

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE O PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS DA CARÇA E
CARNE DE BOVINOS DA RAÇA NELORE**

Fabieli Loise Braga Feitosa
Zootecnista

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE O PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS DA CARÇA E
CARNE DE BOVINOS DA RAÇA NELORE**

Fabieli Loise Braga Feitosa

Orientador: Prof. Dr. Fernando Sebastián Baldi Rey

Coorientadores: Prof^a. Dr^a. Angélica Simone Cravo Pereira

Dr. Guilherme Costa Venturini

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Campus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Genética e Melhoramento Animal**

2014

F311a Feitosa, Fabieli Loise Braga
 Associação genética entre o perfil de ácidos graxos e outras
 características da carcaça e carne de bovinos da raça Nelore / Fabieli
 Loise Braga Feitosa. – – Jaboticabal, 2014
 iii, 31 p. : il. ; 28 cm

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
 Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
 Orientador: Fernando Sebastián Baldi Rey
 Coorientadores: Angélica Simone Cravo Pereira, Guilherme Costa
 Venturini
 Banca examinadora: José Bento Sterman Ferraz, Mauricio Mello
 de Alencar
 Bibliografia

 1. Associação genética. 2. Bovinos de corte. 3. Perfil de ácidos
 graxos. 4. Qualidade da carne. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
 Ciências Agrárias e Veterinárias.

 CDU 636.2:636.082

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E
OUTRAS CARACTERÍSTICAS DA CARÇA E CARNE DE BOVINOS
DA RAÇA NELORE

AUTORA: FABIELI LOISE BRAGA FEITOSA

ORIENTADOR: Prof. Dr. FERNANDO SEBASTIÁN BALDI REY

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. ANGÉLICA SIMONE CRAVO PEREIRA

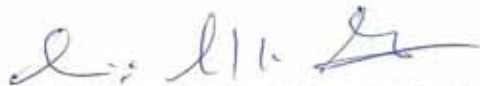
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. GUILHERME COSTA VENTURINI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM GENÉTICA E
MELHORAMENTO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:



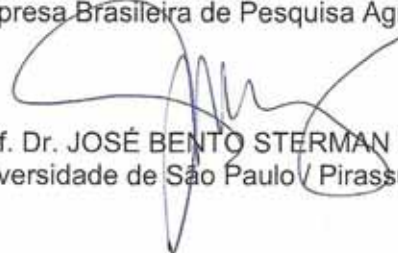
Prof. Dr. GUILHERME COSTA VENTURINI

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. MAURICIO MELLO DE ALENCAR

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / São Carlos/SP



Prof. Dr. JOSÉ BENTO STERMAN FERRAZ

Universidade de São Paulo / Pirassununga/SP

Data da realização: 25 de julho de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Fabieli Loise Braga Feitosa, nascida em São José do Rio Preto – SP em 17 de outubro de 1986, filha de Mailton Alves Feitosa e Maria Angélica de Moraes Braga Feitosa. Iniciou o curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Jaboticabal, em fevereiro de 2006, obtendo o grau de Zootecnista em fevereiro de 2011. A autora realizou estágio curricular no segundo semestre de 2010 na empresa Êxito Rural Consultoria em Pecuária Ltda., em Araçatuba – SP. No período de maio de 2011 a julho de 2012 a autora tornou-se bolsista CNPq na modalidade AT – APOIO TÉCNICO A PESQUISA sob orientação da Prof.^a Dr.^a Lucia Galvão de Albuquerque. Em agosto de 2012 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Jaboticabal, sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Sebastián Baldi Rey, inicialmente como bolsista CAPES e posteriormente como bolsista FAPESP.

"Há um momento especial que acontece na vida de toda pessoa, o momento para o qual ela nasceu. Quando aproveitada, essa oportunidade extraordinária faz com que a pessoa cumpra sua missão - uma missão para a qual somente ela tem as qualificações necessárias. Nesse momento, a pessoa encontra a grandeza. Esse é seu mais maravilhoso instante."

Winston Churchill

Dedico

Aos meus avós paternos, Antonio Alves Feitosa e Doracy Aparecida de Moura Feitosa, e aos meus avós maternos, José Ivanir Braga (*in Memoriam*) e Maria Aparecida de Moraes Braga, pelo exemplo de vida e pela confiança que depositam em mim.

Ofereço

Aos meus pais, Mailton Alves Feitosa e Maria Angélica de Moraes Braga Feitosa, pela educação, amor, incentivo, compreensão e por sempre apoiarem minhas decisões.

Às minhas irmãs, Francieli Cristina Braga Feitosa e Flavia Beatriz Braga Feitosa, pela ajuda e paciência.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Sebastián Baldi Rey, pela confiança, oportunidade, paciência, apoio, amizade, dedicação e ensinamentos, sem os quais não teria sido possível a realização desse trabalho e o meu amadurecimento intelectual.

Aos meus coorientadores Prof.^a Dr.^a Angélica Simone Cravo Pereira e Dr. Guilherme Costa Venturini, pelo apoio, amizade, paciência, dedicação e disposição em me ajudar e auxiliar no desenvolvimento desse trabalho, academicamente e pessoalmente.

Aos membros das bancas examinadoras de qualificação e defesa, Prof. Dr. Danísio Prado Munari, Prof. Dr. Roberto Carvalheiro, Prof. Dr. Maurício Mello de Alencar e Prof. Dr. José Bento Sterman Ferraz pelas sugestões valiosas que contribuíram para a melhor qualidade da dissertação final.

À todos os docentes do Programa de Genética e Melhoramento Animal pelos ensinamentos.

Às minhas irmãs de coração Carolina (Pantufa) e Ana Paula (K-bicera) pelo apoio, companheirismo, paciência, desabafos e incentivos mesmo à quilômetros de distância.

À República Mete Marcha, que apesar de não morar mais nela, o companheirismo, a amizade e os momentos de descontração continuaram os mesmos. Em especial às atuais moradoras Lulu (Faísca), Mariana (Espoletinha), Bianca (Zerada), Nayara (Stronda), Marina (Emília), Annelise (Tata-rada) e Leticia (Diachu) e, ex-moradoras Luiza (Kidi-carne) e Bruna (Mijoleta).

Aos meus hermanitos, Marcos, Mariana, Carol, Bianca, Tonussi e Hermenegildo que sempre estiveram à disposição para ajudar, me auxiliando quando precisei e me incentivando sempre.

À equipe da carne e do pelo, que sempre estiveram dispostos a ajudar com muita animação e dedicação.

Às meninas do LCC de Pirassununga, Adrielle, Lenise e Joyce, pela ajuda nas análises, incentivo e momentos de descontração nessa jornada intensa.

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal por oferecer os melhores professores, funcionários e conhecimentos necessários para minha evolução profissional e também pessoal.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de mestrado e apoio financeiro.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que passaram pela minha vida, pois, diretamente ou indiretamente, me ajudaram a ser quem eu sou hoje.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Características de carcaça e carne	4
3.2 Perfil de Ácidos Graxos da Carne	5
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
4.1 Animais e informações sobre manejo	8
4.2 Características estudadas	9
4.2.1 Características da carcaça e carne	9
4.2.2 Extração de lipídeos.....	10
4.2.3 Perfil de ácidos graxos em carne	11
4.3 Análises genético-quantitativas	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
6. CONCLUSÃO.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE COM AS CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E CARNE DE BOVINOS DA RAÇA NELORE

RESUMO - As características da carcaça e da carne são muito importantes, pois são elas que determinam o preço e o acesso a novos mercados. Há uma crescente preocupação quanto ao consumo excessivo de gorduras, bem como do tipo de gordura ou perfil de ácidos graxos na carne, e seu impacto sobre a saúde do consumidor. O melhoramento genético para as características de carcaça, carne e perfil de ácidos graxos não vem sendo praticado devido a dificuldades de mensuração e por ser dispendioso. O presente estudo teve como objetivo estudar as associações entre o perfil de ácidos graxos e as características de carcaça e carne em bovinos da raça Nelore. Foram utilizados dados de 1826 machos da raça Nelore terminados em confinamento, provenientes de fazendas que integram três programas de melhoramento genético. O grupo de contemporâneo foi formado por animais nascidos na mesma fazenda e safra, e do mesmo grupo de manejo ao sobreano. Para a determinação do perfil de ácidos graxos foi utilizado para a extração dos lipídeos o método Folch e para a metilação o método Kramer. As características de carcaça e carne foram obtidas através de amostras de 2,54 cm retiradas entre a 12^a e 13^a costelas da meia-carcaça esquerda. O modelo utilizado para a estimação dos componentes de (co)variâncias incluiu o efeito aleatório genético direto, o efeito fixo do GC, e a idade do animal ao abate como covariável (efeito linear). Os componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos foram estimados utilizando inferência Bayesiana, considerando um modelo animal linear em análise multicaracterística com seis características (AOL, EGS, PCQ, SF, Lip e mais um ácido graxo). Os ácidos graxos apresentaram herdabilidades moderadas a alta, variando de 0,32 a 0,82. As estimativas das correlações genéticas entre as características de carcaça e carne com os ácidos graxos saturados foram de baixas a moderadas, em sua maioria negativa, variando de -0,76 a 0,88, enquanto que com os ácidos graxos mono e poliinsaturados foram em sua maioria baixas, próximas de zero, por sua estimativa de HPD incluir o zero em seu intervalo, variando de -0,86 a 0,74. Sendo assim, a seleção para as características de carcaça e carne podem ser utilizadas para a melhoria da composição dos ácidos graxos da carne, uma vez que é possível diminuir a concentração dos principais ácidos graxos saturados da carne. Porém, é menos plausível que a seleção direta para as características de carcaça e carne aumente as concentrações dos ácidos graxos mono e poliinsaturados.

