

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**INDICADORES DE MUSCULOSIDADE DERIVADOS DA
ÁREA DE OLHO DE LOMBO E SUAS ASSOCIAÇÕES
COM CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE BOVINOS
NELORE**

Bruna Silva Marestone

CAMPO GRANDE, MS

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

INDICADORES DE MUSCULOSIDADE DERIVADOS DA ÁREA DE
OLHO DE LOMBO E SUAS ASSOCIAÇÕES COM
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE BOVINOS NELORE

Muscle indicators derived from the ribeye area and their associations with
carcass traits of Nelore cattle

Bruna Silva Marestone

Orientador: Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Junior

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do
título de Mestre em Ciência Animal.

Área concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, 2017

Certificado de aprovação

BRUNA SILVA MARESTONE

**Indicadores de musculosidade derivados da área de olho de lombo e suas associações
com características de carcaça em bovinos Nelore**

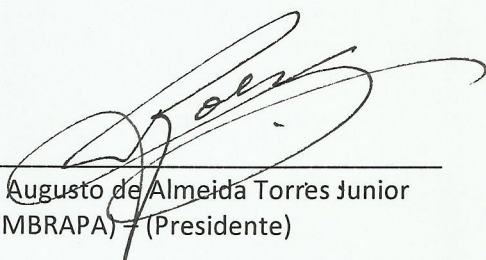
**Muscle indicators derived from the ribeye area and their associations with carcass
traits of Nelore cattle**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, como requisito à obtenção do
título de mestra em Ciência Animal.

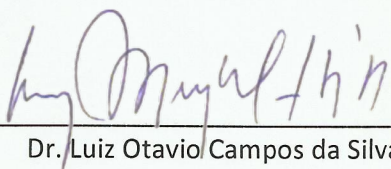
Área de concentração:
Produção Animal.

Aprovado(a) em: 14-12-2017

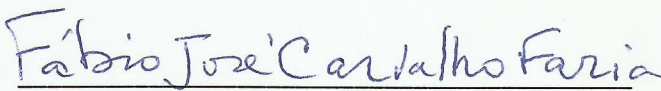
BANCA EXAMINADORA:



Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Junior
(EMBRAPA) - (Presidente)



Dr. Luiz Otavio Campos da Silva
EMBRAPA



Dr. Fábio José Carvalho Faria
UFMS

*A Cecília e João, meus pais, pelo constante apoio e
a confiança em mim depositada...*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus pelo dom da vida e por Ele colocar pessoas tão especiais ao meu lado e quem sem elas, eu não teria chegado até aqui!

Aos meus pais, Cecília e João, pelo amor incondicional. Pelo apoio em todos os momentos dessa etapa, além de sempre acreditarem no meu potencial e por fazer eu acreditar que era capaz, mesmo quando tudo parecia impossível. Meu eterno amor e respeito!

Aos meus verdadeiros amigos, pelos momentos divididos nessa jornada e pelo apoio, ajudando essa caminhada a ser mais leve.

Ao meu coorientador Dr. Luiz Otávio Campos da Silva, pela oportunidade de trabalhar junto à excelentes profissionais da área do melhoramento genético animal. Pelos ensinamentos compartilhados, incentivo e amizade.

A Andrea Gondo pela amizade e todo o apoio nesse período.

Ao Programa Geneplus pela disponibilização dos dados utilizados nesse estudo e ao Dr. Paulo Roberto Costa Nobre, pela paciência e ensinamentos que foram fundamentais.

Ao Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Junior, pela orientação.

Ao Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte (CNPGC – EMBRAPA), pela oportunidade concedida de eu ser bolsista e adquirir experiência.

Ao Programa de Pós-Graduação a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul e a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, pelo curso de mestrado em Ciência Animal.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

"O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia."

(Robert Collier)

*"A lógica pode levar de um ponto A a um ponto B. A imaginação
pode levar a qualquer lugar."*

(Albert Einstein)

MARESTONE, B. S. Indicadores de musculosidade derivados da área de olho de lombo e suas associações com características de carcaça de bovinos Nelore. 2017. 48 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi estimar os parâmetros genéticos do peso ao sobreano ajustado para os 550 dias de idade (PS), conformação frigorífica ao sobreano (CF), área de olho de lombo (AOL), área de olho de lombo ajustada por 100 kg de peso corporal (AOL100), espessura subcutânea no lombo (EGS), espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP), gordura intramuscular (GI) e relação altura x largura do contrafilé (RATIO), além de propor um novo indicador de musculosidade, a área de olho de lombo ajustada por 450 kg de peso corporal (AOL450). As informações são provenientes de bovinos da raça Nelore, com idades na avaliação de carcaça de 320 a 775 dias. Os efeitos fixos de grupo de contemporâneos, como covariáveis os efeitos de idade da vaca ao parto (linear e quadrático) e idade do animal na data da ultrassonografia, além dos efeitos aleatórios genético aditivo direto e residual. Os componentes de variância foram estimados pelo método de Máxima Verossimilhança Restrita, por meio do modelo animal tri-caráter, utilizando-se o PS como âncora. As herdabilidades estimadas foram: 0,39, 0,33, 0,31, 0,42, 0,38, 0,30, 0,17, 0,27 e 0,41 para PS, CF, AOL, AOL100, AOL450, RATIO, EGS, EGP e GI, respectivamente. A correlação genética estimada entre PS e AOL (0,43) e PS e CF (0,78) foram moderadas, indicando que a seleção para AOL ou CF implicará no aumento do peso corporal. Houve correlação genética negativa entre PS e AOL100 (-0,38), sugerindo que o mesmo não é um indicador de musculosidade eficiente. Para a AOL450 e o RATIO, observou-se baixa correlação genética (-0,12 e 0,11, respectivamente) com PS, porém o RATIO apresentou maior correlação genética com CF (0,15) quando comparada a correlação entre CF e AOL450 (0,06). Assim, conclui-se que a AOL450 comportou-se como melhor indicador de musculosidade para ser utilizado.

Palavras Chave: conformação frigorífica, correlação genética, herdabilidade, ultrassom

MARESTONE, B. S. Muscle indicators derived from the ribeye area and their associations with carcass traits of Nellore cattle. 2017. 48 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the genetic parameters of yearling weight adjusted to 550 days (PS), slaughter conformation at yearling age (CF), ribeye area (AOL), ribeye area adjusted for 100 kg (AOL100), rib fat thickness (EGS), rump fat thickness (EGP), percent intramuscular fat (GI) and height-to-width relation of the steak (RATIO), besides proposing a new indicator of muscularity, the ribeye area adjusted for 450 kg body weight (AOL450). The information is from Nellore cattle, with ages in the carcass evaluation of 320 to 775 days. The fixed effects of contemporary group, as covariates the effects of age of cow at calving (linear and quadratic) and age of the animal at the date of ultrasound, in addition to random additive and direct genetic effects. The components of variance were estimated by the Restricted Maximum Likelihood, using the tri-character animal model, using the PS as an anchor. The estimated heritability were: 0.39, 0.33, 0.31, 0.42, 0.38, 0.30, 0.17, 0.27 and 0.41 for PS, CF, AOL, AOL100, AOL450, RATIO, EGS, EGP and GI, respectively. The estimated genetic correlation between PS and AOL (0.43) and PS and CF (0.78) were moderate, indicating that selection for AOL or CF will imply an increase in body weight. There was a negative genetic correlation between PS and AOL100 (-0.38), suggesting that it is not an effective indicator of muscularity. For AOL450 and RATIO, there was a low genetic correlation (-0.12 and 0.11, respectively) with PS, but RATIO presented a higher genetic correlation with CF (0.15) when compared to the correlation between CF and AOL450 (0.06). Thus, it is concluded that the AOL450 behaved as the best indicator of muscularity to be used.

Keywords: genetic correlation, heritability, slaughter conformation, ultrasound

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 CRESCIMENTO ANIMAL	11
2.2 CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA MENSURADAS VIA ULTRASSONOGRRAFIA	14
2.2.1 ÁREA DE OLHO DE LOMBO	16
2.2.2 ESPESSURA DE GORDURA SUBCUTÂNEA	19
2.2.3 GORDURA INTRAMUSCULAR	20
2.3 CONFORMAÇÃO FRIGORÍFICA	21
3. HIPÓTESES A SEREM TESTADAS	23
4. OBJETIVOS	24
4.1 OBJETIVO GERAL	24
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
5. REFERÊNCIAS	25
ARTIGO I.....	32
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	34
Resultados e discussão	38
Conclusão	44
Agradecimentos.....	44
Referências	44

1. INTRODUÇÃO

A carne é o principal produto derivado da pecuária de corte, sendo o Brasil destaque na produção, exportação e comercialização deste produto. A produtividade da pecuária de corte atribui-se, em grande parte do território nacional, a rebanhos constituídos por raças zebuínas. Os zebuínos apresentam grande rusticidade, caracterizada pela adaptação às condições climáticas das regiões tropicais e pela resistência e tolerância aos endo e ectoparasitas, bem como a algumas doenças infectocontagiosas (Hadlich et al., 2013). Segundo Rosa et al. (2016), estima-se que 87,7% do rebanho de corte nacional seja de origem zebuína e dentre os zebuínos, 121,6 milhões, em torno de 78% de todo o rebanho de corte brasileiro, têm a raça Nelore em sua composição genética predominante.

Diante da importância econômica da cadeia da carne bovina, pode-se admitir que quaisquer aumentos na eficiência geram impactos expressivos na economia nacional. Com isso, entre as ferramentas disponíveis para elevar a eficiência dos rebanhos, estão às avaliações genéticas, as quais possibilitam a identificação e seleção dos indivíduos geneticamente superiores.

A técnica de ultrassom possibilita prever, em animais vivos, as características de carcaça importantes à produção animal. Através da coleta de imagens, em regiões específicas de determinados músculos, a fim de se obter medidas de área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura na garupa e marmoreio.

Com relação à área de olho de lombo (AOL), trata-se de uma característica indicadora da composição da carcaça, estando relacionada à musculabilidade e é utilizada como indicador de rendimentos dos cortes de alto valor comercial (Luchiari Filho, 2000). Entretanto, alguns trabalhos observaram correlação positiva da AOL com peso corporal (Alves et al., 2010; Meirelles et al., 2010; Sugisawa et al., 2013), o que pode resultar na seleção indireta de animais de maior tamanho e, provavelmente, com maiores exigências nutricionais, caso ela seja usada na seleção. Além disso, por estar relacionada com o peso e, possivelmente, com o tamanho do animal, pode ter sua função como indicadora de musculabilidade comprometida. Neste contexto, Bergen et al. (1997) explicaram que a medida da AOL ajustada por 100 kg de peso corporal (AOL100), permite a melhor interpretação da característica, reduzindo o viés causado pelo tamanho e identificando animais com maior desenvolvimento muscular.

Diversos trabalhos realizaram o ajuste da AOL para diferentes características, como peso corporal (Turner et al., 1990; Bergen et al., 1997; Sugisawa et al., 2002, 2006; Rodrigues et al., 2010), peso de carcaça fria (Restle et al., 1999, 2002; Rocha Junior et al., 2010), peso da carcaça quente (Strada et al., 2015) e peso do corpo vazio (Peron et al., 1995; Alves et al., 2004). Ressalta-se que, algumas informações utilizadas nos ajustes, somente estão disponíveis apenas após o abate dos animais. Além disso, não foram estimados herdabilidades e correlações genéticas entre AOL e AOL ajustada, ou dos ajustes propostos com o peso corporal.

