

Avaliação Genética de Características de Carcaça Utilizando a Técnica do Ultrassom em Bovinos de Corte



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sul
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 115

Avaliação Genética de Características de Carcaça Utilizando a Técnica do Ultrassom em Bovinos de Corte

Marcos Jun-Iti Yokoo
Claudio de Ulhôa Magnabosco
Roberto Daniel Sainz Gonzalez
Carina Ubirajara de Faria
Fabiano Rodrigues da Cunha Araujo
Guilherme Jordão e Magalhães Rosa
Fernando Flores Cardoso
Lucia Galvão de Albuquerque

Embrapa Pecuária Sul
Bagé, RS
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sul

BR 153, km 603, Caixa Postal 242

96.401-970 - Bagé - RS

Fone/Fax: 55 53 3240-4650

<http://www.cppsul.embrapa.br>

sac@cppsul.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Renata Wolf Suñé

Secretária-Executiva: Graciela Olivella Oliveira

Membros: Claudia Cristina Gúlias Gomes, Daniel Portella Montardo, Estefanía Damboriarena, Graciela Olivella Oliveira, Jorge Luiz Sant 'Anna dos Santos, Naylor Bastiani Perez, Renata Wolf Suñé, Roberto Cimirro Alves, Viviane de Bem e Canto.

Supervisor editorial: Comitê Local de Publicações

Revisor de texto: Comitê Local de Publicações

Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira

Tratamento de ilustrações: Roberto Cimirro Alves

Editoração eletrônica: Roberto Cimirro Alves

Fotos da capa: Jaime Urdapilleta Tarouco, Fabiano Rodrigues da Cunha Araújo e Marcos Jun-Iti Yokoo

1ª edição online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pecuária Sul

Avaliação genética de características de carcaça utilizando a técnica do ultrassom em bovinos de corte [recurso eletrônico] / Marcos Jun-Iti Yokoo ... [et al.]. -- Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2011. --
(Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390 ; 115)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: <<http://cppsul.embrapa.br/unidade/publicacoes/list/264>>

Título da página Web (acesso em 31 dez. 2011)

1. Gado de corte. 2. Melhoramento genético animal. 3. Carcaça. I. Yokoo, Marcos Jun-Iti. II. Série.

CDD 636.213

Autores

Marcos Jun-Iti Yokoo

Zootecnista, Doutor em Genética e Melhoramento Animal - ênfase em Genética Quantitativa, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Caixa Postal 242, BR 153 Km 603, CEP 96401-970 - Bagé, RS – Brasil
marcos.yokoo@cppsul.embrapa.br

Claudio de Ulhôa Magnabosco

Zootecnista, Doutor em Genética e Melhoramento Animal, pesquisador da Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, BR 020 Km 18, CEP 73310-970 - Planaltina, DF – Brasil
mclaudio@cpac.embrapa.br

Roberto Daniel Sainz Gonzalez

Zootecnista, PhD. em Nutrição Animal - ênfase em Nutrição de Ruminantes, pesquisador da Embrapa Sede, Secretaria de Gestão Estratégica e University of California, Department of Animal Science, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA.
rdsainz@ucdavis.edu

Carina Ubirajara de Faria

Médica Veterinária, Doutora em Ciência Animal - ênfase em Melhoramento Genético Animal, professora adjunta II da Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Medicina Veterinária,

Av. Pará, nº 1720, Campus Umuarama
CEP 38400-902 - Uberlândia, MG – Brasil
carinauf@famev.ufu.br

Fabiano Rodrigues da Cunha Araujo

Médico Veterinário, Mestre (M.Sc.) em Produção
Animal - ênfase em Ultrassonografia de Carcaça
Bovina, diretor técnico da
AVAL Serviços Tecnológicos S/S,
Rua Teófilo Ribeiro Andrade, nº 300, apto. 403,
CEP 13.880-000 - Centro - Vagem Grande do Sul,
SP – Brasil
faraujo@aval-online.com.br

Guilherme Jordão e Magalhães Rosa

Zootecnista, Doutor em Estatística e
Experimentação Agronômica - ênfase em Genética e
Melhoramento Animal, professor associado na
University of Wisconsin, Department of Dairy
Sciences, Madison, WI, 53706, USA
grosa@wisc.edu