Palavras-chave: associação genética, bovinos de corte, perfil de ácidos graxos, qualidade da carne

GENETIC ASSOCIATION BETWEEN MEAT FATTY ACID COMPOSITION WITH CARCASS AND MEAT TRAITS IN NELLORE CATTLE

Abstract - Carcass and meat traits are very important because they determine the price and access to new markets. There is growing concern about the excessive consumption of fats as well as the type of fat or fatty acid composition in meat, and its impact on consumer health. The genetic improvement for carcass traits, meat and fatty acid composition has not been practiced due to measurement difficulties and be expensive. The present study aimed to investigate the associations between fatty acid composition with carcass and meat traits in Nellore cattle. A total of 1,826 Nelore bulls, finished in feedlot, belong to farms that integrate three breeding programs were used. The contemporary group included animals born on the same farm and year, and the same management group at yearling. To determine the fatty acid composition, it was used the Folch method for lipid extraction and for methylation the Kramer method. The carcass and meat traits were obtained from samples of 2.54 cm withdrawn between the 12th and 13th ribs on the left side carcass. The model used to estimate the (co)variance and genetic parameters included the random direct genetic effect, the fixed effect of the GC, and the animal's age at slaughter as a covariate (linear effect). The (co)variances components and genetic parameters were estimated using Bayesian inference, considering a linear animal model in multi-trait analysis with six characteristics (AOL, EGS, PCQ, SF, Lip and another fatty acid). The fatty acids showed moderate to high heritability, ranging from 0.32 to 0.82. The genetic correlations between carcass and meat traits with saturated fatty acids were low to moderate, most of them negative, ranging from -0.76 to 0.88, whereas with mono and polyunsaturated fatty acids were low in its most of the cases or close to zero, since the HPD estimate included the zero within the interval, varying from -0.86 to 0.74. Thus, the selection for carcass and meat traits can be used to improve the composition of meat fatty acids, since it is possible to reduce the concentration of the major saturated fatty acid of meat. However, it is less plausible that direct selection for carcass traits and meat increases the concentrations of mono and polyunsaturated fatty acids.

Keywords: genetic association, beef cattle, fatty acid composition, meat quality

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial bovino do mundo com aproximadamente 208 milhões de cabeças, com abate de 43,3 milhões no ano de 2013. Esse valor representa um aumento de 7,2% em relação ao ano de 2012 (40,4 milhões de cabeças). Seguindo essa tendência, a produção de carcaça também aumentou, alcançando a marca de 10,2 milhões de toneladas equivalente carcaça, ou seja, 8,5% maior que no ano anterior (9,4 milhões de toneladas equivalente carcaça) (ABIEC, 2014). No “ranking” de produção mundial de carne bovina, o Brasil encontra-se em 2º lugar, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (11,386 milhões de toneladas) (USDA, 2014). Mesmo ocupando essa importante posição econômica, a pecuária de corte vem sendo pressionada a mostrar aumentos em sua eficiência produtiva, tais como a quantidade de carne produzida e sua qualidade exigida pelo mercado interno e externo.

As características da carcaça e da carne estão tendo uma grande importância na determinação do preço e do acesso a novos mercados. A qualidade da carne está ligada às suas características organolépticas, como cor, sabor, maciez e suculência que sofrem grande influência da cobertura de gordura subcutânea e marmorização da carne. Normalmente estas características possuem padrões não desejáveis e em quantidades não satisfatórias, consequências da falta de uniformidade dos animais quanto à idade ao abate. De acordo Shackelford et al. (1991), as variações na qualidade da carne bovina são consequências, principalmente, da falta de padronização dos sistemas de produção, da genética dos rebanhos e da inabilidade em identificar as carcaças com quantidade e qualidade de carne desejada.

Atualmente, há uma contínua e crescente preocupação por parte da população e dos órgãos de saúde pública quanto ao consumo excessivo de gorduras, especialmente as gorduras de origem animal, bem como do tipo de gordura ou perfil de ácidos graxos na carne, e seu impacto sobre a saúde do consumidor. Como a maioria das características de interesse econômico na produção animal, a composição de ácidos graxos é influenciada por fatores ambientais e genéticos. Vários estudos têm comprovado grandes mudanças na

composição de ácidos graxos por alterações provocadas nas estratégias de alimentação, principalmente em ruminantes (WOOD et al., 2003).

A fim de produzir produtos cárneos que satisfaçam a demanda dos consumidores, os pecuaristas devem utilizar os recursos disponíveis no sistema de produção para a produção de carne. Portanto, informações sobre as diferenças genéticas entre raças e parâmetros genéticos para desenvolver programas de melhoramento genético são essenciais. Assim, as estimativas de herdabilidade e correlações genéticas e fenotípicas são atributos fundamentais para os programas de seleção. A seleção para característica de carcaça, carne e perfil de ácidos graxos da carne ainda é limitada, entretanto, é fundamental estimar as correlações genéticas entre estas características a fim de predizer a resposta correlacionada em cada uma delas quando a seleção é praticada para qualquer delas.

2. OBJETIVO

Estudar as relações genético-quantitativas entre o perfil de ácidos graxos da carne com as características da carcaça e carne medidas após o abate, em animais da raça Nelore, visando propor alternativas para o melhoramento genético destas características por meio da seleção.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Características de carcaça e carne

A espessura de gordura subcutânea (EGS) é importante, pois funciona como um isolante térmico da carcaça, determinando a velocidade de resfriamento da mesma. O resfriamento da carcaça é um fator *post mortem* muito importante para a qualidade da carne, ele deve ser lento e de forma gradual para evitar o fenômeno chamado “cold shortening”, que acontece quando a carcaça é resfriada rapidamente, muitas vezes por consequência da pequena espessura de gordura subcutânea. Esse fenômeno é responsável pelo encurtamento das fibras contráteis miosina e actina antes de transformarem-se em actomiosina e consequentemente o endurecimento da carne (baixa maciez). Também é responsável pela perda de água excessiva e escurecimento da carne, diminuindo assim a sua qualidade (FELÍCIO, 1997). Por todos esses motivos a EGS é uma característica classificatória da carcaça e de pagamento em frigoríficos brasileiros (ROCHA, 1999). Segundo Ferreira et al. (2006), os frigoríficos exigem que no mínimo a carcaça deve ter 3 mm de gordura subcutânea sobre a 12^a costela.

Outra característica que mede a qualidade da carcaça é a área de olho de lombo (AOL), a qual é responsável pela mensuração da musculosidade da carcaça e usada como indicadora do rendimento dos cortes de alto valor comercial, apresentando correlação positiva com a porção comestível da carcaça (LUCHIARI FILHO, 2000). Vários trabalhos realizados com o objetivo de estimar herdabilidade e correlações genéticas entre as AOL e EGS sugerem que é possível modificar essas características pela seleção (MEIRELLES et al., 2010).

Dentre as características organolépticas, a maciez é considerada a com maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores (DEVITT; WILTON; MANDELL, 2002). Uma baixa maciez tem sido a maior causa da insatisfação do consumidor nos mercados com maiores exigências em termos de qualidade do produto (KOOHMARAIE; KENT; SHACKELFORD, 2002). Uma característica associada com a maciez e sabor da carne é a gordura intramuscular (IMF). A

gordura intramuscular (IMF) é a responsável pelo marmoreio da carne, que é um dos fatores determinantes da textura favorecendo a mastigação e o sabor. A deposição de gordura intramuscular depende da raça do animal, alimentação e manejo. Animais de raças europeias britânicas possuem um maior marmoreio que animais de raças continentais e zebuínas (BURROW et al., 2001), uma vez que eles são mais tardios na terminação da carcaça.

As características da carcaça e carne como AOL, EGS, IMF e maciez, apresentam estimativas de herdabilidade de moderadas a altas devendo responder à seleção. Crews e Franke (1998), trabalhando com novilhos com proporção de genes da raça Brahman superior a 50%, obtiveram estimativas de herdabilidade moderadas que variam de 0,26 a 0,62 para as características de espessura de gordura, área de olho de lombo e maciez. Já Riley et al. (2002), em bovinos da raça Brahman, encontraram valores superiores, variando de 0,47 a 0,71, para o mesmo grupo de características. A partir de trabalhos de revisão, a maioria com bovinos do grupo *Bos taurus*, Koots et al. (1994), Marshall (1994) e Burrow et al. (2001) relataram estimativas de herdabilidade para características da carcaça como espessura de gordura, peso da carcaça, rendimento de cortes cárneos e percentagem de gordura intramuscular variando de 0,14 a 0,65, e concluíram que estas características possuem variação genética suficiente para responder à seleção individual.