Considerando a importância das características de carcaça na escolha de animais superiores, objetivou-se com esse estudo, avaliar as diferenças entre os possíveis indicadores de musculabilidade, (AOL, AOL100 e relação altura x largura do contrafilé), através da estimação dos componentes de (co)variância e dos parâmetros genéticos, junto às características de conformação frigorífica ao sobreano, espessura de gordura subcutânea no lombo e, na picanha e a gordura intramuscular. Além de, propor e avaliar junto às demais características, um novo indicador de musculabilidade, denominado AOL450 (área de olho de lombo ajustada para 450 kg de peso corporal), com o propósito de apresentar baixa correlação com peso corporal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CRESCIMENTO ANIMAL

O maior interesse da bovinocultura de corte está na produção de carne, onde a carcaça é o principal produto ofertado à indústria. Assim, o rendimento de carne na carcaça, dependerá do seu conteúdo de músculo estriado e da sua relação com a ossatura e a gordura (Sainz e Araujo, 2001). O maior objetivo quando se tenta mudar a composição da carcaça é a obtenção de maior proporção de músculos, nível adequado de gordura e um mínimo de ossos (Luchiari Filho, 2000).

Segundo Bridi e Constantino (2009), o crescimento dos animais apresenta características alométricas, onde cada tecido possui em um determinado momento uma velocidade diferente de crescimento, sendo que, o primeiro tecido a ser depositado é o nervoso, seguido do tecido ósseo, muscular e adiposo.

Desse modo, a proporção de músculo na carcaça aumenta conforme o incremento de peso do animal, que ocorre antes do período de rápido acúmulo de gordura e, decresce na fase de terminação (Sainz e Araujo, 2001).

A forma dessas curvas e as proporções dos componentes da carcaça podem variar de acordo com o genótipo, o sexo, uso de anabolizantes e a alimentação, influenciando no rendimento de carne na carcaça (Sainz e Araujo, 2001).

O crescimento e o desenvolvimento de cada tecido assumem uma curva sigmoide, obedecendo uma ordem preferencial de formação, assim como dos tecidos vitais do organismo (Luchiari Filho, 2000). A curva sigmoide pode ser dividida em duas etapas. Segundo Berg e Butterfield (1976) e Owens (1993), o crescimento durante a primeira etapa da vida é lento, seguido de um período de auto aceleração, até atingir o ponto máximo da taxa de crescimento, por volta da puberdade, seguida da segunda fase, de auto desaceleração (Figura 1).

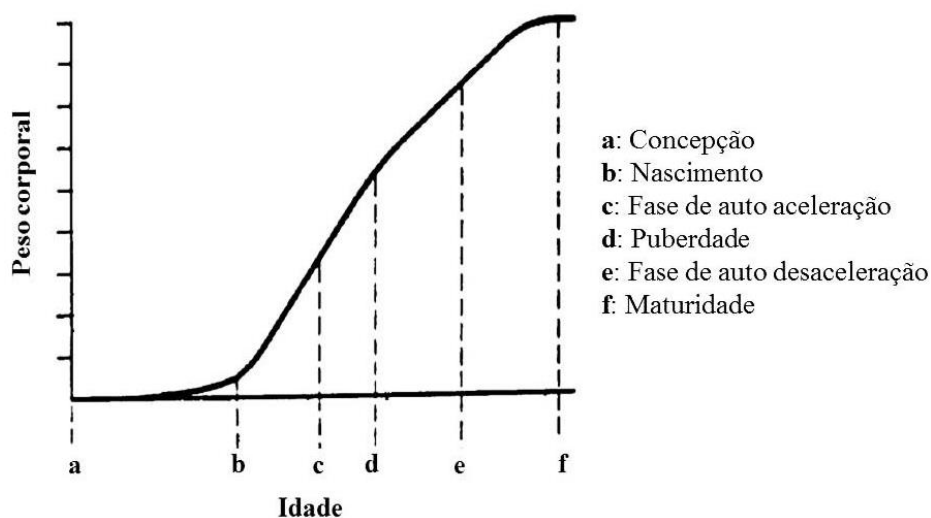


Figura 1. Curva típica do crescimento animal. Adaptado de Owens (1993).

De acordo com Luchiari Filho (2000), o ponto de inflexão representa o ponto em que a taxa de crescimento é máxima. Em bovinos esse momento representa a puberdade, ocorrendo por entre os 12 e 18 meses. Segundo o autor, a partir da puberdade, passa a haver uma diminuição no crescimento e aumento crescente na taxa de deposição de gordura.

A precocidade pode ser definida como a velocidade que o bovino atinge a puberdade, momento em que ele completa o crescimento ósseo e a maior parte do desenvolvimento muscular, intensificando o enchimento dos adipócitos, que resulta na deposição de gordura na carcaça (Martins et al., 2004; Andrighetto et al., 2009; Bridi e Constantino, 2009). Segundo Martins et al. (2004), na puberdade os hormônios de crescimento são substituídos pelos hormônios sexuais, ocorrendo nas fêmeas o cio e nos machos o aumento da circunferência escrotal.

A deposição do tecido adiposo ocorre de maneira ordenada. Segundo Berg e Butterfield (1976), primeiramente ocorre à deposição da gordura perirenal e interna, na sequência há o preenchimento da gordura intermuscular, posteriormente ocorre o depósito da gordura subcutânea e por último, o animal inicia a deposição da gordura intramuscular. Devido a essa ordem preferencial de deposição, um animal pode apresentar uma quantidade considerável de gordura renal e pélvica, mas ainda não possuir uma quantidade razoável de marmorização (gordura intramuscular) (Luchiari Filho, 2000).

A composição da carcaça, medida pela proporção de músculo, gordura e ossos, muda à medida que o animal cresce, uma vez que, com a maturidade sexual, inicia-se maior deposição de gordura (Bianchini et al., 2008). Owens (1993) descreveu a maturidade como momento em que o animal atinge ponto máximo de massa muscular. Animais com maturidade mais precoce possuem menor tamanho, em consequência depositam gordura a um menor peso, ou seja, raças mais precoces depositam gordura antes das raças mais tardias (Berg e Butterfield, 1976).

Luchiari Filho (2000) relatou que, as fêmeas são em média, mais precoces que os machos, podendo variar conforme as características de cada raça, principalmente quanto ao porte e a precocidade. Em média, touros Nelore criados em sistema extensivo, de acordo com Amaral et al. (2011), atingem a puberdade aos 18 meses de idade, porém, essa fase está mais relacionada com o peso do que a idade. Segundo os autores, a maturidade sexual ocorre por volta dos 24 meses na raça.

O conhecimento detalhado do crescimento e desenvolvimento dos principais tecidos da carcaça, bem como os efeitos da nutrição, do tipo animal, do sexo, da idade fisiológica e da composição dentro de cada espécie, são fatores importantes na determinação do melhor ponto de desenvolvimento no qual o animal deve ser abatido (Luchiari Filho, 2000).

Além disso, o conhecimento sobre o crescimento e desenvolvimento animal auxilia na tomada de decisões em programas de melhoramento genético, pois o comportamento do crescimento está relacionado com os períodos de avaliação das características de produção e reprodução. Nesse sentido, o acompanhamento do crescimento nos bovinos de corte é importante para identificação daqueles que possuem formação muscular completa e iniciam precocemente a deposição da gordura subcutânea, além de, permitir a identificação dos animais que estão prontos para o abate de acordo com as exigências impostas pela indústria.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE CARÇA MENSURADAS VIA ULTRASSONOGRAFIA

A busca por eficiência na produção animal é um dos objetivos de sistemas de produção e essa busca está relacionada a várias características, entre elas, as que estão relacionadas à produção de carne com qualidade.

Existem várias maneiras de avaliar animais candidatos à seleção para características de qualidade carcaça e de carne, que podem ir desde a identificação por meio de escores visuais, programas de abate de progênes de touros em teste ou pela utilização de medidas de ultrassom de carcaça. A utilização de métodos que impliquem no abate de animais é desvantajosa, pois, além da demora, os altos custos do teste de progênie limitam o número de animais a serem testados, o que diminui a intensidade de seleção, com consequente decréscimo das respostas à seleção (Yokoo et al., 2009).

A ultrassonografia é uma técnica que possibilita predizer, em animais vivos, as características de carcaça importantes à produção animal e ao melhoramento genético por meio, principalmente, da medida da musculosidade e grau de acabamento de bovinos (Faria, 2012). Hicks (2014) explicou que as medidas de carcaça coletadas via ultrassom são utilizadas para estimar o rendimento de carcaça e a qualidade da carne. Segundo o autor, as características mais comuns de serem mensuradas são área de olho de lombo, espessura de gordura no lombo e na garupa e, percentagem de gordura intramuscular. Essa ferramenta é considerada de baixo custo, não invasiva, fácil aplicação e rápida quando comparada a mensuração realizada diretamente na carcaça após o abate (Fisher, 1997; Yokoo et al., 2009).

Sainz e Araujo (2002) relataram que dentro do sistema de tipificação de carcaças americano, as características de carcaça são utilizadas para gerar as categorias de rendimento (Yield Grade) e qualidade (Quality Grade). E complementam que, as equações publicadas pelo USDA (U.S. Department of Agriculture) e outros, permitem o cálculo de rendimento de

cortes (Retail Product Yield) a partir dos dados de ultrassom, de maneira que um tourinho Angus de um ano, já possuem DEP's (Diferença Esperada na Progenie) para qualidade da carcaça.

Segundo Williams (2002), a ultrassonografia também é amplamente utilizada por programas de seleção, com o objetivo de selecionar animais de raça pura, com mérito superior para carcaça. Segundo o autor, associações de raça desenvolvem DEP's para características de carcaça, com base nas avaliações de ultrassom, para a tomada de decisão na seleção. Além disso, em sistemas de confinamento, a técnica permite identificar os animais prontos para o abate.

Com a técnica de ultrassonografia são coletadas imagens do corte transversal do músculo *longissimus*, entre a 12ª e 13ª costela. Tradicionalmente, utiliza-se essa imagem para obter a área de olho do lombo e a espessura da gordura subcutânea depositada sobre este músculo. Alternativamente pode-se avaliar a relação entre a altura e largura do músculo como outra característica indicadora de musculossidade, denominada de RATIO. Na mesma região, através do corte longitudinal, pode-se obter outra imagem, afim de avaliar a quantidade de gordura intramuscular ou marmoreio. A terceira imagem, obtida através do corte longitudinal no ponto de contato do músculo *Biceps femoris* (picanha) sobre o *Gluteus medius* (alcatra), na região da garupa do animal, avalia-se a espessura de gordura da picanha, que é um indicador de deposição de gordura em estágios iniciais de acabamento.

Na ilustração a seguir (Figura 2), observam-se as regiões onde são coletadas as características de carcaça.

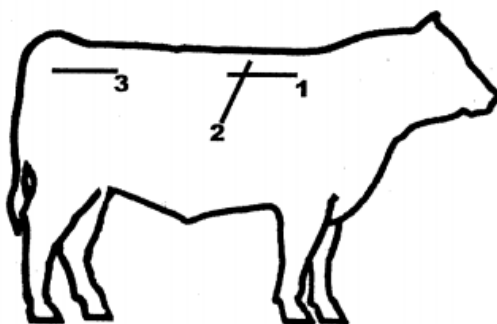


Figura 2. Posição de coleta das imagens de: (1) percentagem de gordura intramuscular, (2) área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea na 12ª e 13ª costelas e (3) espessura de gordura na garupa. (Fonte: Crews et al., 2015).

