sexual, possivelmente, segundo os autores pelo fato de os búfalos depositarem

pouca gordura entremeada na carne, mesmo quando castrados, uma característica da espécie.

Comparando tempos de maturação, em dois grupos genéticos Andrade (2008), observou reduções na força de cisalhamento em amostras de *Longissimus thoracis* para Nelore e Red Norte, aos 7 dias de 19 e 26%, respectivamente; aos 14 dias, de 24 e 30%, respectivamente; e aos 21 dias, redução de 38% em ambos os grupos genéticos.

Avaliando efeito de gordura dietética nas características de carcaça, Nelson et al. (2008) verificaram menores valores de FC (2,6kg x 3,1kg) em bifes do *Longissimus thoracis* de novilhos alimentados com dieta à base de milho e 6% de gordura amarela, comparativamente a bifes de novilho alimentados com dieta à base de cevada e 6% de sebo, respectivamente.

2.1.14 Cor

A cor é a característica qualitativa mais importante que o consumidor associa a carne no momento da compra, constituindo o critério de seleção, a não ser que outros fatores, como odor, sejam intensamente alterados (WHITE et al., 2006). Carne fresca de coloração vermelha brilhante é preferida, e as escuras são discriminadas, por serem associadas à carne de animais velhos e por tanto, de maior dureza, o que nem sempre corresponde a verdade, uma vez que a queda de pH de forma inadequada no *post mortem* pode produzir colorações anormais, independente da idade do animal (RESTLE et al., 2002).

A cor do músculo é determinada pela quantidade de mioglobina e pelas proporções relativas desse pigmento, que pode ser encontrado na forma mioglobina reduzida - desoximioglobina (MbH_2O , cor púrpura ou vermelha escura), oximioglobina (MbO_2 , cor vermelha cereja) e metamioglobina (MetMb, cor marrom) (RAMOS; GOMIDE, 2007), e pode ser afetada por vários fatores

intrínsecos, como tipo de músculo, espécie, raça, sexo e idade do animal, e fatores extrínsecos, como nutrição e manejo pré-abate. Além disso, a percepção da cor varia em função do observador, qualidade e intensidade da luz, bem como, as propriedades físicas e químicas do alimento (MACDOUGALL, 1994).

De acordo com MacDougall (1994), não existe uma recomendação geral quanto ao procedimento de mensuração da cor, pois os equipamentos usualmente utilizados (colorímetros e espectrofotômetros) podem apresentar características distintas quanto ao diâmetro de abertura, tipo de iluminante e ângulo de observação, produzindo resultados semelhantes, mas não iguais. Um método colorimétrico muito utilizado é o CIELAB, que utiliza o espaço L^* , indica luminosidade, variando de branco ($+L^*$) a preto ($-L^*$) e as coordenadas de cromaticidade a^* e b^* , sendo o a^* o eixo que vai de verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$) e b^* variando de azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$). Os valores encontrados na literatura para L^* , a^* , b^* , em carne bovina situam-se nas faixas de variação 33,2 a 41, 11,1 a 23,6 e 6,1 a 11,3, respectivamente (MUCHENJEA et al., 2009).

Como já mencionado, vários fatores influenciam a cor da carne. Animais terminados a pasto ou alimentados com forragem produzem carne mais escura do que animais terminados com grãos (PIOLO; MICOL; AGABRIEL, 2001), sendo atribuído a valores mais elevados de pH (MUCHENJEA et al., 2009), maior presença de carotenoides (FRENCH; O'RIORDAN; MONAHAN, 2000), maior atividade física e maturidade (FELÍCIO, 1999).

2.2 Lipídios na dieta de ruminantes

Lipídios fornecem mais que o dobro de energia comparativamente aos carboidratos e proteínas, com a vantagem de não gerarem produção de calor de fermentação no rúmen. Por isso, resultam em baixo incremento calórico (IC), o que pode ser vantajoso em ruminantes de alta demanda energética,

particularmente em situação de *stress* calóricos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 2001). Por outro lado, o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o padrão de fermentação ruminal podem ser afetados negativamente pelos níveis de inclusão e fontes de lipídeos na dieta. Razão pela qual as concentrações de extrato etéreo na matéria seca total da dieta de ruminantes não deve ser superior a 7% (NRC, 2001).

Os ruminantes evoluíram consumindo dietas com teores naturalmente baixos de lipídio, cerca de 4% de extrato etéreo (EE), com variações possíveis de 3 a 9 %, dependendo da fonte, nível de inclusão, processamento, categoria animal e objetivo pretendido (PEREIRA, 2010).

Embora representem uma pequena parcela dos nutrientes totais ingeridos em dietas de ruminantes, os lipídios são nutricionalmente necessários à alimentação para atender demandas biológicas e de produção animal. Estão envolvidos em diversas funções biológicas, como constituintes das membranas, isolante térmico e reserva de energia. Além disso, são precursores para a síntese de vários derivados biologicamente importantes, como os ácidos biliares, hormônios esteróidicos e vitamina D (PALMQUIST; MATTOS, 2006). Por serem considerados essenciais ao metabolismo e não serem sintetizados pelo animal, os ácidos graxos (AGs) linoleico e linolênico devem ser ofertados na dieta (PALQUIST; MATTOS, 2006).

Usualmente lipídios são utilizados para substituir parte dos grãos como fonte de energia das dietas. Entretanto, quando em excesso ou forma inadequada de suplementação acontece, particularmente de gorduras insaturadas e de liberação rápida no rúmen, pode causar distúrbios metabólicos e redução na digestão de carboidratos fibrosos, redução no consumo (MAIA et al., 2006; ZINN et al., 2000) e em rebanho leiteiro, queda no rendimento e teor de gordura no leite (BAUMAM et al., 2003).

Os lipídios não são substrato para crescimento de microorganismos ruminais e não são, também, absorvidos no rúmen. A maior parte de monoglicerídios e ácidos graxos livres decorrentes da hidrólise e biohidrogenação ruminal associados à digestão intestinal são absorvidos no intestino delgado, sendo a extensão desta dependente de muitos fatores, tais como composição da dieta, fonte, processamento e nível de inclusão dietética (CHURCH, 1993; MARQUES, 2003).

Várias fontes de lipídios têm sido pesquisadas para a inclusão na alimentação animal, as quais incluem gordura animal, grãos integrais ou processados de oleaginosas, óleos vegetais e fontes residuais decorrentes do processo de extração industrial e processamento de alimentos para o consumo humano como é o caso do óleo de fritura.

Os benefícios advindos da utilização de lipídios em dietas de ruminantes são de natureza diversa e as vantagens podem ser exploradas de várias formas.

Nutricionalmente a densidade calórica de dietas com inclusão de lipídios suplementares permitem balanço mais adequado entre carboidratos fibrosos e não fibrosos para otimização do consumo de fibra e energia digestível (BAUMAN; LOCK, 2006), tornar mais eficiente a fermentação ruminal, reduzindo perdas da energia bruta ingerida via produção de metano (CH_4) e a relação acetato:propionato. De acordo com vários estudos (DEMARCHI et al., 2003; KURIHARA et al., 1999; PEDREIRA; PRIMAVESI, 2006; PRIMAVESI et al., 2004; RIVERA et al., 2010), cerca de 6 a 18% da energia bruta do alimento ingerida é perdida durante a metanogênese ruminal. Além de maior eficiência no metabolismo energético, a suplementação lipídica reduz a degradação proteica e por consequência a produção de amônia aumenta a eficiência de síntese microbiana por unidade de matéria orgânica (MO) e promove a defaunação (BAUMAN; LOCK, 2006; LANA, 1998; NELSON et al., 2001; PEDREIRA, 2004).

Ambientalmente, a utilização de lipídios na dieta de ruminantes contribui de forma direta para redução da emissão de gases atmosféricos de efeito estufa como o metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2) decorrentes do processo entérico. As emissões globais de metano geradas a partir dos processos entéricos são estimadas em 80 milhões de toneladas por ano (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA, 2000), correspondendo a cerca de 22% das emissões totais de CH_4 geradas por fontes antrópicas, representando 3,3% do total dos gases de efeito estufa, o que lhe confere importante papel nas modificações climática do planeta, especialmente pelo contínuo aumento do aquecimento global (PEDREIRA et al., 2005).

A produção de metano esta relacionada à partição da energia dietética e representa uma redução da energia metabolizável para manutenção, produção e reprodução animal. Por essa razão, as indicações para redução das emissões de metano pela pecuária estão diretamente ligadas à medida que refletem na melhor eficiência de utilização da energia na produção (MONTEIRO, 2009). Nessa direção a manipulação dos fatores de produção, particularmente aqueles associados aos processos entéricos e nutricionais, pode reduzir de forma expressiva as emissões de metano pelos ruminantes (LIMA; PESSOA; LIGO, 2002; PEDREIRA et al., 2005; REIS; MORAIS; SIQUEIRA, 2006), com impactos econômicos e mercadológicos relevantes.

Adicionalmente, a suplementação lipídica quando utilizada na forma de resíduos como o óleo de fritura, constitui uma alternativa de reciclagem desse resíduo e por consequência, reduz o nível de contaminação de mananciais, redes fluviais (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP, 2010) e custos de até 45% com manutenção de sistemas de captação de esgotos doméstico, comercial e industrial pela destinação incorreta desse resíduo (BIODIESEL, 2010; RABELO; FERREIRA, 2008).

Do ponto de vista alimentar, a manipulação ruminal via inclusão lipídica de diferentes formas nas dietas pode contribuir para modificar a composição de produtos no que se refere ao seu valor alimentar e nutricional agregando valor funcional e nutracêutico quando utilizado com esse propósito (FELTON; KERLEY, 2004; FRENCH; STATION; LAWLESS, 2000; MCGUIRE; MCGUIRE, 1999; SCOLLAN et al., 2001).

2.3 Óleo de fritura: aspectos gerais

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal - ABIOVE (2010), o Brasil produz cerca de 6,1 bilhões de litros de óleo vegetal anualmente, dos quais 1,3 bilhões são exportados, 2,4 bilhões utilizados na indústria para diversos fins (biodiesel, lubrificantes, tintas, ceras e sabão dentre outros), 2,4 bilhões utilizados para fins alimentícios com cerca de aproximadamente 50% deste descartável, enquanto apenas 2,5 a 3,5% são reciclados (SABESP, 2010). Acredita-se que o mercado anual de óleo de fritura seja da ordem de 30 milhões de litros ou de 24 mil toneladas, incluindo tanto coleta para fins industriais, como para reciclagem caseira visando à fabricação de sabão. Entretanto, os números são controversos, variando em função da fonte e metodologia de aferição, não havendo, contudo, informação precisa sobre o quantitativo gerado, reciclado e sob quais formas (CHAMON, 2007; RIGO, 2009), particularmente na fabricação de ração e como fonte suplementar na alimentação de ruminantes, que via de regra, não tem sido considerada estatisticamente pelos estudos, como uma forma de reciclagem.

O óleo de fritura ou de descarte doméstico, comercial e industrial é composto por óleos vegetais, predominantemente, o de soja, e gordura animal. Trata-se, portanto, de um resíduo de característica físico-química variável dependendo da origem, matéria prima da fonte lipídica da qual se originou,

processamento, tempo e temperatura utilizados no processo de fritura (JORGE et al., 2005; MALACRIDA; JORGE 2006; PINTO et al., 2003).

Durante o processo de fritura por imersão, cuja temperatura média utilizada gira entorno de 180°C, variando entre 162°C a 196°C (SANIBAL; MANCINI FILHO, 2002), os óleos e gorduras são continuamente expostos a vários fatores inerentes ao processo como umidade do alimento, oxigênio atmosférico do ambiente, tempo, temperatura e aparato tecnológico empregado, que leva a reações químicas diversas como hidrólise, oxidação e polimerização da molécula do triacilglicerol, que modifica sua estrutura e composição química. Essas reações são intensificadas quando o processo é submetido a longos períodos de fritura contínua ou intermitente e temperaturas superiores a 200°C (JORGE et al., 2005).

Devido à complexidade do processo, não há um único método pelo qual se possa detectar todas as situações que envolvem a deterioração de óleos no processo de fritura. A determinação do ponto de descarte tem impacto econômico significativo, implicando em maior custo quando o óleo for descartado muito cedo e pela perda da qualidade do alimento, quando descartado tardiamente. Alguns indicadores utilizados em residências, restaurantes, cantinas e pontos comerciais de preparo rápido de alimentos para determinar o ponto de descarte do óleo ou da gordura são: alteração de cor, a presença de fumaça em temperaturas de fritura, presença de espuma e alterações do aroma e do sabor (SANIBAL; MANCINI FILHO, 2002).

O óleo de frituras está entre os resíduos que ainda não possuem um método bem definido de descarte, coleta, tratamento e disposição final. Ao ser despejado no ralo, o óleo vai formando crostas de gordura na tubulação residencial e nas redes de esgoto, causando entupimentos e outros tipos de poluição, como poluição dos rios e dos solos. Segundo Mognato e Martins (2007), quando o óleo chega aos rios ele fica na superfície da água e dificulta a

entrada da luz, a oxigenação das águas e altera o pH, provocando mortes de animais, plânctons e vegetais, comprometendo toda a base da cadeia alimentar aquática. Quando atinge o solo, o óleo dificulta o escoamento da água das chuvas aumentando a ocorrência de enchentes, já que ele tem a capacidade de impermeabilizar o solo. Na literatura os números do potencial de contaminação das águas pelo óleo são expressivos e controversos, indo de 25.000 litros (SABESP, 2010), a 1.000.000 de litros de água/litro de óleo residual (MARCA AMBIENTAL, 2011; ROCHA, 2007; TRENBERTH, 2007) sendo este, de acordo com estas mesmas fontes, um volume de água suficiente para atender as necessidades de um ser humano por 14 anos.

Alguns países, entre os quais Bélgica, França, Alemanha, Suíça, Holanda, Estados Unidos e Chile com foco na qualidade de alimentos preparados dessa forma de cocção, e controle oficial de órgãos ligados a saúde e vigilância sanitária, criaram leis e normas para descarte de óleos de fritura baseadas em valores máximos de compostos polares totais de 25 a 27%, ácidos graxos livres máximos de 1 a 2,5%, ponto de fumaça entre 170 a 180°C e índice de peróxidos máximo de 15 meq/kg (FIRESTONE; STIER; BLUMENTHAL, 1991; MONFERRER; VILLALTA, 1993; SAMPAIO, 2008).

No Brasil não existe ainda uma legislação específica que caracterize o óleo de fritura e determine o ponto de descarte sob o qual são mantidas as propriedades físicas, químicas e nutricionais desejáveis nos óleos comestíveis. Por consequência, o critério de descarte varia entre pontos comerciais, industriais e residenciais o que torna facilmente possível encontrar óleo de fritura em vários estágios de deterioração. Este fato representa um risco potencial à saúde pública (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2004), que pode ser agravado pela ineficácia do sistema de fiscalização.

Embora seja crescente o envolvimento de empresas públicas, privadas e organizações não governamentais no processo de coleta e reciclagem do óleo de fritura para diferentes fins, o volume desse resíduo cresce com a expansão demográfica urbana (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010), com conseqüente agravamento do impacto ambiental e econômico no processo de captação e tratamento do esgoto urbano (BIODIESEL, 2010; D'AVIGNON, 2002; SABESP, 2010). No Brasil essa realidade impõe, o quanto antes, o necessário controle por parte dos órgãos de vigilância sanitária e da saúde por meio de leis e normas específicas a serem estabelecidas

2.4 Óleo de fritura na alimentação de bovinos

A tentativa de utilização do óleo de fritura na alimentação animal não é uma prática recente e os resultados em várias espécies animais são variáveis e não conclusivos. Há evidências que animais de laboratório alimentados com óleos ou gorduras exaustivamente processadas em fritura, podem apresentar alterações metabólicas que resultam na perda de peso, supressão do crescimento, diminuição do tamanho do fígado e dos rins, má absorção de gorduras, diminuição da taxa de dessaturação dos ácidos graxos linoleico e ω -linolênico, aumento da taxa de colesterol no fígado e fertilidade reduzida (EDER, 1999). Em cobaias consumindo gorduras oxidadas, de forma contínua e prolongada, Costa Neto (2000) relata que foi observado aumento de peroxidação cromossômica e toxicidade por efeito cumulativo de compostos químicos como monômeros cíclicos e poliaromáticos decorrentes do processo de fritura e sugeriu que estes compostos sejam melhor investigados em razão de seu reconhecido efeito carcinogênico. Entretanto, não se tem conhecimento de achados semelhantes ou de efeito deletério a saúde em bovinos, quando

utilizados nos limites nutricionalmente recomendáveis, cujo valor gira em torno de 7% da matéria seca total da dieta de acordo com NRC (2001). Muitos estudos (CARVALHO, 2009; NELSON et al., 2004; PLASCENCIA; ESTRADA; ZINN, 1999; ZINN, 1988), utilizando o óleo de fritura em dieta de bovinos de corte têm apresentado resultados positivos em parâmetros ruminais (PLASCENCIA; ZINN, 2001) de desempenho biológico e econômico (CAMPOS, 2009), de atributos que implicam na qualidade da carne (NELSON, 2004) e de sustentabilidade ambiental da atividade (CARVALHO, 2009). Para muitas variáveis de desempenho estudadas, eficiência alimentar e densidade energética da dieta os resultados são consistentes e já estão bem estabelecidos, entretanto, para parâmetros quantitativos e qualitativos de carcaça existem poucos estudos e os resultados são ainda conflitantes e variáveis.

