

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

LETÍCIA MARIA DE ZOPPA

**Estimativa do ponto de abate de bovinos Nelore confinados a partir de
medidas obtidas no animal vivo**

Pirassununga

2012

LETÍCIA MARIA DE ZOPPA

Estimativa do ponto de abate de bovinos Nelore confinados a partir de medidas obtidas no animal vivo

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva

Pirassununga

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

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

S729e Zoppa, Leticia Maria de
Estimativa do ponto de abate de bovinos Nelore confinados a partir de medidas obtidas no animal vivo / Leticia Maria de Zoppa. -- Pirassununga, 2012.
40 f.
Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.
Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva.

1. Bovinos 2. Classificação de animais
3. Espessura de gordura 4. ultrassonografia. I. Título.

DEDICATÓRIA

Ao meu filho Arthur, meus pais, Jane e Roberto, à minha TATA e aos meus irmãos Luciana e Vicente, que são minha família e estão presentes em todos os momentos importantes da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar eu gostaria de agradecer ao meu orientador Saulo da Luz e Silva, por ter sido tão generoso comigo durante esses três anos, pela amizade e acima de tudo por ter dividido comigo um pouco do seu trabalho e conhecimento.

À Deus por colocar em minha vida pessoas tão bacanas e especiais.

À Professora Angélica Simone Cravo Pereira por ter aberto as portas da FZEA para mim, pelos anos de amizade e por toda dedicação à minha pessoa durante esses anos.

Ao meu filhote, Arthur de Zoppa Santos, por ser a minha fonte de inspiração e luta, e por compreender a minha ausência nos momentos de estudo e dedicação, espero que ao privá-lo da minha companhia eu tenha servido de exemplo de coragem, dedicação e persistência.

Aos meus pais e à TATA, que sem eles presentes na minha vida, me apoiando, admirando e me dando força, nada disso seria possível.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia (ZAZ) pelo constante apoio.

Aos funcionários do Matadouro Escola pela ajuda incondicional durante todas as atividades de abate e desossa, realizadas durante este trabalho.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, por ter me aceitado como pós-graduanda e me acolhido tão bem.

À FAPESP pelo apoio financeiro ao projeto e à CAPES pelos anos de bolsa o que foi imprescindível para a realização deste.

À todos os professores do curso de Pós Graduação da FZEA, em especial, àqueles que o convívio foi estreitado pelas disciplinas que cursei (Paulo, Julio, Bento, Arlindo, Titto e outros).

À todos os alunos de graduação e pós-graduação que trabalharam no meu projeto.

E aos amigos do CEBER, Thays, Madeline, Letícia, Zé Luis, Luciane Martello, Qui, Clayton e Aninha, pela amizade e disposição em me ajudar sempre, muito obrigada!!!

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Relação do peso dos animais castrados e não castrados, com o tempo de confinamento..... 23
- Figura 2 - Relação da área de olho de lombo dos animais castrados e não castrados, com o tempo de confinamento. 23
- Figura 3 - Relação da espessura de gordura subcutânea na região da 12^a costela, dos animais castrados e não castrados, com o tempo de confinamento. 23
- Figura 4 - Relação da espessura de gordura subcutânea na região da picanha, dos animais castrados e não castrados, com o tempo de confinamento. 23
- Figura 5 - Distribuição da espessura de gordura subcutânea na região da 12^a costela, dos animais castrados e não castrados na entrada do confinamento. 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias, erros padrões e probabilidades das características avaliadas, de acordo com a condição sexual dos animais.....	22
Tabela 2 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de peso vivo obtidas em diferentes períodos de confinamento em machos castrados (acima da diagonal) e machos inteiros (abaixo da diagonal).	25
Tabela 3 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de peso vivo e espessura de gordura na região da 12 ^a costela (EGSU) medidas por ultrassom, em diferentes períodos de confinamento, nos machos castrados.	26
Tabela 4 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de peso vivo e espessura de gordura na região da 12 ^a costela (EGSU) medidas por ultrassom, obtidas em diferentes períodos de confinamento, nos machos não castrados.....	26
Tabela 5 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de espessura de gordura subcutânea na região da 12 ^a costela (EGSU) medidas por ultrassom, em machos castrados (acima da diagonal) e não castrados (abaixo da diagonal), nos diferentes períodos de confinamento.	28
Tabela 6 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de espessura de gordura na picanha (EGPU) medidas por ultrassom em machos castrados (acima da diagonal) e não castrados (abaixo da diagonal), nos diferentes períodos de confinamento.	30
Tabela 7 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de EGPU e espessura de gordura na região da picanha (EGPU) medidas por ultrassom, em diferentes períodos de confinamento, nos machos castrados.	31
Tabela 8 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de EGPU e espessura de gordura na região da picanha (EGPU) medidas por ultrassom, em diferentes períodos de confinamento, nos machos não castrados.	31
Tabela 9 - Equações de regressão múltipla para estimativa da espessura de gordura ao abate dos animais CASTRADOS, utilizando as medidas obtidas no animal vivo em cada período de confinamento.	32
Tabela 10 - Equações de regressão múltipla para estimativa da espessura de gordura ao abate dos animais NÃO CASTRADOS, utilizando as medidas obtidas no animal vivo em cada período de confinamento.	33

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	3
AGRADECIMENTOS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS	6
SUMÁRIO	7
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1. Fatores que influenciam na qualidade da carne	14
2.2. Avaliação da composição corporal	15
2.3. Estimativa do ponto ideal de abate.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES.....	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

RESUMO

ZOPPA, L.M. **Estimativa do ponto de abate de bovinos Nelore confinados a partir de medidas obtidas no animal vivo.** 2012. 41 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

Este trabalho foi desenvolvido para avaliar as correlações entre as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em diferentes tempos de confinamento em bovinos Nelore castrados e não castrados. Foram avaliados 242 bovinos durante os anos de 2009, 2010 e 2011. Em cada ano, metade dos animais foram castrados após a desmama, com aproximadamente 12 meses de idade e mantidos a pasto, juntamente com os não castrados até o início do confinamento. Os animais foram alimentados com dieta de alto concentrado (85%) e confinados por período de 56 a 140 dias. A cada intervalo de aproximadamente 28 dias os animais foram pesados e avaliados por ultrassonografia para determinação de área de olho de lombo (AOLU) e espessura de gordura subcutânea (EGSU) na região entre a 12^a e 13^a costelas e espessura de gordura subcutânea na picanha (EGPU). No início do confinamento foi avaliada a altura da garupa dos animais determinação do escore de frame. A condição sexual dos animais influenciou a maioria das características de carcaça avaliadas em todos os períodos. O peso vivo inicial apresentou altas correlações com os demais pesos avaliados durante o experimento. As correlações do peso vivo com a espessura de gordura ao abate foram inferiores nos animais não castrados quando comparados aos castrados. Características avaliadas no início do confinamento apresentaram média acurácia para estimar a EGSU após 140, 112 ou 84 dias de confinamento ($R^2=0,47$; 0,56 e 0,60, respectivamente) para machos castrados e 0,32; 0,12 e 0,60, respectivamente, para não castrados. A EGSU foi a principal variável que compôs os modelos de predição, seguido pelo peso vivo e escore tamanho, enquanto que a AOLU e a EGPU tiveram pouca contribuição para a estimativa do tempo de confinamento. As características de carcaça, aliadas ao escore de tamanho podem ser utilizadas em conjunto com o peso vivo dos animais, visando uma maior uniformidade de acabamento no momento do abate. No entanto, estudos adicionais são necessários para o aprimoramento e validação desses modelos.

Palavras-chave: bovinos, classificação de animais, espessura de gordura, ultrassonografia

ABSTRACT

ZOPPA, L.M. **Prediction of slaughter endpoint of feedlot Nellore cattle using live animal measurements.** 2012. 41 f. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

This work was developed to evaluate the correlations of carcass traits of castrated and non-castrated Nellore cattle evaluated with ultrasound at different time on feed. Along 2009, 2010 and 2011 242 animals were evaluated, and in each year half of animals was castrated with approximately 12 months old and kept under pasture until the beginning of the feedlot. Animals were fed a high concentrate diet (85%) during periods ranging from 56 to 140 days. Every 28 days the animals were weighed and ultrasound scanned for determinations of ribeye area (AOLU) and backfat thickness (EGSU) between 12th and 13th rib, and rump fat (EGPU). In the beginning of feedlot the rump height was measured to determine the frame score. The sex condition affected most of the traits evaluated in all periods. Initial live weight was highly correlated with the same trait evaluated after different time on feed. Correlation of live weight with EGSU at slaughter was smaller in non-castrated animals when compared to castrate. Traits measured at the beginning of feedlot had medium accuracy on the prediction of EGSU after 140, 112 or 84 days on feed ($R^2=0.47$, 0.56 and 0.60, respectively) for castrated males and lower accuracy (0.32, 0.12 and 0.60, respectively) for non-castrated. The EGSU was the main trait to be included in prediction models, followed by live weight and frame score while AOLU and EGPU had smaller contribution. Carcass traits and frame score can be used with live weight to improve the uniformity of backfat at slaughter. However further studies are necessary to improve and validate these models.