Fernando Flores Cardoso

Médico Veterinário, Dr. (Ph.D.) em Bioinformática -
ênfase em Estatística Genômica, pesquisador da
Embrapa Pecuária Sul,
Caixa Postal 242, BR 153 Km 603,
CEP 96401-970 - Bagé, RS – Brasil
fcardoso@cppsul.embrapa.br

Lucia Galvão de Albuquerque

Médica Veterinária, Doutora em Ciências - Área de
Concentração Genética, professora titular da
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de
Zootecnia, Via de acesso prof. Paulo Donato
Castellane, s/nº,
CEP 14884-900 - Jaboticabal, SP – Brasil
lgalb@fcav.unesp.br

Apresentação

Há muito sabemos que pesquisa e desenvolvimento (P&D) são fundamentais para o avanço socioeconômico e a independência de uma nação. Além da obtenção de produtos e tecnologias através da pesquisa científica propriamente dita, a disseminação dos conhecimentos gerados possibilita que os resultados desta atividade cheguem mais rapidamente aos beneficiários do processo, ou seja, produtores, técnicos, estudantes e população no geral interessada nas novas tecnologias agropecuárias.

Em se tratando de uma empresa pública, como a Embrapa, a transferência das tecnologias geradas em P&D faz parte da própria essência desta instituição. Dessa forma, a Embrapa Pecuária Sul utiliza as publicações da Série Embrapa como uma das ferramentas estratégicas formais de transferência de tecnologia direcionadas às cadeias produtivas da carne bovina e ovina, do leite e da lã para a região sul do Brasil.

A presente publicação é mais um exemplo deste esforço institucional. Nesta obra destaca-se a descrição e utilização da técnica de utilização do ultrassom para avaliação genética de carcaças em bovinos. Tecnologias como esta são eficazes para a identificação de animais superiores que transmitem características de melhor qualidade da carne e de carcaça para as próximas gerações. Portanto, este documento pretende colaborar com a disseminação deste conhecimento e contribuir para o avanço dos programas de seleção e melhoramento genético de bovinos de corte, com grande interesse econômico para produtores e indústria frigorífica.

Assim, mais do que cumprir com nossa missão institucional, estamos trabalhando para a efetiva disponibilização de tecnologias e recomendações que possam contribuir para uma pecuária mais sustentável e diferenciada nos campos sulbrasileiros. Esperamos que esta obra seja bem apreciada pelos leitores e que possa colaborar com a evolução da ciência e da atividade agropecuária do sul do Brasil.

Alexandre Costa Varella
Chefe-Geral

Sumário

Introdução	07
Melhoramento da Carcaça.....	10
Ultrassom para Avaliação de Carcaça	13
A Técnica do Ultrassom	15
Características de Carcaça Obtidas por Ultrassom	16
Vantagens da Coleta de Medidas de Carcaça Obtidas pelo Ultrassom... ..	19
Parâmetros Genéticos das Características de Carcaça Obtidas por Ultrassom	21
Associações Genéticas Entre Características de Carcaça e Escores Visuais	23
Conclusões e Implicações Práticas	26
Referências	28

Avaliação Genética de Características de Carcaça Utilizando a Técnica do Ultrassom em Bovinos de Corte

Marcos Jun-Iti Yokoo

Claudio de Ulhôa Magnabosco

Roberto Daniel Sainz Gonzalez

Carina Ubirajara de Faria

Fabiano Rodrigues da Cunha Araújo

Guilherme Jordão e Magalhães Rosa

Fernando Flores Cardoso

Lucia Galvão de Albuquerque

Introdução

Atualmente o agronegócio brasileiro vem ocupando um espaço importante para a produção mundial de alimentos, especialmente no que se refere à carne bovina. A pecuária de corte brasileira atravessa um período de mudanças, com enormes oportunidades e desafios, demonstrando grande potencial de crescimento. Nos últimos anos, apesar da crise vivenciada em 2009, quando os abates caíram 2,5% em relação ao ano de 2008 devido à retração do consumo, as vendas de carne bovina voltaram a crescer. Vale ressaltar que a receita conquistada em 2008 com as exportações de carne, foi de aproximadamente US\$ 5,4 bilhões, perfazendo o melhor desempenho da história do setor. Assim, o Brasil vem se destacando pelo grande volume de carne produzida e desempenha um papel fundamental na pauta de exportações do país, aumentando significativamente a balança comercial (ANUALPEC..., 2011). Segundo os resultados do levantamento da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (2011),

Abiec, as exportações de carne bovina brasileira renderam US\$ 4,795 bilhões em 2010, constituindo um aumento de 16% perante os US\$ 4,118 bilhões obtidos em 2009. Para o ano de 2011, existe ainda uma projeção de crescimento de 10% em receita cambial, totalizando US\$ 5,3 bilhões.