Os estudos de óleo de fritura na dieta de bovinos não são recentes e na sua grande maioria direcionados para avaliações de dietas, eficiência alimentar e desempenho biológico. Trabalhos avaliando atributos sensoriais, industriais e tecnológicos de qualidade da carne bovina são ainda mais raros. Zinn (1988) trabalhando com novilhos mestiços de várias raças de corte confinados e nível de inclusão de 4% de óleo de fritura, observou aumento no conteúdo de energia líquida de manutenção (8,5%), energia líquida de ganho (9,4%), e ganho de peso médio diário (12,5%), que por sua vez, refletiu no aumento da taxa de deposição de proteína (10,8%) e gordura de (16,6%). Embora não tenha sido observado alteração na composição da carcaça, verificou-se aumento na AOL (6,5%) e na gordura renal, pélvica e cardíaca (14%). Brandt Júnior e Anderson (1990) avaliando o nível de inclusão de 3,5% para óleos de soja, sebo e de fritura, verificaram ganhos de pesos médios diários de 1,54; 1,50 e 1,59kg respectivamente, superiores 8,45; 5,6 e 12% ao da dieta controle, sem gordura suplementar e com ganho médio diário de 1,42kg. A conversão alimentar foi 8,1,

8,8 e 9,4% superiores para óleo de soja, sebo e óleo residual em relação à dieta controle.

Em estudos com novilhos da raça holandesa, Plascencia, Estrada e Zinn (1988), avaliaram a influência do conteúdo de ácidos graxos livres oriundos de duas fontes de óleo de fritura numa dieta alta em concentrado em que os tratamentos foram constituídos de uma dieta controle, sem suplementação lipídica; 5% de gordura suplementar na forma de óleo de fritura convencional; 5% de gordura de grelha e uma mistura de 50% de ambas que resultaram em 15; 42 e 28,5% de ácidos graxos livres (AGL), respectivamente. A gordura suplementar aumentou significativamente o ganho de peso médio diário (GPMD) 11%, conversão alimentar (CA) 9%, energia líquida (EL) 6,4%, peso de carcaça 4%, gordura de cobertura 20% e gordura cavitária (renal, pélvica e cardíaca) 1 % . O aumento de (AGL) na gordura suplementar aumentou linearmente o CMS, GPMD, e CA e não afetou a fermentação ruminal e digestão total do trato gastrointestinal da MO, FDA, amido e nitrogênio, embora a digestão pós-ruminal das dietas com gordura suplementar tenha sido menor (73%) que a dieta controle (75%), respectivamente. Os autores concluíram que o valor nutricional do óleo de fritura convencional e de grelha é semelhante e que as diferenças no conteúdo de AGL do óleo de fritura não afeta negativamente a aceitabilidade da dieta e o desempenho durante o crescimento de bovinos em confinamento.

Em outro trabalho, Placencia e Zinn (2001), avaliaram o valor nutritivo de óleo de fritura e sebo no desempenho e características de carcaça de novilhos mestiços, com níveis suplementares dietéticos de 5% de inclusão e observaram maior consumo para dietas suplementares com sebo em relação a gordura amarela, embora o GPMD e a eficiência alimentar fossem semelhantes, com pequeno efeito sobre as características de carcaça. Os autores concluíram que a aceitabilidade e valor nutritivo do óleo de fritura e do sebo são semelhantes

nutricionalmente para a alimentação de bovinos confinados, mesmo em altos níveis de inclusão.

Nelson et al. (2004) avaliaram os efeitos da suplementação de óleo de fritura e sebo em dois níveis de feno de alfafa em dietas à base de cevada sobre o desempenho e qualidade da carne de novilhos e verificaram que o óleo de fritura aumentou a energia da dieta, melhorou o desempenho e aumentou gordura na carcaça, porém, a gordura dietética e o feno não afetaram a maioria das avaliações como, retenção de água, estabilidade da cor, e palatabilidade de carne bovina. Além disso, os autores concluíram que a óleo de fritura se constitui numa fonte de gordura poliinsaturada para alimentação de bovinos, para produzir carcaça com maior grau de marmoreio comparativamente ao sebo, sem afetar palatabilidade e a vida de prateleira da carne.

Em outro trabalho Nelson et al. (2008), mantiveram os tratamentos utilizados no ensaio de 2004, substituindo apenas a cevada pelo milho nas dietas com óleo de fritura suplementar e observaram resultados semelhantes para desempenho e característica de carcaça. Em relação aos atributos qualitativos da carne observaram alteração no conteúdo de ácidos graxos da carne, que aumentou o sabor da carne, sem afetar a umidade, conservação e propriedades de cozimento da carne. Além disso, a carne de novilhos alimentados com milho mais 6% de óleo de fritura era mais macia e tinha maior teor de ácidos graxos poliinsaturados e CLA do que a carne de novilhos alimentados com cevada e 6% de sebo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Alimentos**: óleos e gorduras utilizados em frituras. 2004. Informe Técnico,11. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/11_051004.htm>. Acesso em: 16 jan. 2011.

ANDRADE, P. L. **Maturação de carne de bovina Red Norte e Nelore**. 2008. 52 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

ARBOITTE, M.Z. et al. Desempenho em confinamento e características da carcaça e da carne de novilhos 5/8 Nelore 3/8 Charolês abatidos em três estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 947-958, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. Disponível em: <www.abiove.com.br>. Acesso em: 18 jul. 2010.

AYERZA, R.; COATES, W.; LAURIA, M. Chia seed (*Salvia hispânica* L.) as na Ω -3 fatty acid source for broiler; influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats growth performance and sensory characteristics, USA. **Poultry science**, Champaign, v. 81, p. 826-837, 2002.

BAUMAN, D. E.; LOCK, A. L. Concepts in lipid digestion and metabolism in dairy cows. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 1., 2006, Ohio. **Proceedings...** Ohio: Ohio State University, 2006. p.1-14.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University, 1976. 240 p.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno**. Zaragoza: Acríbia, 1979. 297 p.

BIODIESEL. **Reciclagem de óleo de cozinha**. Disponível em: <www.biodiesel.br.com>. Acesso em: mar. 2010.

BOLEMAN, S. J. et al. Consumer evaluation of bife of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1521-1524, 1997.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos.** 2001. 149 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

BONILHA, S. F. M. **Efeitos da seleção para peso pós-desmama sobre características de carcaça, rendimento de cortes e composição corporal de bovinos Nelore e Caracu, sob alimentação restrita e *ad libitum*.** 2003. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement.** New York: Academic, 1982. 314 p.

BOUTON, P. E. et al. Influence of animal age on tenderness of beef: muscle differences. **Meat Science**, Oxford, v. 2, n. 4. p. 301-311, Oct. 1978.

BRAGAGNOLO, N. **Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídios totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne.** 1997. 123 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade de ampinas, Campinas, 1997.

BRANDT JÚNIOR, R. T.; ANDERSON, S. J. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2208–2216, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 9 de 4 de maio de 2004. Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 maio 2004.

BRONDANI, I. L. et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças, alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 2034–2042, 2006.

BRONDANI, I. L. et al. Composição física e porção comestível da carcaça de machos de grupos genéticos alimentados com dois níveis de energia e abatidos aos 13 meses de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002c. 1 CD ROM.

CAMPOS, F. R. **Óleo de fritura residual na alimentação de tourinhos Rednorte terminados em confinamento**. 2009. 34 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

CANHOS, D. A. L.; DIAS, E. L. **Tecnologia de carne bovina e produtos derivados**. São Paulo: Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia, 1983. p. 5-26.

CARVALHO, I. N. O. **Óleo de soja residual na alimentação de cabritos**. 2009. 36 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

CHAMON, D. **Plano de negócio bio marca usina de biodiesel**. Vitória: [s. n.], 2007. 49 p

CHIZZOLINI, R. et al. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products: review. **Trends in food Science and Technology**, Amsterdam, v.10, n. 4/5, p. 119-128, Apr. 1999.

CHURCH, D. C. **Fisiologia digestiva y nutrissem de Luiz ruminantes**. Zaragoza: Acríbia, 1993. 641p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Programa de reciclagem de óleo de fritura**. Disponível em: <www.sabesp.com.br>. Acesso em: 21 jan. 2010.

CORREIA, A. A. D.; CORREIA, J. H. R. D. **Bioquímica animal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1989. 1249 p.

COSTA, D. P. B. **Características da carne de novilhos nelore alimentados com caroço de algodão**. 2009. 69p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009.

COSTA, E. C. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 119-128, 2002.

COSTA NETO, P. R. et al. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 531-537, 2000.

CROUSE, J. D.; DIKEMAM, M. E. Determinates of retail product of carcass beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, n. 3, p. 584-591, 1976.

CRUZ, G. M. et al. Rendimento de cortes cárneos de bovinos não-castrados, de diferentes grupos genéticos, terminados em confinamento, após receberem dois níveis de suplementação em pastagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD ROM.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 2004. 596 p.

DABÉS, A. C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 25, n. 288, p. 32-40, 2001.

D'AVIGNON, A. (Ed.). **Manual de auditoria ambiental para estações de tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

DE PAULA, N. F. **Fontes de proteínas em suplementos fornecidos em diferentes frequências para bovinos em pastejo no período da seca**. 2008. 117 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade do Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

DERMARCHI, J. J. A. A. et al. Daily methane, emission of different seasons of the year by nelore gattle in Brazil grazing brachiaria cv. Marandu – Preliminary results. In: WOURD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., 2003, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre: [s. n.], 2003. 1CD ROM.

EDER, K. The effects a dietary oxidized oil on lipid metabolism in rats. **Lipids**, Champaign, v. 34, n. 7, p. 717-725, Aug. 1999.

ESPIRITO SANTO, M. L. P. **Colágeno e textura de carne bubalina e bovina**. Dissertação (Mestrado Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1996.

FELÍCIO, P. E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne vermelha. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p. 2-10.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 89-97.

FELTON, E. E. D.; KERLEY, M. S. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p.1794-1805, 2004.

FERREIRA, M. A. et al. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1174-1182, 2000.

FIRESTONE, D.; STIER, R. F.; BLUMENTHAL, M. M. Regulation of frying fats and oils. **Food Technology**, Oxford, v. 45, n. 2, p. 90-94, 1991.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E. G. MONAHAN, F. J. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. **Meat Science**, Barking, v. 56, p. 173-180, 2000.

FRENCH, P.; STATION, C.; LAWLESS, F. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2449-2855, Nov. 2000.

GALVÃO, J. G. et al. Características e composição da carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, p. 502-512, 1991.

GESUALDI JÚNIOR, A. et al. Características de carcaça de bovinos Nelore e Caracu para peso aos 378 dias de idade recebendo alimentação restrita ou à vontade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 131-138, 2006.

GESUALDI JÚNIOR, A. et al. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limosin x Nelore: Características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1467-1473, 2000.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS., E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 370 p.

HEINEMANN, R. J. B.; PINTOM, M. F.; ROMANELLI, P. F. Fatores que influenciam a textura da carne, de novilho Nelore e cruzados Limousini x Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 8, p. 963-971, ago. 2003.

HERRING, W. O. et al. valuation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 2216- 2226, 1994.

IGARASI, M. S. et al. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 520-528, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2010**. Rio de Janeiro, 2010. 441 p. (Estudos e pesquisas. Informações geográfica, 7).

JOAQUIM, C. F. **Efeitos da distância de transporte em parâmetros post-mortem de carcaças bovinas**. 2002. 69 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual paulista, Botucatu, 2002.

JORGE, N. et al. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, São Paulo, v. 28,n. 6,p. 947-951,2005.

JUDGE, M. et al. **Principles of meat science**. Iowa : Kendall Hunt, 1989. 351 p.

KEMPSTER, A. J. Carcass characteristics and quality. In: JARRIGE, R.; BERANGER, C. (Ed.). Beef cattle production. **World Animal Science C5**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 169–187, 1992.

KORKEALA, H. et al. Determination of pH in meat. **Meat Science**, Barking, v. 18, n. 2, p.121-132, 1986.

KURIHARA, M. et al. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**, Cambridg, v. 81, p. 227–234, 1999.

- LANA, R. P. Microbiologia aplicada à nutrição de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1., 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: CONEZ, 1998. p. 125-137.
- LIMA, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; LIGO, M. A. V. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa: emissões de metano da pecuária.** Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002. 78 p.
- LOPES, L. S. **Catacterísticas de carcaça e perfil de ácidos graxos na carne de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento.** 2010. 124 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina.** São Paulo, 2000. 134 p.
- LUZ E SILVA, S. et al. Efeito de níveis de concentrado, sobre características de carcaça, avaliadas por ultra-sonografia, em tourinhos Brangus x Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD ROM.
- MACDOUGALL, D. B. Colour of meat. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products: advances in meat research series.** New York: Elsevier Science, 1994.
- MACH, N. et al. Association between animal, transportation, slaughterhouse practice, and meat pH in beef. **Meat Science**, Barking, v. 78, p. 232-238, Mar. 2008.
- MACHADO NETO, O. R. et al. Feed intake and prediction assesments using the NRC, CNCPS and BR-CORTE systems in Nellore and Red Norte steers finished in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 2, p. 394-401, 2010.
- MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Influência da relação superfície/volume e do tempo de fritura sobre as alterações da mistura azeite de dendê-óleo de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 724-730, 2006.
- MANSO, T. et al. Effect of intake level during milk-feeding period and protein content in the pos- weaning diet on performance and body composition in growing lands. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, p. 513-521, 1998.

MARCA AMBIENTAL. **Bio marca**. Disponível em: <<http://www.marcaambiental.com.br>>. Acesso em: 10 fev. 2011.

MARQUES, D. C. **Criação de bovinos**. 7. ed. Belo Horizonte: CVP, 2003. 586 p.

MATURANO, A. M. P. **Estudo do efeito peso de abate na Qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino**. 2003.94 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MCGUIRE, M. A.; MCGUIRE, M. K. Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 77, p. 118, 1999. Suppl. 1.

MOGNATO, E. A.; MARTINS, H. F. Elaboração de um projeto para a obtenção de Biodiesel a partir do reaproveitamento de óleo residual de fritura. 2007. 49 p. Monografia (Graduação) – Faculdades Integradas São Pedro, Vitória, 2007.

MONFERRER, A.; VILLALTA, J. La fritura desde un punto de vista práctico. **Alimentación, Equipos y Tecnología**, Logroño, v. 21, n. 3, p. 85-90, 1993.

MONTE, A. L. S. **Composição regional e tecidual da carcaça, rendimento dos componentes não carcaça e qualidade da carne de cabritos mestiços Boer e Anglo Nubiano e cabritos sem padrão racial definido**. 2006. 181 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MONTEIRO, R. N. C. M. **Desenvolvimento de um modelo para estimativas da produção de gases de efeito estufa em diferentes sistemas de produção de bovinos de corte**. 2009.75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

MUCHENJEA, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, London, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of biffe cattle**. Washington: National Academy, 2000. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Wasington: National Academic, 2001. 381 p.

NELSON, M. L. et al. Appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes barley-potato product finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3600-3610, 2004.

NELSON, M. L. et al. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed corn finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 936-948, 2008.

NELSON, M. L. WESTBERG, H. H.; PARISH, S. M. Effects of tallow on the energy metabolism of wethers fed barley finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p.1892–1904, 2001.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**: versão 1. Campinas: UNICAMP, 2004. 42 p.

ODA, S. H. I. et al. Efeito dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 236-242, abr./jun. 2004.

OLIVEIRA, D. M. **Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos zebuínos recebendo diferentes grãos de oleaginosas**. 2010. 92 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavres, Lavras, 2010.

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

OLIVEIRA, R. C. **Ganho de peso, característica de carcaça e composição corporal de novilhos, em regime de pasto, em capim-elefante, durante a estação chuvosa**. 1999. 123 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

ORTIZ, J. S. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta na ração sobre o desempenho e as características de carcaça de cordeiros terminados em *Creep Feeding*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2390-2398, 2005. Supll.

OSÓRIO, J. C.; OSÓRIO, M. T. M. **Produção de carne ovina: técnicas de avaliação “in vivo” e na carcaça.** Pelotas: UFPel, 2003. 73 p.

OSÓRIO, M. T.; OSÓRIO, J. C. S. **Condições de abate e qualidade da carne e dos produtos cárneos.** Brasília: Embrapa, 2000. 25 p. Apostila.

PADRE, R. G. et al. Fatty acid profile, end chemical composition of Longissimus muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 2, p. 242-248, Oct. 2006.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELLI, T.T et al. (Ed.). **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. p. 287-310.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne:** Goiânia: UFG, 1993. 587 p.

PARDI, M. C. et al. Conservação da carne pelo frio artificial. In: _____. **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** Goiânia: UFG, 2001. v. 1, p. 547- 559.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R. **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** Goiânia: UFG, 1996. 586 p.

PEDREIRA, M. S. **Estimativa da produção de metano de origem animal por bovinos tendo como base a utilização de alimentos volumosos: utilização da metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SFF₆).** 2004. 136 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

PEDREIRA, M. S. et al. Aspectos relacionados com a emissão de metano de origem ruminal em sistemas de produção de bovinos. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 24-32, 2005.

PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O. Impacto da produção animal sobre o ambiente. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. p. 497-511.

PEREIRA, M. N. Balanceamento de lipídios. In: _____. **Formulação de dietas para bovinos de leite.** Curso online. AGRIPPOINT. Disponível em: <<http://lilkpoint.com.br/cursonlaine/convkp/kpspan.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2010.

PEREIRA, P. M. R. C. **Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos superprecoce de três grupos genéticos**. 2006. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006.

PEREIRA, P. M. R. C. et al. Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 11, p. 1520-1527, nov. 2009.

PERON, A. J. et al. Rendimento de carcaça e seus cortes básicos a área corporal de bovinos de cinco grupos genéticos submetidos à alimentação restrita e “*ad libitum*”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 2, p. 239-247, 1993.

PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R. O.; NUNES, F. M. Rendimento e características quantitativas de carcaça em cordeiros Merino australiano e cruza ile de France x Merino australiano **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 351-359, jul./set. 2005.

PINTO, E. P. et al. Características da batata frita em óleos com diferentes graus de insaturação. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 293-302, jul./dez. 2003.

PIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour: a review. **Animal Research**, Les Ulis, v. 50, n. 3, p. 183-200, Mar. 2001.