Keywords: beef cattle, sorting animals, fat thickness, ultrasound

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte é uma atividade de grande importância para o agronegócio brasileiro. De acordo com dados do IBGE (2011), o Brasil possui um rebanho bovino de aproximadamente 209 milhões de cabeças, sendo que cerca de 80% destinados à produção de carne e o restante para produção leiteira. No período de janeiro a dezembro de 2011 foram abatidos 21,7 milhões de bovinos em matadouros com inspeção federal, estadual ou municipal, ABIEC (2011).

O crescimento das exportações de carne brasileiras nas últimas duas décadas foi devido, principalmente, aos avanços nas áreas de nutrição, reprodução, melhoramento genético e manejo. Apesar do protecionismo de alguns mercados internacionais e de problemas sanitários e de qualidade da carne, atualmente o Brasil é o segundo maior produtor e o primeiro maior exportador de carne bovina, sendo responsável por 21,3% do comércio mundial desse produto (USDA, 2011). Em 2011, o Brasil exportou carne para mais de 130 países, sendo que a Rússia foi o maior importador, enquanto o Irã, seguido do Egito ocuparam as posições de segundo e terceiro lugar nas importações, com US\$ 688 mil e US\$ 413 mil, respectivamente (ABIEC, 2011). No ano de 2009, em função de uma crise econômica mundial e a perda de alguns mercados, as exportações brasileiras foram reduzidas em aproximadamente 25%. No entanto, de acordo com dados da ABIEC (2010), esse mercado já apresenta sinais de recuperação, sendo que a carne bovina foi o terceiro produto mais exportado pelo Brasil no mês de janeiro de 2010.

Na pecuária de corte, assim como em outros segmentos produtivos, o uso adequado dos recursos e tecnologias disponíveis é fundamental para aumento da eficiência produtiva e, conseqüentemente, para a manutenção da competitividade nos mercados globalizados.

Nos últimos anos, a pecuária de corte brasileira vem passando por intensas transformações, que tem resultado em grandes aumentos tanto na produção quanto exportação de carne bovina, exercendo um papel importante no mercado internacional de carnes. Uma das ferramentas que tem permitido esse aumento da produtividade é a utilização do confinamento, que aumenta a regularidade de oferta de animais para o abate e melhora a padronização das carcaças desses animais.

No Brasil, assim como em outros países, a entrada e saída dos animais nos confinamentos é normalmente realizada em lotes, onde todos os animais de um determinado piquete são abatidos em um mesmo dia e com um mesmo número de dias em confinamento. De acordo com Kempster e Owen (1981) as definições do ponto de abate são realizadas geralmente em idades ou pesos fixos em vez de níveis de acabamento fixo, pois estes são mais difíceis de serem determinados.

Nesse aspecto, tecnologias como a ultrassonografia em tempo real têm sido amplamente utilizadas como ferramentas para a determinação do ponto de abate, assegurando aos consumidores produtos com qualidade constante, bem como tornando essas informações mais acessíveis aos criadores. No Brasil, as pesquisas relacionadas à avaliação objetiva da carcaça e da carne ainda são incipientes.

Segundo Brethour (2000), é necessário um método objetivo para determinar o número de dias que um bovino precisa ser alimentado com uma dieta específica, com o propósito de melhorar a qualidade da carcaça, de atingir características desejadas pelos frigoríficos e de explorar a eficiência do ganho de carcaça, que podem ser atingidas com dietas de alto concentrado. Nesse sentido, a ultrassonografia serve como ferramenta para o agrupamento de animais em lotes com composição corporal homogênea, pois segundo Wilson (1992), a utilização da ultrassonografia para estimar a proporção de músculo e quantidade de gordura é mais acurada do que o peso vivo ou outras características facilmente medidas.

Brethour (1990; 1991) utilizaram informações de peso vivo e espessura de gordura subcutânea para agrupar animais de acordo com sua composição corporal para obter carcaças mais uniformes ao abate e observaram um aumento no lucro líquido de até US\$ 20,00 por animal abatido. O mesmo autor verificou a viabilidade da utilização da ultrassonografia para classificar animais para abate em diferentes dias durante o período de confinamento. De acordo com os resultados obtidos, o ultrassom foi efetivo para estimar o número de dias em confinamento quando os animais possuíam em média 3 mm de EGS. Também segundo o autor, à medida que as estimativas foram realizadas mais próximas ao abate, houve um aumento na acurácia e uma diminuição do erro em dias.

No Brasil, os trabalhos realizados nessa área são inexistentes ou escassos. Alguns deles têm sido realizados utilizando equações desenvolvidas para raças e sistemas de produção de outros países, que não se aplicam diretamente a condições de produção brasileiras, onde os animais iniciam o confinamento com

baixa condição corporal e são confinados por períodos curtos. Para isso é importante, conhecer as correlações entre essas características para posteriormente desenvolver modelos matemáticos visando a estimativa do tempo ideal de confinamento, individualmente.

Desta forma, este trabalho foi desenvolvido para avaliar as correlações entre as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em diferentes fases do confinamento em bovinos Nelore castrados e não castrados, e também estudar a viabilidade da utilização das medidas de carcaça obtidas por ultrassonografia para estimar o tempo ideal de alimentação em confinamento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Por muitos anos, na pecuária de corte brasileira, especial atenção foi dedicada aos aspectos nutricionais, reprodutivos, de manejo e de crescimento dos bovinos de corte, como forma de aumentar a eficiência do sistema de produção. É inegável, que essas características foram, e continuam sendo, os principais pilares para o desenvolvimento e o crescimento da pecuária de corte nacional. Entretanto, os mercados que melhor remuneram são mais exigentes a boa qualidade dos produtos consumidos.

Nos últimos anos, os aspectos relacionados à segurança alimentar e de preservação do meio ambiente tem adquirido um maior grau de importância na avaliação da “qualidade percebida” pelos consumidores. Concomitantemente, a qualidade sensorial da carne também ocupa posição de destaque. Segundo Dallari (2007 – comunicação pessoal), em pesquisa realizada com consumidores brasileiros, 73-74% deles consideram a aparência geral da carne (cor e frescor) como o principal fator na decisão de compra, seguida por higiene e limpeza do estabelecimento (60-65%) e qualidade da carne (58-59%), entre outros. Entre os aspectos de qualidade estão a cor (63%), o frescor (52%), o teor de gordura (34%), a maciez (33%) e a procedência (23%). Esses resultados concordam com o descrito por Felício (1998), que os consumidores escolhem a carne com base na experiência anterior, sendo influenciados por fatores como cor da carne, quantidade e distribuição da gordura, firmeza, entre outros.

Como se pode observar, as características sensoriais da carne são de grande importância na avaliação de qualidade pelos consumidores. Em virtude disso, é fundamental o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias que avaliem, de forma objetiva, aspectos relacionados à qualidade da carne, tanto em animais vivos quanto após o abate. Isso contribui para o desenvolvimento de programas que assegurem a produção de uma carne bovina de boa qualidade e com padrão constante, atendendo assim as crescentes exigências dos atuais mercados e possivelmente, em um futuro próximo, de outros mais exigentes, como Japão, Coreia, Canadá e Estados Unidos, entre outros.

2.1. Fatores que influenciam na qualidade da carne

Vários fatores influem na composição e distribuição dos tecidos corporais, entre os mais importantes podemos citar o sexo, a raça, o tipo de animal, a idade e o plano nutricional.

De acordo com Berg & Butterfield (1979), o sexo afeta o crescimento dos tecidos, logo, afeta a composição da carcaça e a distribuição das massas dentro dos tecidos. Uma das influências mais pronunciadas é em relação ao processo de deposição de gordura, sendo que as fêmeas iniciam a fase de deposição de gordura com pesos menores que os machos castrados e estes com pesos menores que os machos inteiros. Desta forma, os pesos de abate ótimos são mais baixos para fêmeas e mais altos para os machos inteiros que machos castrados. O sexo também influencia a distribuição da musculatura na carcaça, sendo que essa mudança se torna mais pronunciada à medida que o animal cresce. Não existem grande diferenças entre machos castrados e fêmeas, entretanto os machos inteiros aumentam proporcionalmente mais o dianteiro em relação ao traseiro, onde estão os cortes de maior valor.

Segundo Luchiari Filho (2000), machos não castrados ganham peso mais rapidamente, apresentam melhor conversão alimentar, depositam gordura a pesos mais elevados e apresentam uma proporção músculo:osso maior que machos castrados e fêmeas a uma mesma percentagem de gordura, o que é interessante se o objetivo for um produto com essas características.

A raça e o tamanho corporal dos animais são fatores que influenciam na composição das carcaças e conseqüentemente nas taxas de deposição de músculo e gordura e no tempo para que esses animais atinjam uma composição corporal determinada. De acordo com Garret et al. (1959), as diferenças nas exigências de energia para ganho em animais de raças diferentes são determinadas pela composição deste ganho, pois raças de maturação tardia apresentam menor teor de gordura no ganho em relação às raças de maturação precoce a um mesmo peso vivo. Segundo Block et al. (2001), animais de porte grande atingirão um nível específico de gordura corporal a pesos mais elevados que animais de tamanho corporal pequeno.