Os animais devem ser avaliados, preferencialmente, ao sobreano, pois é esta a idade na qual ocorre o máximo da expressão do crescimento e desenvolvimento corporal, durante a fase probatória de coleta de dados, adotada pela maioria dos programas de melhoramento genético (Sugisawa et al., 2013).

Tarouco et al. (2005) relataram que a ultrassonografia em tempo real para estimar a composição da carcaça *in vivo* começou na década de 1950 nos Estados Unidos da América, enquanto que no Brasil, os primeiros resultados foram divulgados na década de 1990.

Trabalhos foram realizados, correlacionando as características de carcaça medidas via ultrassom com os dados mensurados diretamente na carcaça (Bergen et al., 1996; Prado et al., 2004; Tarouco et al., 2005; Cardoso et al., 2011) e verificou-se correlação positiva e alta, promovendo à técnica de ultrassom, um método confiável para a predição das características de carcaça. Entretanto, o profissional responsável pela captura e interpretação das imagens deve ser devidamente capacitado para realização do serviço, uma vez que a experiência do técnico pode influenciar na predição das medidas.

Em uma revisão de literatura realizada por Utrera e Van Vleck (2004), os autores observaram que as herdabilidades de características de carcaça como espessura de gordura, área de olho de lombo e marmoreio, apresentaram médias de 0,36, 0,40 e 0,37, respectivamente. Os autores relataram que essas características estão entre as mais estudadas, dentre as características de carcaça. Além disso, as estimativas foram de média magnitude, indicando que são moderadamente herdáveis e que ganhos genéticos podem ser alcançados através de seleção.

2.2.1 ÁREA DE OLHO DE LOMBO

A eficiência da produção aumenta quando o animal direciona os recursos energéticos para as partes mais valiosas e comestíveis, como o crescimento de tecidos magro, ao invés de direcionar para partes do corpo consideradas de baixa qualidade para o consumo ou como resíduos (Kause et al., 2015). A qualidade da carne e a quantidade de porção comestível são fatores básicos utilizados para avaliar o mérito da carcaça (Crews et al., 2015).

A área de olho de lombo (AOL) trata-se de uma característica indicadora da composição da carcaça, estando relacionada à musculosidade (Prado et al., 2004; Faria, 2012) e é utilizada como indicador de rendimentos dos cortes de alto valor comercial (Luchiari

Filho, 2000). A AOL é medida em centímetros quadrados (cm²), entre a 12^a e 13^a costela, apresentando elevada correlação com peso e a porção comestível da carcaça (Barbosa et al., 2010; Sugisawa et al., 2013).

Marques et al. (2013) estimaram componentes de (co)variância e os parâmetros genéticos das características de carcaça de animais da raça Nelore, mensuradas em provas de ganho em peso em confinamento, verificaram média de $62,82 \pm 7,34$ cm² para AOL. Valor próximo ao encontrado por Bonin et al. (2015) de $61,24 \pm 14,17$ cm² e superior ao resultado obtido por Paula et al. (2015) de $48,16 \pm 8,32$ cm², para animais da mesma raça com idade média de 20 meses.

Estudos com animais da raça Nelore Mocho descreveram médias de $51,78 \pm 10,45$ cm² obtido por Faria et al. (2015) e de $51,26 \pm 10,37$ cm² relatado por Alves et al. (2010).

Meirelles et al. (2016) observaram média de $47,50 \pm 9,86$ cm² para animais da raça Canchim, com idade média de 21 meses. Para a raça Braford, Koetz Junior et al. (2012) obtiveram média de $55,89 \pm 11,56$ cm² e $46,08 \pm 9,63$ cm², para machos e fêmeas ao sobreano, respectivamente.

As estimativas de herdabilidade para a característica AOL relatadas na literatura foram de média magnitude, variando de 0,20 a 0,66 (Lima Neto et al., 2009; Barbosa et al., 2010; Marques et al., 2013; Paula et al., 2015) para animais Nelore. Esses valores sugerem que a seleção para tal característica resultará em progresso genético para musculosidade.

Entretanto, deve-se atentar à correlação existente entre musculosidade e peso corporal. Encontra-se na literatura, trabalhos que apontam a correlação positiva entre a AOL e peso corporal (Alves et al., 2010; Meirelles et al., 2010; Marques et al., 2013; Sugisawa et al., 2013; Paula et al., 2015). Esse resultado sugere que a seleção para essa característica pode resultar na seleção indireta de animais de maior tamanho e provavelmente, com maiores exigências nutricionais. Além disso, por estar relacionada com o peso e, possivelmente, com o tamanho do animal, pode ter sua função como indicadora de musculosidade comprometida.

Neste contexto, Bergen et al. (1997) explicaram que a medida da AOL ajustada por 100 kg de peso corporal (AOL100) permite a melhor interpretação da característica, reduzindo o viés causado pelo tamanho e identificando animais com maior desenvolvimento muscular. Os mesmos autores obtiveram correlação fenotípica positiva, de moderada a alta (0,42 a 0,63) entre AOL e peso corporal, para animais Angus e Hereford, respectivamente.

Lima Neto et al. (2009) também verificaram que o peso corporal foi favoravelmente correlacionado com a área de olho de lombo (0,79), para animais de ambos os sexos, da raça Guzerá.

Turner et al. (1990) avaliando animais da raça Hereford aos 12 meses, encontraram correlação fenotípica de 0,53 para AOL e peso corporal, entretanto, a correlação obtida entre AOL100 e peso corporal foi de -0,66. Além disso, a correlação genética encontrada pelos autores entre AOL100 e peso corporal foi de -0,89. Esse cenário expõe que a correção proposta na AOL100 também apresenta limitações, visto que o ajuste não resultou em um indicador independente do peso, mas em um negativamente correlacionado.

Uma explicação para este problema se deve ao fato da área ser uma medida bidimensional e o peso, que está ligado ao volume, ser tridimensional. Isto faz com que animais de mesma conformação, mas de tamanhos diferentes, tenham incremento proporcionalmente maior no peso do que em AOL, o que causa diminuição na AOL100, sem que haja mudança na musculosidade.

Outros trabalhos buscaram realizar a AOL ajustada para peso corporal (Turner et al., 1990; Bergen et al., 1997; Sugisawa et al., 2002, 2006; Rodrigues et al., 2010). Foram encontrados também, trabalhos que ajustaram a AOL para outras características, como peso de carcaça fria (Restle et al., 1999, 2002; Rocha Junior et al., 2010), peso da carcaça quente (Strada et al., 2015) e peso do corpo vazio (Peron et al., 1995; Alves et al., 2004) mas, a desvantagem destas características é que elas somente estarão disponíveis, quando os animais forem abatidos. Além disso, não foram estimados herdabilidades e correlações genéticas entre AOL e ajustes da AOL, ou entre os ajustes de peso corporal. Apenas foram exploradas suas diferenças entre os grupos genéticos avaliados.

Outra medida associada à musculosidade é o RATIO, trata-se da relação altura x largura do contrafilé. Esta é uma medida associada ao formato do músculo, estando relacionada à produção de carcaças mais volumosas, ou seja, com musculatura mais convexa, sendo considerados adequados para seleção, animais com valores de RATIO superiores a 0,40 (King, 2006 *apud* Sugisawa et al., 2013). Entretanto, não se encontra na literatura científica, tal característica elucidada em bovinos de corte, sendo necessária a aplicação de estudos para o tema e a avaliação da associação dessa característica com as demais.

2.2.2 ESPESSURA DE GORDURA SUBCUTÂNEA

De acordo com Suguisawa et al. (2013), as características de espessura de gordura subcutânea no lombo (EGS) e a espessura de gordura subcutânea na picanha (EGP) do ponto de vista do melhoramento genético, são importantes indicativos da precocidade sexual e de terminação, ou seja, animais que iniciam a deposição de gordura mais cedo tendem a ser mais precoces sexualmente e tendem a apresentar carcaças prontas para o abate em menores idades. Ambas as características são medidas em milímetros (mm).

Conforme relatado por Crews et al. (2015), a EGP apresenta correlação genética superior a 0,70 com a EGS, considerada uma medida complementar a EGS, indicada principalmente, para situações em que os animais têm a deposição de gordura subcutânea comprometida, podendo ser atribuído à nutrição inadequada, como pode ocorrer, por exemplo, com animais em sistemas extensivos de pastejo (Suguisawa et al., 2013).

A gordura é o tecido mais variável da carcaça, tanto em quantidade quanto em distribuição e seu excesso é o principal fator que contribui para uma baixa retalhabilidade da carcaça, que consiste na quantidade de cortes aparados do excesso de gordura (Luchiari Filho, 2000). Além disso, a gordura subcutânea também funciona como um isolante térmico, diminuindo a velocidade de resfriamento da carcaça, evitando a desidratação, o escurecimento e a redução da maciez da carne (Bridi e Constantino, 2009). Com isso, o grau acabamento da carcaça torna-se o fator decisivo para escolha do momento ideal de abate do animal, promovendo garantia de qualidade da carcaça.

De acordo com Barbosa et al. (2010), é necessário aplicar a seleção baseada nestas características, considerando que para abate exige-se que a carcaça tenha de 4,0 a 5,0 mm de gordura de cobertura. Berg e Butterfield (1976) explicaram que a deposição de gordura ocorre primeiramente no traseiro e dianteiro, avançando em direção à coluna vertebral.

Faria et al. (2015) ao estimarem os componentes de variância e parâmetros genéticos de características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, de bovinos da raça Nelore Mocho, observaram média de $2,34 \pm 0,74$ mm e $2,86 \pm 1,04$ mm para EGS e EGP, respectivamente. Além disso, a herdabilidade estimada foi de 0,30, 0,17 e 0,36 para AOL, EGS e EGP, respectivamente. Com isso, os autores concluíram que as estimativas de herdabilidade foram de média magnitude, evidenciando a existência de variabilidade e que é possível a obtenção de ganho genético com a seleção direta para tais características na raça Nelore Mocho.

Lima Neto et al. (2009) obtiveram médias de $2,60 \pm 1,74$ mm e $3,60 \pm 2,29$ mm para as características EGS e EGP, respectivamente, em animais da raça Guzerá com idade média de 17,6 meses. As herdabilidades estimadas pelos autores foram de 0,10 e 0,32 para EGS e EGP, respectivamente.

Médias semelhantes foram observadas por Bonin et al. (2015), ao analisarem dados fenotípicos de bovinos da raça Nelore, observaram média de $2,77 \pm 1,59$ mm e $3,77 \pm 2,84$ mm para EGS e EGP, respectivamente. As herdabilidades estimadas pelos autores, para as mesmas características, foram de 0,44 e 0,47, respectivamente. Os autores reconheceram que as herdabilidades das características de carcaça analisadas, foram maiores do que as descritas na literatura. E explicaram que essa variação pode ser devido à influência de diferentes linhagens, além de diferentes metodologias estatísticas adotadas nas pesquisas.