3.2 Perfil de Ácidos Graxos da Carne

Atualmente, há uma contínua e crescente preocupação por parte da população e dos órgãos de saúde pública quanto ao consumo excessivo de gorduras, especialmente as gorduras de origem animal, bem como do tipo de gordura ou perfil de ácidos graxos na carne, e seu impacto sobre a saúde do consumidor. Apesar de a carne bovina ser considerada um alimento altamente nutritivo, sendo uma fonte importante de proteínas, micronutrientes e vitaminas do complexo B, a mesma apresenta um alto teor de gordura com composição indesejável, como alta porcentagem de ácidos graxos saturados (AGS). Os AGS predominantes na gordura

de bovinos são os ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) (LAWRIE, 2005).

O tecido gorduroso de ruminantes é uma fonte natural de isômeros de ácido linoléico conjugado (CLA), como o cis – 9, trans – 11 (FRENCH; O'RIORDAN; MONAHAN, 2000), que são sintetizados no rúmen como consequência do processo de biohidrogenação de ácidos graxos realizado pelos microorganismos (TAMMINGA; DOREAU, 1991). O CLA possui efeitos favoráveis à saúde humana, aumentando a atividade imunoestimulatória, antimutagênica e antioxidante (IP, 1997). Além disto, os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) presentes na gordura de bovinos, como os ácidos linoléico (C18:2n-6) e linolênico (C18:3n-3), e monoinsaturados (AGMI), como o ácido oléico (C18:1 n-9), que oferecem proteção ao sistema cardiovascular, uma vez que o consumo balanceado dos mesmos está associados à redução nos níveis séricos de colesterol e aumento nas lipoproteínas de alta densidade (HDL) (PENSEL, 1998; TAPIERO; NGUYEN-BA; COUVREUR, 2002).

Por muitos anos, a composição de ácidos graxos em animais destinados à produção de carne tem recebido considerável interesse em vista de suas implicações para a saúde humana e para as características associadas à de qualidade da carne (XIE et al., 1996; WOOD et al., 1999; GANDEMER, 1999). Como a maioria das características de interesse econômico na produção animal, a composição de ácidos graxos é influenciada por fatores ambientais e genéticos. Vários estudos têm comprovado grandes mudanças na composição de ácidos graxos por alterações provocadas nas estratégias de alimentação, principalmente em animais monogástricos (NÜRNBERG; WEGNER; ENDER, 1998; JAKOBSEN, 1999; DEMEYER; DOREAU, 1999) e em ruminantes (WOOD et al., 2003). No entanto, os fatores genéticos que afetam a composição dos ácidos graxos em bovinos tem sido menos investigados, apesar de vários estudos relatarem diferenças entre raças para a composição de ácidos graxos (GILLIS; ESKIN; CLIPLEF, 1973; HUERTA-LEIDENZ et al., 1993, 1996; MALAU-ADULI et al., 1997, 1998; MILLS et al. 1992; PITCHFORD et al., 2002; RULE; MACNEIL; SHORT, 1997; SIEBERT; DELAND; PITCHFORD, 1996). Apesar das diferenças existentes entre raças para a composição de ácidos graxos, as mesmas são muitas vezes confundidas por

diferenças na deposição de gordura ou diferenças em precocidade entre as raças (DE SMET; RAES; DEMEYER, 2004).

Em bovinos de corte, existe considerável informação em relação à variabilidade existente entre raças para o perfil de ácidos graxos, contudo, estimativas de parâmetros genéticos ou da magnitude da variabilidade genética dentro de raças para a composição de ácidos graxos são escassos na literatura. A disponibilidade de parâmetros genéticos é essencial para identificar a possibilidade de melhoramento genético da composição dos ácidos graxos da carne em bovinos. Neste sentido, Pitchford et al. (2002) relataram estimativas de herdabilidade para características de carcaça e percentagem de ácidos graxos em amostras de tecido adiposo (subcutâneo e muscular) de bovinos mestiços, variando de 0,14 a 0,27. Em estudo relacionado, Malau-Aduli et al. (2000) estimaram herdabilidade para as proporções de ácidos graxos em amostras de biópsia coletadas ao desmame (0,03 a 0,31) e amostras colhidas no momento do abate em várias raças taurinas (0,02 a 0,44). Já Tait et al. (2007) relataram estimativas de herdabilidade para a percentagem de ácido graxo no tecido adiposo e para concentração de ácido graxo na carne em bovinos da raça Angus, que variaram de 0,06 a 0,27, e de 0,20 a 0,49, respectivamente. Recentemente, Inoue et al. (2011) e Nogi et al. (2011) estimaram parâmetros genéticos para a composição de ácidos graxos em bovinos da raça Preta Japonesa (Wagyu). As estimativas de herdabilidade e correlações genéticas relatadas nestes trabalhos sugerem que mudanças na composição de ácidos graxos pela seleção direta ou indireta são plausíveis.

O valor da incorporação da composição de ácidos graxos em programas de melhoramento clássico pode ser questionado por vários motivos. De acordo com De Smet, Raes e Demeyer et al. (2004), a composição de ácidos graxos não é uma característica única e ainda não está claro qual ou quais ácidos graxos ou parâmetros derivados devem ser incluídos como critérios em um programa de melhoramento. Além disso, a mensuração da composição de ácidos graxos em um número expressivo de animais para a predição dos valores genéticos não é viável no presente a um custo razoável.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Animais e informações sobre manejo

Para a análise das características de carcaça e carne foram utilizados dados de 1826 machos da raça Nelore terminados em confinamento, com idade ao redor de dois anos de idade, provenientes de 11 fazendas que integram três programas de melhoramento genético (DeltaGen, CRV PAINT e Nelore Qualitas). A avaliação dos animais nestas fazendas é realizada para várias características de importância econômica como, pesos em várias idades, escores visuais para características morfológicas como a conformação da carcaça, sua musculosidade e precocidade. O banco de dados fenotípicos e de genealogia completos com as informações constantes dos arquivos zootécnicos destes programas foi disponibilizado. O critério utilizado nas fazendas para o abate dos animais foram o peso (500 a 550 kg.) e grau de acabamento.

As épocas de nascimento dos bezerros concentraram-se de agosto a outubro e novembro a janeiro, e os mesmos foram mantidos com suas mães até os sete meses de idade. Os animais foram criados em sistema de pastagem, com lotação variando de 1,2 a 1,6 UA/ha, utilizando forrageiras do gênero *Brachiaria sp* e *Panicum sp*, com sal mineral à vontade. Após o sobreano, os animais que não foram selecionados para reprodutores, foram destinados para o abate e permaneceram no confinamento por um período de no mínimo 90 dias. No confinamento, a relação volumoso:concentrado variou entre 50:50 para 70:30, dependendo da fazenda. Foram utilizados volumosos de alta qualidade como silagem de planta inteira de milho ou sorgo. Como concentrado energético foi utilizado grãos de milho e/ou sorgo, e grãos de soja, farelo de soja, ou girassol como concentrado protéico. A composição da dieta foi obtida em cada confinamento em virtude das possíveis alterações que a dieta possa causar sobre a composição dos ácidos graxos. Contudo, o efeito da dieta ou manejo no confinamento foi ajustado no modelo, uma vez que este efeito foi considerado na formação dos grupos de contemporâneos.

Para a formação dos lotes de abate foram utilizados dados dos animais em relação à fazenda de nascimento, ano e época de nascimento, e manejo alimentar desde o nascimento até o abate.

4.2 Características estudadas

4.2.1 Características da carcaça e carne

As carcaças dos animais selecionados foram resfriadas em câmaras frias por pelo menos 24h *post-mortem*, quando foram retiradas amostras de 2,54 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé) na região da 12^a - 13^a costelas das meias-carcaças esquerdas. As amostras de carnes não foram maturadas, apenas foram resfriadas por período de 48h após o abate a fim de se evitar as possíveis variações individuais de estabelecimento do *rigor mortis* nas carcaças.

As análises foram realizadas no laboratório do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp – Jaboticabal. A área de olho de lombo foi medida pelo método do quadrante de pontos (onde cada quadrado corresponde a um cm²), o qual foi colocado sobre a amostra, e a soma de todos os quadrados corresponde à área de olho de lombo do animal. Para determinar a espessura de gordura subcutânea foi utilizado um paquímetro, foi medida a camada de gordura subcutânea localizada a um ângulo de 45 graus a partir do centro geométrico da amostra. Os valores de espessura de gordura subcutânea foram dados em milímetros.