PLASCENCIA, A.; ESTRADA, M. R.; ZINN, A. Influence of free fatty acid content on the feeding value of yellow grease in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2603–2609, 1999.

PLASCENCIA, A.; ZINN, R. A. Comparative feeding value of tallow vs. yellow grease in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 52, p. 566–568, 2001.

PRALOMKARN, W.; SAITHANOO, S.; KOCHAPAKDEE, S. Effect of genotype and plane of nutrition on carcass characteristics of Thai native and Anglo-nubian X Thai native male goats. **Small Ruminant Research**, [S. l.], v. 16, p. 21-25, 1995.

PRIMAVESI, O. et al. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 3, p. 277-283, mar. 2004.

PUTRINO, S. M. **Composição corporal, exigências de energia e proteína para ganho e composição da carne de novilho Nelore alimentados com dietas com milho grão seco ou úmido contendo gordura não degradável no rúmen**. 2006. 100 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São Paulo, Pirassununga, 2006.

RABELO, R. A.; FERREIRA, O. M. **Coleta seletiva de óleo residual de fritura para aproveitamento industrial**. 2008. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/COLETA%20SELETIVA%20DE%20ÓLEO%20RESIDUAL%20DE%20FRITURA%20PARA%20AP...pdf>>. Acesso em: 22 set. 2010.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. **Avaliação da qualidade de carne: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599 p.

REIS, R. A.; MORAIS, J. A. S.; SIQUEIRA, G. R. Aditivos alternativos para a alimentação de Ruminantes. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2., 2006, São Paulo. **Palestra...** São Paulo: AMENA, 2006.

RESTLE, J. et al. Efeito do grupo genético e da heterose na composição física e nas características qualitativas da carcaça e da carne de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1378-387, 2002. Supl.

RESTLE, J.; GRASSI, C.; FEIJO, G. L. D. Características das carcaças de bovinos inteiros ou castrados em diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 10, p. 1603-1607, 1994.

RIGO, C. L. **Proposta de resolução do problema de logística reversa do óleo residual de fritura**. 2009. 147 p. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

RIVERA, A. R. et al. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 617-624, 2010.

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP, 2000. 201p.

ROCHA, D. **Reciclar óleo de cozinha pode contribuir para diminuir aquecimento global**. 2007. Disponível em: <www.ambienteemfoco.com.br>. Acesso em: mar. 2008.

RODRIGUES, E. C. **Influência do sistema de terminação e genótipo na qualidade da carne de bovinos de rebanhos comerciais**. 2007. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

RODRIGUES, K. K. N. L. **Avaliação do desempenho e característica de carcaça de bovinos Purunã, alimentados com diferentes níveis de energia**. 2006. 115 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RODRIGUES, V. C.; ANDRADE, I. F. Características físico-químicas da carne de bubalinos e de bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1839-1849, 2004. Supl. 1.

ROSA, G. T. et al. Crescimento de osso, músculos e gordura dos cortes da carcaça de cordeiros e cordeiras em diferentes métodos de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 2283-2289, 2002.

RULLE, D. C. et al. Compararison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentration of bison, beef cattle, Elk and chicken, Italy. **Journal an Science**, Limerick, v. 80, p. 1202-1211, 2002.

SAINZ, R. D. Avaliação de carcaças e cortes comerciais de carne caprina e ovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE - SINCORTE, 1., 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2000. p. 237-250.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., 1996, Uberaba. **Anais...** Uberaba: SBZ, 1996. p. 1.

SAMPAIO, R. M. F. D. **Eficácia de ações educativas na melhoria do processo de fritura por imersão**. 2008. 85 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Nutrição, Salvador, 2008.

SANIBAL, E. A.; MANCINI FILHO, J. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. **Food Ingredient South American**, [S.l.], v. 18, p. 64-71, 2002

SANTOS, E. D. G. et al. Influência da suplementação com concentrado nas características de carcaça de bovinos F1 Limousin-Nelore, não castrados, durante a seca, em pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 1823-1832, 2002.

SANTOS, J. R. S. **Composição física e química dos cortes comerciais da carcaça de ovinos** Santa Inês terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. 2007. 96 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2007.

SAVELL, J. W.; MUELLER, S. L.; BAIRD, D. E. The chilling of carcasses. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 449-459, July 2005.

SCOLLAN, N. D. et al. Manipulation the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in bife cattle. **British Journal of nutrition**, Cambridge, v. 85, n. 1, p. 115-124, Jan. 2001.

SEUß, I. The nutritional importance of animal fatty tissue. **Fleischwirtsch**, Frankfurter, v. 73, n. 7, p. 751-754, 1993.

SEUß, I. Valor nutricional de la carne y de los productos cárnicos. Consideraciones críticas sobre sus componentes em comparación con otros alimentos. **Fleischwirtsch**, Frankfurter, n. 1, p. 47-50, 1991.

SHACKELFORD, S. D. et al. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 1, p. 171-177, Jan. 1991.

SILVA, R. G. et al. Dietary effects on muscle fatty acid composition of finished heifers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 1, p. 95-101, 2002.

SILVEIRA, I. D. B. **Influência da genética bovina na susceptibilidade ao estresse durante o manejo e seus efeitos na qualidade da carne**. 2005. 198 p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

SMITH, N. E.; BALDWIN, R. L. Effects of breed, pregnancy and lactation on weight of organs e tissues in dayre cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 5, p. 1055, 1973.

STRYER, L.; BERG, J. M.; THYMOCZKO, J. L. **Bioquímica**. 5th ed. Rio de Janeiro: Guanabara, koogan, 2004. 1059 p.

TRENBERTH, K. E. Mudanças climáticas. **Scientific American Brasil**, São Paulo, v. 6, n. 63, p. 32-40, 2007.

UNITED STATES ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY. **Evaluating ruminant livestock efficiency projects and programs**: peer review draft. Washington, 2000. 48 p.

VAN HEERDEN, S. M. et al. Nutrient contento f South African chickens, South African. **Journal of Food and Analysis**, San Diego, v. 15, p. 47-64, 2002.

VAZ, F. N. et al. Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 518-525, 2001.

VAZ, F. N.; RESTLE, J. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 1894-1901, 2000.

WARRISS, P. D. **Ciência de la carne**. Zaragoza: Acribia, 2003. 309 p.

WHITE, A. et al. Manipulation of the pre-rigor phase to investgate the significance of proteolysis and sarcômero legth in determining the tenderness of bovine M. longíissimus dorsi. **Meat Science**, Barking, v. 73, p. 204-208, July 2006.

ZEOLA, N. M. B. L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 26, n. 304, p. 36-56, jun. 2002.

ZINN, R. A. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with or without monensin. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, p. 213–227, 1988.

ZINN, R. A. et al. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1738-1746, 2000.

CAPÍTULO 2 Características de carcaça e dos principais cortes comerciais de tourinhos red norte suplementados com óleos de fritura e de soja

RESUMO

Avaliou-se o efeito de fontes lipídicas na alimentação de tourinhos Red Norte sobre as características de carcaça e principais cortes comerciais. O experimento foi conduzido no setor de bovinocultura de corte, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Utilizaram-se 27 tourinhos Red Norte com peso corporal inicial médio de 317 ± 33 kg, alimentados com três dietas experimentais à base de silagem de milho numa relação volumoso:concentrado 40:60, sendo: 1) sem suplementação lipídica com 3,5% de extrato etéreo (SSL); 2) suplementados com óleo de fritura (SOF) e 3) suplementados com óleo de soja (SOS), com 7,0 % extrato etéreo na matéria seca. Os animais foram confinados em baias coletivas e distribuídos aleatoriamente aos tratamentos num delineamento inteiramente casualizado. A duração do experimento foi de 112 dias, sendo 28 dias de adaptação e 84 dias experimentais. Os animais receberam ração “*ad libitum*”, formulada de acordo com o National Research Council - NRC (2000), para ganho de peso vivo médio diário esperado de 1,5 kg e foram abatidos com $477,4 \pm 37$ kg, em frigorífico industrial e de acordo com a legislação oficial brasileira. Após o abate e o resfriamento das carcaças a 1°C por 48h, foram realizadas as coletas de dados e determinadas as variáveis estudadas. As fontes lipídicas suplementares não influenciaram o peso corporal final, peso de carcaça quente, peso de carcaça fria, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, perdas por resfriamento, pesos e rendimentos dos cortes dianteiro, traseiro especial e ponta de agulha. Entretanto o rendimento de carcaça foi menor ($P < 0,05$) para animais SOS. O pH final foi maior ($P < 0,01$) para as carcaças dos animais SOF, assim como a temperatura final ($P < 0,05$), em relação às carcaças dos animais SSL. As dietas experimentais avaliadas mantiveram o padrão das características quantitativas da carcaça exigido pela indústria frigorífica e o mercado brasileiro. Entretanto, o pH das carcaças dos animais SOF indicou carne DFD.

Palavras-chave: Alimentação. Bovino. Composição. Crescimento. Dietas. Lipídios.

ABSTRACT

The effect of lipid sources were evaluated in the feeding of young bulls Red Norte on carcass characteristics and main commercial cuts. The experiment was conducted in the beef cattle sector, Department of Animal Science, Federal University of Lavras. Twenty seven young bulls Red Norte were used with initial weight of 317 ± 33 kg, fed with three experimental diets based on corn silage, a forage:concentrate ratio 40:60, as follows: 1) without lipid supplementation with 3.5% ether extract (SLW); 2)) supplemented with frying oil (FOS) and 3) supplemented with soybean oil (OSS), with 7.0% ether extract in dry matter. The animals were confined in collective stalls and randomly assigned to treatments in a completely randomized design. The experiment lasted 112 days, being 28 days of adaptation and 84 experimental. The animals received feed "*ad libitum*", formulated according to the National Research Council - NRC (2000) for live weight gain expected daily average of 1.5 kg and were slaughtered with 477.4 ± 37 kg, in an industrial frigorific and according to official Brazilian legislation. After slaughter and cooling of carcasses at 1°C for 48 hours, were carried out data collection and determination of the variables. The additional lipid sources did not influence the final body weight, hot carcass weight, cold carcass weight, ribeye area, subcutaneous fat thickness, cooling losses, cuts weight and yield forequarter, special hindquarter and needle point. However, the carcass yield was lower ($P < 0.05$) for animals OSS. The final pH was higher ($P < 0.01$) for carcasses of animals FOS, as well as the final temperature ($P < 0.05$), in relation to animal carcasses SLW. The experimental diets evaluated kept the pattern of quantitative traits of carcass required by the meatpacking industry and the Brazilian market. However, the pH of the carcasses of animals FOS indicated meat DFD.

Keywords: Feed. Cattle. Composition. Growth. Diets. Lipids.

1 INTRODUÇÃO

Para os sistemas de produção, assim como, para os vários segmentos da cadeia da carne, as características quantitativas e qualitativas da carcaça são de fundamental importância, uma vez que estas estão diretamente relacionadas à qualidade e que, juntamente com as exigências do consumidor final, determinam seu valor comercial.

Conceitualmente e de acordo com a legislação brasileira vigente, carcaça bovina é definida como sendo o animal abatido, sangrado, esfolado, eviscerado, desprovido de cabeça, patas, rabada, órgãos genitais externos, gordura perirenal e inguinal, ferida de sangria, medula espinhal, diafragma e seus pilares (BRASIL, 2004).

No sistema de comercialização existente no Brasil, a carcaça é dividida em três grandes partes: traseiro especial, dianteiro com cinco costelas (separado entre as 5ª e 6ª costelas) e ponta de agulha, agrupando de forma subjetiva os cortes cárneos pelo seu grau de qualidade. No traseiro especial encontram-se os cortes de maior valor comercial: *filet mignon*, contrafilé, alcatra, coxão mole, coxão duro, lagarto, patinho, músculo do traseiro, dentre outros. No dianteiro estão: paleta, acém, costelas, peito, pescoço e o músculo do dianteiro e na ponta de agulha estão a costela e o vazio (LUCHIARI FILHO, 2000).

O estudo das características de carcaça remonta ao século passado e integra parâmetros de avaliação genética e de desempenho no desenvolvimento de animais superiores, uma vez que os atributos de qualidade avaliados determinam o valor comercial da carcaça. Nessa direção a pesquisa tem conseguido avanços expressivos. Entretanto, num cenário de constante evolução do mercado e perfil do consumidor onde novos parâmetros e exigências ampliam e passam a integrar o conceito de qualidade, novas demandas são geradas, e com estas a necessidade de novas pesquisas.

Vários fatores manipuláveis no *ante* e *post mortem* com graus diferenciados de importância e complexidade, interferem na composição e nas características de carcaça, e por consequência, da carne, notadamente, genética, sexo, idade, peso de abate, nutrição e manejo *ante e post mortem*.

Entre as mensurações importantes para a avaliação de carcaça e por consequência da capacidade produtiva do animal, destacam-se o peso, rendimento, grau de acabamento, musculabilidade, composição, cortes primários e comerciais, tempo e temperatura de resfriamento, pH e cor, dentre outras.

Desse modo, pode-se estabelecer que o objetivo do estudo das características de carcaça é a avaliação de parâmetros diretamente relacionados aos aspectos qualitativos e quantitativos de sua porção comestível como referencial de valor alimentício e comercial. Nessa direção, um volume considerável de pesquisas tem sido realizado nas quais se inclui a suplementação lipídica, como estratégia nutricional para manipulação do crescimento e composição corporal, somando-se a estes, vantagens fisiológicas ao processo digestivo, com redução das perdas no metabolismo de energia e benefícios ambientais.

O óleo de fritura oriundo do processo de fritura por imersão, considerado um potente agente poluidor, é referido por alguns estudos como fonte alternativa de suplementação lipídica, que pode contribuir tanto para reduzir custos de produção quanto para modificar a composição tecidual da carcaça, além de contribuir para a redução do impacto ambiental, evitando sua destinação inadequada no ambiente. Entretanto, a magnitude e amplitude do seu potencial demandam ainda mais estudos.

Considerando o exposto, objetivou-se avaliar as características de carcaça e dos principais cortes comerciais de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de fritura e óleo de soja em dietas à base de silagem de milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - MG, no período de junho a setembro de 2008. Foram utilizados 27 tourinhos da raça Red Norte, com peso corporal médio inicial de 317 ± 33 kg, idade média inicial de $19 \pm 1,2$ meses, oriundos de um mesmo rebanho comercial do município de Três Pontas, MG, nascidos de uma mesma estação de monta, criados e recriados a pasto.

Os animais foram mantidos em regime de confinamento, em currais coletivos com área de 30 m^2 por animal, separados aleatoriamente por tratamento. Os currais eram de piso de terra batida, sem cobertura e com divisórias feitas de arame liso. Os bebedouros eram coletivos localizados na divisória entre currais e o comedouro do tipo vinilona, disposto transversalmente na parte superior dos currais, com 70 cm lineares para cada animal.

Foram utilizadas três dietas experimentais: 1) sem suplementação lipídica (SSL); 2) suplementação com óleo de fritura (SOF) e 3) suplementação com óleo de soja (SOS). O óleo de fritura foi coletado semanalmente no restaurante universitário da Universidade Federal de Lavras e restaurantes da cidade de Lavras, armazenado na fábrica de ração do DZO – ULFA, acondicionado em tambores de plástico com capacidade para 100 litros e à temperatura ambiente. As dietas com adição de lipídeo suplementar foram elaboradas semanalmente e balanceadas para atingir um nível máximo de 7% de extrato etéreo (EE) na base da matéria seca total, preconizado pelo National Research Council - NRC (2001). Cada dieta constituiu um tratamento (Tabela 1) e foi balanceada para atender as exigências de acordo com o NRC (2000), para ganho de peso corporal médio esperado de 1,5 kg, sendo fornecida “*ad libitum*” na forma de ração completa às 7h e 13h, diariamente.

O período de adaptação às instalações, manejo e dietas experimentais foi de 28 dias. Antes do início e ao final do período experimental, cuja duração foi de 84 dias, os animais foram submetidos a um jejum alimentar e hídrico de 16 horas, seguido de pesagens para obtenção do peso corporal inicial (PCOI) e peso corporal final (PCOF), respectivamente. Antes do período experimental, os animais foram submetidos a tratamento contra endo e ectoparasitas.

Tabela 1 Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos		
	Proporção (%MS)		
	*SSL	*SOS	*SOF
Silagem de milho	40,0	40,0	40,0
Milho integral moído	50,4	46,8	46,8
Farelo de Soja	7,8	7,8	7,8
Óleo de soja	0,0	3,6	0,0
Óleo de fritura	0,0	0,0	3,6
Núcleo mineral**	1,8	1,8	1,8
Nutrientes	Composição química (%)		
Matéria seca ¹⁵	48,5	47,5	46,9
Proteína bruta ²⁵	11,4	11,2	11,0
Fibra em detergente neutro (FDN _{CP}) ² ₅	32,5	31,8	31,4
Carboidratos não fibrosos ²⁶	49,0	45,9	46,2
Extrato etéreo ²⁵	3,4	7,1	7,3
Nutrientes digestíveis totais ^{2.3}	70,9	77,4	78,2

* SSL: sem suplementação lipídica; SOS: suplementação com óleo de soja e SOF: suplementação com óleo de fritura.

**Níveis de garantia por quilo de produto: Ca: 235 g; P: 45 g; S:23 g; Na: 80,18 g; Zn: 2,38 mg; Cu:625mg; Fe: 1,18mg; Mn: 312 mg; Co: 32 mg; I: 41,6 mg; Se: 11,25 mg; Vit.A: 70.000 UI; Vit.D3: 5000 UI; Vit.E: 15 UI; Niacina: 3,33 mg.

¹ base da matéria natural; ² base da matéria seca; ³ calculado segundo equações de Weiss, Conrad e Pierre (1992); determinada no LNA/DZO/UFLA segundo Silva e Queiroz (2002)⁵, calculado segundo Sniffen et al. (1992)⁶

Os dados de ganho de peso do presente trabalho foram determinados por Campos (2010), conforme Tabela 2.