Alves et al. (2010) obtiveram média de $2,30 \pm 0,74$ mm para EGS e $2,79 \pm 1,02$ mm para EGP. Ao estudarem a correlação fenotípica entre características de carcaça de bovinos Nelore Mocho, verificaram que a AOL possui associação favorável e de média magnitude com EGS (0,47) e EGP (0,49). Porém, outros trabalhos (Lima Neto et al., 2009; Toral et al., 2011; Marques et al., 2013) verificaram baixa correlação genética e fenotípica entre AOL e EGS, indicando que o aumento no rendimento muscular não será correspondido na mesma proporção com incremento na EGS.

Além disso, encontram-se trabalhos (Turner et al., 1990; Reverter et al., 2000; Bonin et al., 2015) com correlação genética negativa entre essas características sendo assim, necessário estudar melhor a correlação entre musculosidade e acabamento de carcaça, para verificar se há antagonismo na seleção para uma característica em detrimento da outra.

2.2.3 GORDURA INTRAMUSCULAR

A gordura intramuscular (GI), ou também denominada de marmoreio, é a estimativa da quantidade de gordura presente no músculo do *longissimus*, medida em percentagem. Já o marmoreio, é mensurado diretamente na carcaça, em score. Segundo Crews et al., (2015), a GI é altamente correlacionada com o marmoreio.

Costa et al. (2002) afirmaram que o marmoreio é uma característica importante, pois está intimamente relacionada com as características sensoriais da carne possíveis de serem percebidas e apreciadas pelo consumidor.

A maior ou menor deposição deste tipo de gordura entremeada está ligada a diferentes fatores, sendo a genética do animal o de maior influência (Sugisawa et al., 2013).

Menezes et al. (2013) ao estudarem as características associadas à carcaça avaliadas por ultrassonografia medidas ao sobreano no Programa Geneplus – Embrapa, verificaram média de $2,37 \pm 0,67$ para GI. Já Santos et al. (2017), observaram média de escore de 2,05, para animais da mesma raça.

Médias inferiores foram relatadas no estudo de Bianchini et al. (2008), com escores de 1,50, 2,00, 1,82 e 1,09 para animais da raça Nelore, Simental, Simbrasil e $\frac{1}{2}$ Simental, em regime de confinamento, abatidos após atingirem 450 kg de peso vivo e 3,5 mm de espessura de gordura.

Crews Jr. et al. (2003) verificaram média de $2,68 \pm 0,66$ para machos e $3,40 \pm 0,81$ para fêmeas da raça Simental mensurados ao um ano de idade. A herdabilidade estimada de GI pelos autores foi de 0,47.

Su et al. (2016) trabalhando com banco de dados de bovinos cruzados, estimaram herdabilidades de 0,44 e 0,43 para percentagem de gordura intramuscular mensurada via ultrassom e escore obtido diretamente na carcaça após o abate, respectivamente. A correlação genética verificada pelos autores entre as duas técnicas de mensuração foi de 0,73. Com isso, assim como as características de AOL e EGS descritas anteriormente, o GI apresenta-se passível de seleção e progresso genético, além de, ser possível o acompanhamento via ultrassom.

2.3 CONFORMAÇÃO FRIGORÍFICA

Segundo Koury Filho et al. (2009), a avaliação por escores visuais é considerada uma boa alternativa para identificar animais de melhor conformação produtiva. Nesse sentido, foi proposta uma metodologia que avalia a estrutura, a musculatura e a precocidade de acabamento do animal vivo. Sendo que, a estrutura (E) refere-se à combinação comprimento, profundidade e arqueamento de costelas do animal; a musculosidade (M) refere-se à quantidade e forma da massa muscular que cobre a estrutura do animal, estando diretamente relacionada ao rendimento e à qualidade da carcaça e a precocidade de acabamento (P) refere-se à avaliação da distribuição da cobertura de gordura sobre a carcaça, como um todo.

No trabalho realizado por Yokoo et al. (2009) com animais da raça Nelore, estimaram correlações genéticas positivas e moderadas entre AOL com estrutura (0,54), precocidade (0,58) e musculosidade (0,61). Assim, os autores sugeriram que a utilização, em longo prazo, de escores visuais (E, P ou M) como critérios de seleção poderá resultar em animais com maior área de olho de lombo.

Em outro trabalho, realizado por Koetz Junior et al. (2012) com animais Braford, as correlações fenotípicas obtidas foram positivas e moderadas para AOL, sendo para os machos 0,44, 0,49 e 0,54 para conformação, precocidade e musculatura, respectivamente, e nas fêmeas 0,35, 0,33 e 0,32, nessa ordem.

No Programa Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte - Geneplus opta-se pelo uso de um escore único que é denominado conformação frigorífica. Este escore trata-se de uma nota conjunta envolvendo os três quesitos anteriores que se comporta aproximadamente como uma média das três medidas.

A avaliação da conformação frigorífica ocorre através da atribuição de uma nota que varia de um a seis, para cada animal, após sua inspeção visual, em relação ao seu grupo de animais contemporâneos, segundo a metodologia descrita por Rosa et al. (2003).

Santos et al. (2017) ao estimar os parâmetros genéticos de características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, em bovinos machos e fêmeas da raça Nelore, ao sobreano, verificaram média de 3,62 para conformação frigorífica.

Wenceslau et al. (2012) obtiveram média de $3,70 \pm 1,07$ e $3,56 \pm 1,08$ para a conformação frigorífica à desmama (CFD) e conformação frigorífica ao sobreano (CFS), respectivamente, para animais da raça Nelore. As herdabilidades estimadas pelos autores foram de 0,13 e 0,25 para CFD e CFS, respectivamente. A correlação genética entre ambas as características (CFD e CFS) foi de 0,89. Esse resultado sugere que animais de bom escore, selecionados na desmama, tendem a apresentar bom escore no sobreano.

3. HIPÓTESES A SEREM TESTADAS

- Existe variabilidade entre os diferentes indicadores de musculosidade, baseados no ajuste de área de olho de lombo para peso corporal.
- O indicador de musculosidade proposto neste trabalho (área de olho de lombo ajustada por 450 kg de peso corporal) permite obter uma medida de musculosidade com baixa correlação com peso corporal, ao contrário da área de olho de lombo e área de olho de lombo ajustada por 100 kg de peso corporal que fornecem medidas que estão altamente correlacionadas com peso.
- As correlações de área de olho de lombo ajustada por 450 kg de peso corporal com as demais características de carcaça, não impedem ou atrapalham o seu uso como indicador de musculosidade.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Contribuir para a definição de uma estratégia simplificada de apresentação dos resultados de musculabilidade, em programas de melhoramento de bovinos de corte.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar a herdabilidade para a área de olho de lombo, para a área de olho de lombo ajustada para peso de duas formas alternativas (área de olho de lombo ajustada por 100 kg de peso corporal e área de olho de lombo ajustada por 450 kg de peso corporal) e para a relação altura x largura do corte transversal do músculo *longissimus*.
- Estimar as correlações genéticas e ambientais das medidas acima entre si e com peso corporal, conformação frigorífica, espessura de gordura subcutânea no lombo, espessura de gordura subcutânea na picanha e gordura intramuscular.
- Com base nos resultados obtidos, avaliar e discutir como as diferentes estratégias de ajuste da área de olho de lombo para peso corporal, a área de olho de lombo bruta e a razão altura x largura do corte transversal do lombo, funcionam como indicadores de musculabilidade.
- Analisar os indicadores na possível resposta a seleção, quanto, nas possíveis respostas correlacionadas, contribuindo para a definição da estratégia de apresentação de um indicador de musculabilidade em programas de melhoramento.

5. REFERÊNCIAS

- ALVES, D.D.; PAULINO, M.F.; BACKES, A.A.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L. N. Características de Carcaça de Bovinos Zebu e Cruzados Holandês-Zebu (F1) nas Fases de Recria e Terminação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 33, p. 1274-1284, 2004.
- ALVES, D.N.; FARIA, C.U.; LÔBO, R.B. Correlações fenotípicas entre crescimento e características de carcaça medidas por ultrassonografia em bovinos Nelore mocho criados em bioma cerrado. In: Simpósio Nacional em Ciência Animal, 1., 2010, Uberlândia. **Anais...** Universidade Federal de Uberlândia, 2010.
- AMARAL, T.B.; VALLE, E.Z.R.; CORRÊA, A.N.S.; FIGUEIREDO, G.R.; ENCARNÇÃO, R.O.; PIRES, P.P; BIANCHIN, I.; SCHENK, J.A.P.; VIEIRA, J.M. Fase de Cria. In: **Gado de corte: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2º ed. Melo Filho, G.A. e Queiroz, H.P., ed. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, p.17-41, 2011.
- ANDRIGHETTO, C.; SOARES FILHO, C.V.; PERRI, S.H. V.; CAMINHAS, M.; CAETANO, H. Correlações entre escore de avaliação visual e características produtivas da prova de ganho de peso de bovinos da raça Nelore Mocha. In: Simpósio de Ciências da UNESP – Dracena, 5., 2009. **Anais...** Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2009.
- BARBOSA, V.; MAGNABOSCO, C.U.; TROVO, J.B.F.; FARIA, C.U.; LOPES, D.T.; VIU, M.A.O.; LOBO, R.B.; MAMEDE, M.M.S. Estudo genético quantitativo de características de carcaça e perímetro escrotal, utilizando inferência bayesiana em novilhos nelore. **Bioscience Journal**, v.26, p. 789-797, 2010.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. ed. Sydney University Press, Australia, 1976.
- BERGEN, R.D.; MCKINNIN, J.J.; CHRISTENSEN, D.A. NOHLE, N.; BELANGER, A. Use of Real-Time Ultrasound to Evaluate Live Animal Carcass Traits in Young Performance-Tested Beef Bulls. **Journal of Animal Science**, v.75, p. 2300-2307, 1997.
- BERGEN, R.D.; MCKINNON, J.J.; CHRISTENSEN, D.A.; KOHLE, N. Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultrasound. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 76, p. 305-311, 1996.

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M.B; JORGE, A.M.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E. Crescimento e características de carcaça de bovinos superprecoces Nelore, Simental e mestiços. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, p. 554-564, 2008.

BONIN, M.N.; FERRAZ, J.B.S; PEDROSA, V.B.; SILVA, S.L.; GOMES, R.C.; CUCCO, D.C.; SANTANA, M.H.A.; CAMPOS, J.H.A.; BARBOSA, V.N.; CASTRO, F.S.F.; NOVAIS, F.J.; OLIVEIRA, E.C.M. Visual body-scores selection and its influence on body size and ultrasound carcass traits in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 5597–5606, 2015.

BRIDI, A.M.; CONSTANTINO, C. Qualidade e Avaliação de Carcaças e Carnes Bovinas. In: Congresso Paranaense dos Estudantes de Zootecnia. Associação Paranaense dos Estudantes de Zootecnia, 30., 2009. **Anais...** Maringá, PR, 2009.

CARDOSO, L.L.; TAROUCO, J.U.; COBUCCI, J.; CARDOSO, F.; DAMBROS, M.C. E DEVINCENZI, T. Modelos de predição para peso e rendimento de cortes cárneos através de medidas no animal vivo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 48., 2011. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, Belém, PA, 2011.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L.F.G. Composição Física da Carcaça, Qualidade da Carne e Conteúdo de Colesterol no Músculo *Longissimus dorsi* de Novilhos Red Angus Superprecoces, Terminados em Confinamento e Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 31, p. 417-428, 2002.