Para a análise da maciez ou força de cisalhamento, foi utilizado o procedimento padronizado e proposto por Wheeler, Koohmaraie e Shackelford (1995), onde as amostras foram descongeladas até atingirem temperatura de 2°C a 5°C, depois foram colocadas em grelhas identificadas, foram pesadas e assadas até atingirem temperatura interna de 71°C. Para controle dessa temperatura interna foram introduzidos nessas amostras um termopar ligado a um termômetro. Em seguida as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente, pesadas novamente e colocadas em geladeira por 12 a 24 horas. Logo após esse período, foram

extraídos dessas amostras 6 a 8 cilindros de carne, de $\frac{1}{2}$ polegada da região central da amostra em sentido longitudinal às fibras musculares, utilizando um dispositivo de mão dielétrico. Para a determinação da maciez foi utilizado o equipamento Salter Warner-Bratzler Shear Force mecânico com capacidade de 25 kg e velocidade de seccionamento de 20 cm/minuto. O valor de cada amostra foi dado pela média aritmética desses cilindros, expressos em quilogramas força (kgf).

4.2.2 Extração de lipídeos

A quantificação de lipídeos totais foi realizada no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal pertencente ao Departamento de Tecnologia da FCAV/Unesp e seguiu a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959), a qual demonstra eficácia na extração de todos os grupos de lipídeos encontrados em amostras frescas de alimentos. Foram utilizadas amostras de carne crua e moída e com pesos conhecidos aproximados a 3,0 g. Estas amostras foram transferidas para erlenmeyer de 250 mL, onde foram adicionados 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada.

Após homogeneização das amostras, com bastão de vidro para que as mesmas obtivessem o maior contato possível com os reagentes utilizados, os erlenmeyers foram colocados em mesa agitadora horizontal por 30 minutos. Em seguida foram adicionados 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução aquosa de sulfato de sódio 1,5%. As amostras foram agitadas por mais dois minutos e transferidas para tubos *falcon* de 50 mL e centrifugados a 1000Xg por dois minutos em temperatura ambiente (RT). Após a centrifugação foi descartada a camada sobrenadante e o restante foi filtrado em papel filtro, com o intuito de separar os fragmentos de amostra de carne da solução contendo os lipídeos que foram extraídos dessas amostras. As amostras foram filtradas em provetas graduadas de 25 mL e tiveram o valor do filtrado anotado, pois o volume de lipídeos extraído foi utilizado nos cálculos da quantidade de lipídeos totais. Foram medidos 5 mL do filtrado e transferido para becker de 50 mL previamente pesado, os beckers utilizados foram secos em estufa e esfriados em dessecador por pelo menos 24h

para depois serem pesados em seguida. O becker contendo amostra foi colocado em estufa a 110°C até evaporação total do solvente, depois foi resfriado em dessecador (O/N) e pesado.

As diferenças do peso inicial do becker (sem amostra) e peso final (com amostra e após evaporação do solvente), determinaram a quantidade percentual de lipídeos nas amostras.

4.2.3 Perfil de ácidos graxos em carne

A quantificação do perfil de ácidos graxos da carne foi realizada no Laboratório de Ciência da Carne pertencente ao Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ/USP. O perfil de ácidos graxos da carne foi determinado pelo método de extração de Folch, Lee e Sloane-Stanley (1957). Foi utilizada uma amostra de 2,5 g do centro do músculo *Longissimus dorsi*, acondicionada em um tubo Falcon de 50 mL. Os lipídeos foram extraídos por homogeneização da amostra com uma solução de clorofórmio e metanol 2:1. Em seguida os lipídeos foram isolados após a adição de solução de NaCl a 1,5% e centrifugação por 20 min a 2400 rpm. Os lipídeos isolados foram transferidos para um tubo de ensaio com tampa e secos com nitrogênio (N₂) em bloco digestor a 50 °C.

A gordura separada foi metilada e os ésteres metílicos foram formados de acordo com Kramer, Fellner e Dugan (1997). No tubo de ensaio com os lipídeos isolados e secos com N₂ (extração), foi adicionado metóxido de sódio e levado ao banho-maria por 10 minutos a 50 °C. Após o banho-maria foi resfriado em gelo por 5 minutos. Adicionou-se ácido clorídrico metanóico e levado ao banho-maria por 10 minutos a 80 °C. Foi retirado do banho-maria e resfriado em temperatura ambiente por 15 minutos. Adicionou-se hexano, carbonato de potássio e ficou em espera no escuro por 30 minutos. Retirou-se o sobrenadante e foi acondicionado em outro tubo de ensaio com sulfato de sódio. Os tubos foram resfriados em gelo por 30 minutos. Posteriormente foi retirado o sobrenadante e colocado em vial com padrão interno que foram secos com N₂ e depois diluídos em hexano para após fazer a leitura em cromatógrafo gasoso. Foi utilizado padrão interno C23:0 (tricosanóico) a fim de

corrigir as perdas durante o processo de metilação dos ácidos graxos. Os ácidos graxos foram quantificados por cromatografia gasosa (GC-2010 Plus - Shimadzu, auto-injetor AOC 20i), usando coluna capilar SP-2560 (100 m × 0,25 mm de diâmetro com 0,02 mm de espessura, Supelco, Bellefonte, PA). A temperatura inicial foi de 70 °C, com aquecimento progressivo (13 °C/min) até chegar a 175 °C, mantendo por 27 minutos. Em seguida, um novo aumento de 4 °C/minuto foi iniciado até 215 °C, mantendo durante 31 minutos. Hidrogênio (H₂) foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 40 cm³/s. Durante o processo de identificação foram utilizados os seguintes padrões: standard C4-C24 de ácidos graxos (F.A.M.E. mix Sigma®), C8-C28 (F.A.M.E. mix Sigma®), ácido vacênico C18:1 *trans*-11 (V038-1G, Sigma®), C18 CLA:2 *trans*-10, *cis*-12 (UC-61M 100mg), CLA e C18:2 *cis*-9, *trans*-11 (UC-60M 100mg), (NU-CHEK-PREP EUA ®) e ácido tricosanóico (Sigma®) para identificação dos ácidos graxos que foram formados durante a biohidrogenação de ácidos graxos insaturados.

A partir da concentração dos ácidos graxos individuais, foi calculada a proporção de ácidos graxos saturados (C12:0 + C14:0 + C15:0 + C16:0 + C17:0 + C18:0 + C20:0 + C22:0 + C24:0), ácidos graxos monoinsaturados (C18:1c9 + C18:1c11, c12, c13, c15, t6.8, t9, t10, t11, t12, t16 + C20:1 + C24:1), ácidos graxos poli-insaturados (C18:2c9.12 + C18:2c9t11 + C18:2t10 c12 + C18:t11 c15 + C22:2 + C18:2c0.12.15 + C20:3).

4.3 Análises genético-quantitativas

Foram realizadas análises estatísticas pelo método dos quadrados mínimos para cada uma das características estudadas e foram testados diferentes modelos em relação aos efeitos fixos a serem considerados. Para estimação dos componentes de variância, os efeitos fixos foram agrupados para formação de grupo de contemporâneos (GC). O GC foi formado por animais nascidos na mesma fazenda e safra, e do mesmo grupo de manejo ao sobreano. Foram eliminados GC com menos de três observações. O modelo utilizado para a estimação dos

componentes de (co)variâncias incluiu o efeito aleatório genético direto, o efeito fixo do GC, e a idade do animal ao abate como covariável (efeito linear).

Os componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos foram estimados utilizando inferência Bayesiana (GIANOLA; FERNANDO, 1986), considerando um modelo animal linear em análise multicaracterística com seis características, considerando peso de carcaça quente (PCQ), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), maciez (SF), porcentagem de lipídeos totais (LIP) mais um ácido graxo, com aplicação da amostragem de Gibbs, empregando o programa computacional GIBBS2F90 (MISZTAL et al., 2002). Na forma matricial, o modelo geral pode ser representado da seguinte maneira:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{a} + \mathbf{e},$$

em que:

$\mathbf{y}$ é o vetor de observações; $\boldsymbol{\beta}$ é o vetor de efeitos fixos; $\mathbf{a}$ é o vetor dos efeitos genético aditivo direto; $\mathbf{X}$ é a matriz de incidência conhecida; $\mathbf{Z}$ é a matriz de incidência do efeito aleatório genético aditivo direto (associa o vetor $\boldsymbol{\beta}$ ao vetor $\mathbf{y}$); $\mathbf{e}$ é o vetor dos efeitos residuais. A distribuição *a priori* do vetor $\mathbf{y}$ foi considerada como:

$$\mathbf{y} \sim \mathbf{N}(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{a}, \mathbf{I}\sigma_e^2), \quad \mathbf{a} | \sigma_a^2 \sim \mathbf{N}(0, \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}) \quad \mathbf{e} | \sigma_e^2 \sim \mathbf{N}(0, \mathbf{I}\sigma_e^2),$$

em que:

σ_a^2 = é a variância genética aditiva direta; $\mathbf{A}$ é a matriz dos coeficientes de parentesco entre os animais; σ_e^2 é a variância residual; $\mathbf{I}$ é uma matriz identidade; $\mathbf{G}$ é a matriz de (co)variâncias genéticas.