2.2. Avaliação da composição corporal

Por vários anos, diferentes métodos têm sido testados com o objetivo de estimar o rendimento dos cortes comerciais e atributos ligados à qualidade sensorial da carne, como cor, pH e maciez, de maneira rápida e acurada, sem a necessidade de sacrificar os animais ou danificar as carcaças. Em 1979 o USDA (Departamento de Agricultura Norte-americano) solicitou à NASA (Agência Espacial Norte-americana) um estudo sobre a aplicação das tecnologias utilizadas por essa agência para aplicação na avaliação de carcaças, o que resultou na recomendação da ultrassonografia e a análise de vídeo imagem (AVI) como sendo duas tecnologias que potencialmente atenderiam esse objetivo (Cross & Whittaker, 1992). Desde então, esforços foram realizados por pesquisadores de vários países, com o objetivo de desenvolver essas tecnologias para aplicação em programas para melhoria da qualidade da carne em bovinos de corte.

A ultrassonografia em tempo real é uma das tecnologias que tem sido extensivamente estudada e utilizada para avaliação de características de carcaça de bovinos de corte e sua utilização continua ganhando popularidade. Resultados de pesquisas indicam que quando os dados são obtidos por técnicos treinados, as correlações entre as medidas por ultrassom e posteriormente na carcaça são altas (Greiner et al., 2003a; Silva et al., 2003).

Segundo Wilson (1992), a utilização da ultrassonografia para estimar a proporção de músculo e quantidade de gordura é mais acurada do que o peso vivo e outras características facilmente medidas.

Hedrick (1983) afirmou que a relação entre a espessura de gordura subcutânea, a área de olho do músculo Longissimus dorsi e a composição da carcaça, medida por ultra-som no animal vivo, tem sido similar às relações entre as mesmas medidas na carcaça. Rouse et al. (1992) também encontraram boas correlações entre as medidas feitas por ultra-som e as feitas posteriormente na carcaça. Segundo Perkins (1992), as limitações tecnológicas, a experiência do técnico, o nível de gordura e de músculo, o sexo e a idade do animal, as mudanças nas características dos tecidos pós-morte, a remoção da gordura junto com o couro e o deslocamento dos músculos em relação ao esqueleto são os principais fatores que interferem na acurácia das medidas feitas com o ultra-som e daquelas feitas diretamente na carcaça.

A ultrassonografia também tem sido utilizada na prática, como uma ferramenta auxiliar para os produtores na classificação de animais em grupos homogêneos para abate. Brethour (1990; 1991) utilizaram informações de peso vivo e espessura de gordura subcutânea para agrupar animais de acordo com sua composição corporal para obter carcaças mais uniformes ao abate e observaram um aumento no lucro líquido de até US\$ 20,00 por animal abatido.

2.3. Estimativa do ponto ideal de abate

De acordo com Kempster e Owen (1981) as definições do ponto de abate são realizadas geralmente em idades ou pesos fixos em vez de níveis de acabamento fixo, pois estes são mais difíceis de serem determinados. Com a utilização da técnica de ultrassonografia as comparações realizadas a partir de um mesmo acabamento são mais relevantes do ponto de vista da prática comercial, pois a tendência é o abate a um mesmo acabamento.

Auditoria realizada por Boleman et al. (1998), para determinar e quantificar as perdas no sistema de produção de bovinos nos EUA mostrou que uma substancial proporção do rebanho bovino não é alimentada durante um adequado número de dias. Esses dados também mostraram que 25% das carcaças apresentaram mais de 15 mm de EGS, indicando que os animais foram alimentados por muito tempo e conseqüentemente apresentaram excesso de gordura, além de representar um maior custo e desperdício de alimentos. Também Roeber et al. (2001), ao analisarem problemas relacionados a carcaças de bois e vacas, encontraram que 14,5% das carcaças de vacas e 6,9% das carcaças de touros apresentaram excesso de gordura subcutânea.

Segundo Brethour (2000), é necessário um método objetivo para determinar o número de dias que um bovino precisa ser alimentado com uma dieta específica, com o propósito de melhorar a qualidade da carcaça, de atingir características desejadas pelos frigoríficos e de explorar a eficiência do ganho de carcaça, que podem ser atingidas com dietas de alto concentrado.

O mesmo autor verificou a viabilidade da utilização da ultrassonografia para classificar animais para abate em diferentes dias durante o período de confinamento. De acordo com os resultados obtidos, o ultrassom foi efetivo para estimar o número de dias em confinamento quando os animais possuíam em média 3 mm de EGS.

Também segundo o autor, à medida que as estimativas são realizadas mais próximas ao abate, há um aumento na acurácia e uma diminuição do erro em dias.

No Brasil, a classificação dos animais em lotes, na entrada do confinamento, bem como na venda para o abate, é realizada apenas com base no peso, o que sabidamente não é um bom indicador da composição corporal. De acordo com informações de vários confinadores, mesmo a classificação dos bovinos em lotes com uma variação de peso de 15kg não é suficiente para obter animais com carcaças homogêneas no momento do abate. Consequentemente é necessária a aplicação de tecnologias que permitam um controle mais adequado do sistema de produção em confinamento. Nesse aspecto, a ultrassonografia serve como ferramenta para o agrupamento de animais em lotes com composição corporal homogênea, com o objetivo de padronizar os animais para o abate e reduzir os custos de produção.

Vários trabalhos têm utilizado um escore de tamanho ou estrutura corporal, também conhecida como *frame*, como uma forma de auxiliar na classificação de animais em grupos para abate em igual acabamento. O *frame* é uma medida linear, obtida a partir de uma equação matemática que utiliza a idade e a altura na garupa (BIF, 1996), como um indicativo dos pesos de abate nos quais os animais apresentarão a mesma composição de carcaça. Portanto, animais de um mesmo *frame* atingirão a mesma composição de carcaça com um peso semelhante. Segundo Dolezal et al. (1993) o objetivo de se utilizar o *frame* é proporcionar uma forma de classificar animais em grupos que provavelmente atingirão uma composição ótima com pesos similares, uma vez que existe uma grande variação de peso em animais com o mesmo grau de acabamento.

No Brasil, os trabalhos realizados nessa área são inexistentes ou escassos. Alguns deles têm sido realizados utilizando equações de predição desenvolvidos para raças e sistemas de produção diferentes dos utilizados no Brasil (e.g. EUA), no entanto, uma validação científica desses resultados, para as condições brasileiras, não foi encontrada na literatura.

A avaliação da área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, gordura intramuscular e espessura de gordura sobre a picanha, medidas por ultrassonografia, aliadas a outras características medidas no animal vivo, tais como o peso vivo, a altura da garupa, a idade e o grupo genético tem sido utilizadas com o

objetivo de estimar a composição corporal de animais vivos (Waldner et al., 1992; Hassen et al., 1999; Rouse et al., 2000; Realini et al., 2001).

Este trabalho foi desenvolvido para avaliar a viabilidade da utilização de medidas obtidas no animal vivo, durante o período de confinamento, como forma de aumentar a padronização dos animais e das carcaças no momento do abate.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo em Pirassununga, SP.

Durante os anos de 2009, 2010 e 2011 foram avaliados 242 bovinos da raça Nelore (122 machos castrados e 120 machos não castrados), provenientes do rebanho da Universidade de São Paulo, localizado em Pirassununga, SP. O número de animais avaliados foi de 76, 80 e 86, nos anos de 2009, 2010 e 2011, respectivamente.

Em cada ano, metade dos animais foram castrados após a desmama, com aproximadamente 12 meses de idade e mantidos a pasto, juntamente com os animais não castrados, até o momento do início confinamento.

No início do período confinamento os animais inteiros apresentavam médias de $625 \pm 30,5$ dias de idade e $372 \pm 32,0$ kg enquanto os castrados tinham em média $621 \pm 28,4$ dias de idade e $349 \pm 37,1$ kg de peso.

Em todos os anos, os animais foram alimentados com dietas de alto concentrado (85%), composto por milho, farelo de soja, casca de soja, glúten de milho, sal mineral e ureia, contendo 14,6% de proteína bruta e 74,5% de NDT. A fonte de volumoso utilizada foi o bagaço de cana de açúcar (15%).

Após um período de adaptação ao confinamento de 14 dias, todos os animais foram pesados (PV) após jejum alimentar de 16h, e em seguida avaliados por ultrassonografia, para determinação de características de carcaça.

Para as avaliações de ultrassonografia foi utilizado um equipamento de ultrassom, marca Aloka, modelo SSD 500 Micrus (Aloka Co. Ltd.), com transdutor linear de 3,5 MHz e 172 mm de comprimento. Foram colhidas duas imagens de cada animal, sendo a primeira da área de olho de lombo (AOLU) e da espessura de gordura subcutânea (EGSU) entre a 12ª e a 13ª costelas e a segunda imagem sobre

o músculo *Bíceps femoris* entre o ílio e o ísquio, para a determinação da espessura de gordura sobre este ponto (EGPU). Para a obtenção das imagens para determinação da AOLU e EGSU foi utilizado uma guia acústica acoplada ao transdutor, para um melhor contato com a superfície do animal. Foi utilizado óleo vegetal como acoplante acústico. As imagens obtidas foram gravadas em um microcomputador portátil para serem analisadas posteriormente. As pesagens e as avaliações de ultrassonografia foram repetidas a cada intervalo de 28 dias, até o abate dos animais.