CREWS JR., D.H.; POLLAK, E.J.; WEABER, R.L.; QUAAS, R.L.; LIPSEY, R.J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1427-1433, 2003.

CREWS, D.; DIKEMAN, M.; NORTHCUTT, S.L.; GARRICK, D.; MARSTON, T.T; MACNEIL, M.; OLSON, L.W.; PASCHAL, J.C.; ROUSE, G.; WEABER, B.; WHEELER, T.; SHACKELFORD, S.; WILLIAMS, R.E.; WILSON, D.E. Animal Evaluation. In: **Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs**. 9º ed. Cundiff, L.V.; Van Vleck, L.D.; Hohenboken, W.D. NMREC Prairie Research Unit, Prairie, MS, p. 16-56, 2015.

FARIA, C.U.; ANDRADE, W.B.F.; PEREIRA, C.F.; SILVA, R.P.; LÔBO, R.B. Análise bayesiana para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia de bovinos da raça Nelore Mocho, criados em bioma Cerrado. **Ciência Rural**, v. 45, p. 317-322, 2015.

FISHER, A.V. A review of the technique of estimating the composition of livestock using the velocity of ultrasound. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.17, p. 217-231, 1997.

HADLICH, J.C; CURI, R.A.; SILVA, M.G.B.; FACTORI, M.A.; SILVEIRA, A.C.; CHARDULO, L.A.L. Maciez da carne bovina e sua relação com o crescimento e os tipos de fibra musculares. Revista Acadêmica: **Ciência Agrárias e Ambientais**, v. 11, p. 421-430, 2013.

HICKS, C. Using Live Animal Carcass Ultrasound in Beef Cattle. **UGA Cooperative Extension Bulletin 1337**. University of Georgia, Georgia, U.S., 2014.

KAUSE, A.; MIKKOLA, L.; STRANDÉN, I.; SIRKKO, K. Genetic parameters for carcass weight, conformation and fat in five beef cattle breeds. **Animal**, v. 9, p. 35-42, 2015.

KOETZ JUNIOR, C.; BARCA JUNIOR, F.A.; LOPES, F.G.; LIMA, L.D.; DIGIOVANI, B.D.; CARVALHO, G.B.; MENEGASSI, S.R.O. Correlação fenotípica entre medidas de carcaça obtidas por ultrassonografia e escores visuais em bovinos da raça Braford. **Veterinária em Foco**, v. 10, 2012.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M.; FORNI, S.; SILVA, J.A.V.; LÔBO, R.B. Estimativas de herdabilidade e correlações para escores visuais, peso e altura ao sobreano em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2362-2367, 2009.

LIMA NETO, H.R.; BERGMANN, J.A.G.; GONÇALVES, T.M.; ARAÚJO, F.R.C.; BEZERRA, L.A.F.; SAIZ, R.D.; LÔBO, R.B.; SILVA, M.A. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 251-258, 2009.

LUCHIARI FILHO, A. **A pecuária da carne bovina**. LinBife, São Paulo, SP, 2000.

MARQUES, E.G.; MAGNABOSCO, C.U.; LOPES, F.B.; SILVA M.C. Estimativas de parâmetros genéticos de características de crescimento, carcaça e perímetro escrotal de

animais da raça nelore avaliados em provas ganho em peso em confinamento. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 159-167, 2013.

MARTINS, C.; OLIVEIRA, H.A.; LAMANA, F.; SAIKI, M.M.; PESCE, D.M.C; BRISOLA, M.L. Correlações entre circunferência escrotal, características de carcaça, peso avaliado até a idade de 15 meses, em tourinhos de dois grupos genéticos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41., 2004. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, Campo Grande, MS, 2004.

MEIRELLES, S.L.; ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, H.N. E REGITANO, 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, p. 1437-1442, 2010.

MEIRELLES, S.L.C.; MOKRY, F.B.; ESPASANDÍN, A.C.; DIAS, M.A.D.; BAENA, M.M.; REGITANO, L.C.A. Genetic parameters for carcass traits and body weight using a Bayesian approach in the Canchim cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, p. 1-8, 2016.

MENEZES, G.R.O.; NIETO, L.M.; ROSA, A.N.; NOBRE, P.R.C; SILVA, L.O.C.; GONDO, A. Tendências genéticas para características de carcaça ao sobreano na raça Nelore – Programa Geneplus - Embrapa. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 5., 2013. **Anais...** Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, Uberaba, MG, 2013.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that Alter the Growth and Development of Ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3138-3150. 1993.

PAULA, E.J.H.; MARTINS, E.N.; OLIVEIRA, C.A.L.; MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D.; GERON, L.J.V.; SOUZA NETO, E.L.; PORTO, E.P.; MIGUEL, G.Z. Associations between reproductive and carcass traits in Nellore. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 4423-4434, 2015.

PERON, A.J.; FONTES, C.A.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F.; SILVA, D.J. Medidas quantitativas e proporções de músculos, tecido adiposo e ossos da carcaça de novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e “ad libitum”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, p. 126-137, 1995.

PRADO, C.S.; PÁDUA, J.T.; CORRÊA, M.P.C; FERRAZ, J.B.S; MIYAGI, E.S; RESENDE, L.S. Comparação de diferentes métodos de avaliação da área de olho de lombo e cobertura de gordura em bovinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, p. 141-149, 2004.

RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PACHECO, P.S.; PEIXOTO, L.A.O. Efeito do Grupo Genético e da Heterose nas Características Quantitativas da Carcaça de Vacas de Descarte Terminadas em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 350-362, 2002.

RESTLE, J.; VAZ, F.N.; QUADROS, A.R.B.; MÜLLER, L. Características de Carcaça e da Carne de Novilhos de Diferentes Genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 1245-1251, 1999.

REVERTER, A.; JOHNSTON, D.J.; GRASER, H.U.; WOLCOTT, M.L.; UPTON, W.H. Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 1786-1795, 2000.

ROCHA JÚNIOR, V.R.; SILVA, F.V.; BARROS, R.C.; REIS, S.T.; COSTA, M.D.; SOUZA, A.S.; CALDEIRA, L.A.; OLIVEIRA, T.S.; OLIVEIRA, L.L.S. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore e Mestiços terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, p. 865-875, 2010.

RODRIGUES, E.; ARRIGONI, M.B.; JORGE, A.M.; BIANCHINI, W.; MARTINS, C.L.; ANDRIGHETTO, C. Crescimento dos tecidos muscular e adiposo de fêmeas bovinas de diferentes grupos genéticos no modelo biológico superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 625-632, 2010.

ROSA, A.N.; SILVA, L.O.C.; AMARAL, T.B. Avaliação Zootécnica e Funcional de Touros na Fazenda. Campo Grande: Embrapa – CNPGC, 4p. (Comunicado Técnico, 82), 2003.

ROSA, A.N.F.; MENEZES, G.R.O.; SULEIMAN, K. Pecuária de corte Brasileira: O valor do zebu. **Agroanalysis**, v. 6, p. 23-24, 2016.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carne, 1., 2001. **Anais...** São Pedro, SP, 2001.

SANTOS, G.S.; HOSHIBA, M.M.M.L.; ARAÚJO, C.V.; MENEZES, G.R.O.; SILVA, L.O.C.; GONDO, A. Parâmetros genéticos de características de carcaça em bovinos da raça Nelore. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 12., 2017. **Anais...** Sociedade Brasileira de Melhoramento Genético Animal, Ribeirão Preto, SP, 2017.

STRADA, E.S.O; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; BARBOSA, L.P.; ARAÚJO, F.L.; LEITE, M.C.P.; LEITE, L.C.; PEIXOTO, C.C.; LISBOA, M.M. Glicerina de baixa pureza na suplementação de bovinos terminados a pasto: análise bioeconômica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 2195-2210, 2015.

SU, H.; GARRICK, D.J.; GOLDEN, B.; HYDE, L. Estimation of Genetic Parameters for Carcass Traits and Their Corresponding Ultrasound Measurements in Crossbred Beef Cattle. **Animal Industry Report**, AS 662, ASL R3057, 2016.

SUGUISAWA, L.; MATTOS, W.R.S.; OLIVEIRA, H.N.; SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M.B.; SOUZA, A.A. Correlações simples entre as medidas de ultra-som e a composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 169-176, 2006.

SUGUISAWA, L.; SOUTELLO, R.V.G.; ARRIGONI, M.B.; JORGE, A.M.; BURINI, D.C.M.; STORTI, S.M.M.; DOURADO, H.F.; BECCARIA, J.R. Avaliação da composição da carcaça de bovinos superprecoces. **Ciências Agrárias da Saúde**, v. 2, p 37-42, 2002.

SUGUISAWA, L; MATOS, B.C; SUGUISAWA, J.M. Uso da ultrassonografia na avaliação de características de carcaça e qualidade de carne. In: **Melhoramento genético aplicado em gado de corte**: Programa Geneplus - Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, p. 97-107, 2013.

TAROUCO, J.U; LOBATO, J.F.P.; TAROUCO, A.K.; MASSIA, G.S. Relação entre Medidas Ultra-Sônicas e Espessura de Gordura Subcutânea ou Área de Olho de Lombo na Carcaça em Bovinos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 2074-2084, 2005.

TORAL, F.L.B.; ROSO, V.M.; ARAÚJO, C.V.; REIS FILHO, J.C. Genetic parameters and response to selection for post-weaning weight gain, visual scores and carcass traits in Hereford and Hereford × Nellore cattle. **Livestock Science**, v. 137, p. 231- 237, 2011.

TURNER, J.W.; PELTROON, L.S.; CROSS, H.R. Using live animal ultrasound measures of ribeye area and fat thickness in yearling Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 3502-3506, 1990.

UTRERA, A.R.; VAN VLECK, L.D. Heritability estimates for carcass traits of cattle: a review. **Genetics and Molecular Research**, v. 3, p. 380-394, 2004.

WENCESLAU, R.R.; FELIPE, V.P.S.; VALENTE, B.D.; ROSA, A. N.; NOBRE, P.R.C.; MARTIN NIETO, L.; SILVA, M.A. Estimativas de componentes de (co)variância para peso e escores visuais de conformação frigorífica em bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 443-449, 2012.

WILLIAMS, A.R. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 183-188, 2002.

YOKOO, M.J.I.; WERNECK, J.N.; PEREIRA, M.C.; ALBUQUERQUE, L.G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R.D.; LOBO, R.B.; ARAUJO, F.R.C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 197-202, 2009.

