

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

DANIELLE LEAL MATARIM

**Estimativa de parâmetros genéticos para  
características de carcaça avaliadas por ultrassom,  
com ênfase na gordura intramuscular, em bovinos  
Nelore**

DANIELLE LEAL MATARIM

**Estimativa de parâmetros genéticos para  
características de carcaça avaliadas por ultrassom,  
com ênfase na gordura intramuscular, em bovinos  
Nelore**

**“Versão corrigida”**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia

**Área de Concentração:** Qualidade e Produtividade Animal

**Orientador:**  
Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da  
Universidade de São Paulo

M425e	<p>Matarim, Danielle Leal</p> <p>Estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassom, com ênfase na gordura intramuscular, em bovinos Nelore / Danielle Leal Matarim. -- Pirassununga, 2015. 54 p.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.</p> <p>Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva.</p> <p>1. Área de olho de lombo 2. Correlação 3. Espessura de gordura 4. Herdabilidade 5. Tendência genética. I. Título.</p>
-------	---

*Aos meus amados pais, Paulo e Marilda, pelo amor, incentivo e por não medirem esforços para a realização dos meus sonhos.*

*À minha irmã, pois “Quem tem uma irmã jamais está sozinha”.*

*À minha avó, Natalina, pelo exemplo de vida e por sempre cuidar de mim, mesmo estando longe.*

*Ao meu noivo Lúcio, pelo carinho e compreensão. “A distância não é ruim, ela só nos mostra o quanto é bom estarmos juntos”.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da minha vida e por se fazer presente nesta caminhada.

A Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos e à Universidade de São Paulo pela estrutura para obtenção deste título.

Ao meu orientador Prof. Saulo da Luz e Silva pela orientação, ensinamentos e pela confiança depositada em mim para a condução deste projeto.

Ao Prof. José Bento Sterman Ferraz pelo apoio, pela essencial colaboração para a execução deste trabalho, solicitude e paciência em ajudar-me.

Ao Prof. e Superintendente técnico da ABCZ, Luiz Antônio Josahkian pelo apoio à ideia inicial do projeto.

Ao Dr. Raysildo Barbosa Lôbo e ao Pesquisador Dr. Luís Gustavo Figueiredo, em nome da equipe da ANCP, pela colaboração, repasse e organização do banco de dados.

Ao Fabiano Rodrigues da Cunha Araújo, pelo apoio, coleta das imagens e ajuda no contato com os produtores.

Aos produtores Sr. Luciano Borges do Rancho da Matinha, Sr. Cláudio Sabino Filho da Chácara Naviraí, Sr. Fábio Souza de Almeida Filho da Nelore do Golias, Sr. Argeu da Genética Quantitativa e ao Prof. Dante Pazzanese da Nelore DP por acreditarem no projeto e por gentilmente disponibilizarem os dados para que a realização do trabalho fosse possível.

Aos amigos do Ceber e agregados, Aninha, Jú, Juan, Dipsy, Henrique, Kati, Robertinha, Dan, Fabi, Mad e Nathália pelas conversas, dicas e companhia. Tenho muito orgulho de ter feito parte desta equipe.

A Alemã e Thaís pela amizade. Agradeço por sempre poder contar com vocês.

As minhas amigas Jana, Quel e Day, por me acolherem, fazendo-me sentir em casa e tornarem a minha estada em Pirassununga mais agradável. Vou sentir muito a falta de vocês.

A minha família, pelo apoio e incentivo, por sempre me impulsionar e encorajar a alcançar meus objetivos, apesar dos obstáculos.

A CAPES, pela bolsa institucional.

A todos que de alguma forma colaboraram para a conquista deste título.

*“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Não importam quais sejam os obstáculos e as dificuldades. Se estamos possuídos de uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho”.*

*Dalai Lama*

## RESUMO

**MATARIM, D.L. Estimativa de parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassom, com ênfase na gordura intramuscular, em bovinos Nelore.** 2015. 60p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

Este trabalho foi desenvolvido visando a estimativa de parâmetros genéticos para características de carcaça obtidas por ultrassonografia em bovinos da raça Nelore. Foram analisadas as informações de 13.256 animais, machos e fêmeas, com idade entre 10 e 25 meses, provenientes de cinco propriedades distintas, pertencentes ao programa de melhoramento genético da Associação Nacional de Criadores e Produtores (ANCP). As características de carcaça avaliadas por ultrassonografia foram área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), espessura de gordura na garupa (EGG), percentagem de gordura intramuscular (PGIM), além do peso na data da avaliação e das estimativas do peso e da percentagem da porção comestível (PESPC e PERPC, respectivamente). Foram estimadas a herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas, além da tendência genética observada no período avaliado. As herdabilidades observadas foram de moderada magnitude (0,18 a 0,37), suportando a recomendação de seleção para as características de carcaça. As correlações da gordura intramuscular com as demais variáveis foram, em sua maioria, próximas de zero, com exceção para as correlações com a área de olho de lombo e com o peso da porção comestível, cujos valores negativos devem ser considerados nos critérios de seleção. O efeito da idade sob as características permite afirmar que as avaliações por ultrassonografia podem ser obtidas em idade precoce. Os resultados indicaram ainda que a inclusão das DEPs de carcaça tem proporcionado melhorias na área de olho de lombo e nas espessuras de gordura, no entanto a percentagem da gordura intramuscular e o rendimento dos cortes cárneos não apresentaram progresso uniforme na população e período avaliados.

**Palavras – chave:** área de olho de lombo, correlação, espessura de gordura, herdabilidade, tendência genética.

## ABSTRACT

**MATARIM, D.L. Estimation of genetic parameters for carcass traits measured by ultrasound, with emphasis on intramuscular fat, in Nelore.** 2015. 60p. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

This work was developed aiming to estimate genetic parameters for carcass traits obtained by ultrasound in Nelore cattle. The information of 13,256 animals were analyzed, male and female, with ages between 10 and 25 months, from five distinct properties, belonging to the genetic improvement program of the *Associação Nacional de Criadores e Produtores* (ANCP). The carcass characteristics evaluated by ultrasonography were: rib eye area (REA), subcutaneous back fat thickness (BF), rump fat thickness (RF), percentage of intramuscular fat (IMF), also the weight on the valuation date, estimates of weight and percentage of retail product. Heritability, genetic and phenotypic correlations were estimated, in addition to the genetic tendency observed during the study period. Observed heritability had moderate magnitude (0,18 to 0,37), corroborating the selection recommendation for carcass traits. The percentage of intramuscular fat correlations with other features were mostly close to zero, except for correlations with the loin eye area and the weight of retail product, whose negative values should be considered in the selection criteria. The effect of age on the observed features suggest that the ultrasound evaluation can be held at an early age. The results also indicated that the inclusion of expected progeny differences (EPDs) has provided improvements in REA and BF, however the intramuscular fat and yield of meat cuts showed no uniform progress in the population and the evaluated period.

**Keywords:** rib eye area, correlation, fat thickness, heritability, genetic tendency.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Imagem típica da secção transversal do <i>Longissimus dorsi</i> , obtidas na região entre a 12ª e a 13ª costelas, por ultrassom (A) e na carcaça (B) .....	19
Figura 2. Imagem típica da secção transversal do <i>Longissimus dorsi</i> para medição da AOL e EGS, por ultrassonografia e na carcaça .....	21
Figura 3. Imagem típica da garupa, com corte longitudinal do <i>Gluteus medius e Biceps femoris</i> .....	21
Figura 4. Imagem da medida da gordura intramuscular por ultrassonografia .....	23
Figura 5. Escala de marmoreio – <i>Quality grade</i> .....	25
Figura 6. Efeito da idade sobre o peso vivo .....	40
Figura 7. Efeito da idade sobre a área de olho de lombo .....	40
Figura 8. Efeito da idade sobre a espessura de gordura subcutânea na região entre a 12ª e a 13ª costelas .....	40
Figura 9. Efeito da idade sobre a espessura de gordura na garupa .....	40
Figura 10. Efeito da idade sobre a porcentagem de gordura intramuscular .....	40
Figura 11. Efeito da idade sobre o peso da porção comestível .....	40
Figura 12. Efeito da idade sobre a porcentagem da porção comestível .....	40
Figura 13. Tendência genética anual do valor genético dos reprodutores para peso vivo .....	43
Figura 14. Tendência genética anual do valor genético dos reprodutores para aol .....	43
Figura 15. Tendência genética anual do valor genético dos reprodutores para espessura de gordura subcutânea .....	43
Figura 16. Tendência genética anual do valor genético dos reprodutores para espessura de gordura na garupa .....	43
Figura 17. Tendência genética anual do valor genético dos reprodutores para porcentagem de gordura intramuscular.....	43
Figura 18. Tendência genética anual do valor genético dos reprodutores para peso da porção comestível da carcaça .....	43
Figura 19. Tendência genética anual do valor genético dos reprodutores para porcentagem da porção comestível da carcaça .....	43

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	12
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
<b>3.1. Carne bovina</b> .....	13
3.1.1. <i>Carne brasileira – o binômio Nelore/Brachiaria</i> .....	14
<b>3.2. Avaliação das características de carcaça</b> .....	15
<b>3.3. A tecnologia de ultrassom</b> .....	17
<b>3.4. Características avaliadas por ultrassonografia</b> .....	19
3.4.1. <i>Área de olho de lombo</i> .....	19
3.4.3. <i>Espessura de Gordura na Garupa</i> .....	21
3.4.4. <i>Gordura intramuscular ou Marmoreio</i> .....	22
<b>3.5. A percentagem da gordura intramuscular nos sistemas de classificação de carcaça</b> ...	23
<b>3.6. Peso e porcentagem de cortes comerciais</b> .....	25
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	28
<b>4.1. Animais</b> .....	28
<b>4.2. Equações de predição</b> .....	28
<b>4.3. Análise dos dados</b> .....	29
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
<b>5.1. Variâncias e herdabilidade</b> .....	32
<b>5.2. Correlações genéticas e fenotípicas</b> .....	35
<b>5.3. Efeito da idade sobre as características de carcaça</b> .....	39
<b>5.4. Tendências genéticas</b> .....	42
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	47
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48

## 1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte está entre as atividades de maior importância, em termos socioeconômicos, para o Brasil. A atividade é desenvolvida na quase totalidade dos municípios brasileiros, com uma ampla variedade de raças, sistemas de produção, índices de produtividade, condições sanitárias e sistemas de comercialização, de acordo com as peculiaridades de cada região e as exigências do mercado a que se destina.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de carne e as exportações brasileiras de carne têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, fazendo com que o país atingisse uma posição importante no cenário internacional, ultrapassando países tradicionalmente exportadores como Estados Unidos e Austrália.

No ano de 2050 devem ser comercializados 8.6 milhões de toneladas de carne em todo o mundo, segundo previsões do Departamento de Agricultura Americano (USDA, 2013), dos quais 1,6 milhões de toneladas possivelmente serão de origem brasileira.

Apesar de ser o primeiro em relação ao volume comercializado, o valor pago pelo produto brasileiro ainda é baixo. Isso ocorre principalmente devido a problemas sanitários (ou risco) e pelo fato do rebanho brasileiro ser composto basicamente por animais zebuínos que são conhecidos como produtores de carne com menor maciez. Esses fatores restringem a entrada da carne brasileira em mercados altamente valorizados, como o asiático, por exemplo, atualmente dominado por países como Austrália e Nova Zelândia. Por outro lado, a carne bovina brasileira tem a seu favor um aspecto importante, o apelo “ecológico” de animais produzidos a pasto que é associado a um produto mais saudável.

A produção de uma carne de qualidade começa com o produtor, que inicialmente tem a responsabilidade de escolher o animal mais adequado para fornecer um produto com características específicas, que potencialmente atenda à expectativa do mercado, considerando também as condições ambientais disponíveis.

Nesse aspecto, os produtores e os pesquisadores têm realizado, por vários anos, um trabalho incontestável, utilizando ciência e tecnologia para a seleção e produção de animais com maior potencial genético de produção, adaptando seus sistemas de forma a se tornarem cada vez mais competitivos internacionalmente, tanto em relação aos custos de produção quanto à qualidade de seus produtos.

Nesse trabalho, os programas de seleção de bovinos sempre focaram características de crescimento e reprodução, e pouca ênfase foi dada a características de qualidade do produto final, principalmente pela dificuldade de obtenção desses dados. No entanto, o mercado

consumidor mundial tornou-se muito exigente quanto à qualidade dos produtos que consome e essa expectativa de obter produtos com qualidade garantida não pode ser ignorado.

Com o objetivo de atender essas exigências, vários países têm envidado esforços no desenvolvimento de programas de avaliação e seleção de animais baseados em seu mérito de carcaça e de qualidade da carne. Como resultado dessa iniciativa as diferenças esperadas na progênie (DEPs) para características de carcaça têm sido incorporadas aos sumários de várias raças de corte, com foco principalmente na área de olho de lombo e nas medidas de gordura, por serem indicativas da musculosidade e do acabamento de carcaça.

A gordura intramuscular, por ser associada à melhor palatabilidade da carne e valorizada por mercados como o americano, australiano e japonês, também está sendo mensurada, embora em menor número, inclusive na raça Nelore. No Brasil, devido a maior parte do rebanho ser de origem zebuína existe pouca variabilidade nessa característica. No entanto, dados da literatura indicam haver uma variação na percentagem de gordura intramuscular em animais Nelore, filhos de touros representantes das principais linhagens desta raça, bem como diferenças entre machos e fêmeas, indicando a possibilidade da existência de animais zebuínos com maior predisposição para deposição de gordura intramuscular.

Dessa forma, é importante investigar a variabilidade dessa característica, possibilitada por tecnologias como a ultrassonografia. A técnica tem permitido o trabalho das características de carcaça pelos programas de melhoramento genético e a ampla utilização por todo o mundo como ferramenta de padronização dos produtos de forma rápida e barata, fornecendo informações importantes para os produtores, para que estes possam direcionar seu sistema de produção, visando assegurar aos consumidores a aquisição de um produto com qualidade garantida.