Juntamente com a primeira avaliação dos animais foi obtida a medida da altura da garupa (ALTG), utilizando-se uma câmera filmadora com a qual foi possível obter uma imagem lateral de cada animal. A partir dessa imagem realizou-se a medição da altura da garupa utilizando o software Lince[®]. A partir da obtenção da altura dos animais foi calculado o escore de tamanho (frame) dos animais, de acordo com a equação proposta pela BIF (1996): $FRAME = -11,548 + 0,4878 * X_1 - 0,0289 * X_2 + 0,00001947 * X_2^2 + 0,0000334 * X_1 * X_2$, onde X_1 = altura da garupa, em polegadas e X_2 = idade do animal, em dias.

O abate dos animais foi realizado em quatro etapas a cada ano, quando a média da espessura de gordura, avaliada por ultrassonografia, atingia cerca de 5 mm. Desta forma, o abate foi realizado em grupos de 20 animais, sendo metade de animais castrados (n=10) e outra metade de não castrados (n=10)

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (ano), considerando como efeito fixo a condição sexual dos animais. Todas as características foram avaliadas utilizando o procedimento *Mixed* do software SAS[®] (SAS Institute Inc., Cary, NC). No modelo estatístico foram considerados a condição sexual como efeito fixo e o ano como efeito aleatório. Também foram realizadas análises de correlação simples (proc corr) e regressão (proc reg) do software SAS[®].

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatística descritiva das variáveis avaliadas neste estudo, para animais castrados e não castrados, são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Estatística descritiva das características de avaliadas nos diferentes períodos de confinamento em machos castrados.

	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Peso, kg					
0 dias	122	351,1	36,5	248,0	428,0
28 dias	122	411,4	40,1	308,0	496,0
56 dias	122	439,2	42,4	333,5	538,0
84 dias	71	470,5	34,9	366,0	539,0
112 dias	66	474,2	37,7	362,0	572,0
140 dias	33	479,7	43,4	374,0	608,0
Área de olho de lombo, cm²					
0 dias	121	58,8	6,7	44,5	76,3
28 dias	78	62,5	7,3	47,4	82,2
56 dias	122	68,2	7,6	48,5	95,0
84 dias	72	71,0	6,8	52,0	89,6
112 dias	65	71,4	8,6	51,7	90,5
140 dias	34	74,1	8,1	55,0	91,9
Espessura de gordura subcutânea, mm					
0 dias	121	1,7	1,3	0,0	5,4
28 dias	78	3,1	1,5	0,0	7,7
56 dias	122	4,5	1,7	0,0	9,0
84 dias	72	5,7	1,9	1,6	11,2
112 dias	66	6,0	2,1	1,8	11,0
140 dias	34	6,5	2,3	2,3	12,4
Espessura de gordura na picanha, mm					
0 dias	117	3,8	1,9	0,0	8,4
28 dias	78	6,1	2,3	1,9	12,6
56 dias	120	7,6	2,3	2,8	14,3
84 dias	72	8,8	2,1	4,7	14,2
112 dias	66	8,9	2,2	4,0	14,2
140 dias	34	9,7	2,7	5,4	15,9
Escore de tamanho inicial	116	6,3	0,9	4,0	8,7

Tabela 2 - Estatística descritiva das características de avaliadas nos diferentes períodos de confinamento nos machos não castrados.

	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Peso, kg					
0 dias	119	372,7	32,1	306,0	454,0
28 dias	119	438,6	38,8	342,0	550,0
56 dias	119	478,0	44,8	377,0	596,0
84 dias	73	510,5	33,0	422,0	586,0
112 dias	59	524,6	32,8	460,0	592,0
140 dias	29	529,6	30,6	452,0	582,0
Área de olho de lombo, cm²					
0 dias	119	60,9	6,7	43,2	79,6
28 dias	75	66,4	6,3	49,7	83,2
56 dias	119	73,0	7,6	55,0	93,2
84 dias	70	76,6	6,2	63,5	92,0
112 dias	58	77,8	7,0	56,0	92,3
140 dias	28	79,9	6,1	70,0	92,7
Espessura de gordura subcutânea, mm					
0 dias	119	0,9	1,0	0,0	4,1
28 dias	75	2,4	1,0	0,0	5,1
56 dias	119	3,6	1,4	1,2	8,0
84 dias	70	4,6	1,5	1,5	8,7
112 dias	59	5,0	1,6	1,9	9,7
140 dias	28	6,1	2,3	2,4	10,5
Espessura de gordura na picanha, mm					
0 dias	119	2,4	1,7	0,0	8,4
28 dias	76	4,6	2,1	0,0	10,0
56 dias	119	6,1	2,5	0,0	15,8
84 dias	70	6,9	2,4	2,5	16,2
112 dias	59	7,7	2,3	3,0	14,9
140 dias	28	8,2	2,4	2,0	12,3
Escore de tamanho inicial	117	6,4	1,0	4,0	10,0

A condição sexual dos animais teve efeito sobre a maioria das características de carcaça avaliadas em todos os períodos ($P < 0,0001$), exceto o escore de tamanho que não foi diferente entre animais castrados e não castrados (Tabela 3). Os animais não castrados foram mais pesados e apresentaram maior área de olho de lombo em todos os períodos avaliados ($P < 0,0001$), enquanto que os animais

castrados tiveram maior espessura de gordura subcutânea tanto na região da 12^a costela quanto na picanha em todos os períodos avaliados ($P < 0,0001$).

Esses resultados estão de acordo com os amplamente observados na literatura. De acordo com Berg & Butterfield (1979) a condição sexual dos animais influencia o crescimento dos tecidos, alterando a composição de carcaça e a distribuição das massas dentro dos tecidos, principalmente em relação a deposição de gordura e distribuição da musculatura na carcaça.

Tabela 3 - Médias, erros padrões e probabilidades das características avaliadas, de acordo com a condição sexual dos animais.

Característica	Condição sexual		Erro padrão	Valor de P
	Castrados	Não castrados		
Período 1 - 0 dias				
Peso, kg	351	372	3,12	< 0,0001
Escore de tamanho	6	6	0,08	0,3739
Área de olho de lombo, cm ²	59	61	0,57	< 0,0001
Espessura de gordura subcutânea, mm	2	1	0,10	< 0,0001
Espessura de gordura na picanha, mm	4	2	0,17	< 0,0001
Período 2 - 28 dias				
Peso, kg	412	439	3,62	< 0,0001
Área de olho de lombo, cm ²	63	66	0,69	< 0,0001
Espessura de gordura subcutânea, mm	3,1	2	0,15	< 0,0001
Espessura de gordura na picanha, mm	6,1	5	0,25	< 0,0001
Período 3 - 56 dias				
Peso, kg	439	476	3,59	< 0,0001
Área de olho de lombo, cm ²	68	73	0,63	< 0,0001
Espessura de gordura subcutânea, mm	5	4	0,14	< 0,0001
Espessura de gordura na picanha, mm	8	6	0,22	< 0,0001
Período 4 - 84 dias				
Peso, kg	475	515	4,31	< 0,0001
Área de olho de lombo, cm ²	71	76	0,79	< 0,0001
Espessura de gordura subcutânea, mm	6	5	0,21	< 0,0001
Espessura de gordura na picanha, mm	9	7	0,28	< 0,0001
Período 5 - 112 dias				
Peso, kg	475	522	4,12	< 0,0001
Área de olho de lombo, cm ²	72	77	0,79	< 0,0001
Espessura de gordura subcutânea, mm	6	5	0,21	< 0,0001
Espessura de gordura na picanha, mm	9	8	0,28	< 0,0001
Período 6 - 140 dias				
Peso, Kg	481	528	6,73	< 0,0001
Área de olho de lombo, cm ²	75	79	1,19	< 0,0001
Espessura de gordura subcutânea, mm	7	6	0,40	< 0,0001
Espessura de gordura na picanha, mm	10	8	0,47	< 0,0001

O peso dos animais aumentou de forma quadrática ($P < 0,0001$) em função do tempo de confinamento, tanto para os animais não castrados quanto para os castrados (Figura 1). Relações quadráticas com o tempo de confinamento também foram observadas para a AOLU, EGSU e EGPU (Figuras 2, 3 e 4, respectivamente; $P < 0,0001$).

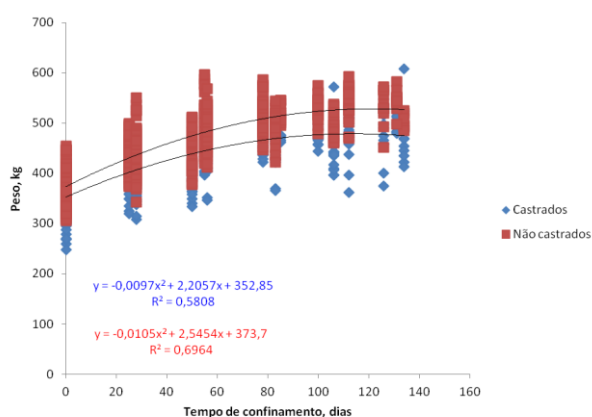


Figura 1 - Relação do peso dos animais castrados e não castrados, com o tempo de confinamento.