Nas análises multicaracterísticas foram originadas cadeias com comprimentos de 2.500.000 iterações, em que as primeiras 1.000.000 iterações foram descartadas. Para estimação dos parâmetros as amostras foram armazenadas a cada 100 ciclos, construindo amostras com 25.000 informações. A convergência dos dados foi verificada com a avaliação gráfica, valores amostrados versus iterações e utilizando os critérios propostos por Geweke (1992), Heidelberger e Welch (1983) e Raftery e

Lewis (1992) por meio do software R, com o pacote de análises Bayesian Output Analysis (BOA) do software R 2.9.0 (The R Development Core Team, 2009).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas das características da carcaça e carne e do perfil de ácidos graxos da carne são apresentadas nas Tabela 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Estatística descritiva para as características de carcaça e carne.

Características¹	N	Média	Desvio-Padrão	CV	Máximo	Mínimo
AOL (cm²)	1759	68,59	8,59	12,52	100,00	40,00
EGS (mm)	1753	4,86	2,65	54,53	23,00	1,00
PCQ (kg)	1571	277,6	23,66	8,52	370,1	145,5
SF (kg/f)	1826	5,17	1,38	26,69	11,20	1,56
Lip (%)	1812	0,83	0,42	50,60	3,61	0,12

¹AOL: Área de Olho de Lombo; EGS: Espessura de Gordura Subcutânea; PCQ: Peso da Carcaça Quente; SF: Força de Cisalhamento; Lip: Porcentagem de Lipídeos

Os valores percentuais médios dos ácidos graxos de maior importância (C14:0, C16:0, C18:0, C18:1n9t, C18:1n9c, C18:2n6c, C18:3n3 e CLA cis 9 trans 11) encontrados neste estudo são semelhantes aos relatados por Metz et al. (2009), Rossato et al. (2010) e Nogi et al. (2011) (Tabela 3).

Os ácidos graxos apresentaram estimativas de herdabilidade moderadas a altas, variando de 0,32 a 0,82 para os ácidos graxos saturados, de 0,50 a 0,82 para os ácidos graxos monoinsaturados e de 0,34 a 0,52 para os ácidos graxos poliinsaturados, indicando que é possível obter resposta à seleção para a composição da gordura. Assim como para as características de carcaça e carne que também apresentaram estimativas de herdabilidade médias de moderadas a altas, variando de 0,22 a 0,40. Rezende et al. (2009) também trabalhando com bovinos Nelore, obtiveram estimativas de herdabilidade semelhantes às obtidas no presente estudo para as características da carcaça e carne, variando de 0,18 a 0,52.

Tabela 2. Estatística descritiva para o perfil de ácidos graxos da carne

Ácidos Graxos	N	Média	Desvio Padrão	CV	Mínimo	Máximo
C14:0 Mirístico	694	1,90	0,59	31,22	0,29	4,29
C14:1 Miristoléico	666	0,31	0,22	71,76	0,05	2,03
C15:0 Pentadecanóico	694	2,31	0,81	35,16	0,19	5,31
C16:0 Palmítico	694	18,89	3,69	19,56	3,75	29,94
C16:1 Palmitoléico	694	1,94	0,77	39,50	0,14	4,36
C17:0 Heptadecanóico	695	1,79	0,89	49,83	0,25	4,77
C17:1 cis10 Heptadecanóico	687	1,07	0,80	74,97	0,21	4,34
C18:0 Esteárico	695	12,09	3,15	26,05	0,13	21,56
C18:1 n9t Elaídico	429	1,27	2,88	226,91	0,01	18,20
C18:1 n9c Oléico	694	16,16	14,06	86,98	0,18	44,96
C18:1 t11 Vacênico	686	12,50	13,59	108,75	0,10	43,34
C18:2 n6c Linoléico	693	7,36	2,95	40,12	1,14	17,29
C18:3 n3 Linolênico	691	0,55	0,24	43,88	0,14	2,20
C20:3 n6 cis8,11,14 Eicosatrienóico	688	0,45	0,17	37,55	0,08	1,76
C20:3 n3 cis11,14,17 Eicosatrienóico	692	1,80	0,64	35,36	0,26	4,17
C24:0 Lignocérico	508	0,33	0,19	58,97	0,01	1,50
C22:6 n3 Docosaheptaenóico	692	0,86	0,35	40,89	0,12	2,37
C15:1 cis10 Pentadecanóico	643	0,17	0,10	56,37	0,07	2,02
C20:1 cis 11 Eicosenóico	178	0,12	0,05	38,63	0,03	0,26
CLA cis9 trans11	642	0,22	0,09	42,10	0,07	0,62
C21:0 Heneicosanóico	511	0,09	0,09	103,83	0,02	1,98
C22:0 Behênico	674	0,22	0,19	86,99	0,06	4,68
C24:1 Nervônico	675	0,26	0,15	57,31	0,04	2,34
C20:4 n6 Araquidônico	434	7,19	8,36	116,26	0,02	60,23

Tabela 3. Comparação dos valores percentuais médio dos ácidos graxos de maior importância (C14:0, C16:0, C18:0, C18:1n9t, C18:1n9c, C18:2n6c, C18:3n3 e CLA cis 9 trans 11) entre o presente estudo e os estudos de Metz et al. (2009), Rossato et al. (2010) e Nogi et al. (2011).

Ácido Graxo %	Média	METZ et al. (2009)	ROSSATO et al. (2010)		NOGI et al. (2011)
		Nelore Charolês x Nelore	Angus	Nelore	Wagyu
C14:0	2,24	3,04	2,27	2,66	2,47
C16:0	22,58	26,40	23,44	22,97	26,35
C18:0	13,98	17,85	19,07	18,00	10,76
C18:1n9c	33,84	-	33,60	32,13	51,27
C18:2n6c	5,83	-	2,60	3,30	2,26
C18:3n3	0,56	0,34	0,89	1,45	0,13
CLA cis9 trans11	0,25	0,26	0,50	0,66	-

As estimativas *a posteriori* das correlações genéticas (ra) entre as características da carcaça e carne (área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, peso da carcaça quente, maciez e lipídeos totais) com o perfil de ácidos graxos saturados foram apresentadas na Tabela 4 e com o perfil de ácidos graxos mono e poliinsaturados na Tabela 5.

Os ácidos graxos saturados (AGS) de maior relevância em relação às características da carcaça e da carne são o Mirístico (C14:0), Palmítico (C16:0) e Esteárico (C18:0). Estes ácidos graxos não são desejáveis em grande quantidade na carne, pois aumentam os níveis séricos de colesterol e das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), ocasionando assim doenças cardiovasculares (KATAN; ZOOCK; MENSINK, 1994). Dentre os três ácidos graxos, o Mirístico é ácido graxo que mais devemos prestar a atenção, uma vez que aumenta de 4 a 6 vezes a concentração de colesterol sérico em relação ao Palmítico (MENSINK e KATAN, 1992).

As estimativas de correlações genéticas entre os ácidos graxos saturados com as características da carcaça e da carne foram de baixas a moderadas, em sua

maioria negativa. A correlação genética entre a espessura de gordura subcutânea (EGS) foi moderada a baixa com os ácidos graxos saturados de maior importância, sendo que com o ácido Mirístico (C14:0) foi de 0,32 e com os ácidos Palmítico (C16:0) e Esteárico (C18:0) foram de -0,51 e -0,36, respectivamente. Em relação ao peso da carcaça quente (PCQ), estimativas de correlação genética moderada e negativa (-0,37 e -0,67) foram obtidas com os ácidos Mirístico e Palmítico e baixa com Esteárico (0,19). Observa-se uma correlação moderada e negativa entre maciez (SF) com os ácidos Palmítico e Esteárico (-0,53 e -0,30), enquanto que para o ácido Mirístico foi obtida uma correlação genética baixa (0,25). A porcentagem de lipídeos totais (Lip) apresentou estimativas de correlação genética moderadas para os ácidos Mirístico e Palmítico, com 0,57 e 0,47, respectivamente. Já para o ácido Esteárico obteve-se uma estimativa baixa (-0,19), sendo considerada muito próxima de zero, uma vez que a estimativa do HPD incluiu o zero no intervalo. Com exceção do ácido graxo Pentadecanóico (C15:0), para os ácidos graxos saturados de menor importância como Heptadecanóico (C17:0), Henecosanóico (C21:0) e Lignocérico (C24:0), as estimativas de correlações genéticas entre estes ácidos graxos com as características da carcaça e carne foram baixas e próximas de zero, sendo que o zero esteve incluso dentro do intervalo de HPD.

As estimativas de correlações genéticas entre as características da carcaça e carne com os ácidos graxos saturados indicam que selecionando para as características de carcaça e carne, provavelmente, deverão ocorrer mudanças na composição do perfil dos principais ácidos graxos saturados da carne.