## **2. OBJETIVOS**

Diante do exposto o presente estudo objetivou:

- Estimar componentes de variância e herdabilidade das características de carcaça, avaliadas por ultrassonografia e estimadas por equações de predição;
- Determinar correlações genéticas e fenotípicas entre as características avaliadas;
- Analisar o comportamento das características em diferentes idades e
- Verificar a evolução das características ao longo do período avaliado, através das tendências genéticas.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Carne bovina

A indicação do consumo de carne vermelha apoia-se em sua rica composição nutricional. Apesar de trabalhos associarem a ingestão de carne vermelha à maior incidência de câncer de colón retal (LARSSON; WOLK, 2006; NORAT et al., 2005) e à maior ocorrência de doenças cardíacas (FRASER, 1999; STEFFEN et al., 2005), uma dieta saudável inclui a carne magra, em quantidades moderadas, associada ao consumo de carboidratos, frutas e vegetais, além de porções moderadas de leite e derivados (RONDÓ JR., 2011; WILLIAMSON et al., 2005).

A composição em ácidos graxos das carnes vermelhas tem sido estigmatizada em razão da associação desta com várias doenças, desde complicações cardiovasculares à ocorrência de câncer. Em contrapartida os lipídios da carne podem ser uma importante fonte de ácidos graxos para o ser humano, tendo além da função energética, muitas outras funções no organismo, influenciando positiva ou negativamente a saúde humana (MAPIYE et al., 2012).

ROSSATO et al. (2010) faz referência aos fatores que influenciam a composição de ácidos graxos da gordura de bovinos, são eles: a variação entre animais na deposição de gordura intramuscular e no metabolismo de biohidrogenação, variação na composição da gordura e disponibilidade de *n-6* e *n-3* na dieta, tamanho das partículas e taxa de passagem no rúmen e variação nas condições ambientais onde os animais são criados.

Devido às modificações de perfil que os ácidos graxos sofrem no rúmen, a maior oferta da forma insaturada na dieta não implica aumento da concentração da mesma na carne. Alguns ácidos graxos, principalmente os polinsaturados, são tóxicos aos microrganismos, que desenvolveram um mecanismo de autodefesa, a biohidrogenação. Este processo converte ácidos graxos insaturados em saturados pela hidrogenação das ligações duplas na cadeia de carbono (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2006). No entanto a concentração de ácidos graxos polinsaturados na gordura intramuscular pode ser incrementada com o aumento da ingestão de pastagem. A substituição de concentrados por forragem na dieta reduz linearmente a concentração de ácidos graxos saturados na gordura de marmoreio (FRENCH et al., 2000).

### 3.1.1. Carne brasileira – o binômio Nelore/*Brachiaria*

Segundo Berg e Butterfield (1976) não existe uma raça capaz de atender a composição ideal para todos os mercados, e sim uma raça adequada para as condições ambientais onde a carne é produzida. Dessa forma o binômio Nelore/*Brachiaria* tem permitido ao Brasil ser o segundo maior produtor mundial de carne bovina (USDA, 2015), com qualidade e menor custo.

A raça Nelore, mais criada no país, é adaptada às condições brasileiras, tanto climáticas quanto em relação ao sistema de produção predominante, o pasto. No entanto, historicamente a carne de zebuínos (*Bos indicus*) tem sido identificada como dura, primeiramente a característica foi atribuída devido às condições em que eram criados, a pasto, e ao abate tardio de animais velhos. Depois, justificada pela relação da idade de abate com o número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno dos músculos, pela menor deposição de gordura na carcaça e pela ausência de marmoreio e ainda explicada pela maior concentração de calpastatina no músculo de zebuínos quando comparados à concentração em *Bos taurus* (MAGNABOSCO, 2006).

Apesar de a raça exercer grande influência na qualidade da carne, pesquisas indicam que a variação entre reprodutores dentro da mesma raça é superior à variação entre várias raças (O'CONNOR et al., 1997; SAINZ et al., 2005), considerando ainda a influência ambiental na expressão destes genótipos. A produção de carne brasileira, por ser em sua maioria realizada em pastagem, possui o apelo de carne “natural” e atrai mercados exigentes quanto à origem e segurança alimentar, no entanto essa oferta deve ser consistente e de qualidade para conquistar e manter essa comercialização (YOKOO et al., 2010).

Segundo Daley et al. (2010) dietas que tem como base a pastagem podem melhorar significativamente a composição de ácidos graxos e o teor de antioxidantes da carne, apesar de influenciar negativamente a palatabilidade da mesma. Em trabalho realizado pelo mesmo autor foi verificado um aumento no total de ácido linoleico conjugado (CLA) (C18:2) e isômeros, ácido transvacênico (C18:1 trans11), um precursor do CLA e ômega 3, pelo maior consumo de pastagem. A concentração total de ácidos graxos saturados não diferiu entre os sistemas de criação, mas o pasto proporcionou uma maior proporção de colesterol neutro, como o ácido graxo esteárico (C18:0) e menos ácidos graxos saturados que elevam o colesterol, como o ácido mirístico (C14:0) e o palmítico (C16:0). Foram observadas diferenças quanto à concentração de precursores de vitamina A, carotenoides, maior nos terminados a pasto, o que confere à gordura destes animais um aspecto mais amarelado.

Na comparação entre diferentes raças no mesmo sistema de criação, animais Nelore tendem a apresentar maior concentração de ácidos graxos insaturados em sua composição lipídica e menor quantidade de colesterol. Rossato et al. (2010) relatam que a carne de animais *indicus*, apesar de menos macias, são consideradas mais saudáveis quando comparadas à de animais Angus quando terminados a pasto. Esta diferença deve-se à concentração encontrada no músculo *longissimus thoracis* dos ácidos graxos: C14:0, C14:1 cis 9, C18:1 trans, C18:2n-6, C18:2 cis 9, trans 11 (CLA), C18:3n-3, total de n-3 e o total de ácidos graxos polinsaturados, mais elevadas nos animais Nelore.

Mesmo em sistemas de confinamento a raça Nelore tem se diferenciado quanto à composição de ácidos graxos. Lopes et al. (2012) verificaram maiores concentrações de ácidos graxos insaturados e monoinsaturados na carne de animais Nelore quando comparada à de animais Red Norte.

### **3.2. Avaliação das características de carcaça**

De acordo com dados do USDA (2014), o Brasil foi o maior exportador de carne bovina em 2014, no entanto a cadeia da carne ainda enfrenta dificuldades devido às variações de preço em consequência das mudanças econômicas internas e pela falta de padronização de carcaças no abate, não só pela variação de peso como também pela composição do peso, proporção “carne/cobertura de gordura/ossos” (PINEDA, 2000).

O trabalho das características de carcaça pelos programas de melhoramento genético é recente. O melhoramento genético de bovinos foi pautado, durante muito tempo, em característica reprodutivas e de crescimento. Entretanto características de crescimento (peso e altura) e morfológicas (perímetro torácico) não são bons indicadores da área de olho de lombo ou da espessura de gordura subcutânea na carcaça (YOKOO et al., 2009).

As características base do melhoramento genético têm sido aquelas de fácil mensuração e de baixo custo, dessa forma as características de carcaça foram preteridas por muito tempo por exigirem o abate do animal, demandar tempo e grande quantidade de recursos. Assim o conhecimento da composição corporal, que tem importância em estudos de taxa ou eficiência de crescimento dos tecidos, mais recentemente tem sido utilizado em programas de melhoramento que incluíram em suas avaliações as características de carcaça.

Os métodos mais acurados para estimar a composição da carcaça exigem o abate do animal, além de demandarem tempo e recursos. Como alternativa a avaliação visual tem sido utilizada. A atribuição de escores visuais tem como grande vantagem a avaliação de rebanhos



sem a necessidade de contenção, o que torna o manejo menos estressante, ágil e barato, permite a identificação de animais precoces e com maior musculosidade (FARIA et al., 2009; YOKOO et al., 2009).

No entanto, Cucco et al. (2010), verificaram baixas correlações genéticas e fenotípicas entre escores visuais (CPM – Conformação, Precocidade e Musculosidade) e características da carcaça, sinalizando que a utilização isolada destes escores não promovem ganhos genéticos para estes atributos, com ressalva apenas para o escore de musculosidade que pode ser utilizado como ferramenta complementar na seleção para AOL. Cancian et al. (2014) avaliaram a relação de medidas de escore visual (CPM) e medidas de espessuras de gordura e área de olho de lombo avaliadas por ultrassonografia com o rendimento de cortes comerciais e verificaram que ambos as metodologias possuem baixa correlação com o rendimento de cortes cárneos, com exceção das medidas de gordura que apresentaram relação antagônica com o referido rendimento.

No Brasil alguns programas de melhoramento já incorporaram em seus sumários de touros as diferenças esperadas na progênie DEPs para características de carcaça. Os dados utilizados para cálculo das DEPs são provenientes de medições feitas por ultrassom, o que otimizou a seleção para rendimento de carcaça e precocidade de acabamento. Usualmente são consideradas medidas da área do músculo *Longissimus dorsi*, por apresentar correlação com a musculosidade da carcaça e com a porção comestível da mesma, para acabamento são utilizadas as duas medidas de gordura, obtidas entre a 12ª e 13ª costelas e na garupa, que indicam precocidade de acabamento e precocidade sexual.

A aplicabilidade das informações de qualidade de carcaça obtidas por ultrassonografia em programas de seleção se dá através da estimativa de parâmetros genéticos, que permite o estabelecimento de estratégias para o melhoramento das mesmas. A herdabilidade informa a porção da variância fenotípica observada no animal que é creditada à variação genética aditiva, a correlação por sua vez estabelece quais variáveis devem ser consideradas nos índices de seleção.

A estimativa de herdabilidade é um parâmetro importante, assim como os componentes de covariância, pois são específicos de cada população e se modificam com o tempo, uma vez que ocorrem modificações na estrutura genética com o uso de animais selecionados (KOOTTS et al., 1994 citado por CYRILLO et al., 2001).

Seguindo esta tendência a ANCP – Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores tem apresentado em seus sumários, desde 2003, DEPs para as características quantitativas da carcaça, AOL, EGS e EGG, e, posteriormente, em 2013, lançou a DEP de Marmoreio, Peso

de carcaça quente e peso da porção Comestível para a raça Nelore. A Associação Brasileira de Angus, através da metodologia adotada pelo PROMEBO® (Programa de Melhoramento de Bovinos de Carne), também disponibiliza aos criadores as DEPs provenientes de avaliações por ultrassonografia, além de subsidiar a mensuração dos animais aos associados, assim como faz a Associação Brasileira de Hereford e Braford.

Dessa forma a popularização das DEPs de carcaça está sendo possível devido à utilização da tecnologia de ultrassonografia, que permite a avaliação do animal em uma idade jovem, não é invasiva ou destrutiva, possui boa acurácia e baixo custo. Esta informação proporciona ganhos para o produtor, em termos de eficiência de produção e também para o frigorífico, pela homogeneização dos lotes, maior rendimento cárneo e espessura adequada de gordura.

### **3.3. A tecnologia de ultrassom**

O uso da ultrassonografia para avaliação da composição corporal data de 1950 (FISHER, 1997). Desde este período o aprimoramento da técnica e a evolução dos equipamentos proporcionou a difusão do ultrassom que hoje é aplicado à seleção dos animais com boa acurácia, além de possuir portabilidade e baixo custo de investimento e operação.

Segundo Reverter et al.(2000) desde 1990 os produtores australianos utilizam o ultrassom como ferramenta de seleção na estimação do valor genético aditivo para características de carcaça. No Brasil, segundo Tarouco (2014) em 1991 foram dados os primeiros passos para o uso dessa tecnologia na avaliação animal pelo Instituto de Zootecnia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A partir de então o ultrassom passou a ser utilizado em exposições de raças, por instituições de ensino e pesquisa, programas de melhoramento genético, além da iniciativa de produtores em disseminar a utilização da técnica.

A ultrassonografia, por ser um método indireto, não destrutivo, permite a obtenção da composição da carcaça do mesmo animal repetidas vezes, sendo uma alternativa aos métodos tradicionais de medidas realizadas diretamente na carcaça, que embora apresentem boa correlação com a composição da mesma, exigem o abate do animal, maior tempo e recursos financeiros (HEDRICK, 1983).

Essa técnica vem suprir algumas limitações da avaliação visual dos animais, tanto para seleção, como para apartação de lotes de manejo em confinamentos. Segundo Luchiari Filho (2000) a gordura subcutânea, por exemplo, assume na avaliação visual uma influência muito

superior ao seu valor real na escolha das características de abate. Tal fato provavelmente tem gerado equívocos nas escolhas genéticas e no manejo nutricional dos animais.

As imagens obtidas pela ultrassonografia são ferramentas valiosas para os programas de melhoramento genético e possibilitam a seleção de animais melhoradores para as características de carcaça, que anteriormente era realizada somente através do teste de progênie, cujo custo e tempo de execução elevados inviabilizavam, muitas vezes, a avaliação dessas características. Ao contrário do que ocorria com o teste de progênie, com o ultrassom é possível estimar o valor genético dos animais precocemente. Silva et al. (2003b) relatam que medidas obtidas no animal ainda jovem, como na desmama, são representativas e podem ser consideradas na apartação de lotes ou na identificação de animais com maior mérito genético. Essa afirmação é coerente com a descrita por Pinto et al. (2009), que encontraram correlação genética de 0,97 entre a AOL medida à desmama e ao sobreano.

Segundo Perkins (1992) a correlação entre as medidas tomadas por ultrassom e as verificadas na carcaça sofrem influencias tecnológicas (aparelhos), do técnico (experiência), composição em músculo e gordura, sexo e idade, além de modificações dos tecidos após o abate, especialmente após a esfolagem.

No entanto boas correlações entre as medidas por ultrassonografia antes do abate e na carcaça tem sido encontradas, como as relatadas por Silva et al. (2003b), de 0,83 entre a área de olho de lombo medida por ultrassonografia e a medida da área na carcaça e de 0,86 entre a espessura de gordura subcutânea por ultrassom e a espessura de gordura verificada na carcaça. Esses resultados foram semelhantes às correlações relatadas por Silva et al. (2003a) entre medidas de AOL e EGS por ultrassonografia e na carcaça, 0,74 e 0,87, respectivamente.