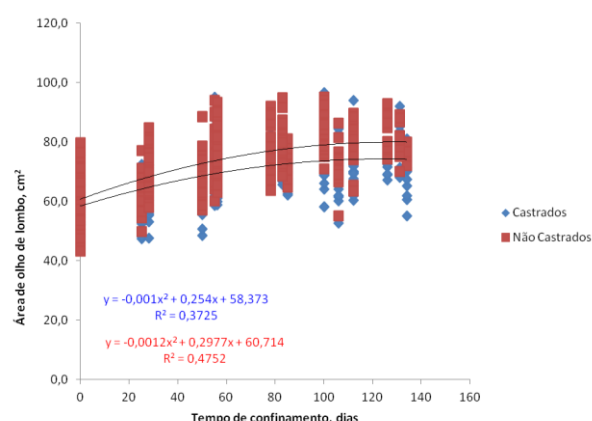


Figura 2 - Relação da área de olho de lombo dos animais castrados e não castrados, com o tempo de confinamento.

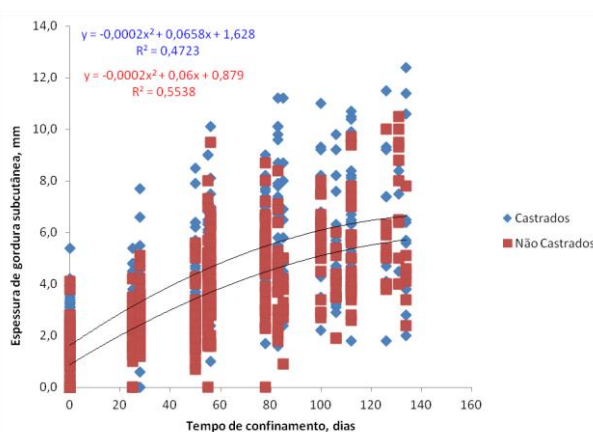


Figura 3 - Relação da espessura de gordura subcutânea na região da 12ª costela, dos animais castrados e não castrados, com o tempo de confinamento.

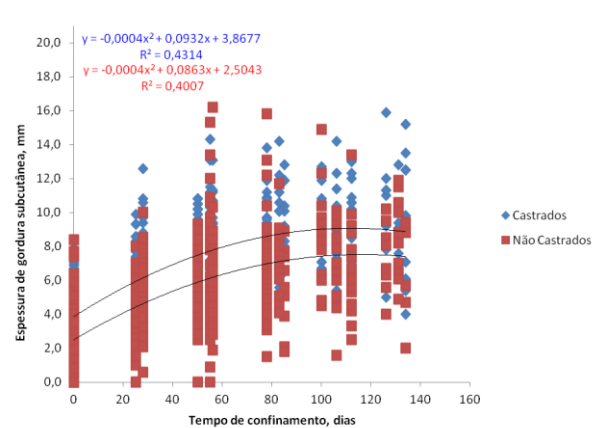


Figura 4 - Relação da espessura de gordura subcutânea na região da picanha, dos animais castrados e não castrados, com o tempo de confinamento.

O tempo de confinamento explicou 58 a 70% do aumento de peso durante o período de avaliação, nos animais castrados e não castrados. Para as

características de carcaça avaliadas por ultrassonografia foi observada uma relação menor com o tempo de confinamento, em comparação às observadas para peso. As equações para estimar as características de carcaça em função do tempo de confinamento resultaram em coeficientes de determinação (R^2) de 0,37; 0,47 e 73% para AOLU, EGSU e EGPU, respectivamente, nos animais castrados e 0,47; 0,55 e 40%, respectivamente, para os animais não castrados.

Diferente do observado neste trabalho, Nash et al., (2000) observaram aumento linear da AOLU e EGSU em função do tempo de confinamento (120 dias) em animais Limousin-Angus. Silva et al. (2004) e Silva et al. (2006) avaliaram o efeito do tempo de confinamento sobre o peso e as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, em tourinhos Brangus e Nelore, respectivamente, e verificaram uma relação quadrática do peso e da EGPU com o tempo de confinamento, mas linear com a AOLU e EGSU. Associação linear entre características de carcaça avaliadas por ultrassom e tempo de confinamento também foi relatada por Silva et al. (2005) em animais Piemontês x Nelore.

É possível que essas diferenças de resultados estejam relacionadas ao grau de maturidade dos animais avaliados, nos diferentes estudos. De maneira geral, essas características apresentam crescimento sigmoide ao longo da vida do animal, com uma fase de crescimento acentuado (linear) inicial, e à medida que o animal se aproxima do seu peso/tamanho adulto (maturidade), essas taxas de crescimento tendem a diminuir.

No trabalho de Nash et al. (2000) os animais possuíam em média 11 meses de idade no início do experimento e foram abatidos com aproximadamente 15 meses, enquanto que nos trabalhos de Silva et al., (2004) e Silva et al. (2006) tinham em média 322 e 297 dias de idade, respectivamente, ou seja, em ambos experimentos os animais foram avaliados na fase de sua vida onde o crescimento de músculo e gordura eram lineares.

É possível observar uma grande variabilidade nas medidas de EGSU (Figura 3) e EGPU (Figura 4) em função do tempo de confinamento, tanto nos animais não castrados como para os castrados. Essa variabilidade também tem sido observada por outros autores (Silva et al., 2004; Brethour et al., 2000), indicando que existem outros fatores que não somente o tempo de confinamento, que influenciam a espessura de gordura subcutânea ao abate.

O peso vivo dos animais obtidos no início do confinamento apresentou altas correlações com os demais pesos avaliados durante o experimento, entretanto, essas correlações diminuíram gradativamente à medida que aumentava o tempo de confinamento, tanto nos animais castrados quanto nos não castrados (Tabela 4).

Tabela 4 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de peso vivo obtidas em diferentes períodos de confinamento em machos castrados (acima da diagonal) e machos inteiros (abaixo da diagonal).

Dia da avaliação	0	28	56	84	112	140
0	-	0,94 <0,0001	0,83 <0,0001	0,81 <0,0001	0,74 <0,0001	0,76 <0,0001
28	0,84 <0,0001	-	0,87 <0,0001	0,87 <0,0001	0,82 <0,0001	0,87 <0,0001
56	0,85 <0,0001	0,79 <0,0001	-	0,93 <0,0001	0,90 <0,0001	0,82 <0,0001
84	0,80 <0,0001	0,82 <0,0001	0,88 <0,0001	-	0,89 <0,0001	0,95 <0,0001
112	0,65 <0,0001	0,71 <0,0001	0,87 <0,0001	0,86 <0,0001	-	0,94 <0,0001
140	0,38 0,0425	0,62 0,0003	0,75 <0,0001	0,79 <0,0001	0,86 <0,0001	-

As correlações entre as medidas de peso vivo avaliadas nos diferentes períodos de confinamento foram altas tanto para animais castrados (variando de 0,74 a 0,94) quanto para os não castrados (0,38 a 0,84), indicando que os animais mais pesados no início do confinamento têm uma chance maior de serem também mais pesados no final do confinamento.

O peso dos animais no início do confinamento tem sido a característica mais utilizada para agrupar os animais em lotes homogêneos, visando à obtenção de animais e carcaças mais padronizadas no momento do abate. Entretanto, essa característica tem uma baixa correlação com a espessura de gordura na carcaça no momento do abate, que, de maneira geral tem uma correlação inferior a 0,50, tanto em animais castrados quanto em não castrados, conforme pode ser observado nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Os coeficientes de correlação entre a pesagem realizada no início do confinamento com a EGSU avaliada aos 56, 84, 112 e 140 dias foram inferiores a 0,37, chegando a 0,17 quando comparados o peso inicial e gordura aos 140 dias, nos animais castrados.

Tabela 5 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de peso vivo e espessura de gordura na região da 12ª costela (EGSU) medidas por ultrassom, em diferentes períodos de confinamento, nos machos castrados.

Dia da pesagem	EGSU					
	0	28	56	84	112	140
0	0,26 0,0047	0,53 <0,0001	0,37 <0,0001	0,36 0,0020	0,31 0,0126	0,17 0,3415
28	0,24 0,0084	0,52 <0,0001	0,37 <0,0001	0,37 0,0015	0,28 0,0257	0,09 0,6207
56	0,14 0,1273	0,46 <0,0001	0,40 <0,0001	0,44 0,0001	0,47 <0,0001	0,29 0,1010
84	0,13 0,3009	0,52 0,0009	0,27 0,0220	0,46 <0,0001	0,49 0,0009	0,42 0,0303
112	0,33 0,0083	0,34 0,0243	0,55 <0,0001	0,39 0,0064	0,49 <0,0001	0,37 0,0303
140	0,16 0,3925	0,19 0,4032	0,39 0,0250	0,25 0,2841	0,33 0,0640	0,35 0,0487

Tabela 6 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de peso vivo e espessura de gordura na região da 12ª costela (EGSU) medidas por ultrassom, obtidas em diferentes períodos de confinamento, nos machos não castrados.