Indicadores de musculabilidade derivados da área de olho de lombo e suas associações com características de carcaça de bovinos Nelore

RESUMO - O objetivo deste estudo foi propor um novo indicador de musculabilidade, através da área de olho de lombo ajustada por 450 kg de peso corporal (AOL450), além de estimar os parâmetros genéticos dessa característica e do peso ao sobreano ajustado para os 550 dias de idade (PS), conformação frigorífica ao sobreano (CF), área de olho de lombo (AOL), área de olho de lombo ajustada por 100 kg de peso corporal (AOL100), espessura de gordura subcutânea no lombo (EGS), espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP), gordura intramuscular (GI) e relação altura x largura do contrafilé (RATIO). As informações referem-se a bovinos da raça Nelore, com idade de 320 a 775 dias na avaliação de carcaça via ultrassonografia, pertencentes ao banco de dados do Programa Geneplus - Embrapa. Os componentes de (co)variância foram estimados pelo método de Máxima Verossimilhança Restrita, por meio do modelo animal tri-caráter, utilizando-se o PS como âncora. As herdabilidades estimadas foram: 0,39, 0,33, 0,31, 0,42, 0,38, 0,30, 0,17, 0,27 e 0,41 para PS, CF, AOL, AOL100, AOL450, RATIO, EGS, EGP e GI, respectivamente. A correlação genética estimada entre PS e AOL (0,43) e PS e CF (0,78) foram moderadas, indicando que a seleção para AOL ou CF implicará no aumento do peso corporal. Houve correlação genética negativa entre PS e AOL100 (-0,38), sugerindo que o mesmo não é um indicador de musculabilidade eficiente. Para a AOL450 e o RATIO, observou-se baixa correlação genética (-0,12 e 0,11, respectivamente) com PS, porém o RATIO apresentou maior correlação genética com CF (0,15) quando comparada a correlação entre CF e AOL450 (0,06). Assim, conclui-se que a AOL450 comportou-se como melhor indicador de musculabilidade para ser utilizado.

Palavras Chave: conformação frigorífica, correlação genética, herdabilidade, ultrassom

Introdução

Através da técnica de ultrassom, é possível coletar imagens em regiões específicas de determinados músculos, a fim de se obter medidas de musculabilidade e de acabamento, em

animais vivos. Entre as medidas avaliadas, há área de olho de lombo (AOL) que se refere a uma característica indicadora da composição da carcaça, estando relacionada à musculabilidade e utilizada como indicador de rendimentos dos cortes de alto valor comercial (Luchiari Filho, 2000). Porém, devido a existência da associação positiva entre AOL e peso corporal (Alves et al., 2010; Meirelles et al., 2010; Sugisawa et al., 2013), sugere-se que a seleção para AOL pode resultar indiretamente na escolha de animais maiores e possivelmente com maiores exigências nutricionais. Devido a essa associação, a sua função como indicadora de musculabilidade pode estar comprometida.

Neste contexto, possíveis indicadores de musculabilidade foram pospostos utilizando a AOL ajustada para várias características tais como, peso corporal (Turner et al., 1990; Bergen et al., 1997; Sugisawa et al., 2002, 2006; Rodrigues et al., 2010), peso de carcaça fria (Restle et al., 1999, 2002; Rocha Junior et al., 2010), peso da carcaça quente (Strada et al., 2015) e peso do corpo vazio (Peron et al., 1995; Alves et al., 2004). Bergen et al. (1997) sugeriram a utilização da AOL ajustada por 100 kg de peso corporal (AOL100), com o propósito de melhorar a interpretação da característica, reduzindo o viés causado pelo tamanho e identificando animais com maior desenvolvimento muscular. Entretanto, há ausência do estudo dos parâmetros genéticos para os indicadores de musculabilidade, impossibilitam a aplicação de qualquer ajuste de forma eficaz em programas de melhoramento genético.

Turner et al. (1990) avaliando os dados de animais da raça Hereford aos 12 meses de idade, observaram correlação fenotípica de -0,66 e correlação genética de -0,89 entre AOL100 e peso corporal. Esse cenário expõe que a correção proposta na AOL100 também apresenta limitações, visto que o ajuste não resultou em um indicador de musculabilidade independente do peso, mas em um negativamente correlacionado.

Diante desse cenário, verifica-se a ausência de pesquisas que avaliam a viabilidade de utilização de indicadores de musculabilidade, obtidos através de ajustes provenientes da AOL.

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar as diferenças entre os possíveis indicadores de musculabilidade, como a AOL, AOL100 e relação altura x largura do contrafilé (RATIO), através da estimação dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos. Além de, propor e avaliar junto aos demais, um novo indicador de musculabilidade, a AOL450 (área de olho de lombo ajustada para 450 kg de peso corporal), com o propósito de apresentar baixa correlação com peso corporal.

Material e Métodos

Os dados utilizados na realização deste trabalho são provenientes do banco de dados de animais da raça Nelore, pertencente a vários criadores vinculados ao Programa Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte - Geneplus. Os dados de carcaça foram coletados, via ultrassonografia, durante o período de 2003 a 2016 e encaminhados para inclusão na base de dados utilizada na avaliação genética.

As características registradas foram peso ao sobreano ajustado para 550 dias de idade (PS), conformação frigorífica ao sobreano (CF), peso corporal na data da ultrassonografia de carcaça (PCU), área de olho de lombo (AOL), área do olho de lombo ajustada para 100 kg de peso corporal (AOL100), área de olho de lombo ajustada para 450 kg de peso corporal (AOL450), espessura de gordura subcutânea no lombo (EGS), espessura de gordura subcutânea na picanha (EGP), gordura intramuscular (GI) e relação altura x largura do contrafilé (RATIO), para machos e fêmeas.

Os dados de PS avaliados nesse estudo foram padronizados para os 550 dias de idade de acordo com a metodologia adotada pelo Programa Geneplus – Embrapa. Os escores de CF variaram de um a seis e foram atribuídos para os animais ao sobreano, de acordo com a metodologia descrita por Rosa et al. (2003).

As medidas da AOL, EGS e GI foram obtidas por ultrassonografia, por técnicos qualificados e credenciados a ATUBRA (Associação de Técnicos em Ultrassom do Brasil). A GI trata-se de uma medida altamente correlacionada com o escore de marmoreio, sendo mensurada via ultrassom, junto com as demais medidas de carcaça avaliadas nesse estudo, conforme as técnicas descritas no Beef Improvement Federation Guidelines (Crews et al., 2015). Também foram coletadas medidas da EGP, mensuradas na intersecção dos músculos *gluteus medius* e *bíceps femoris*, localizados entre o ílio e o ísquio (Faria et al., 2009). O RATIO refere-se a razão entre a altura e largura da área de olho de lombo, não apresentando unidade de medida.

A AOL100 foi calculada pela seguinte equação:

$$AOL100 = \left(\frac{AOL}{PCU} \right) \times 100$$

em que: AOL100, em cm²/100 kg de peso corporal; AOL, em cm² (centímetros quadrados); PCU, em kg (quilogramas).

A AOL450 foi calculada pela seguinte equação:

$$AOL450 = AOL \times \left(\sqrt[3]{\frac{450}{PCU}} \right)^2$$

em que: AOL450, em cm².

Através da AOL450, busca-se unificar as unidades de grandezas das características AOL (cm²) e peso corporal (kg). A unificação ocorre quando se eleva os pesos a dois terços. Nesse cálculo, primeiramente se extrai a raiz cúbica dos pesos e posteriormente eleva-se ao

quadrado, transformando assim, o peso (tridimensional) em uma característica bidimensional, compatível com a unidade de medida da AOL. Com relação aos 450 kg, refere-se a um peso próximo ao apresentado por animais da raça Nelore ao sobreano, além de representar uma UA (unidade animal), podendo ser substituído por qualquer outro valor, para comparação entre os animais.

Os efeitos fixos foram reunidos em grupo de contemporâneos. Para PS e CF, criou-se um grupo denominado grupo de contemporâneos do sobreano (GCS), contemplando animais pertencentes ao mesmo rebanho e regime alimentar à desmama, ano de nascimento, época de nascimento, sexo, data do desmame, rebanho no sobreano, regime alimentar no sobreano e data da pesagem no sobreano. Para as características AOL, AOL100, AOL450, EGS, EGP, GI e RATIO, criou-se outro grupo, denominado grupo de contemporâneos da ultrassonografia (GCU), formado por GCS, regime alimentar na data da avaliação e a data da ultrassonografia. A época de nascimento foi dividida em classes, de acordo com o mês de nascimento, sendo 1 (janeiro, fevereiro e março), 2 (abril, maio e junho), 3 (julho, agosto e setembro) e 4 (outubro, novembro e dezembro).

As características de carcaça mensuradas via ultrassonografia (AOL, AOL100, AOL450, EGS, EGP, GI e RATIO) contou com animais avaliados com idade entre 320 a 775 dias. Assim, a média de idade dos animais para tais características, foi de $529,99 \pm 66,54$ dias.

A remoção dos *outliers* realizou-se em duas etapas. Primeiramente, foram descartados da análise os registros que estavam 3,5 desvios-padrão acima ou abaixo da média do seu grupo, formado por regime alimentar e sexo. Posteriormente, realizou-se o mesmo procedimento dentro do respectivo grupo de contemporâneos. Os GCU que continham menos de três animais foram eliminados da análise.

Assim, arquivo final analisado consistiu de 19.910 animais, pertencentes a 48 rebanhos, sendo 11.489 machos, nascidos entre os anos de 2001 a 2015 e 8.421 fêmeas, nascidas de 2005 a 2015.

A estruturação dos arquivos de dados, médias, desvios-padrão, mínimo, máximo e distribuição das características estudadas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAS (Statistical Analysis System, versão 9.0) através do procedimento PROC UNIVARIATE e as correlações simples estimadas através do procedimento PROC CORR.

Na Tabela 1, está apresentada a estatística descritiva das características estudadas.

Tabela 1 - Descrição do arquivo de dados para peso ao sobreano, conformação frigorífica ao sobreano e características de carcaça medidas por ultrassonografia

Característica	N	Média ± DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
Machos					
PS (kg)	11489	362,68 ± 57,47	153,00	601,85	15,83
CF (1 – 6)	4647	3,90 ± 1,18	1	6	30,25
AOL (cm ²)	11471	59,60 ± 12,74	22,99	101,22	21,37
AOL100 (cm ² /100 kg)	9447	15,29 ± 1,92	9,36	24,49	12,59
AOL450 (cm ²)	9443	65,47 ± 8,80	35,91	97,47	13,45
RATIO	2083	0,44 ± 0,04	0,31	0,58	9,60
EGS (mm)	11380	2,41 ± 0,82	0,00	9,58	33,98
EGP (mm)	3012	3,23 ± 0,90	0,51	8,37	27,92
GI (%)	7868	1,96 ± 0,71	0,00	4,08	36,15
Fêmeas					
PS (kg)	8421	316,17 ± 45,40	148,35	495,27	14,36
CF (1 – 6)	3673	3,89 ± 1,15	1	6	29,72
AOL (cm ²)	8379	53,08 ± 10,28	16,56	87,81	19,36
AOL100 (cm ² /100 kg)	8027	15,71 ± 2,00	9,40	24,74	12,74
AOL450 (cm ²)	8026	64,16 ± 8,43	32,46	94,99	13,14
RATIO	1361	0,43 ± 0,04	0,31	0,59	9,05
EGS (mm)	8303	3,62 ± 1,91	0,00	14,61	52,88
EGP (mm)	3063	7,05 ± 2,71	0,00	16,76	38,47
GI (%)	5982	2,20 ± 0,77	0,19	4,92	35,26

N = número de observações; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; PS = peso ao sobreano ajustado para 550 dias de idade; CF = conformação frigorífica ao sobreano; AOL = área de olho de lombo; AOL100 = área do olho de lombo ajustada para 100 kg de peso corporal; AOL450 =

área de olho de lombo ajustada para 450 kg de peso corporal; EGS = espessura de gordura subcutânea no lombo; EGP = espessura de gordura na picanha; GI = gordura intramuscular; RATIO = relação altura x largura do contrafilé.