Segundo Luchiarri Filho (2000) se um processo simples e eficiente for capaz de resultar na composição de carcaça desejável, então o custo de produção será mínimo, e qualquer desvio deste objetivo resultará em uma produção mais onerosa e ineficiente. Neste contexto o ultrassom é um desses processos, que prediz com acurácia a composição de carcaça e otimiza os custos de produção. Os ganhos obtidos com a adoção desta tecnologia podem possibilitar aos criadores a conquista de novos mercados de qualidade de carne e ganho em produtividade, com a possibilidade de incremento também no desempenho reprodutivo.

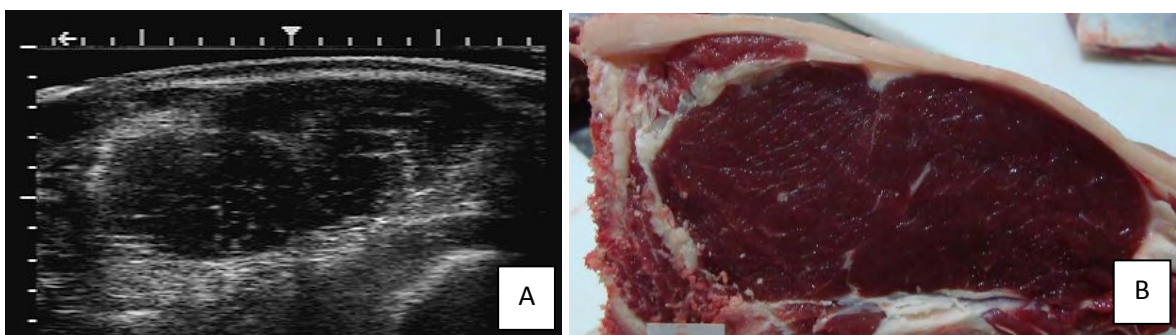
### 3.4. Características avaliadas por ultrassonografia

#### 3.4.1. Área de olho de lombo

A AOL é a medida da área do músculo *Longissimus dorsi* avaliada na região compreendida entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas (Figura 1). Essa característica é utilizada como indicador de musculosidade e de composição de carcaça, mas sua importância abrange ainda outros aspectos, é também um importante indicador do rendimento dos cortes de alto valor comercial (LUCIARI FILHO, 2000). O músculo *Longissimus* é o maior músculo da carcaça e é utilizado como referência por estar relacionado com o desenvolvimento dos demais músculos do animal. Em resumo, os animais que apresentam maior área de olho de lombo, em comparação com seus pares, apresentarão maior quantidade de músculos na carcaça. Bonin et al. (2014) identificaram grande variabilidade no potencial genético de touros Nelore para produção de progênie com alto valor de AOL.

A mensuração desta característica por ultrassonografia (Figura 1) apresenta elevada correlação com as medidas tomadas diretamente na carcaça, como demonstram os coeficientes encontrados por Cardoso et al. (2011) de 0,89 em novilhos Braford de 24 meses de idade, de 0,86 encontrado por Greiner et al. (2003a) e de 0,96 por Tarouco et al. (2007).

Figura 1 – Imagem típica da secção transversal do *Longissimus dorsi*, obtidas na região entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas, por ultrassom (A) e na carcaça (B).



Fonte: Própria autoria.

### 3.4.2. Espessura de gordura subcutânea

A espessura de gordura subcutânea (EGS) é mensurada a  $\frac{3}{4}$  da borda medial, sobre o músculo *Longissimus*, na região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas (Figura 2), e utilizada como um indicador de acabamento de carcaça (HEDRICK, 1983). Segundo Wilson (1992) a espessura de gordura subcutânea tem correlação, alta e positiva, com a porcentagem de gordura de recorte e negativa com a porcentagem de carne magra na carcaça.

Uma vez relacionada ao acabamento, através da identificação da deposição precoce dessa gordura é possível selecionar animais com maior precocidade de acabamento e também precoces reprodutivamente. Esses animais apresentam, em sua maioria, menores pesos à maturidade e ao abate, e conseqüentemente estão aptos à reprodução em idade mais jovem.

Além dos aspectos produtivos, a camada de gordura subcutânea, assim como a gordura intramuscular, são importantes na experiência gustativa dos consumidores por estarem relacionadas com as características de sabor, suculência e aparência visual dos cortes (BONIN et al., 2014). A gordura de cobertura tem grande importância também na industrialização da carne, ela atua como isolante térmico durante o processo de resfriamento da carcaça, que deve ser feito de forma lenta e gradual para não causar encurtamento das fibras musculares, *cold shortening*. Nesse processo o sarcômero diminui de tamanho, mantendo uma estrutura compacta e tornando a carne mais dura, causando prejuízos ao frigorífico (MAGNABOSCO, 2006).

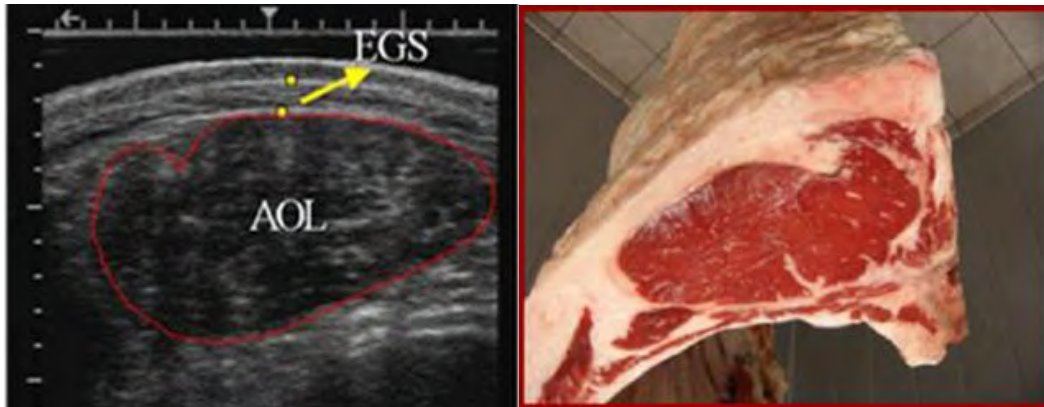
A falta de gordura de cobertura também causa perda por gotejamento, perda de peso e escurecimento da carne. Desta forma é necessário uma espessura mínima, 7 mm (informação verbal)<sup>1</sup> uma distribuição homogênea na carcaça para que essa cobertura seja eficiente. Diante do exposto destaca-se a importância da ultrassonografia tanto no melhoramento genético, na seleção do fenótipo mais interessante, como nos sistemas de confinamento, na identificação do ponto ideal para abate.

Em termos produtivos, animais com excesso de gordura subcutânea não são economicamente interessantes devido ao alto custo para deposição da mesma em sistemas de confinamento. Exceção é feita quando o objetivo é atender a nichos de mercado que pagam altos valores pelo quilograma de carne com alta espessura de gordura, o que confere maior maciez e palatabilidade. Em resumo, o conhecimento do potencial genético do rebanho, direcionado a um objetivo de produção pode promover maior lucratividade ao produtor de gado de corte (MATOS, SUGISAWA; SUGISAWA, 2011).

<sup>1</sup> Informação fornecida pelo Dr. Jaime Tarouco em Treinamento de Técnicos de Ultrassonografia de carcaça, em Porto Alegre, em outubro de 2014.

Assim como para a área de olho de lombo, as correlações encontradas entre a espessura de gordura medida na carcaça e por ultrassonografia são altas como as relatadas por Greiner et al. (2003a) 0,89, por Tarouco et al. (2007), 0,94 e por Cardoso et al. (2011) 0,75.

Figura 2 – Imagem típica da secção transversal do *Longissimus dorsi* para medição da AOL e EGS, por ultrassonografia e na carcaça.

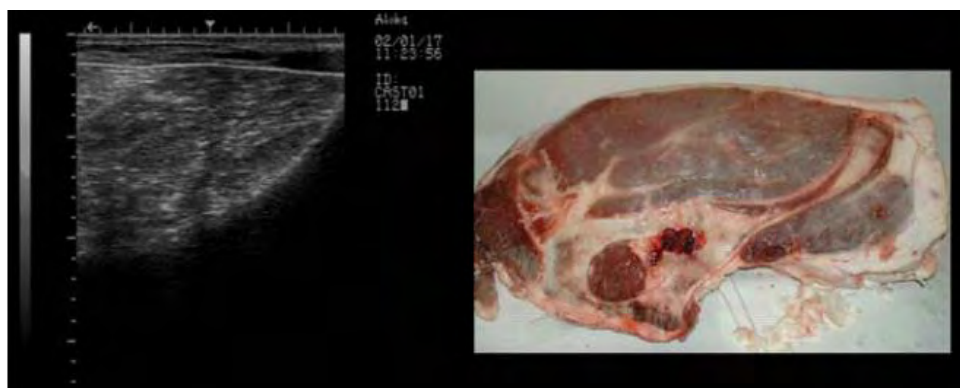


Fonte: MARQUES, 2011.

### 3.4.3. Espessura de Gordura na Garupa

A espessura de gordura sobre o músculo *Bíceps femoris* (Figura 3) é também um indicador adicional de deposição de gordura e suas propriedades são semelhantes às da gordura medida entre a 12ª e 13ª costelas. Essa medida também pode ser utilizada como um indicador da uniformidade de distribuição da gordura na carcaça, uma vez que alguns animais não apresentam distribuição uniforme.

Figura 3 – Imagem típica da garupa, com corte longitudinal do *Gluteus medius* e *Bíceps femoris*



Fonte: SAINZ e ARAÚJO (2002).

Tal mensuração permite ainda identificar diferenças quanto à deposição de gordura em animais jovens e com menor acabamento, uma vez que o processo de deposição de gordura inicia-se pelas extremidades, ocorrendo primeiramente no traseiro e dianteiro, avançando em direção à coluna vertebral, seguida da porção inferior das costelas (BERG; BUTTERFIELD, 1976).

#### 3.4.4. Gordura intramuscular ou Marmoreio

Segundo Harper e Pethick (2004) o termo “marmoreio” faz referência à presença de faixas de tecido adiposo entre os feixes de fibras musculares no músculo esquelético de bovinos. Os adipócitos da gordura intramuscular normalmente se agrupam formando “ilhas”. Quando este agrupamento contém entre 10 a 15 células é possível visualizá-los macroscopicamente. Histologicamente é possível encontrar ilhas com muitas centenas de adipócitos bem desenvolvidas, em torno de capilares e embebidas em uma matriz de tecido conjuntivo.

Existe grande variação na cronologia da deposição da gordura intramuscular entre os músculos, desta forma a avaliação de marmoreio é realizada no músculo *Longissimus dorsi*, cujos adipócitos aparecem mais precocemente quando comparado com os demais músculos (CIANZIO et al., 1985). Existe grande variação quanto à idade de desenvolvimento da marmorização, variações genéticas, nutricionais, de raça e sexo influenciam essa deposição, entretanto estima-se que a hiperplasia no depósito de gordura intramuscular tem início entre os 11 e 15 meses de idade, caracterizando o marmoreio como depósito de gordura tardio.

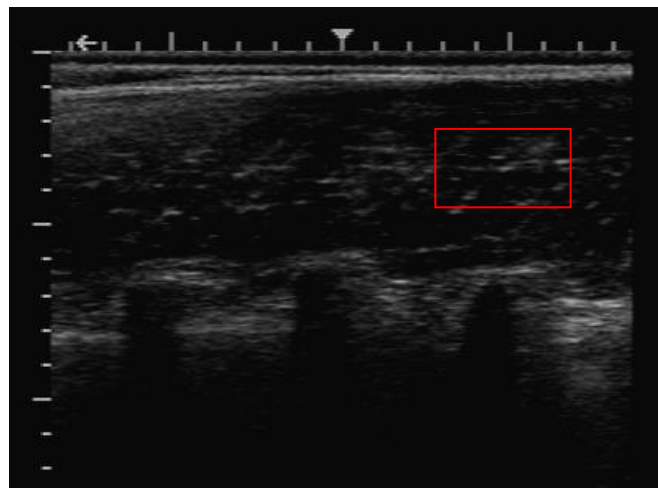
A percentagem de gordura intramuscular em bovinos pode ser estimada por ultrassonografia no animal vivo e também visualizado na carcaça (Figura 4), no primeiro caso os depósitos de gordura dispersam as ondas ultrassônicas, aparecendo na imagem como regiões brilhantes contrastando com o fundo preto do músculo *Longissimus dorsi* (HARPER; PETHICK, 2004).

A avaliação da gordura intramuscular por ultrassom é resultado da média de até cinco imagens coletadas do músculo *Longissimus dorsi*, e obtida por meio da análise de contraste da imagem. A ultrassonografia oferece dados relevantes na predição da gordura intramuscular, tanto em bezerros, como em animais em confinamento. Além de ser uma ferramenta na avaliação de reprodutores, identificando o potencial genético para marmoreio (HERRING, 2006)

Pelo fato da gordura intramuscular se concentrar em torno da rede de capilares, qualquer mudança nessa rede modifica o grau de dispersão das ondas ultrassônicas. Entretanto a precisão da avaliação da gordura intramuscular é maior no animal vivo comparado à medição na carcaça devido à perda do volume dos capilares sanguíneos depois da sangria (GOMIDE, RAMOS e FONTES, 2009).

Sabe-se que a diferenciação celular segue um programa de desenvolvimento, segundo a determinação genética, ou se dá em resposta a estímulos ambientais. Assim a taxa e a quantidade de gordura depositada são influenciadas pelo plano nutricional, maturidade, raça e sexo do animal (BERG; BUTTERFIELD, 1976).

Figura 4 – Imagem da medida da gordura intramuscular por ultrassonografia.



Fonte: Própria autoria.