Dia da pesagem	EGSU					
	0	28	56	84	112	140
0	0,06 0,5094	0,30 0,0093	0,35 0,0001	0,20 0,1063	0,13 0,3358	-0,05 0,8172
28	-0,02 0,8588	0,23 0,0466	0,32 0,0004	0,17 0,1663	0,08 0,5710	-0,08 0,6809
56	-0,12 0,2077	0,27 0,0218	0,36 <0,0001	0,18 0,1309	0,22 0,0965	0,18 0,3589
84	-0,09 0,4434	0,13 0,4198	0,13 0,2826	0,19 0,1115	-0,05 0,7576	-0,20 0,3775
112	-0,30 0,0323	0,09 0,6053	0,16 0,2343	0,00 0,9846	0,17 0,2115	0,05 0,7880
140	-0,31 0,1049	0,08 0,7663	-0,02 0,9196	-0,14 0,5361	-0,08 0,6827	0,09 0,6453

Nos animais não castrados as correlações foram menores, principalmente quando o peso inicial é comparado com a EGSU aos 84 ($r=0,20$), 112 ($r=0,13$) ou 140 ($r=-0,05$) dias, demonstrando que essa característica não deve ser utilizada como único indicador de acabamento das carcaças no momento do abate.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2004) que relataram uma grande variabilidade das medidas de EGSU e EGPU, em função do peso vivo,

observando grande variação na deposição de gordura subcutânea, quando comparados a um mesmo peso.

Mesmo quando o peso é avaliado em outros períodos após o início do confinamento (28, 56 ou 84 dias), ele continua sendo um fraco indicador da espessura de gordura ao abate.

As correlações do peso com a espessura de gordura ao abate foram marcadamente inferiores nos animais não castrados quando comparados aos castrados, possivelmente pela menor variabilidade na EGSU nesses animais nos períodos iniciais de confinamento, conforme pode ser observado na Figura 5.

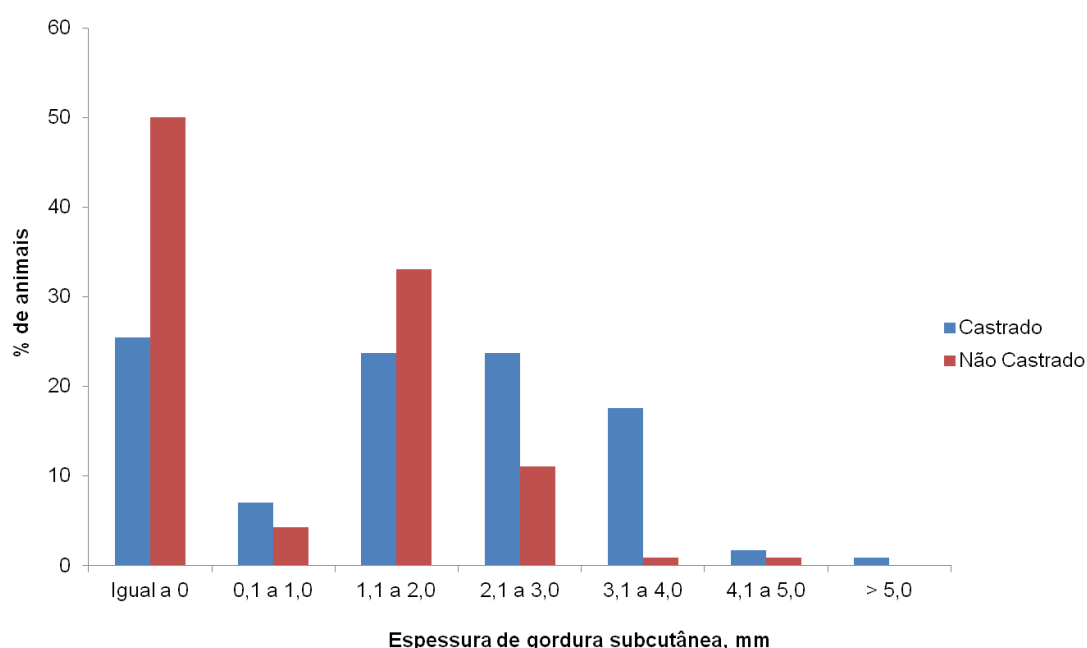


Figura 5 - Distribuição da espessura de gordura subcutânea na região da 12ª costela, dos animais castrados e não castrados na entrada do confinamento.

Na Tabela 7 são apresentados os coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de EGSU obtidas nos diferentes períodos de confinamento.

De maneira geral, as correlações entre as medidas de EGSU foram maiores nos animais castrados, em relação aos não castrados, principalmente quando comparados à medida inicial, possivelmente pela menor variabilidade na EGSU nesses animais nos períodos iniciais de confinamento, conforme pode ser observado na Figura 5. Nos animais castrados as correlações entre a medida da EGSU inicial variaram 0,65 a 0,84, enquanto que nos não castrados as correlações variaram de 0,43 a 0,75.

Tabela 7 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de espessura de gordura subcutânea na região da 12ª costela (EGSU) medidas por ultrassom, em machos castrados (acima da diagonal) e não castrados (abaixo da diagonal), nos diferentes períodos de confinamento.

Dia da avaliação	0	28	56	84	112	140
0	-	0,84 <0,0001	0,75 <0,0001	0,78 <0,0001	0,75 <0,0001	0,65 <0,0001
28	0,75 <0,0001	-	0,90 <0,0001	0,85 <0,0001	0,78 <0,0001	0,59 <0,0039
56	0,58 <0,0001	0,82 <0,0001	-	0,83 <0,0001	0,85 <0,0001	0,70 <0,0001
84	0,43 <0,0001	0,68 <0,0001	0,79 <0,0001	-	0,92 <0,0001	0,85 <0,0001
112	0,46 0,0061	0,71 <0,0001	0,76 <0,0001	0,85 <0,0001	-	0,94 <0,0001
140	0,50 0,0067	0,72 0,0012	0,75 <0,0001	0,85 <0,0001	0,89 <0,0001	-

Na medida de EGSU realizada no início do confinamento 50% dos machos não castrados e 25% dos castrados não apresentaram gordura subcutânea, enquanto que 75% dos castrados já apresentavam alguma gordura subcutânea aparente, conforme demonstrado no Figura 5..

Essa pequena (ou nenhuma) EGSU no início do confinamento reflete a realidade observada na maioria dos confinamentos brasileiros, onde a maior parte dos animais confinados não são castrados e são provenientes de recria em pastagem, e, normalmente, entram no confinamento com baixa condição corporal, o que torna ainda mais difícil prever o futuro desempenho desses animais no confinamento.

Em função disso, é necessária a utilização de métodos objetivos que permitam uma determinação mais acurada das características de interesse (e.g. gordura subcutânea), visando melhorar a qualidade da carcaça e a uniformidade das carcaças no momento do abate.

Os coeficientes de correlação entre a EGSU inicial e as demais reduziram gradativamente, tanto para animais castrados como para não castrados, à medida que o tempo entre as medidas aumentou. Esses resultados podem indicar que a medida de ultrassom realizada no início do confinamento, pode não ser eficiente para estimar a EGSU após 84, 112 ou 140 dias de confinamento, principalmente nos animais não castrados, onde foram observadas correlações mais baixas.

É importante ressaltar, que esses resultados aplicam-se a animais que apresentem EGSU no início do confinamento semelhantes às observadas neste estudo. Adicionalmente, deve-se considerar que no Brasil, a maior parte dos animais permanecem nos confinamentos por períodos inferiores a 100 dias, pois conforme Millen et al. (2009) o período médio de confinamento dos animais varia de 57,4 a 83,6 dias.

De acordo com Berg e Butterfield (1976), o padrão de deposição de gordura nos bovinos ocorre inicialmente nas regiões posterior e anterior dos animais e dessas regiões em direção a região dorsal dos animais. Dessa forma, a EGPU pode ser um indicador mais acurado do acabamento das carcaças no momento do abate, uma vez que a deposição de gordura ocorre inicialmente nessa região, é possível detectar uma maior variabilidade nessa característica no início do confinamento.

Silva et al. (2004) avaliaram as correlações entre medidas de ultrassom obtidas ao longo do período de confinamento com a medida de espessura de gordura na carcaça no momento do abate, em tourinhos Brangus e Nelore, observaram que a medida de EGSU inicial apresentou uma correlação baixa ($r=0,19$) com a medida na carcaça, após 142 dias de confinamento. Os mesmos autores observaram que a medida que as avaliações foram realizadas mais próximas ao abate, os coeficientes de correlação aumentavam, sendo que quando a medida de EGSU foi realizada aos 26, 53, 84 ou 109 dias de confinamento, as correlações com a espessura de gordura na carcaça foram de 0,64; 0,74; 0,78 e 0,82, respectivamente.

De maneira geral, as correlações entre as medidas de EGSU foram maiores nos animais castrados, em relação aos não castrados, principalmente quando comparados à medida inicial. Isso possivelmente ocorreu devido a maior variabilidade nessa característica no início do confinamento nos animais castrados em comparação com os não castrados, conforme demonstrado anteriormente (Figura 5), dificultando a estimativa correta do ritmo de crescimento da EGSU naqueles animais sem nenhuma gordura no momento da avaliação.

Na Tabela 8 são apresentados os coeficientes de correlação entre as medidas de EGPU obtidas em diferentes tempos de confinamento. Semelhante ao observado para as demais variáveis, as correlações apresentaram uma redução gradual com o aumento do intervalo entre as medias para os dois grupos de animais.