Tabela 4. Média, desvio padrão (SD) e intervalo de alta densidade (HPD) da distribuição *a posteriori* das correlações genéticas entre as características da carcaça e carne com o perfil de ácidos graxos saturados.

Ácidos Graxos Saturados	Características ¹	Média	SD	HPD	
				Limite inferior	Limite superior
C14:0 Mirístico	AOL	-0,76	0,09	-0,92	-0,58
	EGS	0,32	0,09	0,13	0,50
	PCQ	-0,37	0,11	-0,58	-0,16
	SF	0,25	0,09	0,08	0,43
	Lip	0,57	0,11	0,34	0,77
C15:0 Pentadecanóico	AOL	-0,66	0,15	-0,93	-0,39
	EGS	-0,12	0,19	-0,51	0,23
	PCQ	0,42	0,18	0,13	0,79
	SF	-0,25	0,17	-0,62	0,07
	Lip	0,36	0,15	0,09	0,66
C16:0 Palmítico	AOL	0,42	0,18	0,09	0,79
	EGS	-0,51	0,23	-0,93	-0,10
	PCQ	-0,67	0,13	-0,90	-0,42
	SF	-0,53	0,14	-0,81	-0,25
	Lip	0,47	0,15	0,18	0,76
C17:0 Heptadecanóico	AOL	0,66	0,20	0,24	0,93
	EGS	0,01	0,36	-0,70	0,67
	PCQ	-0,02	0,12	-0,27	0,20
	SF	-0,23	0,16	-0,54	0,07
	Lip	0,27	0,24	-0,20	0,74
C18:0 Esteárico	AOL	0,88	0,07	0,75	0,99
	EGS	-0,36	0,09	-0,53	-0,19
	PCQ	0,19	0,09	0,01	0,35
	SF	-0,30	0,10	-0,49	-0,11
	Lip	-0,19	0,11	-0,40	0,02
C21:0 Heneicosanóico	AOL	-0,49	0,30	-0,96	0,06
	EGS	-0,07	0,19	-0,46	0,26
	PCQ	-0,04	0,20	-0,44	0,34
	SF	-0,08	0,24	-0,55	0,34
	Lip	0,25	0,25	-0,25	0,68
C24:0 Lignocérico	AOL	-0,40	0,43	-0,91	0,59
	EGS	-0,02	0,18	-0,33	0,34
	PCQ	0,01	0,15	-0,31	0,28
	SF	-0,25	0,27	-0,76	0,28
	Lip	0,28	0,24	-0,19	0,72

¹AOL: Área de Olho de Lombo; EGS: Espessura de Gordura Subcutânea; PCQ: Peso da Carcaça Quente; SF: Força de Cisalhamento; Lip: Porcentagem de Lipídeos

Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) são considerados benéficos à saúde, pois protegem o sistema cardiovascular com baixos níveis de colesterol sérico e altos níveis de HDL (lipoproteínas de alta densidade) (PENSEL, 1998; TAPIERO; NGUYEN-BA; COUVREUR, 2002). O HDL é responsável pelo transporte reverso do colesterol, removendo o excesso deste nos tecidos periféricos deixados pelo LDL e transportando-o para o fígado, onde ele é metabolizado e eliminado do organismo em forma de ácidos e sais biliares (HIRATA e HIRATA, 2002). O CLA cis 9 trans 11 (ácido linoléico conjugado) é um ácido graxo poli-insaturados que contribui para a saúde humana, sendo que o mesmo aumenta a atividade imunoestimulatória, antimutagênica e antioxidante (IP, 1997)

As estimativas de correlações genéticas entre os ácidos graxos mono e poliinsaturados mais importantes (C18:1n9c, C18:2n6c, CLA cis 9 trans 11 e C18:3n3) com as características de carcaça e carne, foram em sua maioria baixas, próximas de zero, uma vez que a estimativa do HPD incluiu o zero em seu intervalo. As características que diferenciaram foram área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) com os ácidos graxos Oléico (C18:1n9c) e Linoléico (C18:2n6c), sendo este último também com peso da carcaça quente (PCQ). As estimativas de correlações genéticas entre AOL com os ácidos Oléico e Linoléico foram -0,86 e -0,73, respectivamente, mostrando uma correlação genética alta e negativa. Este resultado não era esperado, uma vez que não existem fundamentos teóricos para tentar explicar este resultado. Provavelmente, este resultado está explicado por problemas nas análises e na estimação dos componentes de (co)variância, uma vez que foi evidenciado certa instabilidade nas cadeias e no processo de convergência.

Já para a EGS, a correlação genética obtida foi moderada com o ácido Oléico (0,55), enquanto que foi alta com o ácido Linoléico (0,74). Estimativa de correlação genética moderada (0,52) entre o PCQ com o ácido graxo Linoléico foram obtidas. Portanto, a seleção para aumentar a espessura de gordura subcutânea e o peso da carcaça quente, deverá aumentar de forma favorável a concentração dos ácidos graxos Oléico e Linoléico. Esses ácidos graxos são comumente conhecidos como ômega 9 e ômega 6, ou seja, são ácidos graxos essenciais para a saúde humana. Eles possuem características anti-inflamatórias e são precursores de hormônios

como a prostaglandina. Entretanto, a seleção para as características da carcaça e carne não deverá alterar a concentração dos ácidos CLA cis 9 trans 11 (Ácido Linoléico Conjugado) e Linolênico (C18:3n3). Uma maior concentração desses dois ácidos graxos na carne seria de grande importância, uma vez que o CLA é um agente antimutagênico e modulador do sistema imune e o ácido Linolênico (ômega 3), importante ácido graxo essencial, responsável pelo desenvolvimento do cérebro e proteção contra cardiopatias.

Tabela 5. Média, desvio padrão (SD) e intervalo de alta densidade (HPD) da distribuição *a posteriori* das correlações genéticas entre as características da carcaça e carne com o perfil de ácidos graxos mono e poliinsaturados.

Ácidos Graxos Mono e Poliinsaturados	Características ¹	Média	SD	HPD	
				Limite inferior	Limite superior
C14:1 Miristoléico	AOL	-0,21	0,16	-0,54	0,08
	EGS	0,70	0,20	0,28	0,98
	PCQ	0,24	0,16	-0,07	0,55
	SF	-0,47	0,21	-0,83	-0,05
	Lip	0,22	0,19	-0,15	0,58
C16:1 Palmitoléico	AOL	0,47	0,25	-0,01	0,94
	EGS	0,46	0,26	-0,06	0,92
	PCQ	-0,01	0,33	-0,56	0,69
	SF	-0,12	0,11	-0,33	0,10
	Lip	0,20	0,28	-0,31	0,75
C17:1 cis10 Heptadecanóico	AOL	0,70	0,12	0,47	0,92
	EGS	-0,50	0,20	-0,89	-0,16
	PCQ	-0,06	0,16	-0,37	0,22
	SF	-0,02	0,13	-0,27	0,25
	Lip	0,54	0,13	0,26	0,77
C18:1 n9c Oléico	AOL	-0,86	0,05	-0,96	-0,76
	EGS	0,55	0,12	0,32	0,77
	PCQ	0,03	0,10	-0,16	0,22
	SF	0,10	0,08	-0,06	0,26
	Lip	0,10	0,09	-0,07	0,27
C18:1 trans11 Vacênico	AOL	-0,77	0,06	-0,87	-0,64
	EGS	-0,29	0,19	-0,69	0,06
	PCQ	0,00	0,20	-0,34	0,38
	SF	0,64	0,14	0,33	0,86
	Lip	-0,35	0,14	-0,64	-0,07

(continuação)					
C18:2n6c Linoléico	AOL	-0,73	0,13	-0,99	-0,52
	EGS	0,74	0,12	0,51	0,95
	PCQ	0,52	0,16	0,21	0,81
	SF	-0,15	0,12	-0,38	0,08
	Lip	0,10	0,14	-0,15	0,38
CLA Cis9 Trans11	AOL	0,49	0,34	-0,09	0,97
	EGS	-0,19	0,24	-0,84	0,24
	PCQ	-0,23	0,24	-0,65	0,25
	SF	0,16	0,28	-0,32	0,69
	Lip	-0,24	0,29	-0,75	0,33
C18:3n3 Linolênico	AOL	-0,27	0,26	-0,77	0,25
	EGS	-0,02	0,14	-0,27	0,25
	PCQ	0,18	0,30	-0,38	0,80
	SF	0,16	0,25	-0,28	0,64
	Lip	0,01	0,28	-0,51	0,56
C20:3 n3 cis11,14,17 Eicosatrienóico	AOL	-0,81	0,11	-0,99	-0,61
	EGS	-0,34	0,19	-0,74	0,02
	PCQ	-0,11	0,14	-0,38	0,14
	SF	-0,62	0,13	-0,87	-0,36
	Lip	-0,25	0,14	-0,52	0,03
C20:3 n6 cis8,11,14 Eicosatrienóico	AOL	-0,66	0,15	-0,92	-0,41
	EGS	0,01	0,24	-0,44	0,46
	PCQ	0,01	0,25	-0,42	0,50
	SF	0,07	0,27	-0,57	0,55
	Lip	-0,05	0,32	-0,55	0,59
C22:6 n3 Docosaheptaenóico	AOL	-0,13	0,17	-0,43	0,20
	EGS	0,18	0,39	-0,56	0,79
	PCQ	0,23	0,17	-0,11	0,53
	SF	-0,25	0,26	-0,71	0,24
	Lip	0,03	0,28	-0,49	0,58
C24:1 Nervônico	AOL	0,39	0,39	-0,13	0,99
	EGS	0,11	0,27	-0,45	0,65
	PCQ	-0,08	0,23	-0,55	0,33
	SF	-0,09	0,19	-0,49	0,25
	Lip	-0,11	0,27	-0,59	0,37