### **3.5. A percentagem da gordura intramuscular nos sistemas de classificação de carcaça**

O marmoreio e a percentagem da gordura intramuscular estão relacionados à qualidade da carcaça, mas os termos possuem definições diferentes. O primeiro refere-se à gordura visível encontrada entre os feixes de fibras musculares na AOL, o escore de marmoreio considera além da quantidade, a distribuição e a textura da gordura. A PGIM quantifica simplesmente a quantidade de gordura na AOL.

O tema divide opiniões, por ser a última gordura a ser depositada, a gordura intramuscular exige condições nutricionais favoráveis ao seu desenvolvimento, o que pode ser traduzido em um maior custo de produção. Em outro extremo, a criação extensiva de bovinos no Brasil na maioria das vezes não possibilita sequer a deposição de gordura subcutânea suficiente para a



proteção da mesma na câmara fria. Diante deste cenário parece contraditório buscar animais melhoradores a fim de acrescentar gordura intramuscular em animais Nelore. Entretanto, o mercado dá sinais de valorização desta característica e se o produtor deseja atender a um nicho de mercado crescente o investimento no melhoramento do marmoreio do rebanho pode ser uma opção viável.

Apesar de considerado escasso nas raças zebuínas, a gordura intramuscular é passível de seleção na raça Nelore, uma vez que já foi evidenciada a variabilidade na deposição de gordura intramuscular entre diferentes linhagens da raça. Bonin (2012) avaliou touros representativos de algumas linhagens e verificou que alguns deles apresentaram alto valor de DEP para a referida característica, outros tiveram alto potencial para a deposição de gordura, tanto subcutânea como intramuscular, outros ainda apresentaram baixa capacidade para deposição de EGS e EGG, porém foram muito bons para gordura intramuscular. Pereira (2006) também verificou a existência de animais diferenciados com maior potencial para deposição de gordura intramuscular na avaliação da progênie de diferentes touros da raça Nelore.

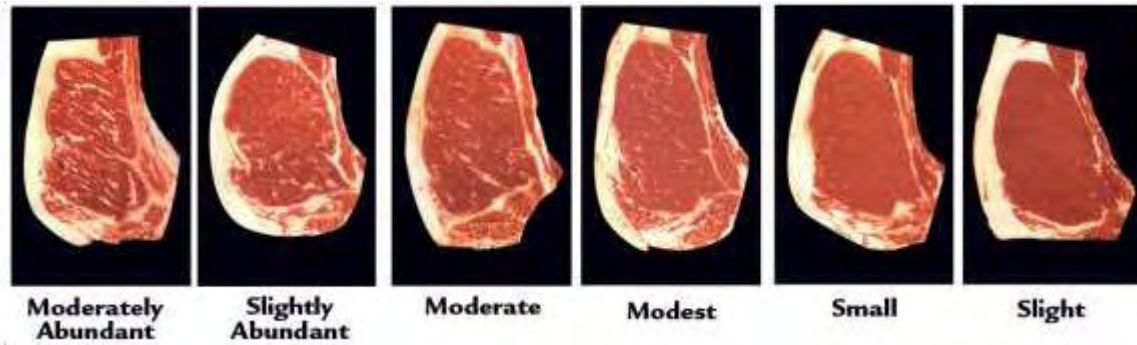
A gordura intramuscular contribui para a qualidade geral no consumo de carne, Emerson et al. (2013) correlacionaram escores de marmoreio e avaliações sensoriais, verificando que carnes com maior quantidade de gordura intramuscular receberam avaliações positivas na experiência sensorial de avaliadores treinados. Apesar do alto escore de marmoreio não ser a predileção do mercado interno e de alguns mercados ocidentais importadores da carne bovina brasileira, é sabido que a gordura intramuscular afeta a suculência e o sabor da carne, por isso tem sido alvo de pesquisas e conquistado alguns nichos de mercado.

De maneira geral os sistemas de classificação de carcaça utilizam como critérios a idade, o sexo e a gordura para classificar e tipificar carcaças bovinas. No entanto alguns sistemas vão além e estabelecem critérios de avaliação que visam a qualidade de carne, como os programas dos Estados Unidos, Canadá e Austrália, que utilizam a marmorização como um dos critérios de classificação e tipificação de carcaças bovinas.

A avaliação por qualidade dos EUA, o *Quality Grade*, considera diferentes graus de maturidade, avaliado pela coloração, tamanho, forma e grau de ossificação dos ossos e cartilagens da carcaça, e a marmorização, sendo este o segundo fator determinante no sistema USDA (Figura 5) (GOMIDE, RAMOS e FONTES, 2009). Carcaças com até 42 meses de idade podem ser classificadas, pelo grau de marmorização, como *Prime*, *Choice*, *Select*,

*Standard e Utility*. Animais acima desta faixa etária não são avaliados quanto à quantidade de gordura intramuscular e podem ser caracterizadas como *Commercial*, *Utility* ou *Cutter*.

Figura 5 – Escala de marmoreio – *Quality grade*



Fonte: Fotografias de escalas de marmoreio, segundo padrão USDA (1999).

### 3.6. Peso e porcentagem de cortes comerciais

Segundo Berg e Butterfield (1976) a carcaça não é a unidade mais importante a ser avaliada na produção de carne, e sim o produto comercial que pode ser obtido a partir dela. Isso porque a carcaça possui também componentes não comestíveis, como os ossos e o excesso de gordura, que embora comestível não tem valor para a maioria dos mercados e por isso é retirada.

Entre as características de grande importância para a produção de carne em maior quantidade, o rendimento de carne desossada ou rendimento de cortes comerciais (RCC) é a que apresenta maior relevância. De acordo com Tarouco et al. (2007) animais e carcaças de pesos similares podem apresentar grande variação no RCC, o que pode exercer um grande impacto na eficiência do sistema de produção. Silva et al. (2012) indicam que existe uma grande variabilidade no RCC em função do peso dos animais antes do abate, demonstrando uma fraca associação entre as características, não sendo o peso vivo um bom indicador desse rendimento.

O rendimento em cortes comerciais é dependente do conteúdo de tecido muscular e da sua relação com a quantidade de ossos e gordura. Verifica-se um aumento na proporção de músculo na carcaça com o ganho de peso do animal até a fase em que se inicia a maior deposição de gordura, com seguinte diminuição dessa proporção na fase de terminação (GOMIDE, RAMOS e FONTES, 2009).

Segundo Silva et al. (2009) o modelo de seleção que tem sido aplicado, em que o peso têm maior participação nos índices de seleção, não tem promovido modificações nas características de carcaça, e ainda têm promovido aumento do peso da porção comestível sem aumento da porcentagem dessa porção. De acordo com Hamlin et al. (1995) é importante ressaltar que a seleção de animais baseado no peso dos cortes pode servir para identificar animais de porte grande, mas não necessariamente melhorar a composição da carcaça através do aumento da musculosidade. Adicionalmente, a seleção baseada nessa característica pode resultar no aumento dos custos de manutenção e a ocorrência de cortes muito grandes, além de reduzir a eficiência reprodutiva (MACNEIL et al, 1984).

No entanto, a determinação direta do rendimento de carne magra apresenta um alto custo, é muito trabalhosa e requerer muito tempo. Segundo Swatland (1995) somente métodos rápidos, consistentes, acurados, não destrutíveis e de custo razoável são de interesse da indústria. Como alternativa à avaliação direta do rendimento dos cortes comerciais, essa característica tem sido estimada de forma indireta através de características indicadoras do RCC, como a área de olho de lombo, a espessura de gordura subcutânea entre a 12ª e a 13ª costelas, a porcentagem de gordura renal, pélvica e inguinal, além do peso da carcaça, como no caso do sistema *Yield Grade* norte-americano.

Os dados supracitados, colhidos através do ultrassom, podem auxiliar na estimação do peso e porcentagem dos cortes comerciais através de sua aplicação em equações de predição. As observações no animal vivo diminuem o tempo necessário para obtenção destes dados, anteriormente tomados diretamente na carcaça, e aumentam a precisão de modelos de predição.

Assim o produtor que estima o peso e a porcentagem dos cortes comerciais antes do abate dos animais pode ser beneficiado na comercialização, pois o rendimento dos cortes nobres é maior, atendendo à demanda de mercados importadores da carne bovina brasileira. Os benefícios da seleção por rendimento de cortes comerciais estão, principalmente, em proporcionar aumento da porção comestível em um mesmo peso de carcaça e elevar o retorno econômico com o mesmo custo de produção (Tarouco et al. 2007).

Vários trabalhos propuseram equações para predição da porção comestível da carcaça a partir dos dados obtidos por ultrassom (HAMLIN et al., 1995; HOUGHTON e TURLINGTON, 1992; SILVA et al., 2012; TAROUCO et al., 2007). As equações desenvolvidas comparando a utilização de dados coletados nos animais vivos e na carcaça têm demonstrado que os dados de ultrassom podem ser utilizados na predição do rendimento de cortes comerciais sem perda na precisão das mesmas. Greiner et al. (2003a) obtiveram

correlações de 0,92, para peso, e 0,73-0,76, para porcentagem dos cortes comerciais, entre os valores preditos a partir de modelos in vivo e os valores reais da carcaça. Silva et al. (2012) concluíram que o peso e o percentual dos cortes comerciais podem ser estimados por equações desenvolvidas a partir de medições feitas por ultrassonografia com precisão e poder preditivo semelhantes às que utilizam medições na carcaça.

Segundo Greiner et al. (2003b) a aplicação de modelos de predição com dados advindos da coleta por ultrassonografia, que predizem com boa acurácia a composição da carcaça no abate, pode promover um rápido progresso genético e uma maior competitividade aos produtores no sistema de comercialização da carne bovina.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Melhoramento Genético Animal “Dr. Gordon Dickerson” e no Laboratório de Avaliação Animal e Qualidade de Carne (LAAQC) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, em Pirassununga/SP.

### 4.1. Animais

O banco de dados utilizado neste estudo foi proveniente de cinco rebanhos, as propriedades localizavam-se nos estados de MG, SP, MS e PR, repassados e consistidos pela ANCP.

O arquivo de dados estudado, com 17.212 animais da raça Nelore (9.634 machos e 7.578 fêmeas), continha informações de peso vivo (PV) e medidas tomadas por ultrassonografia: área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), espessura de gordura na garupa (EGG) e percentagem de gordura intramuscular (PGIM), coletadas e interpretadas por técnicos certificados pela *Ultrasound Guidelines Council*, entre os anos de 2004 e 2014.

A matriz de parentesco foi composta de 33.066 registros, sendo 24.922 o número de animais endogâmicos, com coeficiente de endogamia médio de 0,027. A idade média dos animais na data da avaliação era de 546 dias, com peso médio de 388,5 kg.

### 4.2. Equações de predição

Com base nas medidas de ultrassonografia e do peso vivo foram estimados o peso e a percentagem da porção comestível, utilizando as equações descritas por Silva et al. (2012), conforme descritas abaixo:

$$\text{PERPC} = 69,901 - (0,006 \times \text{PVj}) + (0,073 \times \text{AOLus}) - (0,098 \times \text{EGSus}) - (0,186 \times \text{EGPus});$$

$$R^2 = 0,39; \text{EPP} = 1,25;$$

$$\text{PESPC} = - 37,253 + (0,367 \times \text{PVj}) + (0,746 \times \text{AOLus});$$

$$R^2 = 0,93; \text{EPP} = 6,81;$$

Onde:

PESPC – peso dos cortes comerciais (kg);

PERPC – percentagem dos cortes comerciais, expressos como percentagem do peso da carcaça;

PVj= peso vivo em jejum (kg), na data da avaliação de ultrassom;

AOLus= área de olho de lombo (cm<sup>2</sup>), medida na região entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas;

EGSus = espessura de gordura subcutânea (mm), medida na região entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas;

EGPus = espessura de gordura subcutânea na garupa (mm);

As equações acima foram desenvolvidas a partir de dados de novilhos Nelore tomados por ultrassonografia e explicaram 93% da variação do peso dos cortes comerciais e 39% da percentagem dos mesmos. Os valores foram muito próximos aos encontrados pelo mesmo autor quando da utilização de informações medidas diretamente na carcaça, 97% e 36%, respectivamente.

### 4.3. Análise dos dados

#### Estimativas de Parâmetros Genéticos

As informações de genealogia, data de nascimento, fazenda, grupo de contemporâneo, data da medição por ultrassonografia (AOL, EGS, EGP e PGIM) e peso na ocasião da coleta, foram consideradas na estimação da herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas das características de carcaça.

Para a estimativa dos parâmetros genéticos foi utilizada a metodologia de modelos mistos (HENDERSON, 1975) sob o método de máxima verossimilhança restrita através do programa MTDFREML (BOLDMAN et al., 1995), processando-se análises uni-características.

Foram formados grupos de contemporâneos para as medidas de ultrassonografia, considerando a data da avaliação, fazenda e o lote de manejo, formado por animais que nasceram no mesmo período e receberam as mesmas oportunidades nutricionais e sanitárias. A avaliação por ultrassonografia é recomendada a todos os animais pertencentes ao programa de melhoramento genético e realizada ao sobreano, preconizando o intervalo de idade entre 310 e 610 dias. Para análise dos dados foram estabelecidos critérios de eliminação, animais

com pesos menores que 200 kg e grupos de contemporâneos com menos de 5 observações foram desconsiderados.

Todas as estimativas convergiram com o critério de variância da função de verossimilhança menor ou igual a  $1 \times 10^{-12}$ . No modelo de análise sexo e grupo contemporâneo foram considerados como efeitos fixos, sendo 2 níveis de sexo (macho e fêmea) e 505 grupos de contemporâneo para todas as características, exceto para percentagem de gordura intramuscular, que contou com 239 grupos contemporâneos. A idade foi considerada co-variável no modelo de análise.

A herdabilidade foi obtida por análise uni-característica e as variâncias, aditivas e fenotípica, foram fixadas nas análises bi-características, que tiveram como única finalidade estimar a covariância.