O setor de carnes no Brasil, apesar de ainda não incorporar todas as novas tecnologias de produção e gestão, tem evoluído com aumento da produtividade do rebanho e modernização de muitas empresas rurais. Contudo, este setor ainda não apresenta competitividade em termos da qualidade requerida e remunerada pelos diferentes mercados consumidores mundiais, produzindo apenas carne em quantidade, sem consistência e padronização. Dessa forma, um dos grandes desafios da pesquisa na pecuária nacional é investigar e difundir tecnologia aos produtores brasileiros, trazendo mais competitividade à nossa carne.

Organismos governamentais vêm mostrando ao mercado internacional, que o Brasil está empenhado em garantir a qualidade e a sanidade dos produtos que oferece. Instituído em Janeiro de 2002, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, por meio de instrução normativa, o Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de origem de carne bovina e bubalina (SISBOV) vem buscando assegurar aos consumidores brasileiros e ao mercado internacional, uma carne de melhor qualidade.

Outro exemplo de preocupação em aumentar as exportações é o sucesso dos programas de carne certificada, os quais vêm garantindo uma carne de qualidade e padronizada. Entre esses programas existentes no Brasil, podemos citar o Nelore Natural, que faz “marketing” relacionado à carne verde, ou seja, boi produzido exclusivamente a pasto. No sul do Brasil, a Associação Brasileira de Hereford e Braford (2011), ABHB, buscando atender os requisitos de demanda de carne de qualidade para consumidores cada vez mais exigentes e melhor informados, institui o Programa Gado Pampa Certificado, que visa certificar nas propriedades rurais os animais que se enquadrem racialmente e fenotipicamente a um

padrão pré-estabelecido. Este programa de carne certificada garante ao produtor uma remuneração de até 6% a mais, sobre o preço base praticado na época, para animais certificados que atendam as exigências pré-estabelecidas na tabela de bonificação das plantas habilitadas.

Nos EUA, um grande sucesso da garantia da qualidade da carne é demonstrado pelo “Certified Angus Beef ®” que desde a sua implementação em 1978, apresentou crescimento nas vendas de mais de 20% ao ano, sendo que a cada ano, esta porcentagem só vem crescendo (AMERICAN ANGUS ASSOCIATION, 2011). Atualmente, cerca de 1,8 milhão libras de carne certificada são vendidas diariamente, gerando cerca de US\$ 2,7 bilhões em vendas ao consumidor anualmente (AMERICAN ANGUS ASSOCIATION, 2011). Recentemente, esses programas vêm agregando valor à carne certificada, acima do produto como “commodity”, apresentando um diferencial no preço e assegurando a padronização da qualidade requerida pelos diversos mercados consumidores, incentivando dessa maneira, a produção de carcaças com qualidade.

Uma ressalva importante é que o conceito de qualidade da carcaça e da carne é simplesmente uma opinião cultural, ou seja, depende dos hábitos inerentes à cultura de cada país, região ou continente. O “marketing” praticado em países desenvolvidos para vender carne é diferente do exercitado em países em desenvolvimento, por exemplo, pois este depende, entre outras coisas, de renda, que geralmente influencia nos hábitos alimentares. Nos países desenvolvidos, já existe o costume de comer carne, em consequência ao maior poder aquisitivo, enquanto que nos países em desenvolvimento há o hábito de comer grãos e raízes (vegetais de um modo geral), devido ao menor poder aquisitivo que acarreta um padrão de consumo de carne distinto. Assim, gordura de marmoreio na carcaça é de extrema importância para indústria da carne dos EUA, Austrália, Canadá e Japão. Nestes países, a gordura intramuscular é um dos principais componentes dos sistemas de classificação e posterior remuneração da carcaça. Por exemplo, para o mercado Japonês e Norte Americano (EUA, principalmente), uma carne

de qualidade apresenta, no mínimo, 12% e 8% de gordura intramuscular, respectivamente. Em algumas partes do mercado Europeu, devido à preocupação em ingerir menor quantidade de gordura saturada, uma carne bovina de qualidade, deve apresentar o mínimo de gordura intramuscular possível (menor que 3%). Estes mercados procuram uma carne bem uniforme e com essa qualidade peculiar, entre outras, sendo que o produtor é muito bem remunerado quando vende carcaças com este padrão específico.