¹AOL: Área de Olho de Lombo; EGS: Espessura de Gordura Subcutânea; PCQ: Peso da Carcaça Quente; SF: Força de Cisalhamento; Lip: Porcentagem de Lipídeos

Diferentemente dos AGS, as correlações genéticas entre AGMI e AGPI com as características da carcaça e carne foram baixas, próximas de zero, indicando que

mesmo à longo prazo, a seleção para as características de carcaça e carne não deverá interferir no perfil de ácidos graxos da carne. Nogi et al. (2011) trabalhando com bovinos da raça Preta Japonesa (Wagyu) estimaram correlações genéticas baixas (-0,28 a 0,36) e concluíram que mesmo com essas correlações e a não observação de antagonismos genéticos graves, se desejado, pode-se melhorar as características da carcaça e carne e as variáveis da composição dos ácidos graxos ao mesmo tempo. Os autores também concluíram que o melhoramento genético do gado de corte deve ser direcionado para as características de qualidade de gordura, tais como composição do perfil de ácidos graxos, pois se sabe que afetam não só a palatabilidade da carne, como a saúde humana.

Na Tabela 6, é apresentada a estatística descritiva do total de ácido graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. A recomendação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para o consumo diário para humanos de ácidos graxos saturados é de no máximo 22 g em 2.000 kcal de energia consumida. No presente estudo, em 100 g de carne obteve-se 43,2 g de ácidos graxos saturados (Tabela 6), enquanto que Metz et al. (2009) trabalhando com animais cruzados (CharolêsxNelore) obtiveram 51,8 g para animais superjovens e 52,5 g para animais jovens.

Tabela 6. Estatística descritiva do total de ácido graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados

Ácidos Graxos	N	Média	SD	CV	Mínimo	Máximo
Saturados	695	43,19	8,79	20,36	14,55	82,55
Monoinsaturados	695	32,99	7,69	23,30	4,50	57,50
Poliinsaturados	695	11,19	3,98	35,55	2,02	24,41

As estimativas de correlações genéticas entre as características de carcaça e carne e o perfil de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados (Tabela 7) variaram de -0,89 a 0,76. A AOL apresentou estimativas de correlação genéticas com os ácidos graxos saturados, mono e poliinsaturados de -0,38, -0,89 e -0,28, respectivamente. Estas estimativas sugerem que a seleção para as características de carcaça e carne deve alterar a concentração dos ácidos graxos

saturados, mono e poliinsaturados. Porém para os ácidos saturados, a maioria das estimativas de correlações genéticas foi próxima de zero, uma vez que a estimativa de HPD incluiu zero em seu intervalo. Para a EGS, as estimativas de correlações genéticas com os ácidos graxos saturados e poliinsaturados foram de moderadas a altas (0,76 e 0,40, respectivamente). Já para os ácidos graxos monoinsaturados, espera-se uma queda na concentração desses ácidos, uma vez que a estimativa da correlação genética entre EGS com os ácidos monoinsaturados foi moderada e negativa. Para PCQ as estimativas de correlações genéticas com os ácidos graxos saturados (0,18), monoinsaturados (0,23) e poliinsaturados (0,26) foram próximas de zero, uma vez que o zero está incluso no intervalo da estimativa do HPD para os ácidos graxos saturados e monoinsaturados. Portanto, a seleção para aumentar o PCQ não deverá alterar a composição do perfil de ácidos graxos da carne.

Para as características da carne (SF e Lip) as estimativas de correlações genéticas entre os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados foram próximas de zero, uma vez que as estimativas de HPD incluíram zero em seu intervalo. A estimativa de correlação genética entre o Lip e os ácidos graxos monoinsaturados foi baixa (0,22). Cabe destacar, que os intervalos de confiabilidade (HPD) para as estimativas de correlação genética foram amplas em virtude do baixo número de observações e da estrutura de dados. Portanto os resultados obtidos no presente estudo devem ser tratados com cautela.

Tabela 7. Média, desvio padrão (SD) e intervalo de alta densidade (HPD) da distribuição *a posteriori* das correlações genéticas entre as características da carcaça e carne com o perfil de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados.

Ácidos Graxos	Características ¹	Média	SD	HPD	
				Limite inferior	Limite superior
Saturados	AOL	-0,38	0,21	-0,74	0,12
	EGS	0,76	0,16	0,53	0,98
	PCQ	0,18	0,25	-0,22	0,70
	SF	-0,20	0,20	-0,56	0,22
	Lip	0,03	0,21	-0,38	0,42
Monoinsaturados	AOL	-0,89	0,07	-1,00	-0,74
	EGS	-0,43	0,18	-0,80	-0,11
	PCQ	0,23	0,13	-0,04	0,49
	SF	0,16	0,11	-0,05	0,39
	Lip	0,22	0,10	0,03	0,41
Poliinsaturados	AOL	-0,28	0,11	-0,47	-0,06
	EGS	0,40	0,16	0,11	0,75
	PCQ	0,26	0,14	0,02	0,53
	SF	-0,18	0,18	-0,54	0,14
	Lip	0,10	0,17	-0,20	0,44

¹AOL: Área de Olho de Lombo; EGS: Espessura de Gordura Subcutânea; PCQ: Peso da Carcaça Quente; SF: Força de Cisalhamento; Lip: Porcentagem de Lipídeos

O perfil de ácidos graxos da carne é uma característica de difícil mensuração e alto custo, diferentemente das características de carcaça e carne que são mais fáceis de serem obtidas. Sendo assim, é muito importante identificar características indicadoras que estejam associadas com o perfil de ácidos graxos. Existem poucos trabalhos sobre associação genética entre o perfil de ácidos graxos da carne e as características da carcaça e carne em bovinos, sendo os mesmos utilizando raças taurinas. Os resultados deste trabalho são inéditos, uma vez que é o primeiro estudo que estima a associação genética entre estas características com animais *Bos indicus*, e vem fornecer subsídios para melhorar o perfil de ácidos graxos da carne, produzindo um alimento mais saudável para o consumidor, uma vez, que no Brasil a maior parte da população de bovinos é zebu.

6. CONCLUSÃO

A seleção para as características de carcaça e carne podem ser utilizadas para melhorar a composição dos ácidos graxos da carne, uma vez que é possível diminuir a concentração dos principais ácidos graxos saturados da carne. Espera-se que a seleção para aumentar a concentração dos ácidos graxos mono e poliinsaturados por meio da seleção direta para as características da carcaça e carne seja menos plausível.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Balanço da pecuária. Disponível em: <www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>. Acesso em 26 julho 2014.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Gorduras saturadas e gorduras trans: o laboratório e a vigilância em saúde. Disponível em: <www.anvisa.gov.br/alimentos/aulas/enaal_2009/gst.ppt>. Acesso em 16 julho 2014.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification, *Canadian Journal. Biochemistry and Physiology*, 3:911–917, 1959.

BURROW, H.M.; MOORE, S.S.; JOHNSTON, D.J.; BARENDSE, W.; BINDON, B.M. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.893-919, 2001.

CREWS, D.H., JR, FRANKE D.E. Heterogeneity of variances for carcass traits by percentage Brahman inheritance. *Journal of Animal Science* , v.76, p.1803–1809, 1998.

DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research*, 53: 81–98, 2004.

DEMEYER D., DOREAU M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids, *Proceedings Nutrition Society*, 58:593–607, 1999.

DEVITT, C.J.B., WILTON, J.W., MANDELL, I.B. In: *WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION*, 31:455–458, 2002.

FELÍCIO, P.E. Fatores *ante e post mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) **Produção do novillo de corte**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, p.79-97, 1997.

FERREIRA, J. J., BRONDANI, I. L., LEITE, D. T., RESTLE, J., FILHO, D. C. A., MISSIO, R. L., HECK, I., SEGABINAZZI, L. R. Características da carcaça de tourinhos Charolês e mestiços Charolês x Nelore terminados em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 191-196, 2006.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G.H. A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipides from Animal Tissues, **Journal of Biology and Chemistry**, v. 226, p. 497–509, 1957.

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*, v.56, p.173-180, 2000.