O abate dos animais foi realizado de acordo com as normas oficiais estabelecidas pelo RIISPOA (BRASIL, 1997), em frigorífico industrial, sob Inspeção Federal (SIF 1663). Os animais foram insensibilizados por concussão cerebral (pistola pneumática) e sangria, seguindo-se, a esfolagem, evisceração e resfriamento.

Tabela 2 Ganho de peso médio diário (GPD) de Tourinhos Red Norte alimentados com a dieta sem lipídios adicionais (SLA), óleo de soja (OS) e Óleo de fritura residual (OF)

Variáveis	SLA	OS	OF	EP	P
GPD (0-28(dias))	1,71	1,68	1,56	0,02	0,66
GPD (0-56)	1,70	1,70	1,61	0,09	0,71
GPD (0-84)	1,69	1,78	1,67	0,08	0,65

Médias analisadas pelo teste de t (P<0,05)

Fonte: Campos (2009)

As carcaças foram identificadas, lavadas, divididas em duas metades e pesadas individualmente, obtendo desse modo o peso de carcaça quente (PCQ). Posteriormente, as carcaças foram refrigeradas à temperatura de 1°C por 48 horas, quando então foram novamente pesadas, determinando-se o peso de carcaça fria (PCF). O rendimento de carcaça quente (RCQ) foi obtido pela relação entre o PCQ e o PCOF. A perda por resfriamento (PPR) foi determinada pela relação entre o PCQ e o PCF, utilizando a seguinte fórmula $(1 - (PCQ/PCF)) * 100$.

Na metade esquerda das carcaças quente e fria no músculo *Longissimus thoracis*, na altura da 12ª costela, foram realizadas medidas de pH e temperatura, obtendo-se desse modo, o pH inicial (pHi) e final (pHf) e temperatura inicial (Ti) e final (Tf), respectivamente. Foi utilizado um potenciômetro digital portátil da marca Mettler M1120x (Mettler-Toledo International Inc., Columbus, EUA), equipado com eletrodo de inserção e resolução de 0,01 unidades de pH.

A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi medida entre a 12^a e 13^a costelas, a $\frac{3}{4}$ da borda medial na metade esquerda da carcaça fria, sobre o músculo *Longíssimus thorasis*, utilizando-se um paquímetro graduado para realização das medidas (LUCHIARI FILHO, 2000). A área de olho de lombo (AOL) também foi medida entre a 12^a e 13^a costelas, delineada em transparência de acetato e determinada a partir da leitura realizada em planímetro (MÜLLER, 1980).

Após a refrigeração as carcaças foram divididas nos seguintes cortes primários: 1- dianteiro (constituído por paleta completa, acém completo e cinco costelas); 2- ponta de agulha (constituída pela região da sexta costela mais os músculos abdominais) e 3- traseiro especial ou serrote (constituído por alcatra e coxão completos, separado do dianteiro entre a 5^a e 6^a costelas e da ponta de agulha a aproximadamente 20 cm da coluna vertebral. Os cortes foram pesados e os respectivos pesos foram utilizados para calcular a porcentagem de cada peça em relação ao peso da carcaça inteira resfriada. Na sequência realizou-se a desossa em ambiente refrigerado e a partir desta, a obtenção do peso dos principais cortes comerciais: alcatra completa (ALCC), contrafilé (CF), filé *mignon* (FM), picanha (PIC), alcatra (ALC), maminha (MAMI), coxão duro (CXD), coxão mole (CXM), lagarto (LAG), patinho (PAT), fraldinha (FRALD), acém e costela (COST).

Os ossos das carcaças foram pesados e as respectivas proporções (POSSO) determinadas a partir da relação destes com o peso de carcaça fria.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e nove repetições. Os dados foram analisados com o PROC GLM do SAS (SAS INSTITUTE, 1999), considerando o efeito de tratamento. Quando o efeito de tratamento foi significativo ($P < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, de acordo com o modelo estatístico descrito abaixo.

$$Y^{ij} = \mu_{ij} + T_{ij} + e_{ij} ;$$

Y_{ij} = valor observado do tratamento i na repetição j ;

μ_{ij} = média do tratamento i na repetição j ;

T_{ij} = efeito do tratamento i (SSL = sem suplementação lipídica, SOS = suplementação com óleo de soja, SOF = suplementação com óleo de fritura) na repetição j ;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

As correlações entre as variáveis estudadas foram calculadas com o PROC CORR do SAS (SAS INSTITUTE, 1999).

Para as variáveis cortes comerciais, foi realizada uma análise descritiva.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características de carcaça

As fontes lipídicas suplementares não influenciaram as variáveis PCOF, PCQ, PCF, AOL, EGS e PPR, conforme Tabela 3.

Tabela 3 Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de P (P) para peso corporal inicial (PCOI), peso corporal final (PCOF), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça quente (RCQ), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e perdas por resfriamento (PPR) de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)

	Tratamentos			EPM	P
	SSL	SOS	SOF		
PCOI (kg)	315,3	321,1	314,8	11,24	0,907
PCOF (kg)	481,0	488,7	462,6	12,83	0,351
PCQ (kg)	251,9	251,6	243,8	7,60	0,697
PCF (kg)	246,2	246,5	238,9	7,43	0,715
RCQ (%)	54,6 ^a	51,4 ^b	52,7 ^{ba}	0,63	<0,01
AOL (cm ²)	70,0	69,3	69,2	3,25	0,982
EGS (mm)	3,6	3,3	3,0	0,39	0,599
PPR (%)	2,26	2,02	2,01	0,08	0,079

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade

Para a variável PCOF, a média encontrada entre os tratamentos foi de 477,5 kg, acima do valor normalmente preconizado de 450 kg de peso corporal para animais jovens, acabados e comercializados no mercado interno. A semelhança do PCOF entre os tratamentos, decorre da homogeneidade do PCOI dos animais, variando de 314,8 a 321,1 kg, aliado ao crescimento semelhante dos animais durante o confinamento com ganho de peso médio diário variando entre 1,56 e 1,72kg (Tabela 2). Esse resultado explica, em grande parte, a

semelhança nos PCQ e PCF, uma vez que estas variáveis, segundo Kuss et al. (2005), são altamente correlacionadas com o PCOF.

Costa et al. (2002), avaliando diferentes pesos ao abate observaram que animais abatidos com pesos crescentes proporcionaram aumentos lineares nos PCF, sendo a correlação entre peso de abate e peso de carcaça de 0,70 ($P=0,001$). Esta tendência foi observada por vários autores avaliando animais de sexos e idades diferentes e sob variadas dietas (DEL DUCA et al., 1999; PRICE et al., 1980; VAN KOEVERING et al., 1995; ZINN; DURHAM; HEDRICK, 1970).

A média do PCQ de 249,5 kg nesse trabalho encontra-se acima do valor mínimo de 210 kg regulamentado para o mercado brasileiro para esta categoria animal (BRASIL, 2004). Estes resultados estão de acordo com os observados por Plascencia e Zinn (2001), para as mesmas variáveis, comparando o valor nutricional de óleo de fritura e sebo nas características de carcaça de novilhos abatidos aos 510,9 kg de PCOF e 333,3 kg de PCQ. Da mesma forma Fiorentina (2009), não encontrou diferença significativa para PCQ e PCF dos animais que receberam grão de soja, gordura protegida ou óleo de soja como lipídios suplementares em dietas de novilhas cruzadas em terminação.

O peso de carcaça é uma característica importante, pois está associado diretamente com o valor comercial do animal.

As medidas da AOL e de EGS não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos. Esses resultados são semelhantes aos observados por Souza (2008), em dietas contendo caroço de algodão, semente de girassol ou soja “*in natura*” como lipídios suplementares. Isto também foi constatado por Ngidi et al. (1990), ao observarem que o uso de sais de cálcio de ácidos graxos nos níveis de 0 até 6% MS, para engorda de novilhos, não influenciou a AOL e EGS da carcaça. Resultado semelhante foi observado por Zinn et al. (2000), alimentando novilhos

holandeses com dietas de sais de cálcio de ácidos graxos e gordura animal, até o nível de 6%.

O valor médio da AOL de 69,3 cm² observado neste trabalho é semelhante aos 68,2 cm² obtido por Oliveira (2010) para novilhos suplementados com grãos de soja, caroço de algodão e semente de linhaça abatidos aos 477,8 kg em média, e aos 68,4cm² observados por Aferri et al. (2005), para animais abatidos aos 434 kg em média e suplementados com diferentes fontes lipídicas.

A semelhança na idade, no PCOF e no padrão de acabamento entre os animais com e sem suplementação lipídica, explica em grande parte a ausência de significância entre os tratamentos para as variáveis AOL e EGS.

As médias de EGS no presente trabalho estão dentro dos padrões exigidos pelos frigoríficos que adotam valores de espessura de 3 a 6 mm, com um mínimo de 3 mm. Ito et al. (2005), avaliando óleo de soja e linhaça na dieta de novilhos em terminação sobre as características de carcaça, também não verificaram diferença na EGS, em relação ao grupo de animais sem suplementação lipídica.

A PPR reflete a perda de líquidos, e conseqüentemente, a perda de peso que a carcaça sofre durante o processo de resfriamento nas primeiras 24 horas após o abate (MIOTTO et al., 2009). Em geral, carcaças com melhor grau de acabamento apresentam menor PPR.

As médias das PPR no presente estudo se mantiveram dentro de limites de variação de 0,3 a 3,0% referidos por Pardi et al. (2001), como padrão e compatíveis com o nível de acabamento dos animais e sistema de refrigeração convencional ao qual as carcaças foram submetidas. A média de 2,1% observada foi semelhante à média de 2,0% observada por Missio et al. (2005), e maior que o valor médio de 1,5% observados por Aferri et al. (2005), testando diferentes fontes de lipídeos na suplementação de novilhos mestiços.

A inclusão de óleo de soja na dieta reduziu significativamente o RCQ em relação à dieta controle, não sendo observado, no entanto, o mesmo comportamento para a inclusão de óleo de fritura. O maior nível de energia da dieta dos animais recebendo óleo de soja, aliados a um provável maior peso de partes não integrantes da carcaça, possivelmente foram os fatores responsáveis pelo menor RCQ dos animais desse tratamento.

Corroborando, Gesualdi Júnior et al. (2001), relataram que o RC é um fator influenciado não só pelo conteúdo do trato gastrointestinal dos bovinos, mas também pelo peso das partes não integrantes da carcaça, como órgãos e vísceras. Já Drouillard et al. (1991), registraram que as vísceras variam em peso de acordo com a proporção de energia consumida.

Trabalhando com níveis de 25 a 75% de concentrado na dieta de novilhos confinados, Gesualdi Júnior et al. (2001), verificaram redução linear para o conteúdo do trato gastrintestinal e omaso e aumento linear de pesos para o fígado e gordura interna, a partir da elevação da quantidade de concentrado na dieta. Vêras et al. (2001), trabalhando com animais Nelore em confinamento e mesmos níveis de concentrado na MS que os autores mencionados anteriormente, encontraram maiores pesos para rúmen-retículo e menores para omaso. Por outro lado, Ferreira et al. (2000), utilizando cruzados Simental x Nelore, relataram maiores pesos para rúmen-retículo, abomaso e intestinos e menores para omaso, de acordo com o aumento nos níveis de concentrado.

Em estudo com novilhos Brangus alimentados com 30% de caroço de algodão, Page et al. (1997) encontraram aumento no peso do fígado e na gordura renal, pélvica e cardíaca.

O rendimento de carcaça observado por Plascencia e Zinn (2001) e Ito et al. (2005) avaliando óleo de fritura residual e óleo de soja respectivamente, diverge do observado no presente estudo, por não ter sido verificada diferença entre dietas com e sem suplementação lipídica.

3.2 Cortes primários

O peso e o rendimento dos cortes primários expressos em relação ao PCF, em função dos tratamentos avaliados estão apresentados na Tabela 4.

As fontes lipídicas suplementares não influenciaram o peso e o rendimento dos cortes dianteiro, traseiro, ponta de agulha, bem como, dos ossos. O resultado era de certa forma esperado pela semelhança do PVF e PCF dos animais dos diversos tratamentos.

Tabela 4 Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de P (P) para peso e rendimento dos cortes dianteiro, traseiro especial, ponta de agulha e de ossos de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)

	Tratamentos			EPM	P
	SSL	SOS	SOF		
Dianteiro (kg)	98,9	96,6	93,7	3,97	0,648
Dianteiro (%)	39,9	39,2	39,2	0,70	0,701
Traseiro (kg)	114,5	115,1	111,7	4,80	0,868
Traseiro (%)	46,2	46,7	46,7	0,88	0,878
Ponta de agulha (kg)	34,4	34,9	33,5	1,66	0,835
Ponta de agulha (%)	13,9	14,1	14,0	0,37	0,911
Ossos (kg)	40,8	41,2	41,9	1,52	0,776
Ossos (%)	16,6	16,9	17,5	0,46	0,384

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

As carcaças apresentaram, em média, 96,4kg (39,4%) de dianteiro, 113,8kg (46,5%) de traseiro, 34,3kg (14%) de ponta de agulha e 41,3 kg (17%) de ossos. Os valores de rendimentos dos cortes no presente estudo estão próximos aos valores recomendados por Luchiari Filho (2000), segundo o qual, é desejável que os cortes da carcaça apresentem rendimentos de traseiro superiores a 48%, dianteiro até 39% e ponta de agulha até 13%. Entretanto, diferem dos valores observados por Miotto et al. (2009), os quais observaram maiores pesos para traseiro especial e menores para dianteiro e ponta de agulha.

De modo semelhante, Lopes (2010) verificou valores contrastantes com maior peso de traseiro especial para novilhos alimentados com grão de soja e maior peso de ponta de agulha para novilhos alimentados com caroço de algodão e semente de linhaça, em relação à dieta sem lipídios adicionais. O autor destaca, contudo, que apesar do maior peso do traseiro especial, a influência da dieta sobre a proporção dos quartos dianteiros e traseiros foi mínima.

Fiorentini (2009), avaliando rendimento dos cortes traseiro especial, ponta de agulha e dianteiro em relação à carcaça fria de animais submetidos a dietas com diferentes fontes lipídicas suplementares, não observou efeito da dieta sobre o rendimento dos cortes avaliados, assim como neste estudo.

Fernandes et al. (2004) relataram que animais durante o crescimento tendem a manter certo equilíbrio quanto ao desenvolvimento das partes traseira e dianteira, mantendo-se constantes as proporções entre os cortes. Ainda de acordo com Owens, Dubeski e Hanson (1993) e Wheeler et al. (1990), animais jovens, em fase de crescimento, apresentam menores diferenças na composição de ganho de peso e, conseqüentemente, de carcaça. No presente estudo o elevado GPD de 1,7 kg (Tabela 2) aliado ao padrão mínimo de acabamento da carcaça (3,3 mm de GSC), sugere que os animais no momento do abate nos diferentes tratamentos estavam em fase de deposição muscular e, por conseqüência, semelhantes na composição de cortes da carcaça.

A semelhança entre os cortes avaliados é de grande importância, uma vez que, revela a possibilidade de se produzir cortes cárneos satisfatórios utilizando óleo de fritura como alternativa de lipídios suplementares em dietas de novilhos em confinamento. Estratégia nutricional que, segundo Campos (2009), pode reduzir custos com alimentação neste sistema de terminação.

Verifica-se também (Tabela 5) que a AOL apresentou correlação significativa com os pesos do traseiro total (PTT), traseiro especial (PTE), dianteiro (PD), alcatra completa (PALCC) e da ponta de agulha (PPTA),

demonstrando que a AOL é um indicativo de rendimento de cortes cárneos na carcaça, sendo tanto maior o rendimento de cortes quanto maior a taxa de crescimento dos animais. Denota-se pela magnitude e similaridade dos valores absolutos de correlação entre os cortes PTT, PTE e PD que estas variáveis são de forma semelhante impactadas pela variação na AOL, sendo esta ligeiramente maior para o PALCC e menor para o PPTA. Isto nos permite considerar que tanto o peso do traseiro quanto o PD ou a associação de ambos, constituem medidas satisfatórias para estimar a AOL com base na taxa de crescimento. Este resultado diverge do observado por Lopes (2010), que obteve correlação significativa para AOL e cortes de traseiro e não significativa para peso de dianteiro, concluindo que o peso de dianteiro não constitui uma medida confiável para se estimar AOL a partir da taxa de crescimento.

Tabela 5 Correlação da área de olho de lombo (AOL) com o peso dos principais cortes da carcaça de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)

AOL	PTT	PTE	PD	PALCC	PPTA
Coef.correlação	0,56	0,58	0,55	0,65	0,45
Valor de (P)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02

PTT = peso do traseiro total; PTE = peso do traseiro especial; PD = peso do dianteiro; PALCC = peso da alcatra completa e PPTA = peso da ponta de agulha

3.3 pH e Temperatura da carcaça

As médias de pH e temperatura das carcaças, em função dos tratamentos estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de P (P) para pH inicial (0h) e final (48h) e temperatura inicial (0h) e final (48h) da carcaça de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)

	Tratamentos			EPM	P
	SSL	SOS	SOF		
pH inicial (0h)	7,14	7,10	7,13	0,66	0,381
pH final (48h)	5,46 ^b	5,70 ^b	6,30 ^a	0,11	<0,001
Temperatura inicial, °C (0h)	37,7	37,0	37,3	0,47	0,567
Temperatura final, °C (48h)	1,31 ^b	1,67 ^{b a}	2,30 ^a	0,23	0,021

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Não foi verificada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para pH e temperatura inicial. Entretanto, o pH final foi maior ($P < 0,01$) para as carcaças dos animais SOF, assim como a temperatura final ($P < 0,05$), em relação as carcaças dos animais SSL.