As análises foram realizadas empregando um modelo animal, incluindo os efeitos fixos de grupo de contemporâneos, como covariáveis foram considerados os efeitos de idade da vaca ao parto (linear e quadrática) e idade do animal aninhado dentro de grupo de contemporâneos, além dos efeitos aleatórios genético aditivo direto e residual, com distribuição normal e variâncias específicas. A matriz de parentesco foi composta por 73.557 animais, considerando todo o parentesco até os fundadores.

O modelo estatístico utilizado neste estudo pode ser representado na forma matricial como, $y = X\beta + Za + e$, em que, y : vetor de observações (PS, CF, AOL, AOL100, AOL450, EGS, EGP, GI e RATIO); β : vetor do efeito fixo (grupo de contemporâneo e covariáveis); a : vetor do efeito genético aditivo direto; X : matriz de incidência que associa β com y ; Z : matriz de incidência do efeito genético aditivo direto; e : vetor residual.

Os componentes de (co)variância foram estimados pelo método REML (Restricted Maximum Likelihood – Máxima Verossimilhança Restrita), por meio do modelo animal tri-caráter, utilizando o PS como “âncora” acrescido da combinação das demais características duas a duas, através do programa REMLF90 (versão 1.82), desenvolvido por Misztal (2002), que utiliza o algoritmo de maximização da esperança (EM). O critério de convergência adotado foi de 10^{-11} .

Resultados e discussão

Os componentes de variância e as herdabilidades estimadas encontram-se descritas na Tabela 2. A herdabilidade estimada para PS (0,39) foi de média magnitude, sendo próxima à relatada por Gordo et al. (2012) de 0,37 e superior ao relatado por Wenceslau et al. (2012) de

0,25 e Koury Filho et al. (2009) de 0,29, para animais da raça Nelore. Valores de herdabilidade de média magnitude são indicativos de progresso genético, quando se utiliza a característica como critério de seleção.

Tabela 2 - Estimativa dos componentes de variância e herdabilidade de peso ao sobreano, conformação frigorífica ao sobreano e características de carcaça medidas por ultrassonografia

Característica	Estimativas			
	σ_a^2	σ_e^2	σ_p^2	h^2
PS (kg)	345,0925	532,0975	877,1901	0,39
CF (1 – 6)	0,3987	0,8245	1,2231	0,33
AOL (cm ²)	12,6529	27,9886	40,6414	0,31
AOL100 (cm ² /100 kg)	1,0945	1,5300	2,6245	0,42
AOL450 (cm ²)	15,7686	26,0743	41,8429	0,38
RATIO	0,0003	0,0007	0,0010	0,30
EGS (mm)	0,1266	0,6051	0,7317	0,17
EGP (mm)	0,5648	1,4931	2,0579	0,27
GI (%)	0,1577	0,2298	0,3874	0,41

PS = peso ao sobreano ajustado para 550 dias de idade; CF = conformação frigorífica ao sobreano; AOL = área de olho de lombo; AOL100 = área do olho de lombo ajustada para 100 kg de peso corporal; AOL450 = área de olho de lombo ajustada para 450 kg de peso corporal; EGS = espessura de gordura subcutânea no lombo; EGP = espessura de gordura subcutânea na picanha; GI = gordura intramuscular; RATIO = relação altura x largura do contrafilé; σ_a^2 = componente de variância genética aditiva; σ_e^2 = componente de variância residual; σ_p^2 = componente de variância fenotípica; h^2 = herdabilidade.

Com relação à CF, a herdabilidade estimada para bovinos Nelore ao sobreano foi de 0,33, esse valor foi superior ao estimado por Wenceslau et al. (2012), de 0,25. Entretanto, o valor estimado encontra-se dentro do intervalo descrito por Barichello et al. (2010), de 0,17 a 0,45 para CF à desmama, ao analisar quatro diferentes modelos de avaliação para animais da raça Canchim. Yokoo et al. (2009), avaliando as notas de escores individualmente, observaram estimativas de herdabilidade de 0,42 para estrutura, 0,65 para precocidade e 0,49

para musculatura, em animais da raça Nelore. Essas estimativas foram superiores ao relatadas nesse estudo, sugerindo que a avaliação por escores visuais, responderá com ganho genético quando utilizada no critério de seleção.

Para as características indicadoras de musculosidade, as herdabilidades estimadas foram de 0,31, 0,42, 0,38 e 0,30 para AOL, AOL100, AOL450 e RATIO, respectivamente. Nota-se que, as herdabilidades estimadas para os indicadores de musculosidade ajustados (AOL100 e AOL450) foram superiores a herdabilidade da AOL. Essas estimativas estão dentro do intervalo de herdabilidade para a característica AOL relatadas na literatura, no qual, variaram de 0,18 a 0,66 (Yokoo et al. 2009; Barbosa et al., 2010; Marques et al., 2013; Paula et al., 2015; Santos et al., 2017) para animais Nelore. Ressalta-se que a amplitude dos valores referentes às herdabilidades pode ser decorrente devido a fatores como, população, raça, idade, qualidade da informação avaliada e metodologias aplicadas na estimação dos componentes de variância.

Entre as características avaliadas, a EGS e EGP foram as que apresentaram herdabilidades de baixa magnitude, de 0,17 e 0,27, respectivamente. Sugerindo que, a tais características são mais susceptíveis as ações ambientais, quando comparadas as demais estudadas. Os valores estimados foram inferiores aos citados por Bonin et al. (2015), de 0,44 e 0,47, para EGS e EGP de bovinos Nelore, respectivamente. Contudo, os resultados foram semelhantes aos descritos por Faria et al. (2015) de 0,17 para EGS e 0,36 EGP, em bovinos da raça Nelore e por Lima Neto et al. (2009), de 0,10 e 0,32 para EGS e EGP, nessa ordem, estudando características de carcaça avaliadas via ultrassom em bovinos da raça Guzerá.

Nota-se que, as características de EGS e EGP possuem alto coeficiente de variação (Tabela 1), sugerindo que os dados analisados possuem uma alta dispersão, ou seja, apresentam alta variação e isso pode ser um dos fatores que influenciam nas estimativas de herdabilidade.

A gordura intramuscular apresentou alta herdabilidade (0,41), sendo superior a herdabilidade estimada por Santos et al. (2017) de 0,33, em bovinos da raça Nelore. Su et al. (2016) trabalhando com bovinos cruzados, estimaram herdabilidades de 0,44 para percentagem de gordura intramuscular mensurada via ultrassom e 0,43 para escore obtido diretamente na carcaça após o abate, respectivamente. Indicando que a resposta à seleção será satisfatória.

As correlações genéticas e fenotípicas entre os indicadores de musculabilidade com as demais características avaliadas estão apresentadas na Tabela 3. Foi observada correlação genética (0,43) e fenotípica (0,67) de média magnitude, entre peso corporal e AOL.

Tabela 3 - Estimativa de correlações genéticas (acima da diagonal) e correlações fenotípicas (abaixo da diagonal) de peso ao sobreano, conformação frigorífica ao sobreano e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia

Característica	PS	CF	AOL	AOL100	AOL450	RATIO	EGS	EGP	GI
PS	-	0,78	0,43	-0,38	-0,12	0,11	0,16	0,09	-0,03
CF	0,33	-	0,47	-0,15	0,06	0,15	0,23	0,04	-0,06
AOL	0,67	0,27	-	0,65	0,83	0,45	0,14	0,10	0,12
AOL100	-0,10	-0,01	0,45	-	0,96	0,31	0,01	0,01	0,14
AOL450	0,29	0,12	0,82	0,88	-	0,33	0,05	0,05	0,14
RATIO	0,45	0,13	0,47	-0,14	0,19	-	0,37	0,29	0,11
EGS	0,18	0,15	0,27	0,10	0,21	-0,06	-	0,61	0,41
EGP	-0,001	0,09	0,14	0,19	0,20	0,06	0,84	-	0,21
GI	0,004	0,01	0,07	0,11	0,12	0,08	0,34	0,39	-

PS = peso ao sobreano ajustado para 550 dias de idade, em kg; CF = conformação frigorífica ao sobreano, em escala de 1 à 6; AOL = área de olho de lombo, em cm²; AOL100 = área do olho de lombo ajustada para 100 kg de peso corporal, em cm²/100 kg; AOL450 = área de olho de lombo ajustada para 450 kg de peso corporal, em cm²; EGS = espessura de gordura subcutânea no lombo, em mm; EGP = espessura de gordura na picanha, em mm; GI = gordura intramuscular, em percentagem; RATIO = relação altura x largura do contrafilé.

Bergen et al. (1997) estimaram correlação positiva de magnitude moderada a alta (0,42 a 0,63) entre AOL e peso corporal, para animais das raças Angus e Hereford, respectivamente. Lima Neto et al. (2009) também verificaram que o peso corporal foi altamente correlacionado com a AOL (0,79), para animais da raça Guzerá. Esses resultados sugerem que, a seleção para AOL pode resultar na seleção indireta de animais de maior tamanho e provavelmente com maiores exigências nutricionais caso ela seja usada na seleção.

A correlação genética (-0,38) e fenotípica (-0,10) estimadas entre AOL100 e peso corporal foi menor, porém, no mesmo sentido dos resultados observados por Turner et al. (1990). Essas associações revelam a limitação no uso da AOL100 como indicador de musculabilidade, visto que este ajuste se apresenta inversamente associado com peso corporal.

Uma explicação para este problema se deve ao fato da área ser uma medida bidimensional e o peso, que está ligado ao volume, ser tridimensional. Isto faz com que animais de mesma conformação e de tamanhos diferentes, tenham incremento proporcionalmente maior no peso do que em AOL, resultando na diminuição da AOL100, sem que haja mudança na musculabilidade. Dessa maneira, a AOL450 possui o propósito de unificar as unidades de grandezas das características (cm^2 e kg), proporcionando baixa correlação entre AOL e peso corporal. Nesse estudo, a correlação genética entre PS e AOL450, foi de -0,12, ou seja, é uma medida indicadora de musculabilidade, sendo mais representativa com baixa associação com peso corporal.

Observou-se nesse estudo, correlação genética entre AOL e AOL100 de 0,65 e entre AOL e AOL450 de 0,83. Essas associações sugerem que os indicadores AOL100 e AOL450, estão associados com a musculabilidade. Entretanto, a resposta de ambos indicadores quando correlacionadas com o peso corporal, são diferentes e, podem levar a direções opostas quando utilizadas como critério de seleção.

Semelhante a AOL450, o RATIO apresentou correlação genética de baixa magnitude com PS (0,11). Entretanto, foi o indicador menos correlacionado geneticamente com a AOL (0,45). Além disso, nota-se que a correlação genética entre CF e RATIO (0,15) foi superior quando comparada a correlação entre CF e AOL450 (0,06), assim acredita-se que o indicador AOL450 apresenta-se como a melhor estratégia de ajuste da AOL, servindo como melhor indicador de musculosidade avaliado nesse estudo.

Com relação às características de acabamento de carcaça, nesse estudo, a AOL apresentou baixa correlação genética com EGS (0,14) e EGP (0,10). Outros trabalhos (Lima Neto et al., 2009; Barbosa et al., 2010; Toral et al., 2011; Marques et al., 2013) também observaram baixa correlação genética e/ou fenotípica entre AOL e EGS e AOL e EGP, indicando que o aumento no rendimento muscular não será correspondido na mesma proporção com incremento na espessura de gordura.