O modelo geral utilizado nas análises uni-características foi:

$$Y = X\beta + Z\mu + e, \text{ em que:}$$

$Y$  = Vetor das variáveis dependentes (observações);

$X$  = Matriz de incidência dos efeitos fixos;

$\beta$  = Vetor dos efeitos fixos;

$Z$  = Matriz de incidência dos efeitos aleatórios;

$\mu$  = Vetor dos efeitos genéticos aditivos diretos;

$e$  = Vetor dos efeitos aleatórios residuais.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso vivo médio dos animais na data da avaliação foi de 388,5 kg (Tabela 1), com amplitude elevada, que ocorreu pela grande variação na idade dos animais. Desta forma a idade foi considerada covariável nas estimativas dos parâmetros genéticos.

Tabela 1 - Descrição do banco de dados utilizados para as estimativas de parâmetros genéticos.

Características	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
PV(kg)	13.256	388,5	56,61	206,0	647,0
AOL (cm <sup>2</sup> )	13.206	59,2	10,12	27,3	107,6
EGS (mm)	13.200	3,8	2,43	1,0	19,3
EGG (mm)	13.186	5,1	2,92	1,0	23,9
PGIM (%)	5.618	2,7	1,43	1,0	12,9
PESPC (kg)	13.206	149,5	26,59	63,9	261,4
PERPC (%)	13.116	70,6	0,82	66,0	73,2

N = número de animais avaliados; PV = peso vivo no dia da avaliação por ultrassonografia; AOL = área de olho de lombo medida por ultrassonografia; EGS = espessura de gordura subcutânea no contra-filé medida por ultrassonografia; EGG = espessura de gordura subcutânea na garupa medida por ultrassonografia; PGIM = percentagem de gordura intramuscular medida entre a 11<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas por ultrassonografia; PESPC = peso da porção comestível da carcaça obtido por meio de equação de predição; PERPC = percentagem da porção comestível da carcaça obtida por meio de equação de predição.

Fonte: Própria autoria.

O valor médio da área de olho de lombo descrito na Tabela 1 foi superior ao observado por Zuin et al. (2012), que obtiveram área de olho de lombo de 52,93 cm<sup>2</sup> em animais Nelore com idade média de 545,24 dias, e semelhante ao relatado por Menezes et al. (2013), cujo valor médio para AOL foi de 58,77 cm<sup>2</sup> em animais da mesma raça ao sobreano.

A espessura de gordura subcutânea, com média de 3,8 mm, foi superior à observada por Zuin et al. (2012), de 2,58mm, e por Menezes et al. (2013), que relataram espessura média de 2,15 mm. Como esperado os valores para espessura de gordura na garupa foram superiores aos da subcutânea, medida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, já que a primeira é depositada precocemente de acordo com a sequência de crescimento, que ocorre das extremidades para o centro do corpo do animal.



O valor obtido para percentagem da porção comestível de 70,6% foi superior ao relatado por Hassen; Wilson e Rouse (1999), 65,18%, em animais Angus e Simental. Os animais do referido trabalho possuíam espessura de gordura média de 10 mm, gerando um grande volume de aparas para cálculo da porção comestível, que certamente contribuiu para o menor rendimento.

### 5.1. Variâncias e herdabilidade

Os valores de herdabilidade observados neste trabalho foram de moderada magnitude, variando de 0,18 a 0,37 (Tabela 2).

Tabela 2 - Componentes de variância e parâmetros genéticos, com os seus respectivos erros padrão, entre parênteses, para as características analisadas.

Característica	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_p^2$	$h^2$	$e^2$
PV (kg)	388,36	791,72	1180,08	<b>0,33</b> (0,0237)	0,67 (0,0237)
AOL (cm <sup>2</sup> )	13,99	30,44	44,43	<b>0,31</b> (0,0234)	0,69 (0,0234)
EGS (mm)	0,36	1,39	1,75	<b>0,21</b> (0,0200)	0,79 (0,0200)
EGG (mm)	0,67	1,55	2,23	<b>0,30</b> (0,0220)	0,70 (0,0200)
PGIM (%)	0,12	0,53	0,65	<b>0,18</b> (0,0276)	0,82 (0,0276)
PESPC (kg)	78,66	170,34	249,00	<b>0,32</b> (0,0236)	0,68 (0,0236)
PERPC (%)	0,10	0,17	0,27	<b>0,37</b> (0,0236)	0,63 (0,0236)

$\sigma_a^2$  = variância aditiva;  $\sigma_e^2$  = variância ambiental;  $\sigma_p^2$  = variância fenotípica;  $h^2$  = herdabilidade; PV = peso vivo no dia da avaliação por ultrassonografia; AOL = área de olho de lombo medida por ultrassonografia; EGS = espessura de gordura subcutânea medida por ultrassonografia; EGG = espessura de gordura na garupa medida por ultrassonografia; PGIM = percentagem de gordura intramuscular medida por ultrassonografia; PESPC = peso da porção comestível; PERPC = percentagem da porção comestível.

Fonte: Própria autoria.

A herdabilidade estimada para o peso ( $h^2 = 0,33$ ) apresenta-se de acordo com valores reportados por Yokoo et al. (2007), que observaram valores de herdabilidade entre 0,25 e 0,49 entre os 120 e 550 dias de idade. Giannotti; Packer e Mercadante, (2005) em meta-análise relataram herdabilidade de 0,32 para animais Nelore, aos 550 dias de idade. Esse valor de

herdabilidade, ou seja, a confiança na seleção baseada na no peso dos animais, é considerada promissora e vem sendo praticada pelos produtores e programas de melhoramento com relevante sucesso.

O peso isoladamente não é um bom indicador do rendimento de cortes comerciais da carcaça, uma vez que contempla porções não comestíveis da carcaça, dessa forma a informação da área de olho de lombo pode ser utilizada como ferramenta na predição da composição da carcaça e no rendimento dos cortes de alto valor comercial (YOKOO et al., 2008). A herdabilidade da AOL mensurada por ultrassonografia ( $h^2 = 0,31$ ) demonstra que a inclusão desta variável nos critérios de seleção deve resultar em modificações na população e que o ultrassom é uma tecnologia apropriada para a mensuração desta característica.

A  $h^2$  para área de olho de lombo estimada neste trabalho é semelhante à relatada por Yokoo et al. (2008) e por Yokoo et al (2009) (0,35 e 0,37, respectivamente) em animais Nelore e por Pinto et al. (2009) ( $h^2 = 0,37$ ) em animais Angus ao sobreano e inferior ao encontrado por Riley et al. (2002) ( $h^2 = 0,44$ ) em animais Brahman e por Crews et al. (2008) ( $h^2 = 0,46$ ) em animais da raça Simental.

Miar et al. (2014) relataram maior valor de herdabilidade para área de olho de lombo em medições feitas diretamente na carcaça de animais cruzados, quando comparada à avaliação por ultrassonografia ( $h^2 = 0,24$  e  $0,17$ , respectivamente). Elzo et al. (1998) também relataram valores de herdabilidade, a partir de medições na carcaça de animais Brahman, superiores aos observados neste estudo ( $h^2 = 0,53$ ). Embora os valores de herdabilidade obtidos pela avaliação por ultrassom tenham sido inferiores à avaliação direta na carcaça, a ultrassonografia possibilita a estimação do valor genético dos animais em um curto prazo e baixo custo, se comparada ao teste de progênie necessário para obtenção desta informação.

As duas medidas de gordura apresentaram valores de herdabilidade distintos, sendo de 0,21 para a espessura de gordura subcutânea e de 0,30 para a espessura de gordura na garupa. Reverter et al. (2000) também observaram maiores valores de herdabilidade para a espessura de gordura medida na garupa em animais Angus e Hereford ( $h^2 = 0,44$  e  $0,27$ , respectivamente), quando comparados a espessura de gordura subcutânea na região entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas ( $h^2 = 0,20$  e  $0,08$ , respectivamente). Em contrapartida, uma relação inversa foi encontrada por Yokoo et al. (2008) ( $h^2 = 0,51$  para EGS e  $h^2 = 0,39$  para EGG) e também por Caetano et al. (2013) ( $h^2 = 0,31$  para EGS e  $h^2 = 0,23$  para EGG), ambos em animais Nelore.

Os valores são semelhantes aos observados por Elzo et al. (1998), que relataram herdabilidade para gordura subcutânea de 0,24 em animais Brahman. Os mesmos autores

ainda estimaram coeficientes de herdabilidade de 0,18, 0,03 e 0,02 em novilhos  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  e  $\frac{1}{8}$  Brahman, respectivamente, mostrando que à medida que diminuía a genética de *Bos indicus* nos cruzamentos decrescia a herdabilidade para espessura de gordura subcutânea.

Dentre os tecidos a gordura é o que apresenta o desenvolvimento mais tardio, cuja deposição se inicia com a desaceleração da deposição muscular (BERG e BUTTERFIELD, 1976). Dessa forma animais avaliados com maior idade já tiveram tempo para expressar seu potencial genético, de acordo com as limitações do meio, e por isso tendem a apresentar maior herdabilidade.

O menor valor encontrado para a herdabilidade encontrado neste trabalho foi para a percentagem de gordura intramuscular ( $h^2 = 0,18$ ). O valor foi semelhante ao encontrado por MacNeil et al. (2010),  $h^2 = 0,17$  em animais Angus, e inferior ao relatado por Miar et al. (2014) em animais cruzados ( $h^2 = 0,37$ ), ambos avaliados por ultrassonografia. Considerada de moderada magnitude a herdabilidade estimada indica que a característica tem parte de sua expressão creditada ao efeito genético aditivo, sendo passível de seleção.

A herdabilidade estimada para PGIM neste trabalho foi semelhante à relatada por Bonin (2012),  $h^2$  de 0,15, em animais Nelore avaliados no abate. No entanto autores como Van Vleck et al. (1992), Gregory et al. (1994); Dikeman et al. (2005), relataram estimativas de herdabilidade superiores ( $h^2 = 0,43$ ;  $h^2 = 0,52$ ;  $h^2 = 0,68$ , respectivamente), quando avaliaram animais cruzados, com genética *Bos taurus*. Essa tendência é confirmada pelo trabalho de Elzo et al. (1998), que relatam herdabilidades crescentes com o decréscimo de sangue Brahman em cruzamentos com animais Angus.

O tecido muscular é o que apresenta maior importância para a indústria da carne. Dessa forma uma carcaça superior tem uma quantidade máxima de músculo, um mínimo de osso e uma ótima quantidade de gordura, variável de acordo com a preferência do mercado (BERG; BUTTERFIELD, 1976). Sendo a carne o foco da produção, o produtor não é remunerado pelo peso vivo do animal, e sim pelo rendimento daquela carcaça. Além do rendimento a estimativa da porção comestível da carcaça traz a informação de quantos quilogramas da carcaça vão ser comercializados como carne. Avaliada pelo presente trabalho a herdabilidade para esta variável foi de moderada magnitude ( $h^2 = 0,32$ ).

Apesar da possibilidade de bons resultados na seleção para PESPC, a utilização de animais com maiores pesos da porção comestível pode resultar na multiplicação de animais de grande porte, que são tardios no sistema de produção a pasto e demandam maior energia para manutenção.

Neste contexto a porcentagem da porção comestível é uma variável balizadora que permite a seleção de animais com maior rendimento em cortes comerciais. Neste estudo a herdabilidade encontrada para a PERPC foi de 0,37, semelhante à observada por Crews et al. (2008) ( $h^2 = 0,41$ ) avaliada em novilhos e novilhas da raça Simental, e superior ao relatado por Miar et al. (2014), de 0,28, em bovinos cruzados a partir de equação que considerava o peso da carcaça quente, área de olho de lombo e espessura média de gordura obtidos após o abate. Por outro lado, Gregory et al. (1994) observaram valores de herdabilidades mais elevados ( $h^2 = 0,50$ ) avaliando machos castrados da geração F3 com 9 raças parentais.

As estimativas de herdabilidade para as características avaliadas indicam que as mesmas são passíveis de seleção e que porção da variância fenotípica pode ser atribuída ao efeito aditivo dos genes.

## **5.2. Correlações genéticas e fenotípicas**

Foram encontradas baixas correlações genéticas entre PV e as medidas de gordura da carcaça (Tabela 3). No caso de PV e PGIM a correlação foi negativa, porém muito próximas de zero, como nas demais. Esses valores indicam que a seleção para peso não promove melhoria na qualidade da carcaça, exceto para área de olho de lombo, cuja correlação foi moderada ( $r_g = 0,45$ ), justificando a associação da área de olho de lombo com o crescimento muscular em geral e índices de musculabilidade. Zuin et al. (2012) também observaram correlação genética positiva ( $r_g = 0,69$ ) entre o peso vivo e a área de olho de lombo.

Tabela 3 - Correlações genéticas (acima da diagonal), fenotípicas (abaixo da diagonal).

<b>Características</b>	<b>PV</b>	<b>AOL</b>	<b>EGS</b>	<b>EGG</b>	<b>PGIM</b>	<b>PESPC</b>	<b>PERPC</b>
PV	-	0,45	0,07	0,02	- 0,02	0,99	0,02
AOL	0,52	-	0,01	- 0,01	- 0,23	0,68	0,69
EGS	0,23	0,22	-	0,68	0,08	0,06	- 0,53
EGG	0,23	0,20	0,62	-	0,01	0,01	- 0,62
PGIM	0,13	- 0,02	0,10	0,07	-	- 0,21	- 0,07
PESPC	0,73	0,73	0,25	0,25	- 0,03	-	0,23
PERPC	0,08	0,57	- 0,47	- 0,59	- 0,08	0,11	-

PV = peso vivo no dia da avaliação por ultrassonografia; AOL = área de olho de lombo medida por ultrassonografia; EGS = espessura de gordura subcutânea medida por ultrassonografia; EGG = espessura de gordura na garupa medida por ultrassonografia; PGIM = percentagem de gordura intramuscular medida por ultrassonografia; PESPC = peso da porção comestível; PERPC = percentagem da porção comestível.

Fonte: Própria autoria

Peña et al. (2014) obtiveram correlação positiva entre peso e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e na garupa, com exceção para a gordura intramuscular que, assim como a correlação obtida no presente trabalho, foi negativa.