A globalização do mercado deve levar a um aumento na homogeneidade em relação ao hábito dos consumidores, aumentando a demanda e direcionando o setor produtivo especialmente para produtos “in natura” (HARDWICK, 1998). Para competir, tanto no mercado interno, quanto externo e atender às exigências desse novo cenário econômico, a pecuária brasileira terá que melhorar os seus índices de produtividade, baixar os custos unitários e atender as exigências dos consumidores, principalmente em relação à segurança alimentar, qualidade do produto, bem-estar animal e respeito ao meio ambiente. Além disso, existe uma perspectiva de aumento das exportações da carne brasileira para novos países em desenvolvimento, visando atender nichos específicos de mercado. Deste modo, os programas de melhoramento em bovinos de corte deverão levar em conta, não só a seleção de reprodutores com melhores valores genéticos para características reprodutivas e de crescimento, mas também para características de carcaça, buscando dessa forma, um aumento da qualidade do produto final, a carne.

Melhoramento da Carcaça

Programas de melhoramento genético da carcaça em bovinos de corte vêm procurando padronizar a qualidade da carne e conseqüentemente agregar valor a esse produto.

O termo qualidade da carne bovina é muito amplo, sendo que o controle de qualidade da carne, particularmente de suas características sensoriais (maciez, sabor, suculência e cor) depende de muitos fatores para

satisfazer as preferências dos consumidores. Esses múltiplos fatores estão basicamente envolvidos no controle da qualidade visual, gustativa, nutricional e higiênico-sanitária da carne bovina e podem ser divididos em duas categorias: *ante mortem* ou intrínseco e o *post mortem* ou extrínseco. Na primeira categoria, encontram-se os fatores vinculados ao genótipo dos animais e às condições ambientais em que se desenvolveram, tais como: raça, genética, idade, alimentação, peso ao abate, entre outros. Na segunda, estão aqueles que se confundem com os procedimentos técnicos adotados pelos frigoríficos e demais segmentos, até o consumidor final, tais como: condições de abate (estresse, por exemplo), resfriamento da carcaça, tempo de maturação e processamento da carne (valor agregado), além dos métodos culinários (processo de cozimento da carne, por exemplo).

A maturação da carne, por exemplo, é um processo pós-abate complexo, que consiste em alterações naturais que ocorrem na carne durante o armazenamento, desde -1°C até temperaturas abaixo da desnaturação, cujo resultado é uma carne mais macia após o *rigor mortis* (quando o músculo se modifica em carne) e o desenvolvimento do sabor e do aroma característicos e desejáveis. Apesar de ser um processo em que se obtém a maciez da carne, há relatos de desenvolvimento de “sabor de fígado” em carnes maturadas, bem como o desenvolvimento de aroma ácido, que são características nem sempre desejáveis, portanto o processo de maturação depende do público que se quer atingir, pois como já discutido anteriormente, qualidade da carne é uma questão cultural. Assim, quando se debate o termo melhoramento de carcaça buscando se obter uma carne de qualidade, basicamente pode-se discutir a seleção de duas formas: em termos de rendimento e de qualidade de carne, a qual pode ser dividida em características organolépticas da carne (sensoriais) e aspectos sanitários. Uma maneira de controlar os aspectos sanitários da carcaça, garantindo maior segurança alimentar, é por meio do rastreamento do animal, por exemplo.