De acordo com Sugisawa et al. (2013), a EGP é uma medida complementar a EGS, isso explica a correlação genética moderada entre ambas nesse estudo (0,61). Além disso, os autores relataram que ambas as características são indicativos de precocidade sexual e de terminação. Outra importante contribuição relacionada à espessura de gordura subcutânea é a função de proteção da carcaça nos processos pós abate.

Com relação à CF, observou-se que ela apresenta limitações como indicador de musculosidade, visto que a sua associação com peso corporal foi elevada (0,78). Wenceslau et al. (2012) também relataram alta correlação genética entre CF e peso corporal (0,80). Assim, considera-se que a CF refere-se a um indicador de tamanho corporal, devido à semelhança das suas correlações com as correlações estimadas entre peso corporal e as demais características estudadas.

Correlação genética de média magnitude foi observada entre GI e EGS (0,41). A associação moderada entre ambas sugere que a seleção para uma característica resultará,

paralelamente, no progresso genético na outra, pois provavelmente essas características compartilham, em grande parte, os mesmos conjuntos de genes de ação aditiva.

Conclusão

As características avaliadas nesse estudo apresentam variabilidade e são passíveis de seleção, devido à herdabilidade de média magnitude.

A AOL100 demonstra ser ineficiente para função de indicador de musculosidade. A AOL450 apresenta-se como indicador de musculosidade alternativo e mais eficiente, quando comparadas a AOL, AOL100 e RATIO.

Agradecimentos

A autora agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos e ao Programa Geneplus pela disponibilização dos dados para a realização do trabalho.

Referências

Alves, D.D.; Paulino, M.F.; Backes, A.A.; Valadares Filho, S.C. e Rennó, L.N. 2004. Características de carcaça de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu (F1) nas fases de recria e terminação. Revista Brasileira Zootecnia 33:1274-1284.

Alves, D.N.; Faria, C.U. e Lôbo, R.B. 2010. Correlações fenotípicas entre crescimento e características de carcaça medidas por ultrassonografia em bovinos Nelore mocho criados em bioma cerrado. In: Anais do 1º Simpósio Nacional em Ciência Animal. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

Barbosa, V.; Magnabosco, C.U.; Trovo, J.B.F.; Faria, C.U.; Lopes, D.T.; Viu, M.A.O.; Lobo, R.B. e Mamede, M.M.S. 2010. Estudo genético quantitativo de características de carcaça e perímetro escrotal, utilizando inferência bayesiana em novilhos nelore. *Bioscience Journal* 26:789-797.

Barichello, F.; Alencar, M.M.; Torres Júnior, R.A.A. e Silva, L.O.C. 2010. Herdabilidade e correlações quanto a peso, perímetro escrotal e escores visuais à desmama, em bovinos Canchim. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45:563-570.

Bergen, R.D.; McKinnon, J. J.; Christensen, D. A.; Kohle, N. e Belanger, A. 1997. Use of Real-Time Ultrasound to Evaluate Live Animal Carcass Traits in Young Performance-Tested Beef Bulls. *Journal of Animal Science* 75:2300-2307.

Bonin, M.N.; Ferraz, J.B.S.; Pedrosa, V.B.; Silva, S.L.; Gomes, R.C.; Cucco, D.C.; Santana, M.H.A.; Campos, J.H.A.; Barbosa, V.N.; Castro, F.S.F.; Novais, F.J. e Oliveira, E.C.M. 2015. Visual body-scores selection and its influence on body size and ultrasound carcass traits in Nelore cattle. *Journal of Animal Science* 93:5597-5606.

Crews, D.; Dikeman, M.; Northcutt, S.L.; Garrick, D.; Marston, T.T; Macneil, M.; Olson, L.W.; Paschal, J.C.; Rouse, G.; Weaber, B.; Wheeler, T.; Shackelford, S.; Williams, R.E.; Wilson, D.E. Animal Evaluation. In: *Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs*. 9^o ed. Cundiff, L.V.; Van Vleck, L.D.; Hohenboken, W.D. NMREC Prairie Research Unit, Prairie, MS, p. 16-56, 2015.

Faria, C.U.; Magnabosco, C.U.; Albuquerque, L.G.; Bezerra, L.A.F. e Lôbo, R.B. 2009. Estimativas de correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassonografia em bovinos Nelore utilizando modelos bayesianos linear-limiar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:2144-2151.

Faria, C.U.; Andrade, W.B.F.; Pereira, C.F.; Silva, R.P. e Lôbo, R.B. 2015. Análise bayesiana para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia de bovinos da raça Nelore Mocho, criados em bioma Cerrado. *Ciência Rural* 45:317-322.

Gordo, D.G.M.; Baldi, F.; Lôbo, R.B.; Koury Filho, W.; Sainz, R.D. e Albuquerque, L.G. 2012. Genetic association between body composition measured by ultrasound and visual scores in Brazilian Nelore cattle. *Journal of Animal Science* 90:4223-4229.

Koury Filho, W.; Albuquerque, L.G.; Alencar, M.M.; Forni, S.; Silva, J.A.V. e Lôbo, R.B. 2009. Estimativas de herdabilidade e correlações para escores visuais, peso e altura ao sobreano em rebanhos da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:2362-2367.

Lima Neto, H.R.; Bergmann, J.A.G.; Gonçalves, T.M.; Araújo, F.R.C.; Bezerra, L.A.F.; Saiz, R.D.; Lôbo, R.B. e Silva, M.A. 2009. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 61:251-258.

Luchiarri Filho, A. 2000. A pecuária da carne bovina. LinBife, São Paulo, SP.

Marques, E. G.; Magnabosco, C. U.; Lopes, F. B. e Silva M. C. 2013. Estimativas de parâmetros genéticos de características de crescimento, carcaça e perímetro escrotal de animais da raça nelore avaliados em provas ganho em peso em confinamento. *Bioscience Journal* 29:159-167.

Meirelles, S.L.; Alencar, M.M.; Oliveira, H.N. e Regitano, L.C.A. 2010. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39:1437-1442.

Misztal, I. 2002. REMLF90 Manual. Disponível em: <<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/numpub/blupf90/docs/remlf90.pdf>>. Acesso em: 14 de março de 2017.

Paula, E.J.H.; Martins, E.N.; Oliveira, C.A.L.; Magnabosco, C.U.; Sainz, R.D.; Geron, L.J.V.; Souza Neto, E.L.; Porto, E.P. e Miguel, G.Z. 2015. Associations between reproductive and carcass traits in Nellore. *Semina: Ciências Agrárias* 36:4423-4434.

Peron, J.A.; Fontes, C.A.A.; Lana, R.P.; Queiroz, A.C.; Paulino, M.F. e Silva, D.J. 1995. Medidas quantitativas e proporções de músculos, tecido adiposo e ossos da carcaça de novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e “ad libitum”. *Revista Brasileira de Zootecnia* 24:126-137.

Restle, J.; Pascoal, L.L.; Faturi, C.; Alves Filho, D.C.; Brondani, I.L.; Pacheco, P.S. e Peixoto, L.A.O. 2002. Efeito do Grupo Genético e da Heterose nas Características

Quantitativas da Carcaça de Vacas de Descarte Terminadas em Confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia 31:350-362.

Restle, J.; Vaz, F.N.; Quadros, A.R.B. e Müller, L. 1999. Características de Carcaça e da Carne de Novilhos de Diferentes Genótipos de Hereford x Nelore. Revista Brasileira de Zootecnia 28:1245-1251.

Rocha Júnior, V.R.; Silva, F.V.; Barros, R.C.; Reis, S.T.; Costa, M.D.; Souza, A.S.; Caldeira, L.A.; Oliveira, T.S. e Oliveira, L.L.S. 2010. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore e Mestiços terminados em confinamento. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 11:865-875.

Rodrigues, E.; Arrigoni, M.B.; Jorge, A.M.; Bianchini, W.; Martins, C.L. e Andrighetto, C. 2010. Crescimento dos tecidos muscular e adiposo de fêmeas bovinas de diferentes grupos genéticos no modelo biológico superprecoce. Revista Brasileira de Zootecnia 39: 625-632.

Rosa, A.N.; Silva, L.O.C.; Amaral, T.B. Avaliação Zootécnica e Funcional de Touros na Fazenda. Campo Grande: Embrapa – CNPGC, 4p. (Comunicado Técnico, 82), 2003.

Santos, G.S.; Hoshiba, M.M.M.L.; Araújo, C.V.; Menezes, G.R.O.; Silva, L.O.C. e Gondo, A. 2017. Parâmetros genéticos de características de carcaça em bovinos da raça Nelore. In: Anais do 12º Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. Sociedade Brasileira de Melhoramento Genético Animal, Ribeirão Preto, SP.

Strada, E.S.O.; Silva, R.R.; Carvalho, G.G.P.; Barbosa, L.P.; Araújo, F.L.; Leite, M.C.P.; Leite, L.C.; Peixoto, C.C. e Lisboa, M.M. 2015. Glicerina de baixa pureza na suplementação de bovinos terminados a pasto: análise bioeconômica. Semina Ciências Agrárias 36:2195-2210.

Su, H.; Garrick, D.J.; Golden, B. e Hyde, L. 2016. Estimation of Genetic Parameters for Carcass Traits and Their Corresponding Ultrasound Measurements in Crossbred Beef Cattle. Animal Industry Report AS 662, ASL R3057.

Sugisawa, L.; Mattos, W.R.S.; Oliveira, H.N.; Silveira, A.C.; Arrigoni, M.B. e Souza, A.A. 2006. Correlações simples entre as medidas de ultra-som e a composição da carcaça de bovinos jovens. Revista Brasileira de Zootecnia 35:169-176.

Suguisawa, L.; Soutello, R.V.G.; Arrigoni, M.B.; Jorge, A.M.; Burini, D.C.M.; Storti, S.M.M.; Dourado, H.F. e Beccaria, J.R. 2002. Avaliação da composição da carcaça de bovinos superprecoces. *Ciências Agrárias da Saúde* 2:37-42.

Suguisawa, L; Matos, B.C e Suguisawa, J.M. 2013. Uso da ultrassonografia na avaliação de características de carcaça e qualidade de carne. p.97-107. In: *Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus - Embrapa*. Rosa, A.N. et al. ed. Embrapa, Brasília, DF.

Toral, F.L.B.; Roso, V.M.; Araújo, C.V.; Reis Filho, J.C. 2011. Genetic parameters and response to selection for post-weaning weight gain, visual scores and carcass traits in Hereford and Hereford×Nellore cattle. *Livestock Science* 137:231–237.

Turner, J.W.; Pelton, L.S. e Cross, H.R. 1990. Using live animal ultrasound measures of ribeye area and fat thickness in yearling Hereford bulls. *Journal of Animal Science* 68:3502-3506.

Wenceslau, R.R.; Felipe, V.P.S.; Valente, B.D.; Rosa, A. N.; Nobre, P.R.C.; Martin Nieto, L. e Silva, M.A. 2012. Estimativas de componentes de (co)variância para peso e escores visuais de conformação frigorífica em bovinos Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 64:443-449.

Yokoo, M.J.I.; Werneck, J.N.; Pereira, M.C.; Albuquerque, L.G.; Koury Filho, W.; Sainz, R.D.; Lobo, R.B. e Araújo, F.R.C. 2009. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44:197-202.