GANDEMER G. Lipids and meat quality: lipolysis, oxidation, Maillard reaction and flavour, *Science Aliments*, 19:439–458, 1999.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to calculating posterior moments. In: BERNARDO, J. M.; BERGER, J. O.; DAWID, A. P. AND SMITH, A. F. M. *Bayesian Statistics*. 4th ed. Oxford: Oxford University Press, 1992.

GIANOLA, D.; FERNANDO, R. L. Bayesian methods in animal breeding theory. *Journal of Animal Science*, v. 63, p. 217-244, 1986.

GILLIS A.T., ESKIN N.A.M., CLIPLEF R.L. Fatty acid composition of bovine intramuscular and subcutaneous fat as related to breed and sex, *Journal of Food Science*, 38, 408–411, 1973.

HEIDELBERGER, P.; WELCH, P. D. Simulation run length control in the presence of an initial transient. *Operations Research*, Baltimore, v.31, p.1109-1144, 1983.

HIRATA, M. H.; HIRATA, R. D. C. Transporte de ácidos graxos no plasma. In: CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, C. K.; PROCOPIO, J. (1 Ed.). **Entendendo a gordura: ácidos graxos**. Barueri, São Paulo, 2002. cap. 7, p. 61-72

HUERTA-LEIDENZ, N.O., CROSS, H.R., SAVELL, J.W., LUNT, D.K., BAKER, J.F., PELTON, L.S., SMITH, B. Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. *Journal of Animal Science*, 71:625-630, 1993.

HUERTA-LEIDENZ, N.O., CROSS, H.R., SAVELL, J.W., LUNT, D.K., BAKER, L.S., SMITH, B. Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from male calves at different stages of growth. *Journal of Animal Science*, 74:1256-1264, 1996.

INOUE, K., KOBAYASHI, M., SHOJI, N., KATO, K. Genetic parameters for fatty acid composition and feed efficiency traits in Japanese Black cattle. *Animal*, 5:987–994, 2011.

IP, C. Review of the effects of trans fatty acids, oleic acid, n-3 polyunsaturated fatty acids, and conjugated linoleic acid on mammary carcinogenesis in animals. *American Journal of Clinical Nutrition*, 66:1523-1529, 1997.

JAKOBSEN K. Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives, *Fett/Lipid* 101, S475–S483, 1999.

KATAN, M. B.; ZOOCK, P. M.; MENSINK, R. P. Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans: an overview. *American Journal for Clinical Nutrition*, Bethesda, 60:1017-1022, 1994.

KOOHARAIE, M., KENT, M.P., SHACKELFORD, S.D. et al. **Meat Science**, 62:345–352, 2002.

KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C.; WILTON, J.W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. **Animal Breeding Abstracts**, v.62, p.309–338, 1994.

KRAMER, J. K. G.; FELLNER, V.; DUGAN, M. E. R. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. **Lipids**, v. 32, p. 1219–1228, 1997.

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

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1 ed. São Paulo, 2000. 134 p.

MALAU-ADULI A.E.O., EDRISS M.A., SIEBERT B.D., BOTTEMA C.D.K., DELAND M.P.B., PITCHFORD W.S. Estimates of genetic parameters for triacylglycerol fatty acids in beef cattle at weaning and slaughter. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 83:169–180, 2000.

MALAU-ADULI A.E.O., SIEBERT B.D., BOTTEMA C.D.K., PITCHFORD W.S., Breed comparison of the fatty acid composition of muscle phospholipids in Jersey and Limousin cattle. *Journal of Animal Science*, 76:766–773, 1998.

MALAU-ADULI A.E.O., SIEBERT B.D., BOTTEMA C.D.L., PITCHFORD W.S. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Australian Journal Agricultural Research*, 48:715–722, 1997.

MARSHALL, D.M. Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2745–2755, 1994.

MEIRELLES, S.L.; ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, H.N.; REGINATO, L.C.A. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1437-1442, 2010.

MENSINK, R. P.; KATAN, M. B. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: A meta-analysis of 27 trials. *Arterioscler. Thromb.* 12:911–919, 1992.

METZ, P. A. M.; MENEZES, L. F. G.; SANTOS, A. P.; BRONDANI, I. L., RESTLE, J.; LANNA, D. P. D. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 523-531, 2009.

MILLS, E.W., COMERFORD, J.W., HOLLENDER. R., HARPSTER. H.W., B. HOUSE, HENNING. W.R. Meat composition and palatability of Holstein and beef steers as influenced by forage type and protein source. *Journal of Animal Science*, 70:2446-2451, 1992.

MISZTAL, I., TSURUTA, S., STRABEL, T., AUVRAY, B., DRUET, T., LEE, D. H. BLUPF90 and related programs (BGF90). *Proc. 7th World Congress on Genetics*

Applied to Livestock Production. Montpellier, France. Communication No 28-07, 2002.

NOGI T., HONDA, T., MUKAI, F., OKAGAKI, T., OYAMA, K. Heritabilities and genetic correlations of fatty acid compositions in longissimus muscle lipid with carcass traits in Japanese Black cattle. *Journal of Animal Science*, 89:615–621, 2011.

NÜRNBERG, K., WEGNER, J., ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestock Production Science*, 56:145-156, 1998.

PENSEL, N. The future of red meat in human diets. *Nutrit. Abstrac. Rev. (Series A)*, Farnham Royal, 68:1-4, 1998.

PITCHFORD W.S., DELAND M.P.B., SIEBERT B.D., MALAU-ADULI A.E.O., BOTTEMA C.D.K. Genetic variation in fatness and fatty acid composition of crossbred cattle. *Journal Animal Science*, 80, 2825–2832, 2002.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2009.

RAFTERY, A. E.; LEWIS, S. M. How many iterations in the Gibbs sampler? In: J. M. Bernardo, J. O. Berger, A. P. Dawid, A. F. M. Smith (Eds.), *Bayesian statistics 4*. Oxford: Oxford University Press. pp. 763-773, 1992.

REZENDE, F. M.; FERRAZ, J. B. S.; GROENEVELD, E.; MOURÃO, G. B.; BONIN, M. N.; OLIVEIRA, P. S.; ELER, J. P. Estimation of genetic and phenotypic parameters for meat and carcass trait in Nelore bulls In: 60th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, 2009, Barcelona. **60th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. Wageningen Academic Publishers Abstract and Congress Management Application**, 2009.

RILEY, D.G.; CHASE JR, C.C.; HAMMOND, A.C.; WEST, R.L.; JOHNSON, D.D.; OLSON, T.A.; COLEMAN, S.W. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. *Journal of Animal Science*, v.80, p.955-962, 2002.

ROCHA, C.E. **Fatores que influenciam características e valor da carcaça em um rebanho de bovinos da raça Nelore**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1999. 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1999.

ROSSATO, L. V.; BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, E. C.; GAMA, L. T.; BESSA, R. J. B.; ALVES, S. P. A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1127-1134, 2010.

RULE D.C., MACNEIL M.D., SHORT R.E. Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of the ground

carcass and Longissimus muscle of beef steers. *Journal Animal Science*, 75:1525–1533, 1997.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M.F.; CROUSE, J.D.; REAGAN, J.O. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. ***Journal of Animal Science***, v.69, p.171, 1991.

SIEBERT B.D., DELAND M.P., PITCHFORD W.S. Breed differences in the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipid of early and late maturing, grain-finished cattle. *Australian Journal Agricultural Research*. 47:943–952, 1996.

TAIT, R., JR., S. ZHANG, T. KNIGHT, J. MINICK BORMANN, D. BEITZ, AND J. REECY. 2007. Heritability estimates for fatty acid quantity in Angus beef. *Journal of Animal Science*, 85(Suppl. 2):58, 2007.

TAMMINGA, S.; DOREAU, M. Lipids and rumen digestion. In: JOUANY, J.P. (Ed.). *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion*. Paris: INRA, 151-164, 1991.

TAPIERO, H.; NGUYEN-BA, G.; COUVREUR, P. et al. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. Review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56:215-222, 2002.

USDA. United State Department of Agriculture. Disponível em <www.usda.gov>. Acesso em 26 maio 2014.

WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.D. **Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for meat tenderness measurement**. Clay Center: Roman L. Hruska U. S.MARC. USDA, 7p., 1995.

WOOD J.D., ENSER M., FISHER A.V., NUTE G.R., RICHARDSON R.I., SHEARD P.R., Manipulating meat quality and composition, *Proceeding Nutrition Society*, 58:363–370, 1999.

WOOD, J.D., RICHARDSON, R.I, NUTE, G.R., FISHER, A.V., CAMPO, M.M., KASAPIDOU, E., SHEARD, P.R., ENSER, M.. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66:21-32, 2003.

XIE Y.R., BUSBOOM J.R., GASKINS C.T., JOHNSON K.A., REEVES J.J., WRIGHT R.W., CRONRATH J.D. Effects of breed and sire on carcass characteristics and fatty acid profiles of crossbred Wagyu and Angus steers. *Meat Science*, 43:167–177, 1996.