Os valores relatados são inferiores aos de Silva et al. (2003a), que obtiveram correlação genética de 0,22 entre espessura de gordura subcutânea por ultrassom e peso vivo, e de 0,63 entre peso vivo e AOLU. Essa diferença pode ser atribuída ao regime alimentar oferecido pelo referido trabalho, altas proporções de concentrado promoveram aumento do peso e também maior crescimento da camada de gordura e da área de olho de lombo, quando comparados ao regime de pastejo adotado no presente estudo.

Segundo Luchiari Filho (2000) o peso é um indicador do estágio de desenvolvimento do animal, no entanto não é informativo quanto à composição e ao grau de rendimento da carcaça. Assim como esperado, o peso foi altamente correlacionado com o peso da porção comestível ( $r_g = 0,99$ ) e apresentou correlação genética próxima de zero com a PERPC ( $r_g = 0,02$ ).

Diferentemente dos resultados obtidos no presente trabalho, Hamlin et al. (1995) afirma que apesar de a área de olho de lombo estar inclusa em equações de nível de

rendimento de carcaça, não é boa preditora para o percentual de cortes comerciais, demonstrando que o foco da seleção não pode estar baseado somente no peso.

É necessária cautela na utilização de touros com elevado peso vivo e, conseqüentemente, elevado peso da porção comestível, e disseminar a genética de animais tardios e com cortes muito grandes. Caetano et al. (2013) também alertam que a seleção para área de olho de lombo e peso vivo na data da mensuração por ultrassonografia, em fêmeas, pode resultar em aumento do peso adulto desses animais e o objetivo da seleção deve ser de manutenção ou redução do tamanho das vacas, visando menores custos de manutenção.

O antagonismo entre a AOL e as espessuras de gordura, tanto entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas quanto a medida sobre o músculo *Biceps femoris*, apontada em alguns trabalhos como os de Minick et al. (2004) que obtiveram  $r_g = -0,57$  entre as características em animais Angus, Charolês, Hereford e Simental, e de Crews et al. (2008)  $r_g = -0,43$ , em animais da raça Simental, não foi confirmado pelo presente trabalho. As correlações encontradas foram próximas de zero, sinalizando a independência genética entre as características.

Resultado semelhante foi relatado por Yokoo et al. (2008), que estimaram  $r_g = 0,06$  entre AOL e espessura de gordura em animais Nelore mensurados por ultrassonografia. Ainda em animais da raça Nelore Zuin et al. (2012) e Caetano et al. (2013) também estimaram correlações positivas, 0,15 e 0,19, respectivamente, entre área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea. Os mesmos autores relataram correlação entre AOL e espessura de gordura na garupa de 0,09 e 0,18, respectivamente. Esses resultados indicam que a seleção para AOL não promoverá antagonismo no melhoramento genético da espessura de gordura subcutânea, quando mensurados por ultrassonografia.

No entanto a área de olho de lombo foi afetada negativamente quando houve incremento na percentagem de gordura intramuscular. A correlação genética estimada entre AOL e PGIM foi moderada e negativa, -0,23, assim como o resultado encontrado por Devitt e Wilton (2001) ( $r_g = -0,27$ ), em animais cruzados. Embora outros autores não tenham obtido antagonismo entre as duas características (CREWS et al., 2004; RILEY et al., 2002) ( $r_g = 0,12$  em animais Simental e 0,10 em animais Brahman, respectivamente), essa relação deve ser considerada nos critérios de seleção em programas de melhoramento genético, que devem incluir ambas as características e ir de encontro ao objetivo do produtor.

De acordo com as altas correlações estimadas entre AOL e o peso e a percentagem da porção comestível obtidas neste estudo (0,68 e 0,69, respectivamente) pode-se afirmar que a seleção para área de olho de lombo poderá contribuir indiretamente para o aumento no peso e rendimento dos cortes comerciais. Esses valores são superiores aos estimados por Hassen;

Wilson; Rouse (1999), que relataram correlação entre a área de olho de lombo e o peso da porção comestível de 0,35, aos 365 e 448 dias, e entre área de olho de lombo e percentagem da porção comestível de 0,01 e 0,15, nas respectivas idades. Assim como os autores citados, Greiner et al. (2003a) também verificaram maior correlação entre a AOL e o peso da porção comestível, quando comparada à percentagem da mesma, 0,61 contra 0,17.

As correlações entre as medidas de gordura subcutânea e na garupa, com a percentagem de porção comestível foram altas e negativas ( $r_g = - 0,53$  e  $- 0,62$ , respectivamente). Associações negativas também foram relatadas por outros autores (GREGORY et al., 1994) ( $r_g = - 0,56$ ); (GREINER et al., 2003b) ( $r = - 0,74$ ); (HASSEN; WILSON; ROUSE, 1999) ( $r = - 0,63$ ). Segundo Luchiari Filho (2000) medidas de gordura de cobertura explicam de duas a três vezes mais a variação do rendimento da porção comestível do que a área de olho de lombo. Carcaças com maior acabamento tendem a apresentar menor rendimento da porção comestível devido à maior proporção de aparas que são retiradas para cálculo do peso e da porcentagem dos cortes comerciais.

Segundo Luchiari Filho (2000) espessuras de gordura muito pequenas ocasionam problemas no manuseio da carcaça e o encurtamento das fibras pelo frio, em contrapartida o excesso é indesejável, diminui o rendimento da porção comestível e necessita ser aparado para comercialização. Dessa forma busca-se o incremento no marmoreio da carne, que confere maior palatabilidade e maciez (THOMPSON, 2004), sem aumento na gordura subcutânea.

A correlação genética estimada entre gordura intramuscular e as medidas de porção comestível da carcaça foram negativas, moderada para o peso dessa porção (-0,21) e próxima de zero para a porcentagem da mesma (-0,07). Hassen; Wilson; Rouse (1999) também relataram valores de correlação negativos, no entanto maiores para a porcentagem e menor para o peso, assim como Greiner et al. (2003b).

O valor foi inferior ao relatado por Gregory et al. (1994), que obtiveram alta correlação negativa (-0,56) entre porcentagem de cortes comerciais e gordura intramuscular avaliada diretamente na carcaça, e diferente do resultado de Riley et al. (2002) que obtiveram baixa correlação, porém positiva entre o gordura intramuscular e o rendimento de cortes comerciais (0,11), sinalizando que não há oportunidade para ganhos em porcentagem ou peso da porção comestível quando da seleção para gordura intramuscular, podendo ainda causar decréscimo da variável.

Muitas das equações que foram desenvolvidas a fim de se estimar o peso e a porcentagem da porção comestível da carcaça, utilizam, em sua maioria, medidas obtidas por

ultrassonografia. No entanto possuem características específicas de aplicação para a raça que foi base para o seu desenvolvimento, o que dificulta a comparação entre os dados verificados na literatura e pode justificar a diferença observada na comparação com outros autores.

A porcentagem de gordura intramuscular no músculo *Longissimus dorsi* não é afetada pela variação das espessuras de gordura mensuradas por ultrassonografia, os coeficientes de correlação entre o PGIM e as EGS e EGG foram próximos de zero, 0,08 e 0,01, respectivamente. Maior correlação foi relatada por Gregory et al. (1994) com medidas feitas diretamente na carcaça de animais cruzados (0,32) e por Riley et al. (2002) em animais Brahman (0,30).

A associação entre os depósitos de gordura deve ser investigada com critério na população em que se deseja incrementar a porcentagem de gordura intramuscular, uma vez que não é desejável o aumento conjunto da espessura de gordura, que traria maior custo de produção ao criador, não seria valorizada pelo frigorífico ou pelo mercado consumidor.

Segundo Robertson (1959) quando a correlação genética entre duas características for menor que 0,8 ambas devem ser incluídas nos programas de seleção, dessa forma as características aqui avaliadas devem estar presentes nos índices de seleção dos programas de melhoramento.

### **5.3. Efeito da idade sobre as características de carcaça**

Foi observada uma associação linear da idade com o PV (Figura 6), AOL (Figura 7), EGS (Figura 8), EGG (Figura 9), porcentagem de gordura intramuscular (Figura 10), PESPC (Figura 11) e PERPC (Figura 12).



Figura 6 – Efeito da idade sobre o peso vivo.

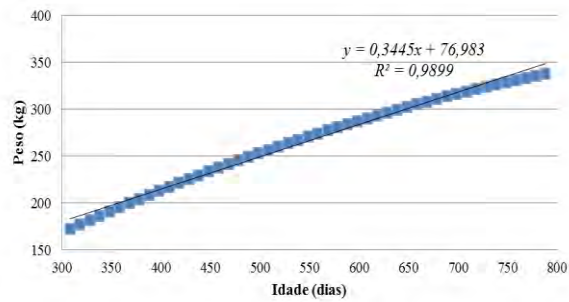


Figura 7 – Efeito da idade sobre a área de olho de lombo.

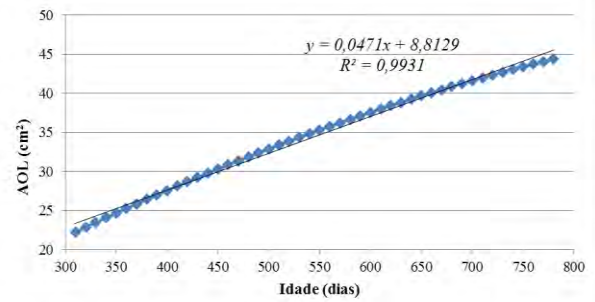


Figura 8 – Efeito da idade sobre a espessura de gordura subcutânea na região entre a 12ª e a 13ª costelas.

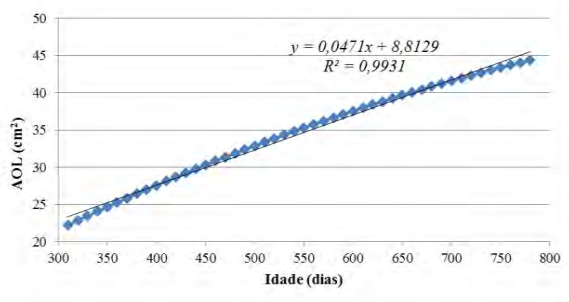


Figura 9 – Efeito da idade sobre a espessura de gordura na garupa.

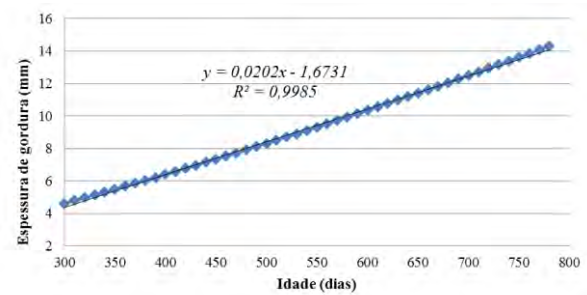


Figura 10 – Efeito da idade sobre a porcentagem de gordura intramuscular.

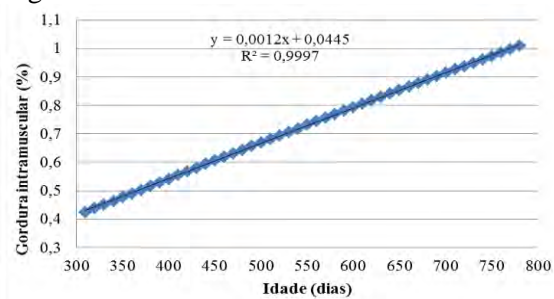


Figura 11 – Efeito da idade sobre o peso da porção comestível.

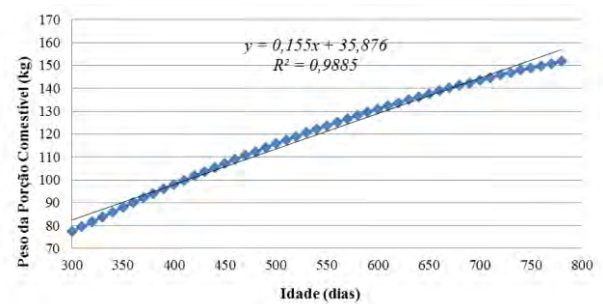
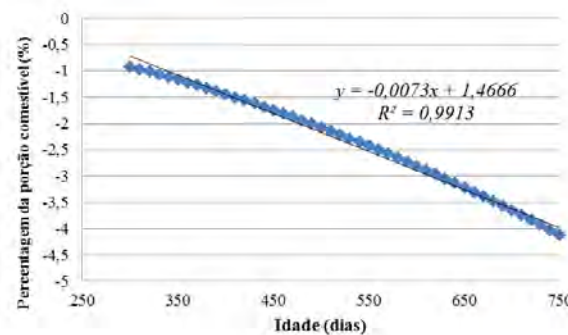


Figura 12 – Efeito da idade sobre a porcentagem da porção comestível.



A idade do animal tem grande influência na composição da carcaça, uma vez que diferentes partes do corpo apresentam diferentes taxas de crescimento (BERG e BUTTERFIELD, 1976). O efeito linear e quadrático da covariável idade sobre as características avaliadas neste trabalho corrobora a afirmativa acima.

A apresentação dos gráficos anteriores tem como objetivo ilustrar as diferenças observadas pelas variáveis em função da idade, ou seja, sua evolução ao longo de determinado período, portanto os valores apresentados não representam a expressão da característica na respectiva idade.

A curva de crescimento para o peso vivo segue o padrão de uma curva sigmoide, crescente desde o nascimento, com aceleração durante a puberdade e menor ritmo quando na maturidade (BERG; BUTTERFIELD, 1976). A reta crescente verificada na figura 7 representa o estágio de maior crescimento, típico da puberdade. O aumento do peso em função da idade (Figura 6) é resultado, principalmente, do crescimento muscular, e em menor quantidade pela deposição de gordura, que ocorre concomitantemente.

O aumento da área de olho de lombo (Figura 7) é representativo do desenvolvimento do tecido muscular do animal no período, uma vez que o *Longissimus dorsi* é utilizado como indicador do desenvolvimento dos demais músculos do corpo do animal.

O crescimento animal é considerado como alométrico, com desenvolvimento primeiramente do tecido ósseo, depois do muscular e por último do tecido adiposo, justificando o nome “acabamento” atribuído à etapa em que ocorre a maior deposição de gordura (SAINZ et al., 2011).