Dentre os fatores do melhoramento de carcaça bovina buscando melhorar a qualidade da carne, mais especificamente as características

sensoriais, destacam-se a porcentagem de gordura (subcutânea e intramuscular) na carcaça e a maciez (BOLEMAN et al., 1998). Estudos reportam que uma carcaça de qualidade deve apresentar quantidade de gordura suficiente para garantir sua preservação e características desejáveis para o consumo. Alguns autores, entre eles, Dransfield (1994) e Saunders (1994), observaram que a taxa de proteólise miofibrilar, que é o processo de maturação da carne, está intimamente relacionada às variações de pH do meio intracelular. Segundo Watanabe et al. (1993), os valores de pH na carne apresentam relação direta e positiva com a quantidade de gordura subcutânea na carcaça, a qual permite uma maior preservação da carne no *post mortem*, garantindo assim, a sua qualidade. Durante o processo do *rigor mortis* no resfriamento da carcaça, quando a temperatura do músculo cai rapidamente, devido à falta de isolamento térmico pela ausência de gordura de cobertura (subcutânea), as fibras musculares se contraem violentamente até o esgotamento das reservas de ATP (glicólise muscular), acontecendo o processo denominado de “cold-shortening”, onde ocorre o escurecimento, a perda de água (queda de peso) e o encurtamento das fibras musculares dessa carne. Nesse processo, o músculo (sarcômero) diminui de tamanho, mantendo uma estrutura compacta, gerando o endurecimento, uma menor maciez e suculência da carne dos animais abatidos, causando sérios prejuízos econômicos aos frigoríficos. Além disso, um bom grau de marmorização tende a promover o aumento na palatabilidade (isto é, no conjunto de maciez, sabor e suculência) da carne bovina devido a maior “lubrificação” das fibras musculares pelos lipídios e pela capacidade da gordura em provocar maior salivação (MOTTRAM, 1998; THOMPSON, 2002). Entretanto, como já foi discutido antes, a palatabilidade, assim como a qualidade, depende de questões culturais, ou melhor, de hábitos alimentares.

O rendimento de carcaça e de cortes cárneos é afetado, basicamente pela quantidade de gordura visceral ou gordura interna (abdominal, renal, inguinal e pélvica ou perirrenal), pela gordura subcutânea e pela área do olho de lombo (área do músculo *Longissimus dorsi*). Portanto, a escolha

de reprodutores “melhoradores” das características de carcaça, em termos de rendimento, pode ser feita por meio da seleção de animais mais musculosos, ou seja, com maiores áreas de olho de lombo (AOL). A AOL está relacionada com maiores quantidades de carne presente na carcaça, principalmente com maiores rendimentos de cortes cárneos, assim a seleção de animais com maiores AOL tem impacto na diminuição dos custos fixos do processamento de sua carcaça dentro do frigorífico e da produção desses animais. Pois o custo nutricional metabólico para deposição de gordura é maior que o da proteína, portanto, fica mais “barato” depositar um quilograma de carne do que esta mesma quantidade de gordura na carcaça, pois cerca de 70% a 76% do músculo é constituído de água. Além disso, à medida que se aumenta a quantidade de gordura subcutânea e visceral, deve haver uma diminuição no rendimento da carcaça e principalmente dos cortes cárneos.

A falta de uniformidade em idade dos animais ao abate, a cobertura de gordura subcutânea em padrões não desejáveis e a marmorização da carne em quantidades não satisfatórias possuem grande influência na maciez, coloração e palatabilidade do produto final (características organolépticas da carne). Desta maneira, as variações de qualidade da carne bovina são consequências, principalmente, da falta de padronização dos sistemas de produção, da genética dos rebanhos e da inabilidade em identificar as carcaças com quantidade e qualidade de carne desejada (SHACKELFORD et al., 1991), o que parece válido até os dias atuais no Brasil. Adicionalmente, a falta de planejamento agropecuário, como por exemplo, vários sumários de touros de uma mesma raça, contribui para a falta de consistência e qualidade do produto final, entre outros.