Tabela 8 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de espessura de gordura na picanha (EGPU) medidas por ultrassom em machos castrados (acima da diagonal) e não castrados (abaixo da diagonal), nos diferentes períodos de confinamento.

Dia da avaliação	0	28	56	84	112	140
		0,81	0,79	0,73	0,71	0,78
0	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	0,73		0,95	0,86	0,89	0,92
28	<0,0001	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	0,67	0,87		0,89	0,84	0,91
56	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	0,68	0,93			0,91	0,92
84	<0,0001	<0,0001	0,94	-	<0,0001	<0,0001
	0,60	0,81	0,85	0,88		0,96
112	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001
	0,46	0,82	0,78	0,81	0,96	-
140	0,0131	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

De forma geral, os coeficientes de correlações da EGPU foram maiores para os animais castrados, variando de 0,71 à 0,96, do que para os animais não castrados, cujas correlações variaram de 0,46 à 0,96.

As correlações do início do confinamento para espessura de gordura na picanha aos 84 e 112 dias de confinamento para animais castrados foram de 0,73 e 0,71, respectivamente e de 0,68 e 0,60 para animais não castrados.

Já aos 28 dias essas medidas tiveram uma correlação maior, sendo essas de 0,86 aos 84 dias e de 0,89 aos 112 dias de confinamento para animais castrados e de 0,93 e 0,91, respectivamente, para animais não castrados.

Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados os coeficientes de correlação entre as medidas de EGPU e EGSU obtidas em diferentes períodos de confinamento em animais castrados e não castrados, respectivamente. Os coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de EGSU e EGPU são de magnitude de média à baixa tanto para animais castrados como para não castrados, variando de 0,38 a 0,63 para animais castrados e 0,09 e 0,63 para animais não castrados.

A realização dessa avaliação em diferentes períodos de confinamento não aumentou proporcionalmente o valor das correlações quando comparada a medida inicial nos animais castrados. No entanto, nos animais não castrados, à medida que a EGPU foi obtida mais próxima do abate, as correlações aumentaram, porém continuando com valores de média magnitude.

Tabela 9 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de EGPU e espessura de gordura na região da picanha (EGPU) medidas por ultrassom, em diferentes períodos de confinamento, nos machos castrados.

Dia da avaliação	EGSU					
	0	28	56	84	112	140
0	0,63 <0,0001	0,57 <0,0001	0,44 <0,0001	0,41 0,0005	0,38 0,0017	0,42 0,0180
28	-	0,54 <0,0001	0,55 <0,0001	0,43 0,0044	0,42 0,0056	0,60 0,0031
56	-	-	0,47 <0,0001	0,43 0,0002	0,44 0,0003	0,58 0,0004
84	-	-	-	0,47 <0,0001	0,38 0,0089	0,42 0,0545
112	-	-	-	-	0,50 <0,0001	0,58 0,0004
140	-	-	-	-	-	0,59 0,0002

Tabela 10 - Coeficientes de correlação e probabilidades entre as medidas de EGPU e espessura de gordura na região da picanha (EGPU) medidas por ultrassom, em diferentes períodos de confinamento, nos machos não castrados.

Dia da avaliação	EGSU					
	0	28	56	84	112	140
0	0,63 <0,0001	0,45 <0,0001	0,38 <0,0001	0,44 0,0001	0,22 0,0885	0,09 0,6404
28	-	0,55 <0,0001	0,56 <0,0001	0,59 <0,0001	0,44 0,0079	0,34 0,1731
56	-	-	0,57 <0,0001	0,63 <0,0001	0,40 0,0016	0,31 0,1047
84	-	-	-	0,64 <0,0001	0,49 0,0007	0,48 0,0261
112	-	-	-	-	0,50 <0,0001	0,45 0,0185
140	-	-	-	-	-	0,53 0,0035

Embora a EGSU e a EGPU sejam medidas semelhantes, ou seja, representam a mesma característica avaliada em pontos anatômicos diferentes, elas apresentam regiões com ímpetus de crescimento diferentes, o que justifica a obtenção das duas medidas no mesmo animal.

Silva et al. (2004) observaram correlações de 0,15 entre a EGPU avaliada no início do confinamento com a medida de gordura na carcaça no momento do abate (142 dias depois). Por outro lado, quanto as medidas foram realizadas em diferentes períodos após o início do confinamento, as correlações aumentaram de 0,59,

quando obtidas após 28 dias de confinamento até 0,65, quanto avaliadas após 112 dias de confinamento, valores esses superiores ao observada neste estudo.

A EGPU tem sido muito utilizada como uma medida indicadora do acabamento das carcaças, em substituição a EGSU, principalmente em trabalhos australianos. Johnson e Vidyadaran (1981), avaliaram diferentes pontos anatômicos de medidas, e constataram que a medida de espessura de gordura subcutânea sobre o terço superior do músculo *Biceps femoris* (EGPU), foi uma boa indicadora da gordura total da carcaça e poderia ser utilizada com o mesmo grau de confiança que a medida obtida na região da 10ª ou 12ª costelas.

As equações de regressão múltipla para estimativa de espessura de gordura ao abate dos animais castrados e não castrados, utilizando as medidas obtidas no animal vivo em cada período de confinamento são apresentadas nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

Tabela 11 - Equações de regressão múltipla para estimativa da espessura de gordura ao abate dos animais CASTRADOS, utilizando as medidas obtidas no animal vivo em cada período de confinamento.

Dia da avaliação	Estatísticas de ajuste			Variáveis no modelo ¹				
	R ²	S _{xy}	Cp	PV	AOL	EGS	EGP	FRAME
140 dias								
0	0,47	1,72	1,24			X		X
28	0,55	1,75	3,36			X	X	
56	0,73	1,66	1,80			X	X	
84	0,86	1,16	3,17			X		X
112	0,87	0,85	-0,25				X	
112 dias								
0	0,56	1,37	1,24			X		
28	0,68	1,20	3,36			X	X	X
56	0,73	1,06	1,80			X		
84	0,86	0,76	3,17	X		X		
84 dias								
0	0,60	1,22	2,57			X		X
28	0,73	1,07	2,50			X	X	
56	0,74	0,99	2,47			X	X	X

¹ PV – peso em jejum antes do abate; AOL

Tabela 12 - Equações de regressão múltipla para estimativa da espessura de gordura ao abate dos animais NÃO CASTRADOS, utilizando as medidas obtidas no animal vivo em cada período de confinamento.

Dia da avaliação	Estatísticas de ajuste			Variáveis no modelo				
	R ²	S _{xy}	Cp	PV	AOL	EGS	EGP	FRAME
140 dias								
0	0,32	2,00	1,97			X		X
28	0,62	1,62	0,29		X	X		
56	0,60	1,54	0,69			X		X
84	0,76	1,20	2,68		X	X		
112	0,79	1,07	-1,11			X		
112 dias								
0	0,12	1,51	1,5			X		
28	0,48	1,17	2,62			X		X
56	0,66	0,96	2,17		X	X		X
84	0,74	0,85	0,13			X		
84 dias								
0	0,17	1,31	1,40			X		
28	0,53	0,98	3,69			X	X	
56	0,68	0,82	4,40		X	X	X	X

Os coeficientes de determinação das equações para estimativa do tempo de confinamento para atingir 5mm de EGSU foram muito baixos, tanto para animais castrados quanto para os não castrados ($R^2 = 0,05$ e $0,20$, respectivamente), quando foram utilizadas características avaliadas no início do confinamento, com erros padrão de predição muito altos (53,1 e 49,2 dias, respectivamente, para animais castrados e não castrados).

As medidas obtidas no início do confinamento explicaram 60% da variação da EGSU após 84 dias de confinamento, 56% da após 112 dias e 47% aos 140 dias de confinamento, nos animais castrados.

Similar ao observado para as outras variáveis avaliadas neste estudo, os resultados encontrados para machos não castrados foram menores que para os castrados. Nos animais não castrados, as medidas obtidas no início do

confinamento explicaram 17% da variação da EGSU após 84 dias de confinamento, 12% após 112 dias e 32% após 140 dias de confinamento. Por outro lado, contrário ao esperado, as medidas obtidas no início do confinamento explicaram uma maior parte da variação da EGSU aos 140 dias em comparação com a EGSU aos 84 e 112 dias.

Entre as características avaliadas nos animais vivos observa-se que a EGSU foi a principal variável que compôs os modelos de predição, seguida pelo peso vivo e escore de acabamento. Essas características permaneceram na maioria dos modelos finais de predição, demonstrando a importância de sua contribuição para a estimativa do tempo de confinamento. Por outro lado, a AOLU e a EGPU foram variáveis que apresentaram pequena contribuição para a estimativa do tempo de confinamento e aparecendo em poucos modelos e com pequena significância estatística.

Esse resultado era esperado uma vez que a variável a ser estimada era a própria EGSU, que apresenta uma alta correlação entre as medidas, conforme demonstrado na Tabela 7.

O escore de tamanho (FRAME) avaliado no início do confinamento também foi uma característica significativa nos modelos de predição, tanto para machos castrados quanto para não castrados.