Os tecidos gordurosos, assim como os demais, desenvolvem sua maior porção antes do animal atingir a maturidade. Apesar de ainda haver ímpeto de crescimento muscular as figuras 8 e 9 mostram a deposição progressiva de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas e na garupa.

O desenvolvimento destes depósitos, além do potencial genético, possui grande dependência do plano nutricional ofertado aos animais. Um período de restrição alimentar causa mobilização de nutrientes em sentido inverso ao da deposição, iniciando pela mobilização de gordura (LUCHIARI FILHO, 2000).

O efeito da idade sobre a gordura intramuscular é representado por uma reta ascendente (Figura 10). Essa tendência apontada sugere que a avaliação da PGIM em animais Nelore pode ser realizada em qualquer das idades abordadas neste trabalho, especialmente quando se objetiva identificar animais com maior potencial para deposição de gordura

intramuscular na carne. O efeito linear da idade sobre a deposição da gordura intramuscular também foi verificada por Wall et al. (2004).

A projeção de um reduzido incremento da gordura intramuscular pode ser atribuído à idade dos animais, uma vez que ainda não cessaram o crescimento muscular. Nesta fase do crescimento os animais estão depositando gordura de cobertura, e a condição de pastejo provavelmente não forneceu energia suficiente para depositar precocemente gordura intramuscular. Outro fator que pode estar envolvido é a característica própria dos zebuínos com menor potencial para deposição de gordura intramuscular.

De posse dos resultados verificados para o efeito da idade sobre o peso e a área de olho de lombo, e da magnitude de associação destas variáveis com o peso da porção comestível já era esperado o resultado ilustrado na figura 11. O peso da porção comestível sofre elevação com o aumento da idade, no entanto é necessário avaliar o rendimento dessa porção para verificar até que ponto esse incremento em peso é viável (Figura 12).

Ao contrário do que ocorreu com as demais características analisadas anteriormente, a idade afetou negativamente a percentagem da porção comestível (Figura 12). O cálculo da porção comestível considera os cortes comerciais obtidos da carcaça, depois de retirados os ossos e as aparas (SILVA et al., 2012). Com o incremento da idade a porção de gordura também sofre elevação (Figuras 8 e 9), esse excesso de gordura total então é retirado, resultando na redução da percentagem da porção comestível.

O peso de abate deve coincidir com o grau de maturidade do animal, estágio em que a gordura depositada encontra-se em um nível adequado. Animais em estágio avançado de acabamento apresentam menor crescimento muscular, alto custo energético para deposição de gordura e maior custo de manutenção pelo maior tamanho, essa fase tem baixa eficiência biológica e geralmente ineficiência econômica (LUCHIARI FILHO, 2000). O grau de acabamento, que pode ser estimado pela ultrassonografia e por estar relacionada à quantidade de aparas de gordura, é um bom parâmetro para determinar o ponto ideal de abate.

#### **5.4. Tendências genéticas**

A evolução do valor genético médio da população, ao longo do período avaliado foi estimada para as características estudadas (Figuras 13 a 19).

Figura 13 – Tendência genética anual do valor genético para peso vivo.

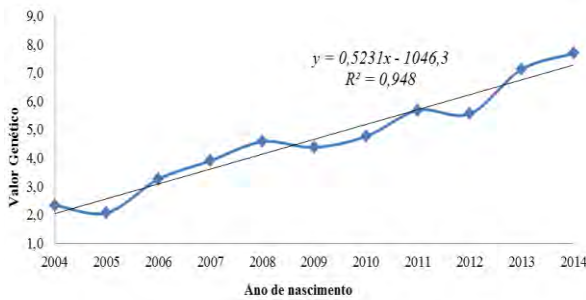


Figura 14 – Tendência genética anual do valor genético para área de olho de lombo.

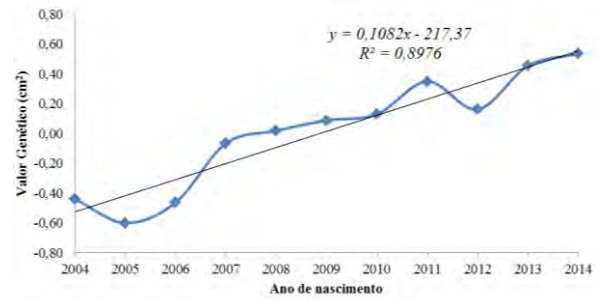


Figura 15 – Tendência genética anual do valor genético para espessura de gordura subcutânea.

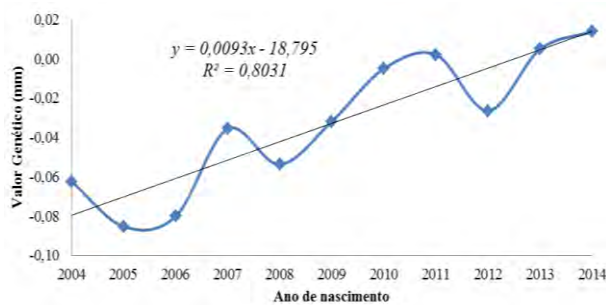


Figura 16 – Tendência genética anual do valor genético para espessura de gordura na garupa.

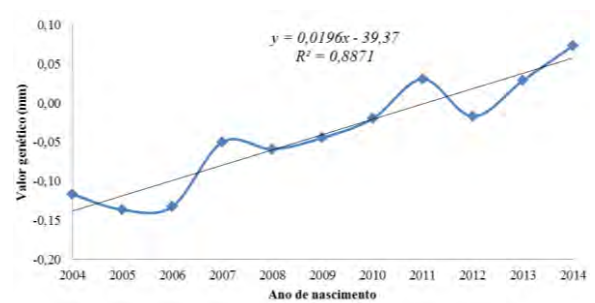


Figura 17 – Tendência genética anual do valor genético para percentagem de gordura intramuscular.

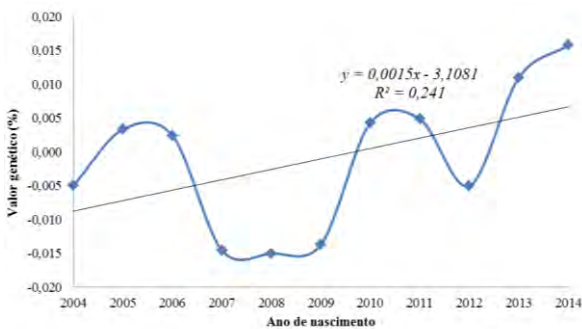


Figura 18 – Tendência genética anual do valor genético para peso da porção comestível da carcaça.

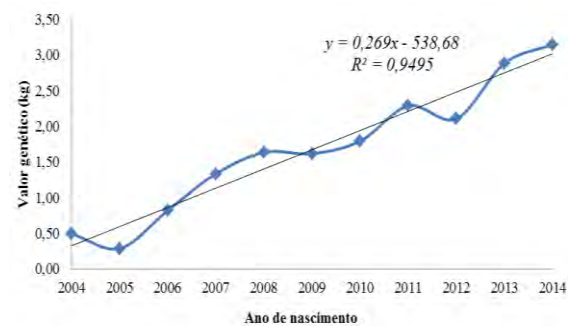
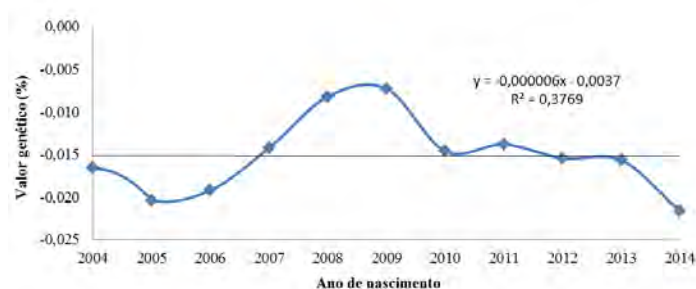


Figura 19 – Tendência genética anual do valor genético para percentagem da porção comestível da carcaça.



A função dos programas de melhoramento genético é fornecer estratégias para mudar a média da população para o caráter desejado, e que estas mudanças sejam permanentes e estáveis no genótipo dos animais. Através da tendência é possível quantificar os efeitos da seleção no melhoramento da característica, através da alteração do valor genético médio dos reprodutores por unidade de tempo.

Segundo Euclides Filho et al. (1997) a tendência genética é a forma mais eficaz de estimar o progresso genético das características envolvidas no processo de seleção, uma vez que melhorias no desempenho ponderal não significam, obrigatoriamente, melhoria no desempenho genético.

Características que tem importância econômica, longo histórico de seleção e alto peso nos índices, como a característica peso vivo, apresentam grande crescimento ao longo do tempo (Figura 13). O ganho genético médio para PV na população avaliada foi de 0,523 kg/ano. Silva et al. (2009) observaram ganhos de 1,85 kg/ano em animais Nelore provenientes de rebanhos comerciais, avaliados por um período de 7 anos. Ganhos genéticos de menor magnitude em características com boa herdabilidade e inclusas em índices de seleção, deve-se, provavelmente, à menor variabilidade na população amostrada devido à pressão de seleção a que a característica já foi submetida ao longo do tempo.

Devido à preocupação dos programas de melhoramento e dos produtores com a qualidade de carcaça, cresceu o número de animais avaliados por ultrassonografia e desde o ano de 2003 a ANCP inseriu em seu sumário de touros a DEP para AOL. Essa informação levada aos produtores pode ter colaborado para a tendência genética positiva apresentada pela população amostrada no período avaliado (Figura 14), e caracterizada pelo ganho genético médio de 0,1082 cm<sup>2</sup> de área de olho de lombo por ano. Valores semelhantes foram observados por Pinheiro (2010), 0,14 a 0,12 cm<sup>2</sup>/ano. Silva et al. (2009) observaram menor ganho genético para AOL avaliada por ultrassom, 0,012 cm<sup>2</sup>/ano em rebanho comercial, assim como Menezes et al. (2013) que estimaram ganho genético de 0,0384 cm<sup>2</sup>/ano em animais Nelore participantes de programas de melhoramento avaliados entre os anos de 2003 e 2010.

Por apresentarem correlação positiva, os ganhos em área de olho de lombo podem ser atribuídos, em parte, também à seleção para peso vivo na população avaliada. Adicionalmente, o progresso genético da característica, ainda que em pequenos valores como os aqui relatados, é promissor, tanto pela herdabilidade da AOL, como pelo aumento da valorização e conscientização por parte dos criadores, que tendem a utilizar touros com maiores DEPs para área de olho de lombo.

Os valores genéticos observados para espessura de gordura subcutânea não apresentaram crescimento regular no período avaliado. Sendo próxima de zero a correlação entre o peso e a EGS, a seleção da primeira não tem modificado a outra, que apresentou ganho genético médio de 0,0093mm/ano (Figura 15). Os ganhos genéticos para espessura de gordura subcutânea são, em sua maioria, de pequena magnitude, como os relatados por Silva et al. (2009) 0,003mm/ano em bovinos Nelore provenientes de rebanho comercial entre os anos de 1999 e 2006, Pinheiro (2010), 0,02 mm/ano e Menezes et al. (2013) 0,0304mm/ano ambos em animais Nelore mensurados por ultrassom.

A tendência para espessura de gordura na garupa (Figura 16) seguiu o mesmo padrão de crescimento visto para a espessura de gordura entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, com incremento médio de 0,0196 mm por ano, resultado semelhante ao observado por Silva et al. (2009), 0,012mm/ano.

A tendência genética observada para PGIM (Figura 17) sinaliza que a característica tem variado ao acaso, por não estar sendo trabalhada pelos programas de melhoramento ou pelos produtores. O banco de dados, utilizado por este estudo, contempla informações de porcentagem de gordura intramuscular mensuradas a partir do ano de 2008. Por ser recente a investigação da gordura intramuscular por ultrassom em bovinos no Brasil, especialmente em animais Nelore, e por zebuínos possuírem menor potencial genético para deposição de gordura intramuscular, a característica não despertava a atenção para o melhoramento, e não era incluída nos índices de seleção. No entanto, Bonin (2008) confirmou a presença de touros e linhagens dentro da raça Nelore com maior potencial para deposição de gordura intramuscular, que poderiam ser utilizados para o incremento da gordura intramuscular na raça.

A seleção praticada para peso promoveu ganhos genéticos também para peso de cortes da carcaça (Figura 18). A tendência para a característica foi positiva e o ganho genético bastante expressivo, 0,269 kg por ano. O resultado foi superior ao encontrado por Silva et al. (2009), 0,12 kg/ano mensurado por 7 anos em rebanho comercial.

A tendência verificada para o peso da porção comestível não foi verificada para a porcentagem desta porção (Figura 19). A evolução da característica não seguiu uma linha crescente e sofreu grande variação ao longo do período analisado. O maior PESPC quando não acompanhado do aumento da porcentagem, ou seja, do rendimento, pode trazer prejuízos ao produtor, que apesar de receber pelo maior peso de carcaça, proporcionalmente maior porção do peso vivo está também sendo descartada.

É provável que este maior PESPC verificado tenha advindo de animais de porte superior, uma vez que não foi acompanhado do aumento do rendimento, esse tipo animal não é desejável, pois tem maior custo de manutenção e sua utilização como reprodutor deve ser avaliada.

## 6. CONCLUSÃO

Os componentes de variância e as estimativas de herdabilidade das características avaliadas permite afirmar que a seleção das mesmas é viável e deve resultar em progresso genético em animais da raça Nelore.

A maior deposição de gordura intramuscular em animais dessa população não promoverá maiores depósitos e gordura de cobertura. Podendo esta, como as demais características, ser mensurada em idades precoces.

O monitoramento das espessuras de gordura subcutânea pode ser utilizado para a determinação do ponto de abate ideal e deve resultar em maior rendimento da porção comestível da carcaça, tornando a criação mais eficiente.

A percentagem da gordura intramuscular e a percentagem da porção comestível não apresentaram progresso genético no período avaliado, demonstrando que ainda não tem sido trabalhadas na população avaliada.