O pH inicial médio de 7,1 nas carcaças entre os tratamentos indicam condições adequadas de reservas de glicogênio muscular antes do abate, uma vez que, valores entre 6,9 e 7,2 são considerados ideais (GEAY et al., 2001). Em bovinos a queda do pH se desenvolve de forma lenta e gradual, com valores próximos a 7,0 no momento do abate; 6,4 a 6,8 após 5 horas e 5,4 a 5,8 após 24h (ROÇA, 2000), processo decorrente da glicólise anaeróbica do músculo no *post mortem* que se completa com a exaustão das reservas glicogênicas do tecido muscular no *rigor mortis*.

Os valores de pH obtidos com 48 horas de resfriamento indicam um processo normal de acidificação, uma vez que estes ficaram entre 5,4 e 5,7, exceto para as carcaças dos animais submetidos à dieta com óleo de fritura, cujo valor médio de pH 6,30 caracteriza carne DFD (*dark, firm and dry*). Nesse tratamento, o resultado diverge dos dados de literatura quando a mesma fonte de óleo suplementar e categoria animal foram utilizados (NELSON et al., 2004; NELSON et al., 2008). De semelhante modo, Aferri et al. (2005), avaliando sais de cálcio de ácidos graxos e caroço de algodão, assim como, Oliveira (2010),

avaliando grãos de soja, caroço de algodão e semente de linhaça como fontes lipídicas suplementares, não observaram diferença significativa para as variáveis pH e temperaturas iniciais e finais.

Possivelmente, a mensuração das taxas de queda de pH e variação da temperatura ao longo do tempo de resfriamento das carcaças, poderiam contribuir para a explicação do alto valor do pH final e da maior temperatura final observados nas carcaças dos animais desse tratamento, uma vez que todas as carcaças apresentaram semelhança de peso, padrão de acabamento e foram submetidas as mesmas condições frigoríficas de resfriamento. Entretanto, esse procedimento não foi possível de ser realizado em função da rotina do frigorífico.

3.4 Cortes comerciais

Os dados relativos aos principais cortes comerciais foram submetidos a uma análise descritiva conforme representado na Tabela 7. A média de peso dos principais cortes comerciais avaliados neste estudo, está próxima a faixa de variação de peso dos cortes observados na literatura para mesma categoria animal com PVF médio variando em torno de 470 a 500 kg (LOPES, 2010; RIBEIRO, 2010), submetidos a diferentes dietas (OLIVEIRA, 2010), sistemas de produção (MENEZES, 2010), grupos genéticos (BIANCHINI, 2005) e comercializados no mercado brasileiro. O resultado é, portanto, compatível com a exigência de mercado e mostra um bom rendimento e homogeneidade de cortes cárneos, conforme verificado pelos valores dos coeficientes de variação. Isto indica a possibilidade de uso do óleo de fritura e óleo de soja comercial como alternativa de suplementação lipídica em dietas de terminação para tourinhos confinados, sem prejuízo para o rendimento e qualidade de cortes da carcaça.

Tabela 7 Médias, valores mínimos e máximos, coeficiente de variação (CV) e erro padrão da média dos principais cortes comerciais de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)

Variável	Média	Mínimo	Máximo	EPM	CV
Alcatra completa (kg)	13,70	11,69	16,88	0,226	8,56
Contrafilé (kg)	6,81	5,01	8,66	0,171	13,03
Filé <i>mignon</i> (kg)	1,55	1,26	1,89	0,035	11,92
Picanha (kg)	1,15	0,96	1,40	0,022	9,89
Alcatra (kg)	3,26	2,65	3,78	0,059	9,40
Maminha (kg)	1,11	0,87	1,41	0,028	13,35
Cx duro (kg)	4,78	3,97	5,590	0,102	11,07
Cx mole (kg)	8,32	6,80	9,90	0,164	10,25
Patinho (kg)	4,52	3,49	5,43	0,100	11,54
Lagarto (kg)	2,40	1,91	3,14	0,058	12,50
Costela (kg)	7,30	6,06	9,03	0,148	10,55
Fraldinha (kg)	2,32	1,68	2,66	0,055	12,36
Acém (kg)	16,62	13,11	20,80	0,392	12,26

O PCOF médio de 477,4 kg com o qual os animais foram abatidos, aliado a velocidade de crescimento de aproximadamente 1,7 kg de GPD, avaliado nesse mesmo experimento (Tabela 2), combinados com o valor médio da AOL ($69,5\text{cm}^2$) e EGS (3,3mm), mostra que os animais encontravam-se ainda em fase de deposição muscular. Isto sugere que os animais ao alcançarem a maturidade, obteriam maiores pesos de carcaça e de rendimentos dos cortes primários e por uma relação de dependência dos cortes comerciais, conforme demonstrado na Tabela 8 pela correlação entre os principais cortes de traseiro e o PCF.

O PCF foi positivamente correlacionado ($P < 0,01$) com os cortes avaliados, corroborando os registros da literatura científica.

Tabela 8 Correlação do peso de carcaça fria (PCF) e os principais cortes do traseiro de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)

PCF	PCTF	PFM	PIC	PALC
Coef.correlação	0,76	0,75	0,60	0,85
Valor de (P)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

PCTF = Peso do contrafilé; PFM = Peso do filé *mignon*, PIC = Peso da picanha e PALC = Peso da alcatra, expressos em kg.

Segundo Jorge et al. (1997) e Lopes (2010), o peso de carcaça é a característica que mais afeta o peso de cortes comerciais, sendo pouco provável a variação de peso de cortes quando o peso de carcaça forem semelhantes, como ocorreu no presente estudo.

4 CONCLUSÃO

O óleo de fritura utilizado na terminação de tourinhos Red Norte em confinamento, não influenciou as características quantitativas da carcaça. Entretanto, o pH indicou carne DFD (*Dark, Firm e Dry*).

O óleo de soja comercial utilizado na terminação de tourinhos Red Norte em confinamento, não influenciou as características de carcaça avaliadas, exceto o rendimento de carcaça quente, que foi menor em relação à dieta sem suplementação lipídica.

REFERÊNCIAS

- AFERRI, G. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos - alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1651–1658, 2005.
- BIANCHINI, W. **Crescimento muscular e qualidade da carne de bovinos Nelore, Simental e seus mestiços no sistema de produção superprecoce**. Jaboticabal, 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Jaboticabal, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa 09 de 04 de maio de 2004. Sistema nacional de tipificação de carcaças. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF**, 10 maio 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília, 1997.
- BRONDANI, I. L. et al. Composição física e porção comestível da carcaça de machos de grupos genéticos alimentados com dois níveis de energia e abatidos aos 13 meses de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD ROM.
- COSTA, E. C. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 119-128, 2002.
- COSTA, Q. P. B. **Desempenho e característica da carcaça de bovinos Nelore terminados em confinamento com dietas a base de caroço de algodão**. 2009. 33 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009.
- DEL DUCA, L. O. A. et al. Efeito do peso de abate nas características quantitativas da carcaça de novilhos Ibagé. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 1999. p. 357.
- DROUILLARD, J. S. et al. Growth, body composition and visceral organ mass and metabolism in lambs during and after metabolizable protein or net energy restrictions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 3357-3375, 1991.

FERNANDES, H. J. **Desempenho produtivo, digestibilidade e composição corporal de bovinos de três grupos genéticos na recria e na terminação.** 2001. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

FERREIRA, M. A. et al. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1174-1182, 2000.

FIORENTINI, G. **Fontes lipídicas na terminação de novilhas.** 2009. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2009.

GALVÃO, J. G. et al. Características e composição da carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, p. 502-512, 1991.

GEAY, Y. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscle in ruminantes. Consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 41, n. 1, p.1-26, Jan./Feb. 2001.

GESUALDI JÚNIOR, A. et al. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limosin x Nelore: características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1467-1473, 2000.

GESUALDI JÚNIOR, A. et al. Níveis de concentrado na dieta de bovinos F1 limousin x nelore: peso dos órgãos internos e trato digestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 1866-1871, 2001.

ITO, R. H. **Desempenho e qualidade da carne de bovinos terminados em confinamento suplementados com óleo de soja e semente de linhaça.** 2005. 63 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

JORGE, A. M. et al. Características quantitativas da carcaça de bovinos e bubalinos abatidos em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 1039-1047, 1997.

KUSS, F. et al. Características da carcaça de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento com distintos pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 915-925, 2005.

LOPES, L. S. **Características de carcaça e perfil de ácidos graxos na carne de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento**. 2010. 124 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo, 2000. 134 p.

MENEZES, L. F. G. et al. Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 667-676, 2010

MIOTTO, F. R. C. et al. Características da carcaça de tourinhos nelore x limousin alimentados com dietas contendo germen de milho integra. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 2, p. 474-484, abr./jun. 2009.

MISSIO, R. L. et al. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 7, p. 1610-1617, 2005.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. Santa Maria: UFSM, 1980. p. 31.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requeriments of biffe gattle**. Washington: National Academy, 2000. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requeriments of dairy gattle**. 7.ed. rev. Washington: National Academy, 2001. 381p.

NELSON, M. L. et al. Appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes barley-potato product finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3600-3610, 2004.

NELSON, M. L. et al. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed corn finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 936-948, 2008.

NGIDI, M. E. et al. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2555, 1990.

OLIVEIRA, D.M. **Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos zebuínos recebendo diferentes grãos de oleaginosas**. 2010. 92 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 3138, 1993.

PAGE, A. M. et al. Dietary whole cottonseed depresses lipogenesis but has effect on stearoyl coenzyme desaturase activity in bovine subcutaneous adipose tissue. **Comparative Biochemistry Physiology. Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, Oxford, v. 118, n. 1, 1997.

PARDI, M. C. et al.,. Conservação da carne pelo frio artificial. In: _____. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: UFG, 2001. v. 1, p. 547- 559.

PLASCENCIA, A.; ZINN, R. A. Comparative feeding value of tallow vs. yellow grease in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 52, p. 566–568, 2001.

PRICE, M.A.; JONES, S.D.M.; MATHISON, G.W. et al. The effects of increasing dietary roughage level and slaughter weight on the feedlot performance and carcass characteristics of bulls and steers. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 60, p. 345-358, 1980.

RIBEIRO, J. S. **Eficiência de produção, características de carcaça e qualidade da carne de animais zebuínos confinados**. 2010. 101 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP, 2000. 201 p.

SAS INSTITUTE. **Procedures guide of computers**. 6th ed. New York, 1999. v. 3, 373 p.

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

SNIFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 10, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, A. A. A. **Carcaterísticas físico-químicas e sensoriais da carne de bovinos nelore (*Bos taurus indicus*) alimentados com diferentes fontes lipídicas e de selênio**. 2008.71 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

VAN KOEVERING, M. T. et al. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 21-28, 1995.

VÉRAS, A. S. C. et al. Efeito do nível de concentrado sobre o peso dos órgãos internos e do conteúdo gastrintestinal de bovinos Nelore não castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, p. 1120-1126, 2001. Supl. 1.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, N. R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 95-110, 1992.

WHEELER, T. L. et al. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 4206-4220, 1990.

ZINN, D. W.; DURHAM, R. M.; HEDRICK, H. B. Feedlot and carcass grade characteristics of steers and heifers as influenced by days on feed. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 31, p. 302-306, 1970.

ZINN, R. A. et al. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1738-1746, 2000.

**CAPÍTULO 3 Características qualitativas da carne de tourinhos red norte
suplementados com óleos de fritura e de soja**

RESUMO

Avaliou-se o efeito de fontes lipídicas na alimentação de tourinhos Red Norte sobre as características qualitativas da carne durante a maturação. Foram utilizados 27 novilhos Red Norte com peso corporal inicial médio de 317 ± 33 kg, submetidos a três dietas experimentais à base de silagem de milho, sendo: 1) sem suplementação lipídica com 3,5% de extrato etéreo (SSL); 2) suplementados com óleo de fritura (SOF) e 3) suplementados com óleo de soja (SOS), com 7,0 % extrato etéreo na matéria seca. Os animais foram confinados em baias coletivas distribuídos em cada tratamento num delineamento inteiramente casualizado. A duração do experimento foi de 112 dias, com 28 dias de adaptação e 84 dias experimentais. Os animais receberam ração “*ad libitum*”, formulada para ganho de peso vivo médio diário esperado de 1,5 kg e foram abatidos em frigorífico industrial, de acordo com as normas oficiais brasileiras. A composição centesimal e colesterol da carne, bem como, o colesterol da gordura subcutânea não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas fontes lipídicas avaliadas. Houve interação significativa ($P<0,01$) entre tratamento e dias para força de cisalhamento, cor amarela e ângulo de tonalidade e ($P<0,05$) para índice de saturação. Entretanto, não foi verificado o mesmo efeito para capacidade de retenção de água, perda por cocção, pH, luminosidade e cor vermelha. No dia 0 a força de cisalhamento foi maior ($P<0,01$) para a carne dos animais SSL e menor ($P<0,01$) para os animais SOF. Aos 7 dias foi semelhante ($P>0,01$), e aos 14 dias não houve diferença ($P>0,01$) entre os tratamentos. Para a cor amarela e ângulo de tonalidade, no tempo 0 não houve diferença ($P>0,01$) na carne dos animais suplementados para a cor amarela, no entanto, houve diferença ($P<0,01$) entre estes tratamentos para ângulo de tonalidade. Para ambas as variáveis, aos 7 e 14 dias a carne de todos os animais diferiram entre si ($P<0,01$) com as médias do tratamento SSL sempre mantidas acima e SOF abaixo. A cor amarela aumentou ($P<0,01$) durante a maturação para a carne dos animais SSL e de 0 para 7 dias para os animais SOS, não sendo influenciada ($P<0,01$) pelos animais SOF. No tempo 0 as médias de índice de saturação para os animais suplementados foram semelhantes entre si ($P>0,05$) e menor ($P<0,05$) em relação aos animais SSL. Aos 7 e 14 dias de maturação as médias de índice de saturação diferiram entre si ($P<0,05$) para todos os tratamentos avaliados. Para as variáveis: capacidade de retenção de água, perda por cocção, pH e luminosidade houve efeito de tratamento em todos os tempos de maturação avaliados. Para as variáveis: capacidade de retenção de água e pH, a carne dos animais SOF apresentou maiores médias ($P<0,01$) e a carne dos animais SSL as menores ($P<0,01$). As médias das perdas por cocção e luminosidade da carne dos animais SSL foram maiores ($P<0,01$) e para os animais SOF menores ($P<0,01$). Óleo de soja pode ser utilizado como fonte lipídica complementar para

produção de carne com qualidade, e óleo de fritura residual demanda mais estudos.

Palavras-chave: Bovino. Carne. Maturação. Suplementação lipídica. Qualidade.

ABSTRACT

The effect of lipid sources were evaluated in the feeding of young bulls Red Norte on characteristics qualitative of meat during the maturation. Twenty seven young bulls Red Norte were used with initial weight of 317 ± 33 kg, subjected to three experimental diets based on corn silage, being: 1) without lipid supplementation with 3.5% ether extract (SLW); 2) supplemented with frying oil (FOS) and 3) supplemented with soybean oil (OSS), with 7.0% ether extract in dry matter. The animals were confined in collective stalls distributed to each treatments in a completely randomized design. The experiment lasted 112 days, with 28 days of adaptation and 84 experimental. The animals received feed "*ad libitum*", formulated for live weight gain expected daily average of 1.5 kg and were slaughtered in an industrial frigorific, according to official Brazilian legislation. The proximate composition and cholesterol of meat, as well as cholesterol from subcutaneous fat were not affected ($P>0.05$) by lipid sources evaluated. There was significant interaction ($P<0.01$) between treatment and days to shear force, yellow color and hue angle and ($P<0.05$) for saturation index. However, it was not found the same effect for water retention capacity, cooking loss, pH, luminosity and red color. On day 0, the shear force was higher ($P<0.01$) for the meat of animals SLW and lower ($P<0.01$) for animals FOS. At 7 days was similar ($P>0.01$), and 14 days there was no difference ($P>0.01$) between treatments. For the yellow color and hue angle, at time 0 there was no difference ($P>0.01$) in the meat of animals supplemented for the yellow color, however, there was difference ($P<0.01$) between these treatments for hue angle. For both variables at 7 and 14 days the meat of all animals differed ($P<0.01$) with the average of treatment SLW always kept above and FOS below. The yellow color increased ($P<0.01$) during the maturation for the meat of animals SLW and 0 to 7 days for animals OSS, not being influenced ($P<0.01$) for animals FOS. At time 0 the average of saturation index for the supplemented animals were similar ($P>0.05$) and lower ($P<0.05$) compared to animals SLW. At 7 and 14 days of maturation the average of saturation index differed ($P<0.05$) for all treatments evaluated. For the variables: water retention capacity, cooking loss, pH and luminosity, there was effect of treatment at all times of maturation assessed. For the variables: water retention capacity and pH, the meat of animals FOS had higher average ($P<0.01$) and the meat of animals SLW lowest ($P<0.01$). The average cooking losses and luminosity of the meat from animals SLW were higher ($P<0.01$) and for the animals FOS lower ($P<0.01$). Soybean oil can be used as additional lipid source for the production of meat quality and frying oil needs more study.

Keywords: Cattle. Meat. Maturation. Lipid supplementation. Quality.

1 INTRODUÇÃO

O processo contínuo e irreversível de intensificação da pecuária nacional aliado a outros fatores mercadológicos tem alavancado a produção e aumentado as exportações brasileiras de carne bovina. Nesse cenário em curso a qualidade da carne a ser produzida e exportada é um fator determinante para consolidar e estabelecer novos mercados potenciais.

A qualidade da carne bovina é uma característica multifatorial e pode ser avaliada de forma objetiva e subjetivamente pelos seus atributos sensoriais, tecnológicos, sanitários e nutricionais, acrescida dos aspectos éticos e ambientais sobre os quais fora produzida.

Vários atributos qualitativos da carne decorrentes do *ante e post mortem* são determinantes para o consumidor no momento da compra, entre os quais destacam-se a cor e a aparência geral, enquanto a maciez e o sabor determinam a aceitação final do produto (RIBEIRO, 2010). Já as características de pH, capacidade de retenção de água (CRA) e perdas de peso por cozimento (PPC), diretamente associadas à suculência, ao sabor e a maciez, são características tecnológicas que podem ser melhoradas com o processo de maturação da carne.