O peso vivo é a única medida que possui baixa correlação com a EGSU em qualquer período de confinamento, pois essa medida entrou em apenas um dos 24 modelos estudados para prever acabamento de gordura na carcaça. A medida de AOL parece ser mais importante para os animais não castrados, o que pode ser explicado pelo fato desses animais apresentarem maiores medidas de AOL quando comparados aos castrados.

Os coeficientes de determinação dos animais castrados são superiores aos dos animais não castrados e ambos aumentam com o passar dos dias de confinamento.

O peso vivo e a EGSU foram negativamente associados ao tempo de confinamento, enquanto que o escore de tamanho foi positivamente associado ao tempo de confinamento, conforme esperado.

O escore de tamanho tem sido relatado como uma característica importante para auxiliar na estimativa do tempo de confinamento (Basarab et al., 1997; Basarab et al, 1999; Brethour, 2000), uma vez que essa medida auxilia a identificar animais

com diferentes estruturas corporais que, conseqüentemente, irão diferir no tempo/peso necessário para atingirem uma determinada composição de carcaça. Neste estudo, a escore de tamanho variou de 3 a 10, porém a maior parte dos animais (68%) apresentou escore entre 3 e 6, o que pode ter contribuído para a menor importância relativa dessa característica nas equações de predição.

Brethour (2000) avaliou diferentes modelos para estimar o tempo de confinamento necessário para animais de dois grupos genéticos diferentes (Limousin x Simental e Angus x Hereford) atingir 10mm de espessura de gordura subcutânea e observou que modelos mais acurados eram obtidos quando as medidas eram obtidas mais próximas ao abate dos animais. De acordo com os autores, quando as medidas foram realizadas 166, 129, 90 ou 42 dias antes do abate, as equações explicaram 25, 49, 65 e 70%, respectivamente, da variação do número de dias, com erros de 44, 31, 33 e 25 dias, respectivamente. De acordo com o mesmo autor, a ultrassonografia pode ser utilizada para classificar animais em lotes homogêneos quando no momento da avaliação os animais apresentam em média 3mm de EGSU.

É importante considerar que modelos mais completos, contendo informações como teor de energia das dietas, estimativa da ingestão de alimentos e do ganho de peso, entre outras devem aumentar a acurácia dos modelos para estimar o tempo de confinamento e precisam ser estudados. Além disso, é importante considerar também o peso vivo no qual os animais atingirão o grau de acabamento desejado. Animais que atinjam um grau de acabamento específico com peso abaixo do mínimo estipulado pelas indústrias, podem causar perdas econômicas para os produtores, assim como animais que necessitem permanecer por muito tempo no confinamento, também contribuem para a redução da eficiência do sistema de produção.

5. CONCLUSÕES

As características de carcaça avaliadas por ultrassonografia aliadas ao escore de tamanho aumentam a acurácia dos modelos para estimar o número de dias necessário para atingir um determinado grau de acabamento nas carcaças.

Medidas obtidas no início do confinamento apresentam uma menor acurácia para a estimativa do tempo de necessário para atingir um grau de acabamento específico, quando comparados às medidas obtidas após 28 ou 56 dias de confinamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – ABIEC. Estatísticas. Disponível na internet via WWW. URL: <http://www.abiec.com.br/> Acessado em 30/11/2009.

BARASARAB, J.A.; MILLIGAN, D.; McKINNON, J.J.; THORLAKSON, B.E. (1997) Potential use of vídeo imaging and real-time ultrasound on incoming feeder steers to improve carcass uniformity. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, n.3, p.525-528.

BARBARAB, J.A.; BETHOUR, J.R., ZOBELL, D.R.; GRAHAM, B. (1999) Sorting feeder cattle with a system that integrates ultrasound backfat and marbling estimates with a model that maximizes feedlot profitability in value-based marketing. **Canadian Journal of Animal Science**, n. 79, v.3, p.327-334.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION – BIF. Guidelines for uniform beef improvement programs. Disponível na internet via WWW. <http://www.beefimprovement.org/library/06guidelines.pdf>. Acessado em 21/05/2007.

BERG, R.T.; BUTERFIELD, R.M. **Nuevos Conceptos sobre el desarrollo del ganado vacuno**. Zaragoza:Acríbia, 1979. 297p.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. 1.ed. New York, 1976. 240p.

BERG R. T. ; BETTERFIELD R. M. (1976). **New concepts of cattle growth**. Sydney University Press, Sydney.

BOLEMAN, S.L.; BOLEMAN, S.J.; MORGAN, W.W. *et al.* National beef quality audit: Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. **Journal of Animal Science**, n.76, p.96-103, 1998.

BRETHOUR, J.R. Relationship of steer feedlot performance to ultrasound-measured backfat thickness. In: **Kansas State Agricultural Experimental Reports of Progress 597**. p.31, 1990.

BRETHOUR, J.R. Sorting feedlot cattle for more profitable marketing. In: **Kansas State Agricultural Experimental Reports of Progress 627**. p.12, 1991.

BRETHOUR, J.R. Using serial ultrasound measures to generate models of marbling and backfat thickness changes in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, n.78, p.2055-2061, 2000.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. C BLOCK, H.C.; McKINNON, J.J.; MUSTAFA, A.F.; CHRISTENSEN, A. A. Manipulation of cattle growth to target carcass quality. **Journal of Animal Science**, v.79, n. p.133-140, 2001.

CROSS, H.R.; WHITTAKER, A.D. The role of instrument grading in a beef value-based marketing system. **Journal of Animal Science**, v.70, p.984-989, 1992.

DALARI, M. Demandas do consumidor e como o varejo vê o mercado. In: INTERNATIONAL MEAT CONFERENCE, São Paulo, 2007.

DOLEZAL, H.G.; TATUM, J.D.; WILLIAMS JR., F.L. Effects of feeder cattle frame size, muscle thickness, and age class on days fed, weight, and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2975-2985, 1993.

FELÍCIO, P.E. de. Desdobramento da Função Qualidade da Carne Bovina. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.12, n.54, p.16-22, 1998.

HASSEN, A.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H. Evaluation of carcass, live, and real-time ultrasound measures in feedlot cattle: II Effect 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, p.283-290, 1999.

HEDRICK, H.B. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.57, n.5, p.1316-1326, 1983.

GARRET, W.N.; MEYER, J.H., LOFGREEN, G.P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. **Journal of Animal Science**, v.18, n.2, p. 528-47, 1959.

GREINER, S.P.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E.; CUNDIFF, L.V.; WHEELER, T.L. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.81, p.676-682, 2003a.

GREINER, S.P.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E.; CUNDIFF, L.V.; WHEELER, T.L. Accuracy of predicting weight and percentage of beef carcass retail product using ultrasound and live animal measures. **Journal of Animal Science**, v.81, p.466-473, 2003b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Estatísticas. Disponível na internet via WWW. URL: http://www.ibge.gov.br/series_estatisticas/ Acessado em 30/11/2009.

KEMPSTER, A.J.; OWEN, M.G. A note of the accuracy of an ultrasonic technique for selecting cattle of different breeds for slaughter at equal fatness. **Animal Production**, v.32, p.113-15, 1981.

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

MacNEIL, M.D. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. **Journal of Animal Science**, v.57, p.1328-1336, 1983.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.87, n.10, p.3427-3439, 2009.

NASH, S. A.; HARRISON, S. N.; PACKMAM, J. H.; PANTING, R. R.; DUCKETT, S. K. (2000) Case study: Monitoring changes in carcass quality across time-on-feed using real-time ultrasound to optimize marketing endpoints. **The Professional Animal Scientist**, n. 16, p.202-205.

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.

ROEBER, D.L.; MIES, P.D.; SMITH, K.E. *et al.* National market cow and bull beef quality audit – 1999: A survey of producer-related defects in market cows and bulls. **Journal of Animal Science**, n.79, p.658-665, 2001.

ROUSE, G.H.; WILSON, D.E.; DUELLO D.A. et al. The accuracy of real-time ultrasound scans taken serially on small-, medium, and large-frame steers and bulls slaughtered at three endpoints. **Beef & Sheep Research Report**. Ames: Iowa State University, 1992. p.14-19.

SILVA, S. L.; LEME, P. R.; PUTRINO, S. M.; LANNA, D. P. D. (2004) carcass traits of Brangus Young bulls fed four concentrate levels evaluated by ultrasound. **Livestock Research for Rural Development**, v. 16.

SILVA, S. L.; TITTO, E.A.L.; LEME, P.R.; MARTELLO, L.S.; PEREIRA, A.S.C.; TITTO, R.M.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LUCHIARI FILHO, A. (2005) Days on feed and sex effects on live weight and carcass traits measured by ultrasound. **Scientia Agricola**, v.62, n.5, p.423-426.

SILVA, S. L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S. M.; LANNA, D.P.D. (2006) Alterações nas características de carcaça de tourinho Nelore, avaliadas por ultra-som. *Revista Brasileira de Zootecnia/Brazilian Journal of Animal Science*, v.35, n.2, p.607-612.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Livestock and poultry: World markets and trade. **United States Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service**. Washington, D.C., 2007.

WALDNER, D.N.; DIKEMAN, M.E.; SCHALLES, R.R. et al. Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thicknesses, longissimus muscle areas, and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years of age. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3044-3054, 1992.

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