## REFERÊNCIAS

- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth cattle growth**. Sydney: University Press, 1976. p. 240
- BINDON, B. M. A review of genetic and non-genetic opportunities for manipulation of marbling. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, p. 687–696, 2004.
- BOLDMAN, K.G. et al. **A manual for use of MTDFREML: a set of program to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT)**. Lincoln: Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1995.
- BONIN, M. N. et al. Sire effects on carcass and meat quality traits of young Nelore bulls. **Genetics and Molecular Research**, v. 13, n. 2, p. 3250–3264, 2014.
- BONIN, M.N. **Avaliação de características de desempenho e qualidade de carne em linhagens e touros representativos da raça Nelore, utilizando ultrassonografia, análise de imagens e NIRS**. 2012. 135p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.
- BONIN, M.N. **Estudo da influência de touros e de genearcas da raça Nelore nos aspectos quantitativos e qualitativos de carcaça e da carne**. 2008. 179p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.
- CAETANO, S. L. et al. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 155, n. 1, p. 1–7, jul. 2013.
- CANCIAN, P. H. et al. Correlations of visual scores, carcass traits, feed efficiency and retail product yield in Nelore cattle. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 1, p. 17–22, fev. 2014.
- CARDOSO, L.L. et al. Modelos de predição para peso e rendimento dos cortes do traseiro em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, **Anais...** Belém.
- CIANZIO, D. S. et al. Adipose tissue growth and cellularity: changes in bovine adipocyte size and number. **Journal of animal science**, v. 60, n. 4, p. 970–6, abr. 1985.
- CREWS, D. H. et al. Genetic evaluation of retail product percentage in Simmental cattle. **Journal of animal breeding and genetics**, v. 125, n. 1, p. 13–9, fev. 2008.
- CREWS, D. H. et al. Genetic parameters among growth and carcass traits of Canadian Charolais cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 84, n. 4, p. 589–597, dez. 2004.
- CUCCO, D.C. et al. Correlações genéticas e fenotípicas entre escores visuais e características de carcaça mensuradas por ultrassonografia em bovinos Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...UFBA**, 2010.

CYRILLO, J. N. DOS S. G. et al. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 56–65, fev. 2001.

DALEY, C. A. et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition journal**, v. 9, p. 10, jan. 2010.

DEVITT, C. J.; WILTON, J. W. Genetic correlation estimates between ultrasound measurements on yearling bulls and carcass measurements on finished steers. **Journal of animal science**, v. 79, n. 11, p. 2790–7, nov. 2001.

DIKEMAN, M. E. et al. Phenotypic ranges and relationships among carcass and meat palatability traits for fourteen cattle breeds, and heritabilities and expected progeny differences for Warner-Bratzler shear force in three beef cattle breeds. **Journal of animal science**, v. 83, n. 10, p. 2461–7, out. 2005.

ELZO, M. A. et al. Genetic variation and prediction of additive and nonadditive genetic effects for six carcass traits in an Angus-Brahman multibreed herd. **Journal of animal science**, v. 76, n. 7, p. 1810–23, jul. 1998.

EMERSON, M.R. et al. Effectiveness of USDA instrument-based marbling measurements for categorizing beef carcasses according to differences in longissimus muscle sensory attributes. **Journal of animal science**. v.91, p. 1024–1034, 2013.

EUCLIDES FILHO, K. et al. Avaliação de animais Nelore e seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. 1. Ganho de peso e conversão alimentar. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v. 26, n. 1, p. 66-72, 1997.

FARIA, C. U. DE et al. Avaliação genética de características de escores visuais de bovinos da raça Nelore da desmama até a maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1191–1200, jul. 2009.

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, n. 2, p. 217–231, maio 1997.

FRASER, G. E. Associations between diet and cancer, ischemic heart disease, and all-cause mortality in non-Hispanic white California Seventh-day Adventists. **The American journal of clinical nutrition**, v. 70, n. 3 Suppl, p. 532S–538S, set. 1999.

FRENCH, P. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of animal science**, v. 78, n. 11, p. 2849–55, nov. 2000.

GIANNOTTI, J. D. G.; PACKER, I. U.; MERCADANTE, M. E. Z. Meta-análise para estimativas de herdabilidade para características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1173–1180, ago. 2005.

GOMIDE, L.A.M.; RAMOS, E.M.; FONTES, P.R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: UFV, 2009, 370p.

GREGORY, K. E. et al. Breed effects, retained heterosis, and estimates of genetic and phenotypic parameters for carcass and meat traits of beef cattle. **Journal of animal science**, v. 72, n. 5, p. 1174–83, maio 1994.

GREINER, S. P. et al. Accuracy of predicting weight and percentage of beef carcass retail product using ultrasound and live animal measures. **Journal of animal science**, v. 81, n. 2, p. 466–73, fev. 2003b.

GREINER, S. P. et al. Prediction of retail product weight and percentage using ultrasound and carcass measurements in beef cattle. **Journal of animal science**, v. 81, n. 2, p. 466–73, fev. 2003a.

GUEDES, C. de F. **Desempenho produtivo e características de carcaça das progênes de touros representativos da raça Nelore e de diferentes grupos genéticos**. 2005. 100p.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

HAMLIN, K. E. et al. Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle area: II. Relationship between real-time ultrasound measures and carcass retail yield. **Journal of animal science**, v. 73, n. 6, p. 1725–34, jun. 1995.

HARPER, G. S.; PETHICK, D. W. How might marbling begin? **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, n. 7, p. 653, 2004.

HASSEN, A.; WILSON, D. E.; ROUSE, G. H. Evaluation of carcass, live, and real-time ultrasound measures in feedlot cattle: II. Effects of different age end points on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight. **Journal of animal science**, v. 77, n. 2, p. 283–90, fev. 1999.

HEDRICK, H. . Methods of Estimating Live Animal and Carcass Composition. **Journal of animal science**, v. 56, p. 1316–1327, 1983.

HENDERSON, C.R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. **Biometrics**, Malden, v. 31, p.423-447, 1975.

HERRING, A. D. **Genetic aspects of marbling in beef carcasses**. Department of Animal Science. Texas A&M University. 2006. Disponível em:< <http://www.cabpartners.com/articles/news/222/CAB-Review-of-Marbling.pdf>>. Acesso em maio 2014.

HOUGHTON, P. L.; TURLINGTON, L. M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review. **Journal of animal science**, v. 70, n. 3, p. 930–41, mar. 1992.

LARSSON, S. C.; WOLK, A. Meat consumption and risk of colorectal cancer: a meta-analysis of prospective studies. **International journal of cancer. Journal international du cancer**, v. 119, n. 11, p. 2657–64, 1 dez. 2006.

- LOPES, L. S. et al. Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia** p. 978–985, 2012.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiari Filho. 2000, 134p.
- MACNEIL, M. D. et al. Genetic correlations among sex-limited traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**. v. 58: 1171–1180, 1984.
- MACNEIL, M. D. et al. Genetic evaluation of Angus cattle for carcass marbling using ultrasound and genomic indicators. **Journal of animal science**, v. 88, n. 2, p. 517–22, fev. 2010.
- MAGNABOSCO, C.U. Avaliação genética e critérios de seleção para características de carcaça em zebuínos: Relevância econômica para mercados globalizados. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006.
- MAPIYE, C. et al. The labile lipid fraction of meat: from perceived disease and waste to health and opportunity. **Meat science**, v. 92, n. 3, p. 210–20, nov. 2012.
- MARQUES, A.C.W. Ultrassonografia para predição das características de carcaça bovina. **Scot Consultoria**, 2011. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/22106/ultrassonografia-para-predicao-das-caracteristicas-de-carcaca-bovina.htm>>. Acesso em: 24 jan. 2015.
- MATOS, B.C.; SUGISAWA, L.; SUGISAWA, J.M. **Ultrassonografia na avaliação de carcaça de animais de produção** – Conceitos básicos. Presidente Prudente, 2011. Apostila do 1º Curso de Capacitação Técnica em Ultrassonografia de carcaça – Designer Genes Technologies Brasil.
- MENEZES, G.R.O. et al. Tendências genéticas para características de carcaça ao sobreano na raça Nelore – Programa Geneplus – Embrapa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 10., 2013, **Anais...** Uberaba.
- MIAR, Y. et al. Estimation of genetic and phenotypic parameters for ultrasound and carcass merit traits in crossbred beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 94, n. 2, p. 273–280, jun. 2014.
- MINICK, J. A. et al. Heritability and correlation estimates of Warner-Bratzler shear force and carcass traits from Angus-, Charolais-, Hereford-, and Simmental-sired cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 84, n. 4, p. 599–609, dez. 2004.
- NORAT, T. et al. Meat, fish, and colorectal cancer risk: the European Prospective Investigation into cancer and nutrition. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 97, n. 12, p. 906–16, 15 jun. 2005.
- O’CONNOR, S. F. et al. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **Journal of animal science**, v. 75, n. 7, p. 1822–30, jul. 1997.

PEÑA, F. et al. Use of serial ultrasound measures in the study of growth- and breed-related changes of ultrasonic measurements and relationship with carcass measurements in lean cattle breeds. **Meat science**, v. 96, n. 1, p. 247–55, jan. 2014.

PEREIRA, A.S.C. **Características qualitativas da carcaça e da carne das progênes de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*) e de diferentes grupos genéticos.** 2006. 115p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

PERKINS, T.L. **The use of real-time, linear-array ultrasound techniques to predict final carcass composition in beef cattle.** Ames: Texas Tech University, 1992. Tese (PhD) - Texas Tech University, 1992.

PINEDA, N. A pecuária de corte no Brasil e no mundo. In: VIACAVA et al. **Nelore: O Boi ecológico que está conquistando o mundo.** São Paulo:Ed. Fundação Peirópolis, 2000. cap.1, p.13-26.

PINHEIRO, T.R. **Estudo de características de carcaça, obtidas por ultrassom, em bovinos Nelore selecionados para peso.** 2010. 94p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2010.

PINTO, L. F. B. et al. Parâmetros genéticos de características de carcaça e de desempenho na raça Angus. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, **Anais...** Maringá.

REVERTER, A. et al. Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. **Journal of animal science**, v. 78, n. 7, p. 1786–95, jul. 2000.

RILEY, D. G. et al. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. **Journal of animal science**, v. 80, n. 4, p. 955–62, abr. 2002.

ROBERTSON, A. The Sampling Variance of the Genetic Correlation Coefficient. **International Biometric Society**, v. 15, n. 3, p. 469–485, 1959.

RONDÓ JR, W. **Sinal verde para a carne vermelha** – Uma nova luz sobre a alimentação humana. São Paulo: Gaia, 2011, 176p.

ROSSATO, L. V. et al. 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, maio 2010.

SAINZ, R. D. et al. Projeto OB-Choice : Genética para melhorar a qualidade da carne brasileira. **3o Seminário da Marca OB**, n. Quadro 1, p. 1–16, 2005.

SAINZ, R. D.; ARAÚJO, F. R. C. Uso de tecnologias de ultra-som no melhoramento do produto final carne. **V Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas**, v. Uberaba, M, n. 5, 2002.

SAINZ, R. et al. Pecuária de Precisão: Apartação de lotes pelo computador. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 7., **Anais...** LAVRAS.

SILVA, S. DA L. E et al. Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultra-som e pós-abate em novilhos Nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1236–1242, out. 2003a.

SILVA, S. DA L. et al. Estimativa do peso e do rendimento de carcaça de tourinhos Brangus e Nelore, por medidas de ultra-sonografia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1227-1235, 2003b.

SILVA, S. DA L. et al. Prediction of retail beef yield , trim fat and proportion of high-valued cuts in Nelore cattle using ultrasound live measurements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 9, p. 2025–2031, 2012.

SILVA, S.L. et al. Tendências genéticas para características de carcaça avaliadas por ultrassom em um rebanho Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, **Anais...** Maringá.

STEFFEN, L. M. et al. Associations of plant food, dairy product, and meat intakes with 15-y incidence of elevated blood pressure in young black and white adults: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) Study. **The American journal of clinical nutrition**, v. 82, n. 6, p. 1169–77; quiz 1363–4, dez. 2005.

SWATLAND, H.J. **On-line Evaluation of Meat**. Technomic Publishing: Lancaster, Pennsylvania, USA, 1995, 347 p.

TAROUCO, J. U. et al. Comparação entre medidas ultra-sônicas e da carcaça na predição da composição corporal em bovinos . Estimativas do peso e da porcentagem dos cortes comerciais do traseiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2092–2101, 2007.

TAROUCO, J.U. A história do ultrassom no Brasil. **Certificação de técnicos de campo para ultrassonografia de carcaça bovina**. 2014. Apostila: UFRGS.

THOMPSON, J. The relationship between marbling and sensory traits. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, p. 645–652, 2004.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Livestock and poultry: World markets and trade. **United States Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service**. 2013. Disponível em: [http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf). Acesso em: 06 jun. 2013.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. April 2015. Foreign Agricultural Service.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Official United States Standards for grades of carcass beef. **Agriculture Marketing Services – United States Department of Agriculture**. Washington, D.C., 1999.

VAN VLECK, L. D. et al. Estimated breeding values for meat characteristics of crossbred cattle with an animal model. **Journal of animal science**, v. 70, n. 2, p. 363–71, fev. 1992.

WALL, P. B. et al. Use of ultrasound to predict body composition changes in steers at 100 and 65 days before slaughter. **Journal of animal science**, v. 82, n. 6, p. 1621–9, jun. 2004.

WILLIAMSON, C. S. et al. Red meat in the diet. **Nutrition Bulletin**, v. 30, n. 4, p. 323–355, dez. 2005.

WILSON, D.E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, v.70, p.973-983, 1992.

YOKOO, M. J. et al. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 117, n. 2-3, p. 147–154, set. 2008.

YOKOO, M. J. I. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1761–1768, dez. 2007.

YOKOO, M.J. et al. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n.2, p. 197–202, fev. 2009.

YOKOO, M.J. et al. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 52-58. 2010.

ZUIN, R. G. et al. Genetic analysis on growth and carcass traits in Nelore cattle. **Meat science**, v. 91, n. 3, p. 352–7, jul. 2012.