A maturação consiste em manter a carne após o processo de *rigor mortis* sob refrigeração entre 0 e 2°C, por um período de tempo variável, geralmente de 7 a 21 dias após o abate (LAWRENCE et al., 2006), período no qual, enzimas endógenas, calpains e calpastatina, principalmente, (MUROYA; NNAKAJIMA; CHIKUNI, 2006), bem como, as catepsinas, atuam na hidrólise das proteínas miofibrilares e do tecido conjuntivo, aumentando a maciez da carne e por consequência, sua qualidade e o seu valor de mercado.

O objetivo com o presente estudo foi avaliar a maturação e características qualitativas da carne de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de fritura residual e óleo de soja comercial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - MG. Foram utilizados 27 tourinhos da raça Red Norte, com peso vivo médio inicial de 317 ± 33 kg, idade média inicial de $19 \pm 1,2$ meses, oriundos de um mesmo rebanho comercial do município de Três Pontas, MG, nascidos de uma mesma estação de monta, criados e recriados a pasto.

Durante o experimento os animais foram mantidos em regime de confinamento, em currais coletivos com área de 30 m^2 por animal, separados aleatoriamente por tratamento. Os currais eram de piso de terra batida, sem cobertura e divisórias feitas de arame liso. Os bebedouros eram coletivos localizados na divisória entre currais e o comedouro cocho do tipo vinilona, disposto transversalmente na parte superior dos currais, com 70 cm lineares para cada animal.

Foram utilizadas três dietas experimentais: 1) sem suplementação lipídica (SSL); 2) suplementação com óleo de fritura (SOF) e 3) suplementação com óleo de soja (SOS). O óleo de fritura foi coletado semanalmente no restaurante universitário da Universidade Federal de Lavras e restaurantes da cidade de Lavras, armazenado na fábrica de ração do DZO – ULFA, acondicionado em bombona de plástico com capacidade para 100 litros e à temperatura ambiente. As dietas com adição de lipídeo suplementar foram balanceadas para atingir um nível máximo de 7% de extrato etéreo (EE) na base de matéria seca total, preconizado pelo NRC (2001). Cada dieta constituiu um tratamento e foi balanceada para atender as exigências de acordo com o National Research Council - NRC (2000), (Tabela 1), sendo fornecida *ad libitum* na forma de ração completa às 7h e 13h, diariamente.

O período de adaptação às instalações, manejo e dietas experimentais foi de 28 dias. Antes do início e ao final do período experimental, cuja duração foi de 84 dias, os animais foram submetidos a um jejum alimentar e hídrico de 16 horas, seguido de pesagens para obtenção do peso corporal inicial (PCOI) e peso corporal final (PCOF), respectivamente. Antes do período experimental, os animais foram submetidos a tratamento contra endo e ectoparasitas.

Ao final do experimento os animais foram submetidos a um jejum alimentar e dieta líquida por 16 horas e pesados. Após a pesagem foram realimentados e no dia seguinte transportados para um frigorífico a 60 km do local do experimento, onde foram submetidos a jejum e dieta líquida por 24 horas em curral de descanso sem cobertura e de piso de concreto.

Tabela 1 Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos		
	Proporção (%MS)		
	* SSL	*SOS	*SOF
Silagem de milho	40,0	40,0	40,0
Milho integral moído	50,4	46,8	46,8
Farelo de soja	7,8	7,8	7,8
Óleo de soja	0,0	3,6	0,0
Óleo de fritura	0,0	0,0	3,6
Núcleo mineral**	1,8	1,8	1,8
Nutrientes	Composição química (%)		
Matéria seca ^{1,5}	48,5	47,5	46,9
Proteína bruta ^{2,5}	11,4	11,2	11,0
Fibra em detergente neutro (FDN _{CP}) ^{2,5}	32,5	31,8	31,4
Carboidratos não fibrosos ^{2,6}	49,0	45,9	46,2
Extrato etéreo ^{2,5}	3,4	7,1	7,3
Nutrientes digestíveis totais ^{2,3}	70,9	77,4	78,2

* SSL: sem suplementação lipídica; SOS: suplementação com óleo de soja e SOF: suplementação com óleo de fritura

**Níveis de garantia por quilo de produto: Ca: 235 g; P: 45 g; S:23 g; Na: 80,18 g; Zn: 2,38 mg; Cu:625mg; Fe: 1,18mg; Mn: 312 mg; Co: 32 mg; I: 41,6 mg; Se: 11,25 mg; Vit.A: 70.000 UI; Vit.D3: 5000 UI; Vit.E: 15 UI; Niacina: 3,33 mg

¹ base da matéria natural; ² base da matéria seca; ³ calculado segundo equações de Weiss, Conrad e Pierre (1992), determinada no LNA/DZO/UFLA segundo Silva e Queiroz (2002)⁵, calculado segundo Sniffen et al. (1992)⁶

O abate dos animais foi realizado de acordo com as normas oficiais estabelecidas pelo RIISPOA (BRASIL, 1997), em frigorífico industrial, sob inspeção federal (SIF 1663). Os animais foram insensibilizados por concussão cerebral (pistola pneumática) e sangria, seguindo-se, a esfolagem, evisceração e resfriamento. As meias-carcaças foram resfriadas, a 1°C por 48 horas, até o momento da desossa e coleta das amostras.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFLA, Laboratório de Carnes e Derivados do DCA/UFLA e no Laboratório de Carne da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

Para a avaliação da composição centesimal e de colesterol foi retirada uma amostra (bife de 2,5cm de espessura) do músculo *Longísimus thoracis*, entre a 12ª e 13ª costelas do lado esquerdo da meia carcaça fria. As amostras foram embaladas individualmente e congeladas. Para a realização da análise centesimal, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e a gordura subcutânea foi prévia e completamente removida. Uma amostra de aproximadamente 100g de carne foi picada em cubos de aproximadamente 0,5 cm, acondicionada em marmitex e levada à estufa com circulação forçada a 55 a 60°C por 72 horas para pré-secagem. Em seguida a amostra foi resfriada à temperatura ambiente, moída em moinho tipo Willey com peneira de 1mm, acondicionada em vidro com tampa e armazenada em freezer para serem analisadas posteriormente. A determinação da composição centesimal seguiu os protocolos metodológicos da *Association of Analytical Chemists - AOAC* (2005), em que a proteína bruta foi quantificada pela quantidade de nitrogênio pelo método de kjeldahl, o estrato etéreo extraído pelo método Soxhlet, a umidade em estufa a 105°C até a obtenção de peso constante e as cinzas, em mufla, a 550°C. As análises foram realizadas em duplicatas e a média das duas determinações de cada componente utilizada na análise estatística.

A extração dos lipídeos do músculo e gordura subcutânea para determinação de colesterol foi realizada de acordo com os procedimentos estabelecidos por Folch, Less e Stanley (1957). As amostras de cinco gramas foram moídas e homogeneizadas em 50mL de solução clorofórmio/metanol (2:1), e filtradas, em papel filtro com velocidade média, para funil de separação de 500mL. O material filtrado foi agitado com 10mL de solução de cloreto de potássio a 12%, permanecendo em repouso por 2 horas para separação das porções polar e apolar. A porção polar foi descartada e a porção apolar foi submetida à nova separação, iniciada com agitação de 6mL de solução saturada de cloreto de potássio, permanecendo em repouso por 12 horas. Após a segunda separação, a fração apolar foi recolhida para um balão volumétrico de 50 mL, ao qual foi adicionado clorofórmio até completar o volume. Desse extrato foi retirado 5mL para determinação do colesterol. O colesterol foi determinado pela metodologia colorimétrica, de acordo com Bohac et al. (1988), com adaptações de Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (1995).

Para a avaliação da cor, pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda por cocção (PPC), e da força de cisalhamento (FC), nos tempos 0, 7 e 14 dias, foram extraídos 3 bifes de 2,5 cm do músculo *Longissimus thoracis* entre a 9ª e 11ª costelas da meia carcaça esquerda resfriada. As amostras foram identificadas e embaladas individualmente em sacos de polietileno de alta resistência a vácuo.

Os bifes submetidos ao processo de maturação foram armazenados à temperatura constante de 2⁰C, em estufa com controle automático de temperatura. Os três bifes de cada animal, provenientes dos 27 animais foram distribuídos ao acaso nos três tempos de avaliação: 0, 7 e 14 dias, após o resfriamento das carcaças. Ao término de cada período de maturação, as amostras foram congeladas a -18⁰C por aproximadamente 6 meses, quando então foram submetidas às avaliações.

A determinação dos componentes de cor L^* , a^* e b^* nos tempos 0, 7 e 14 dias de maturação, foi realizada na superfície dos bifés expostos ao ar por 30 minutos após a retirada das peças da embalagem. Foi utilizado o sistema CIE $L^*a^*b^*$, iluminante D65, 10^0 para a observação padrão, usando um colorímetro minolta Chromameter CR 200b, (Minolta Câmera Co., Ltd., Osaka, Japan), calibrado para um padrão branco, em que o L^* representa o índice de luminosidade, variando de 0 = preto a 100 = branco; a^* intensidade da cor vermelha o índice que varia de verde (-) a vermelho (+); e b^* intensidade da cor amarela do azul (-) ao amarelo (+) (HOUBEN et al., 2000). Seis leituras foram realizadas na superfície de cada bife e a média utilizada para a análise estatística.

A determinação do croma (C^*) e ângulo de tonalidade (h^*) foram realizadas de acordo com MacDougal (1994), utilizando-se as informações L^* , a^* e b^* , obtidas nas determinações colorimétricas, com as seguintes fórmulas:

$$C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{0,5}$$

$$h^* = \arctan (b^*/a^*)$$

O pH nos diferentes tempos de maturação foi avaliado utilizando-se um potenciômetro digital portátil Mettler M1120x, equipado com eletrodo de inserção e resolução de 0,01 unidades de pH.

À CRA nos tempos 0, 7 e 14 dias de maturação foi obtida pela diferença de peso de uma subamostra de carne de aproximadamente 2 gramas retirada de cada bife, envolta em papel filtro e acondicionada entre duas placas acrílica de 64cm^2 e 5mm de espessura, antes e depois de ser submetida à pressão de 10kg, durante cinco minutos, e expressa em porcentagem.

Sequencialmente a gordura subcutânea foi removida e os bifés pesados individualmente em balança eletrônica semianalítica. Posteriormente, cada bife foi identificado e colocado em forno elétrico comercial equipado com

termômetros individuais, Tedesco (Tedesco Ltd., Caxias do Sul, Brasil), pré-aquecidos a 180⁰C, até atingirem a temperatura interna de 70⁰C, quando então foram resfriados à temperatura ambiente e novamente pesados. A diferença entre o peso inicial e final, expressa em porcentagem, originou a PPC de cada amostra em cada tempo.

A FC foi avaliada nas amostras (bifes) assadas usadas para determinação da PPC. Essas amostras foram identificadas e enroladas, individualmente, em filme plástico e submetidas ao resfriamento a 4⁰C por 24 horas. Posteriormente, utilizando-se de um vazador cilíndrico cortante de 1,27cm de diâmetro, acoplado a uma furadeira elétrica, extraiu-se de cada amostra resfriada, 10 subamostras na forma de cilindro com diâmetro de 1,27cm. Para medir a FC cada subamostra (cilindro) foi colocada no sentido das fibras musculares na célula Warner-Bratzler com lâmina 1, 016 mm, acoplada ao texturômetro M TA.TX.plus (*Stable Micro Systems Ltd.* Vienna Court, UK), com capacidade para 10 kg, integrado ao *Softwer Texture Expert*. O texturômetro foi calibrado para velocidade do teste de 200 mm/min e pós-teste de 2400 mm/min e distância de 40 mm para cisalhamento completo. Foi considerada a média da FC de 10 subamostras para cada animal em cada tempo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e nove repetições. As variáveis da composição centesimal e colesterol foram analisadas com o PROC GLM do SAS (SAS INSTITUTE, 1999), considerando o efeito de tratamento. Quando houve efeito de tratamento, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à nível de 5% de probabilidade, de acordo com o modelo estatístico descrito abaixo:

$$Y^{ij} = \mu_{ij} + T_{ij} + e_{ij} ;$$

Y_{ij} = valor observado do tratamento i na repetição j;

μ_{ij} = média do tratamento i na repetição j;

T_{ij} = efeito do tratamento i (SSL = sem suplementação lipídica, SOS = suplementação com óleo de soja, SOF = suplementação com óleo de fritura) na repetição j ;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

A variáveis (FC, CRA, PPC, pH, L^* , a^* , b^* , C^* e h^*) foram analisadas como média repetida no tempo (dias) utilizando o PROC MIXED do SAS (SAS INSTITUTE, 1999), considerando os efeitos de tratamento, tempo de maturação e a respectiva interação. sendo testadas as estruturas de covariância autoregressiva de 1ª ordem (AR1), não estruturada (NU) e simetria composta (CS), sendo utilizada a que obteve o menor valor para o critério de Akaike corrigido (IACC) para cada variável avaliada, sendo utilizado o seguinte modelo:

$$Y^{ijk} = \mu + T + D_j + T*D + e;$$

Y^{ijk} = valor observado do tratamento i no dia j e repetição k ;

μ = média do tratamento i no dia j e repetição k ;

T_{ij} = efeito do tratamento i (SSL = sem suplementação lipídica, SOS = suplementação com óleo de soja, SOF = suplementação com óleo de fritura) na repetição j ;

D_j = efeito de dia j (0 = dia zero, 7 = dia sete, 14 = dia quatorze);

$T*D$ = Efeito da interação de dia j , no tratamento i na repetição k ;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos componentes da composição centesimal e do colesterol estão representadas na Tabela 2. As características estudadas não foram influenciadas ($P>0,05$) pela suplementação lipídica. Os valores médios para umidade, proteína, cinza, gordura e colesterol do *Longissimus* e colesterol da GSC foram 73,07%; 22,13%; 1,33%; 2,6%; 32,57mg/100g de músculo e 61,35 mg/100g GSC, respectivamente.

Tabela 2 Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de (P) da composição centesimal e colesterol do músculo *Longissimus thoracis*, e colesterol da gordura subcutânea (GSC) de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de fritura (SOF) e de soja (SOS) ou sem suplementação lipídica (SSL)

	Tratamentos			EPM	P
	SSL	SOS	SOF		
Umidade (%)	72,4	73,1	73,7	0,36	0,06
Proteína (%)	22,1	22,2	22,1	0,46	0,98
Cinzas (%)	1,3	1,3	1,4	0,037	0,42
Gordura (%)	2,6	2,6	2,6	0,20	0,98
Colesterol <i>L. thoracis</i> (mg/100g)	33,96	32,36	31,38	2,50	0,77
Colesterol GSC	57,76	63,98	62,32	3,90	0,51

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Os resultados semelhantes para umidade, proteína, cinzas, gordura e colesterol podem ser devido às condições semelhantes no peso de abate, condição sexual, idade e padrão de acabamento das carcaças. Andrade (2008), trabalhando com o mesmo grupo genético e uma dieta padrão de terminação; e Oliveira (2010), avaliando diferentes fontes lipídicas, observaram o mesmo resultado verificado neste estudo. Em outro estudo, Costa (2009), avaliando diferentes níveis de inclusão de caroço de algodão em dietas de bovinos em confinamento, não encontrou efeito da suplementação para umidade, proteína e minerais.

Na literatura, trabalhos têm demonstrado pouca variação nos teores de umidade, cinzas (MAGGIONI et al., 2009) e proteína no músculo *Longissimus thoracis* de bovinos de diferentes grupos genéticos, terminados em confinamento e alimentados com dietas de alto valor energético (PRADO et al., 2008a, 2008b).

Verificou-se também, conforme demonstrado na Tabela 2, uma tendência para maior umidade ($P < 0,06$) para a carne dos animais SOF e SOS. Fato que pode estar relacionado ao pH final mais elevado ($P < 0,001$) (Tabela 3), que reflete na CRA da carne dos animais submetidos a estes tratamentos. De acordo com Bressan et al. (2001), carnes com maior pH final apresentam maior umidade devido sua maior CRA.

Na composição centesimal, a gordura é o componente que apresenta maiores variações e, normalmente, as quantidades depositadas resultam do balanço energético da dieta e exigências metabólicas do animal. Entretanto, os maiores níveis de lipídios nas dietas no presente estudo não foram suficientes para aumentar a deposição de gordura. Isto indica a possibilidade de uso das fontes lipídicas estudadas como estratégia nutricional, sem contudo, aumentar a proporção de gordura na carne, o que é altamente desejável sob o ponto de vista alimentar do consumidor, uma vez que, o consumo excessivo de gorduras, principalmente as saturadas de origem animal ou vegetal, é um fator preponderante no desenvolvimento de doenças cardiovasculares (FERNANDES et al., 2008).

Os valores de colesterol do *Longissimus thoracis* e da GSC não apresentaram diferenças significativas entre as dietas e foram matematicamente superiores (47%) para gordura subcutânea. Este resultado demonstra que aumentar o nível de EE na dieta não implica, necessariamente, em aumentos no nível de colesterol nos diferentes estratos (carne e GSC) da carne, demonstrando a possibilidade de uso do óleo de soja e óleo de fritura como alternativa de

suplementação lipídica, sem alterar sua composição no teor de colesterol, com benefícios para a saúde do consumidor.

Os resultados para as variáveis FC, CRA, PPC e pH estão apresentados na Tabela 3. As médias de efeito principal são discutidas quando a interação entre tratamentos e dias de maturação foi não significativa ($P < 0,05$).

Tabela 3 Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de P (P) para força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), perda por cozimento (PPC) e potencial de hidrogenação (pH) do músculo *Longissimus toracis* de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de soja (SOS), óleo de fritura (SOF) e sem suplementação lipídica (SSL)

Dias	Tratamentos (T)			EPM	Valores de (P)		
	SSL	SOS	SOF		T	Dias	T*Dias
FC (kgf)							
0	4,50 ^{Aa}	3,90 ^{Ab}	3,00 ^{Ac}	0,214	<0,001	<0,0001	<0,001
7	3,80 ^{Ba}	3,60 ^{Aa}	2,68 ^{Ab}	0,214	<0,001	<0,001	<0,001
14	3,20 ^{Ca}	3,52 ^{Aa}	2,72 ^{Aa}	0,214	<0,001	<0,001	<0,001
Média	3,83	3,67	2,80				
CRA(%)							
0	73,63 ^{Ac}	75,53 ^{Ab}	77,61 ^{Aa}	0,800	<0,01	0,79	0,96
7	73,32 ^{Ac}	74,90 ^{Ab}	77,50 ^{Aa}	0,800	<0,01	0,79	0,96
14	72,86 ^{Ac}	75,21 ^{Ab}	77,43 ^{Aa}	0,800	<0,01	0,79	0,96
Média	73,27	75,21	77,51				
PPC (%)							
0	30,53 ^{Aa}	25,08 ^{Ab}	20,85 ^{Ac}	1,250	<0,001	0,07	0,26
7	30,60 ^{Aa}	24,05 ^{Ab}	20,08 ^{Ac}	1,250	<0,001	0,07	0,26
14	30,23 ^{Aa}	26,81 ^{Ab}	21,68 ^{Ac}	1,250	<0,001	0,07	0,26
Média	30,45	25,31	20,87				
pH							
0	5,46 ^{Ac}	5,87 ^{Ab}	6,34 ^{Aa}	0,095	<0,001	0,30	0,17
7	5,50 ^{Ac}	5,83 ^{Ab}	6,27 ^{Aa}	0,095	<0,001	0,30	0,17
14	5,46 ^{Ac}	5,83 ^{Ab}	6,29 ^{Aa}	0,095	<0,001	0,30	0,17
Média	5,47	5,84	6,30				

Letras iguais minúsculas, (na mesma linha) e maiúsculas (na mesma coluna), não diferem entre si ($P < 0,01$)

Para a FC verificou-se interação significativa ($P < 0,01$) entre tratamento e dias durante o processo de maturação. Entretanto, não foi verificado o mesmo efeito para as variáveis CRA, PPC e pH.

As médias para FC no tempo 0 (zero) foram superiores ($P<0,01$) para a carne dos animais SSL, menores ($P<0,01$) para os animais SOF e intermediárias para os animais SOS. Aos 7 dias não houve diferença ($<0,01$) entre a carne dos animais SSL e SOS, e foram superiores ($P<0,01$) a carne dos animais SOF, e aos 14 dias, não houve diferença significativa ($P>0,01$) entre as médias dos tratamentos experimentais.

O avanço no tempo de maturação aliado ao adequado pH no *rigor mortis* na carne dos animais SSL, resultou, possivelmente, na redução da FC em função da proteólise dos componentes estruturais das miofibrilas. A atuação das enzimas proteolíticas ocasiona alterações no tecido muscular que são responsáveis pela diminuição da rigidez e aumento gradativo da maciez da carne (KOOHMARAIE, 1994).

Andrade (2008) avaliando qualidade de carne em animais do mesmo grupo genético e dieta padrão à base de silagem de milho, milho desintegrado e farelo de soja, também, verificou redução significativa na FC de 4,4 para 3,28 aos 7 dias de maturação, mantendo-se no mesmo patamar aos 14 e 21 dias, respectivamente. Por outro lado, Nelson et al. (2004) avaliando efeito de diferentes níveis de inclusão de óleo de fritura e sebo em dieta à base de milho sobre a qualidade de carne, não encontraram efeito significativo ($P>0,12$) da dieta sobre a FC, com valores médios variando entre 3,7 a 4,4 e média total de 4,1 kg. Em outro estudo, Nelson et al. (2008) avaliando as mesmas fontes lipídicas suplementares em dietas à base de cevada verificaram menor FC ($P<0,05$) (2,5 x 3,1 kg) para carne de novilhos cruzados submetidos a dietas com óleo de fritura comparativamente a dieta contendo sebo, cuja média total foi de 2,6 kg.

No presente estudo o valor médio geral para FC de 3,5kg nos diferentes tempos de maturação avaliados, caracteriza uma carne com alto grau de maciez. Esse resultado é semelhante ao observado por Andrade (2008), que obteve valor

médio geral de 3,6kg para os mesmos tempos de maturação, avaliados em animais do mesmo grupo genético.

Embora a carne dos animais avaliados possa ser considerada macia e muito macia pelos critérios de Boleman et al. (1997), mesmo antes do processo de maturação, esse recurso tecnológico proporcionou redução significativa ($P<0,01$) na FC, com conseqüente aumento da maciez da carne dos animais submetidos à dieta SSL, não sendo observado, entretanto, a mesma resposta para a carne dos animais submetidos a dietas com SOS e SOF, o que indica efeito positivo da suplementação lipídica na maciez da carne. Esse resultado é semelhante aos de Price et al. (2011) que avaliaram dietas contendo gordura amarela com diferentes proporções de concentrado (de 60 a 90%) e milho de alto teor de óleo, e não verificaram diferença entre as fontes lipídica que constituíram os tratamentos, sendo a FC mantida em 2,9 kg, cujo efeito refletiu positivamente sobre a suculência e sabor avaliados em um painel de degustação.

A elevada maciez da carne observada nos diferentes tratamentos avaliados pode estar associada à idade de abate dos animais (média de 23 meses). Além disso, é importante ressaltar que as amostras foram congeladas por aproximadamente 6 meses antes de serem realizadas as análises de FC. De acordo com Shanks, Wulf e Maddock (2002), a avaliação da FC com amostras maturadas congeladas pode apresentar redução do valor da FC. A menor FC nos tempos 0 e 7 dias de maturação da carne dos animais submetidos à dieta contendo SOF em relação aos outros tratamentos pode estar associada ao pH mais elevado, maior CRA e que via de regra, resulta em menores perdas de umidade, bem como, as menores PPC verificada nesse estudo (Tabela 3). Juntas estas características impactam positivamente na suculência e na maciez da carne. De acordo com Lawrie (1970), carne tipo “DFD”, com pH acima de 5,8, costumam ser mais macias que as normais. Dutson (1983), estudou a relação entre o declínio do pH *post mortem* e a maciez do músculo e concluiu que o

elevado pH final da carne (6,2 ou maior) esteve associado à carne mais macia. Mendes e Gomide (2007), por outro lado, relatam que poucos trabalhos científicos reportam uma relação linear entre pH e maciez, enquanto um número maior de trabalhos encontraram uma relação curvilínea com maciez mínima entre 5,8 e 6,2 em carne bovina e ovina, e concluíram que a relação exata entre maciez e pH final varia entre diferentes músculos e espécies animais. Contudo, há concordância que carnes com elevados valores de pH apresentam maior maciez, que carnes com um valor de pH normais, favorecido por atividade de proteases neutras (calpaínas) ativadas por cálcio, uma vez que as calpaínas possuem atividade ótima em pH neutro e enquanto encontra-se acima de 6,0 (RAMOS; GOMIDE, 2007). No presente estudo, a maturação por 14 dias foi suficiente para que a carne dos animais não suplementados alcançasse o mesmo grau de maciez dos animais submetidos a dietas com suplementação lipídica.

A CRA foi influenciada ($P < 0,01$) pelos tratamentos. Foi observado maiores médias para a carne dos animais SOF (77,51%), menores para os animais SSL (73,07) e intermediárias (75,25%) para os animais SOS. Esse resultado difere do observado por Nelson et al. (2008), trabalhando com gordura amarela e sebo, cujos valores médios variaram entre 72,3 a 74,3%. Fiorentini (2009), também não encontrou diferença estatística entre tratamentos quando avaliou diferentes fontes lipídicas, obtendo médias de 75,18; 72,06 e 74,81%, para gordura protegida, óleo de soja e grão de soja, respectivamente.

A carne com maior CRA dos animais SOF decorre possivelmente de seu elevado pH (6,3). Bressan et al. (2001) relata que quando o pH diminui pouco após as primeiras horas de abate e permanece acima de 6,0 completadas 24 hora *post mortem*, a carne apresenta elevada capacidade de retenção de água. Por outro lado, segundo Lawrie (2004), a formação de ácido lático e a redução do pH durante a glicólise *post mortem* são responsáveis pela diminuição da capacidade da carne em reter água durante a aplicação de forças como cortes e

aquecimento. Em pH 5,2-5,3 (ponto isoelétrico das proteínas musculares, com equilíbrio de cargas positivas e negativas), a carne apresenta menor capacidade de retenção de água. Em pH acima de 5,5 existe excesso de cargas negativas que determinam repulsão dos filamentos protéicos, deixando maior espaço para as moléculas de água e reduzindo a força mecânica necessária para o corte e as perdas durante o cozimento.

As PPCs foram influenciadas ($P < 0,01$) pelos tratamentos. A média das perdas foi maior para a carne dos animais SSL (30,45%), menor para os SOF (20,87%), e intermediária para os animais SOS (25,31%). A amplitude de variação das perdas está dentro do padrão observado na literatura (ANDRADE, 2008; MANÇO, 2006). Esse resultado contrasta com aquele observado por Nelson et al. (2004, 2008), que relataram não ter sido verificado diferença entre tratamentos quando dietas contendo óleo de fritura e sebo foram avaliadas. Da mesma forma, Price et al. (2011), não encontraram efeito significativo para PPC quando níveis de inclusão de 2,94 a 4,1% de óleo de fritura foram adicionados a dietas de novilhos em confinamento.

As maiores PPC observadas no presente estudo para a carne dos animais submetidos às dietas SSL e SOS pode estar associada aos menores valores de pH de suas carnes. Segundo Hedrick et al. (1989), pH mais baixo se relaciona a uma maior perda de água e por consequência pode influenciar o percentual de perdas durante o processo de cozimento. De acordo com Bressan et al. (2001), a avaliação da qualidade de carne numa faixa de pH variando de 5,6 a 7,0 mostram que a PPC diminui linearmente com o aumento do pH. Fato observado no presente estudo com o pH da carne dos animais submetidos à dieta com SOF em relação ao pH da carne dos animais dos SSL e SOS.

O tempo de maturação não influenciou ($P < 0,05$) as PPCs da carne dos animais submetidos às dietas experimentais. Os valores médios observados foram 30,45; 25,31 e 20,87% para os tratamentos SSL, SOS e SOF,

respectivamente, e estão, coerentemente, correlacionados com os resultados observados para CRA (Tabela 3).

O tempo de maturação não influenciou o pH da carne nos diferentes tratamentos avaliados. Entretanto, o pH da carne dos animais SOF foi superior ($P<0,01$) ao da carne dos animais SOS e SSL, assim como, o pH da carne dos animais SOS foi superior ao dos animais SSL. Apesar do pH da carne dos animais SOS e SSL serem diferentes entre si ($P<0,01$), os mesmos encontram-se em patamares considerados adequados para manutenção da qualidade da carne. Todavia, o elevado pH de 6,3, em média, observado na carne dos animais SOF, indica carne “DFD” e inspira cuidados com o armazenamento e vida útil. Esse resultado diverge dos observados na literatura em trabalhos com animais confinados avaliando diferentes fontes e níveis de suplementação lipídica (AFERRI et al., 2005; NELSON et al., 2008, 2004; OLIVEIRA et al., 2011).

Está bem estabelecido pela pesquisa que o pH da carne decorrente do estabelecimento do *rigor mortis* é uma característica dependente do conteúdo de glicogênio muscular no *ante mortem* e que os fatores que atuam direta ou indiretamente sobre este parâmetro são diversos, complexos e o grau de sinergismo ou antagonismo entre alguns deles não está ainda bem estabelecido. As catecolaminas, por exemplo, têm sido apontadas como causa de depleção de glicogênio muscular no período pré-abate (O’NEILL et al., 2006; TARRANT, 1989), a dopamina desempenha um papel importante no controle da secreção de cortisol e metabolismo de glicogênio (AHMADZADEH et al., 2006; MUCHENJE et al., 2009). De acordo com Lacourt e Tarrant (1985), quando um animal está estressado em um ambiente pré-abate, há uma rápida liberação de catecolaminas que resulta em depleção glicogênica muscular causando pH final mais elevado e carne mais escura. É sabido também que, dentre os vários fatores, o estresse pré-abate é considerado um dos mais importantes na determinação do pH final da carne. Desse modo, parece ser importante a

avaliação de catecolaminas urinárias (método não invasivo) no pré-abate como ferramenta de suporte para identificar o nível de estresse do animal, a fim de que se possa determinar os mecanismos desencadeadores e o grau de interação deste com os demais fatores, nos quais se inclui a dieta. Desse modo, é importante determinar os fatores que afetam o esgotamento dos níveis de glicogênio, tanto quanto os mecanismos pelos quais ele ocorre (MOTA-ROJAS et al., 2006; O'NEILL et al., 2006; VAN SCHALKWYK et al., 2000).

No presente estudo é possível que a determinação desses hormônios antes do embarque dos animais para o frigorífico e antes do abate poderia contribuir para explicar o elevado pH observado na carne dos animais SOF, que possivelmente encontravam-se sob condição de estresse e, portanto, menores níveis de reservas de glicogênio muscular.

Os valores médios para as coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*), índice de saturação (C^*) e ângulo de tonalidade (h^*) para cada tratamento em função dos tempos de maturação são demonstrados na Tabela 4. As médias de efeito principal serão discutidas quando a interação entre tratamentos e dias de maturação foi não significativa ($P < 0,05$).

Os valores encontrados para as coordenadas de cor foram influenciados significativamente ($P < 0,01$) pelas dietas utilizadas. Verificou-se também influência ($P < 0,01$) de dias de maturação para a variável a^* e interação entre tratamento e dias de maturação para as variáveis b^* , h^* ($P < 0,01$) e C^* ($P < 0,05$).

As médias de L^* foram superiores ($P < 0,01$) para carne dos animais SSL, indicando cor mais clara para a carne desses animais, em relação à carne dos animais submetidos à suplementação lipídica. Entre estes, a carne dos animais suplementados com óleo de fritura apresentou menor luminosidade ($P < 0,01$), indicando cor mais escura. Esse resultado está diretamente relacionado com o pH e CRA mais elevados da carne dos animais terminados com dietas contendo lipídios suplementares conforme representado na Tabela 3. Por outro lado, não

houve efeito de dias de maturação sobre a intensidade de luminosidade da carne nos tratamentos avaliados.

Tabela 4 Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores de P (P) para Luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*), intensidade da cor amarela (b*), índice de saturação (c*) e ângulo de tonalidade (h*) do músculo *Longissimus thoracis* de tourinhos Red Norte suplementados com óleo de soja (SOS), óleo de fritura (SOF) e sem suplementação lipídica (SSL)

Dias	Tratamentos (T)			EPM	Valores de (P)		
	SSL	SOS	SOF		T	Dias	T*Dias
L*							
0	37,47 ^{Aa}	34,39 ^{Ab}	31,60 ^{Ac}	0,965	<0,001	0,66	0,06
7	37,76 ^{Aa}	35,20 ^{Ab}	30,75 ^{Ac}	0,965	<0,001	0,66	0,06
14	39,35 ^{Aa}	35,28 ^{Ab}	30,85 ^{Ac}	0,965	<0,001	0,66	0,06
Médias	38,19	34,96	31,07				
a*							
0	18,50 ^{Ba}	15,61 ^{Bb}	14,83 ^{Bb}	0,563	<0,001	<0,001	0,30
7	20,65 ^{Aa}	18,06 ^{Ab}	16,88 ^{Ac}	0,563	<0,001	<0,001	0,30
14	21,12 ^{Aa}	18,59 ^{Ab}	16,60 ^{Ac}	0,563	<0,001	<0,001	0,30
Médias	20,09	17,42	16,10				
b*							
0	3,03 ^{Ca}	1,19 ^{Bb}	0,12 ^{Ab}	0,607	<0,001	<0,001	<0,001
7	5,54 ^{Ba}	3,37 ^{Ab}	0,97 ^{Ac}	0,607	<0,001	<0,001	<0,001
14	7,94 ^{Aa}	3,93 ^{Ab}	1,28 ^{Ac}	0,607	<0,001	<0,001	<0,001
Médias							
c*							
0	18,75 ^{Ba}	15,73 ^{Bb}	14,87 ^{Bb}	0,637	<0,001	<0,001	0,04
7	21,40 ^{Aa}	18,50 ^{Ab}	17,01 ^{Ac}	0,637	<0,001	<0,001	0,04
14	22,57 ^{Aa}	19,17 ^{Ab}	16,67 ^{Ac}	0,637	<0,001	<0,001	0,04
Médias	20,91	17,80	16,18				
h*							
0	9,36 ^{Ca}	3,91 ^{Bb}	0,12 ^{Ac}	1,776	<0,001	<0,001	<0,001
7	15,28 ^{Ba}	9,72 ^{Ab}	3,02 ^{Ac}	1,776	<0,001	<0,001	<0,001
14	21,54 ^{Aa}	11,02 ^{Ab}	4,27 ^{Ac}	1,776	<0,001	<0,001	<0,001
Médias	15,39	8,22	2,47				

a, b, c, A, B, C Letras iguais e minúsculas na mesma linha e maiúscula na mesma coluna, não diferem entre si.

Nelson et al. (2004), trabalhando com níveis de inclusão de 0, 3 e 6% de gordura de restaurante (GR) e 6% de sebo em dietas contendo 3,5 e 7% de feno de alfafa (FA) e cevada, observaram interação quadrática ($P < 0,05$) entre GR x FA para valores de L*, com os maiores valores para novilhos alimentados com

3,5 de GR e 7,0% FA e os menores para os bifes de novilhos alimentados com 3% GR e 3,5% FA. Bifes de novilhos alimentados com GR tiveram maiores valores ($P<0,05$) de L^* e b^* do que bife de animais alimentados com sebo, indicando que, durante o armazenamento, a cor era mais clara e mais amarela do que bifes de novilhos alimentados com sebo. O resultado observado no presente estudo conflita com o observado por estes autores. Entretanto, Oliveira et al. (2011), avaliando grão de soja, caroço de algodão e semente de linhaça moídas, verificaram maior luminosidade, portanto, carne mais clara, para os animais terminados com dieta sem lipídio adicional, como verificado nesse estudo. Entretanto, observaram também o mesmo resultado para animais terminados com semente de linhaça, diferente portanto do observado no presente estudo.

O valor médio para luminosidade (33,02) para as fontes lipídicas avaliadas nesse estudo é semelhante ao valor médio (33,13) observado por Oliveira et al. (2011), para as diferentes fontes lipídicas avaliadas pelos autores e menor que o valor (39,4) observado por Nelson et al. (2004).

Fiorentini (2009) avaliando grão de soja, óleo de soja e gordura protegida (Megalac-E®) em dieta de novilhas de diferentes grupos genéticos não observou diferença significativa ($P<0,05$) entre as fontes lipídicas suplementares, cujo valor médio de L^* foi 36,64, diferentemente do observado nesse estudo que obteve maior luminosidade para carne de animais suplementados com óleo de soja em relação ao óleo de fritura. Resultado semelhante para L^* de 37, 39 foi descrito por Fernandes et al. (2008). De acordo com esses autores, a luminosidade e a coloração da carne são relacionadas diretamente com o valor de pH após o resfriamento, fato verificado nesse estudo.

Para a variável a^* , as médias foram superiores ($P<0,01$) para a carne dos animais não suplementados (SSL), em todos os tempos de maturação avaliados, indicando maior intensidade da cor vermelha, para a carne desses animais, em comparação à carne dos animais suplementados com lipídios dietéticos. Entre os

animais suplementados, aqueles que receberam dieta com óleo de fritura, apresentaram menor intensidade da cor vermelha ($P < 0,01$) aos 7 e 14 dias de maturação, embora tenham apresentado cor vermelha semelhante ($P < 0,01$) no dia 0 (zero) de maturação. Quando se avaliou individualmente cada tratamento ao longo do tempo de maturação, verificou-se menores médias de a^* ($P < 0,01$) no tempo 0 (zero), indicando menor intensidade de vermelho nesse tempo de maturação. No entanto, aos 7 e 14 dias não foi observado diferença significativa ($P < 0,01$) para o teor de vermelho para os tratamentos avaliados.

A variação na intensidade da cor vermelha observada no presente estudo pode estar relacionada ao estado da forma química dos pigmentos heme que dependendo de seu estado de oxidação ou redução e a substância ligante na posição 6 de sua estrutura (geralmente O_2 e H_2O) produzirá proporções variáveis de mioglobina reduzida, oximioglobina e metamioglobina, afetando as características espectrais, e portanto, a cor da carne. A maior intensidade de vermelho observada para a carne dos animais não suplementados, decorre, possivelmente, de uma maior proporção de oximioglobina, de cor vermelha cereja, em relação as outras formas de mioglobina presentes na carne, aliada a um menor grau de oxidação desse pigmento. Raciocínio aplicável ao mesmo resultado, quando se compara a intensidade da cor vermelha entre os animais suplementados. De acordo com Sañudo et al. (1997), a variável a^* está relacionada ao conteúdo de mioglobina no músculo.

Segundo Hedrick et al. (1989), o teor de vermelho reflete as quantidades de pigmento vermelho das mioglobinas e dos citocromo C presentes na carne. E de acordo com Lawrie (2005) a aparência de cor da carne depende, não apenas da quantidade de mioglobina presente no músculo, mas também, do tipo de molécula de mioglobina, de seu estado químico e da condição química e física de outros componentes da carne. Muchenje et al. (2009) relata que carnes mais

escuras e com baixa intensidade de vermelho são correlacionadas com carnes de pH final elevado, conforme observado no presente estudo.

Em sua revisão, Muchenje et al. (2009), relata que, em bovinos, os valores para a^* encontram-se entre 11,1 a 23,6. Os valores das médias de a^* obtidos no presente estudo, oscilaram entre 14,87 a 22,57, estão portanto, dentro da faixa de variação considerada pelos referidos autores.

O valor médio de a^* para carne dos animais suplementados no presente estudo foi de 16,76, ligeiramente acima dos valores observados por Fernandes et al. (2008) e Fiorentini (2009), de 15,58 e 15,92, respectivamente.

Nelson et al. (2008), avaliando óleo de fritura e sebo em dietas à base de feno de alfafa e milho, não observaram efeito da dieta sobre a intensidade de vermelho na carne dos animais avaliados. Resultado semelhante, também foi observado por e Costa (2009) e Oliveira et al. (2011), avaliando diferentes fontes lipídica suplementares.

Para a variável b^* , a carne dos animais submetidos aos tratamentos com lipídios suplementares no tempo 0 (zero) de maturação, não diferiram entre si ($P < 0,01$) e suas médias estão abaixo ($P < 0,01$) das médias da carne dos animais não suplementados (SSL), indicando maior intensidade da cor amarela para a carne desses animais. Aos 7 dias de maturação, a carne dos animais em todos os tratamentos foram diferentes entre si ($P < 0,01$), mantendo o mesmo comportamento até os 14 dias, com as médias da carne dos animais não suplementados (SSL) sempre mantida acima ($P < 0,01$) e dos animais SOF sempre abaixo em relação aos animais SOS. Para a carne dos animais no tratamento (SSL), verificou-se que os valores de b^* foram diferentes ($P < 0,01$) ao longo do tempo de maturação. Já para o tratamento SOS no dia 0 (zero) e 7 de maturação houve diferença significativa ($P < 0,01$) para b^* , embora de 7 a 14 dias tenham se mantido no mesmo patamar e com menores médias ($P < 0,01$). Entretanto, para o tratamento SOF, não foi observado diferença ($P > 0,01$), ao

longo do tempo de maturação. Esse resultado difere dos resultados observados em carne fresca por vários autores (FERNANDES et al., 2008; FIORENTINI, 2009; MOGGIONI, 2009; NELSON et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011), avaliando diferentes fontes lipídicas em dietas de bovinos terminados em confinamento.

A intensidade da cor amarela na carne é uma característica associada à composição de carotenoides (PRIOLO et al., 2001). Estes por sua vez, são pigmentos lipossolúveis, amarelos, laranjas e vermelhos, presentes nos vegetais. Nos cloroplastos encontram-se associados principalmente às proteínas e são, normalmente, mascarados pela presença de outros pigmentos clorofílicos dominantes. Atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas. Nos cromoplastos, eles são depositados na forma cristalina ou como gotículas de óleo (KURZ; CARLE; SCHIEBER, 2008). Além da proteção celular, os carotenoides inibem a peroxidação de lipídeos em baixas pressões de oxigênio.

A variação na intensidade da cor amarela observada no presente estudo pode estar relacionada à composição e quantidade de carotenoides presentes em cada dieta. A carne dos animais suplementados com óleo de soja e de fritura apresentou menor intensidade da cor amarela comparativamente à carne dos animais não suplementados, provavelmente devido à maior quantidade de pigmentos naturais (carotenos e xantofila) presentes na dieta não suplementada. Uma fração do milho da dieta desses animais foi substituída por lipídios na dieta dos animais suplementados que possivelmente, aportaram menores quantidades destes carotenoides na carne. Particularmente a dieta com óleo de fritura, cuja composição e estado de oxidação são muito variáveis em função de tempo e temperatura aos quais o óleo foi submetido e o tipo de alimento utilizado no processo de fritura. Como no Brasil não existe legislação específica e de controle do descarte desse tipo de resíduo, o óleo pode apresentar uma

composição química bastante variada. O óleo de soja, por outro lado, é submetido a um processo industrial de refinamento e clareamento no qual grande parte dos pigmentos e carotenos são removidos (DORSA, 2004). Outro aspecto a considerar é que em ambiente de baixa pressão de oxigênio, como na embalagem a vácuo, a qual a carne foi submetida durante a maturação, as xantofilas (zeaxantina e luteína), presentes no milho (SILVA et al., 2010), são consideradas, potentes absorvedores de oxigênio singlete entre os carotenoides naturais (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008), se constituindo, portando, num potente antioxidante, que pode ter contribuído para a absorção de oxigênio remanescente na embalagem, combatendo de forma mais eficiente a oxidação e preservando melhor o estado químico dos carotenos absorvidos e presentes na carne. Possivelmente isso explica os maiores valores de b^* para a carne dos animais não suplementados.

As médias de C^* foram semelhantes e menores ($P < 0,05$) para a carne dos animais que receberam lipídios dietéticos suplementares no dia 0 (zero) de maturação, em relação às médias de C^* da carne dos animais não suplementados (SSL). Aos 7 e 14 dias de maturação as médias de C^* diferiram entre si ($P < 0,05$) para todos os tratamentos avaliados, com as médias dos tratamentos SSL e SOF mantidas acima e abaixo do tratamento SOS, respectivamente. No dia 0 (zero) de maturação, a carne dos animais SSL apresentou menores médias de C^* ($P < 0,05$) em relação aos 7 dias, que por sua vez, não diferiram entre si ($P > 0,05$) aos 14 dias, sendo observado o mesmo comportamento para os demais tratamentos. O índice de saturação (C^*) apresentou comportamento semelhante à intensidade da cor vermelha (a^*). Esse resultado está de acordo com Andrade (2008), avaliando tempo de maturação no mesmo grupo genético e confronta com o resultado observado por Oliveira et al. (2011), avaliando diferentes fontes lipídicas.

O maior valor de C^* observado na carne dos animais não suplementados indica maior índice de saturação de cor na carne desses animais, em relação aos demais, fato explicado pela proporção e tipo de mioglobina presente na carne dos animais em cada tratamento. Quando se avaliou individualmente cada tratamento ao longo do tempo de maturação, verificou-se maior intensidade de saturação da cor a partir de 7 dias para todos os tratamentos, demonstrando o efeito desejável da maturação na padronização dessa característica.

As médias de h^* foram diferentes entre si ($P < 0,01$) em todos os tratamentos nos tempos 0, 7 e 14 dias de maturação, com maiores médias para a carne dos animais não suplementados (SSL) e menores para os suplementados com óleo de fritura. Para o tratamento SSL verificou-se vermelho mais brilhante (cereja) com valores médios crescente para h^* ($P < 0,01$) ao longo do tempo de maturação. Já para o tratamento SOS verificou-se crescimento significativo ($P < 0,01$) das médias de h^* de 0 (zero) para 7 dias de maturação, embora, de 7 para 14 dias tenham se mantido no mesmo patamar. Por outro lado, para o tratamento SOF, não foi observado diferença ($P > 0,01$), ao longo do tempo de maturação. O índice de tonalidade (h^*) apresentou comportamento semelhante à intensidade da cor amarela (b^*). Além disso, verificou-se uma evolução do índice de saturação (C^*) da cor ao longo do tempo de maturação para todos os tratamentos. Como houve aumentos de h^* para a carne dos animais SSL ao longo da maturação e dos animais SOS a partir de 7 dias, pode-se dizer que a predominância de vermelho nesses casos diminuiu e aumentou a do amarelo, com a aproximação da tonalidade laranja.

4 CONCLUSÃO

As fontes lipídicas avaliadas não influenciaram a composição centesimal da carne e o seu teor de colesterol, bem como o da gordura subcutânea.

O óleo de soja no nível de inclusão utilizado nesse estudo, influencia a cor da carne, sem contudo, comprometer sua qualidade, uma vez que mantém e melhora outros atributos de qualidade avaliados.

O elevado pH e a cor mais escura da carne dos animais suplementados com óleo de fritura, indica carne DFD (*dark, firm e dry*), indesejável e inspira cuidados durante o armazenamento. Como o número de trabalhos avaliando essa fonte lipídica na qualidade da carne é ainda muito pequeno e com resultados divergentes. São necessários mais estudos, considerando que essa fonte lipídica, representa uma fonte potencial a ser explorada.

A maturação reduz a FC e aumenta a maciez da carne dos animais não suplementados, mas não influencia a FC e maciez da carne dos animais suplementados.

REFERÊNCIA

- AFERRI, G. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos - alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1651–1658, 2005.
- AHMADZADEH, A. et al. Dopamine antagonist alters serum cortisol and prolactin secretion in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 2051–2055, 2006.
- ANDRADE, P. L. **Maturação de carne de bovina Red Norte e Nelore**. 2008.52 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- ASSOCIAÇÃO OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18.ed. Arlington, 2005.
- BOLEMAN, S. J. et al. Consumer evaluation of bife of known categories of tenderness. **Journal of animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1521-1524, 1997.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Índices de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 15, p. 11-17, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília, 1997.
- BRESSAN, M. C. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros santa inês e bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303, set./dez. 2001.
- COSTA, D. P. B. **Características da carne de novilhos nelore alimentados com caroço de algodão**. 2009. 69 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2009.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. 4th. ed. Boca Raton: CRC, 2008. 1144 p.
- DORSA, R. **Tecnologia de óleos vegetais**. Campinas: Ideal, 2004.

DUTSON, T. R. The measurement of pH in muscle and its importance to meat quality. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 36., 1983, [S.l.]. **Proceedings...**[S.l.: s.n.], 1983. p. 92-97.

FERNANDES, A. R. M. et al. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2008.

FIORENTINI, G. **Fontes lipídicas na terminação de novilhas**. 2009. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2009.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 226, p. 497-509, 1957.

HEDRICK, H. B. et al. **Principles of meat science**. Dubuque: Kendall/Hunt, 1989.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, Barking, v. 36, p. 93-104, 1994 .

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, London, v. 110, p. 522-530, 2008.

LACOURT, A.; TARRANT, P. V. Glycogen depletion patterns in myofibres of cattle during stress. **Meat Science**, Barking, v. 15, p. 85–100, 1985.

LAWRENCE, R. W. et al. The efficacy of a vitamin D3 metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from *Bos indicus* cattle. **Meat Science**, Barking, v. 72, p. 69-78, 2006.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 384 p.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LAWRIE, R. A. **Ciência de La carne**. Zaragoza: Acribia, 1970. 342 p.

MACDOUGAL, D. B. Colour meat. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**: advances in meatresearch series. London: Blackie Academic & Professional, 1994. v. 9, cap. 3, p. 79-93.

MAGGIONI, D. et al. Bermuda grass hay ou sorghum silage with or without yast addition on perfamance and carcass characteristic of crossbred young bulls finished in feedlot. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 22, p. 206-215, 2009.

MANÇO, M. C. W. **Características físico-químicas, sensoriais e higiênicas da carne bovina em duas classes de maturidade e sob influência da maturação**. 2006.123 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MOTA-ROJAS, D. et al. Effects of mid-summer transport duration on pre- and post-slaughter performance and pork quality in Mexico. **Meat Science**, Barking, v. 73, p. 404–412, 2006.

MUCHENJEA, V. et al. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. **Meat Science**, Barking, v. 81, p. 653–657, 2009.

MUROYA, S.; NNAKAJIMA, I. N.; CHIKUNI, K. Difference in postmortem degradation patten among troponin T isoforms expressed in bovine longissimus, diaphragm, Ang masseter muscles. **Meat Science**, Barking, v. 72, n. 2 p. 245-251, Feb. 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requeriments of biffe gattle**. Washington: National Academy, 2000. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requeriments of dairy gattle**. 7.ed. rev. Washington: National Academy, 2001. 381 p.

NELSON, M. L. et al. Appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes barley-potato product finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3600-3610, 2004.

NELSON, M. L. et al. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed corn finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 936-948, 2008.

OLIVEIRA, D. M. **Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos zebuínos recebendo diferentes grãos de oleaginosas**. 2010. 92 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, D. M. et al. Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 2546-2555, 2011.

O'NEILL, H. A. et al. The stress responsiveness of three different beef breed types and the effect on ultimate pH and meat colour. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 52., 2006. Dublin. **Proceedings...** Dublin: [s. n.], 2006.

PRADO, I. N. et al. Carcass characteristic, chemical composition and fatty acid profile of the *longissimus* muscle of bulls (*Bos Taurus* indicus vs *bos taurus taurus*) finished in pasture systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 21, p. 1449-1457, 2008a.

PRADO, I. N. et al. The influence of dietary soyabean and linseed on the chemical composition and fatty acid profile of the longissimus muscle of feedlot-finished bulls. **Journal of Animal and Feed Science**, Jablona, v. 17, p. 307-317, 2008b.

PRICE, B. D. et al. Effects of high-oil corn on feedlot performance, carcass characteristics, fatty acid profiles, beef palatability, and retail case life traits of beef top loin steaks. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 809–816, 2011.

PRIOLO, A. et al. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour: a review. **Animal Research**, Les Ulis, v. 50, p. 185-200, 2001.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. **Avaliação da qualidade de carne: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599 p.

RIBEIRO, J. S. **Eficiência de produção, características de carcaça e qualidade da carne de animais zebuínos confinados**. 2010. 101 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SAÑUDO, C. et al. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, Barking, v. 46, n. 4, p. 357–365, 1997.

SAS INSTITUTE. **Procedures guide of computers**. 6th ed. New York, 1999. v. 3, 373 p.

SHANKS, B. C.; WULF, D. M.; MADDOCK, R. J. Technical note: The effect of freezing on Warner-Bratzler shear values of beef longissimus steaks across several postmortem aging periods. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 2122-2125, 2002.

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

SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

TARRANT, P. V. Animal behavior and environment in the dark-cutting condition in beef: a review. **Irish Journal of Food Science and Technology**, Dublin, v. 13, p. 1-21, 1989.

VAN SCHALKWYK, S. J. et al. The effect of pre-slaughter stress resulting from feed withdrawal on meat quality characteristics in ostriches. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 30, p. 147-148, 2000.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, N. R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 95-110, 1992.