Ultrassom para Avaliação de Carcaça

Existem várias maneiras de mensurar a qualidade da carcaça com o objetivo de melhorar as características de rendimento e sensoriais da carne, como por exemplo, as diversas metodologias de avaliações

visuais por “escores”, os tradicionais testes de progênie com o abate, entre outras. A utilização de metodologias que se abate a progênie dos reprodutores para avaliar as características de carcaça é desvantajosa comparada ao método da coleta de dados por ultrassom. Pois, apesar de aumentar a acurácia de seleção, os altos custos do teste de progênie limitam o número de animais a serem testados, diminuindo assim a intensidade e a resposta à seleção. A técnica da ultrassonografia permite a avaliação das características na carcaça por um procedimento não invasivo e sem deixar resíduos nocivos na carne dos animais. Estudos têm demonstrado que a utilização da técnica do ultrassom no melhoramento animal pode ser uma ferramenta objetiva e acurada na seleção para musculosidade, cobertura de gordura, marmoreio e rendimento de carne à desossa (HERRING et al., 1998; PERKINS et al., 1992a, 1992b; WILSON, 1992). A ultrassonografia passou a ser utilizada como técnica para a predição da composição da carcaça de bovinos de corte a partir de 1950 pelo Dr. James Stouffer da Universidade de Cornell nos EUA, e é considerada uma tecnologia de baixo custo e de fácil aplicação, quando comparada com à mensuração realizada diretamente na carcaça após o abate (FISHER, 1997; STOUFFER, 2004). O processo padrão de seleção utilizado para se provar um reprodutor especializado em produção de carne (teste de progênie) leva de três a cinco anos, com custo de, aproximadamente, US\$ 5000 (WILLIAMS, 2002). Utilizando-se dados de características de carcaça obtidos por ultrassom em animais jovens, este processo pode ser completado em menos de dois anos com custo de, aproximadamente, US\$ 450 (WILLIAMS, 2002).

Em alguns países as avaliações por ultrassom têm um grande impacto econômico, já que os produtores recebem ou são penalizados de acordo com a qualidade e o rendimento dos cortes cárneos de seus animais. Devido às necessidades competitivas, as associações da América do norte desenvolveram programas de melhoramento genético para qualidade de carcaça bovina, utilizando testes de progênie e/ou uso da técnica do ultrassom (BEEF IMPROVEMENT FEDERATION, 2002). Em 1974, a Associação Americana de Angus (AAA) começou a utilizar

características de carcaça como critérios de seleção em programas de melhoramento genético e, desde então, foram avaliadas mais de 83.564 carcaças. A partir de 1998 foi introduzida a técnica da ultrassonografia para a avaliação de carcaça dos animais *in vivo*, e até os dias atuais foram mensurados mais de 1.269.264 animais por meio do ultrassom (AMERICAN ANGUS ASSOCIATION, 2011).

A Técnica do Ultrassom

A história da tecnologia do ultrassom começou com o desenvolvimento dos cristais denominados “piezoelétricos”, no ano de 1880. Esta tecnologia foi utilizada pela primeira vez na Segunda Guerra Mundial, por volta de 1940 em forma de SONAR (“**SO**und **NA**avigation and **R**anging”). Contudo, como já foi mencionado anteriormente, a ultrassonografia passou a ser utilizada como técnica para diagnóstico por imagem de tecidos moles na indústria pecuária desde meados 1950 pelo Dr. James Stouffer. A técnica do ultrassom para a avaliação de carcaça consiste em alta frequência de ondas sonoras acima da capacidade auditiva humana. Os seres humanos podem ouvir frequências entre 20 e 20.000 ciclos/segundo ou hertz. Os pulsos de ultrassom são ondas sonoras acima de 20.000 hertz e são produzidos em um transdutor por vibrações de cristais “piezoelétricos”, os quais são transmitidos através dos tecidos até que atinjam alguma interface (UCHINO, 1998). No novo tecido (de diferente densidade) algumas ondas mecânicas continuam penetrando enquanto que outras são refletidas de volta para o transdutor. Esta energia mecânica é convertida em energia elétrica, processada e apresentada em diferentes formatos (UCHINO, 1998).

Geralmente, para avaliação de animais vivos são usadas frequências entre 1 a 10 megahertz (Mhz), sendo mais utilizadas as de 3 a 3,5 Mhz para a avaliação de carcaça, possibilitando a identificação quantitativa do músculo e tecido adiposo no animal vivo. Sendo as frequências entre 5 e 7,5 Mhz, as mais usuais para avaliação dos órgão reprodutivos, pois nestas avaliações, se necessita de uma maior profundidade das ondas. A maior frequência dá maior resolução, contudo, uma menor penetração no

tecido. Desde 1980, a tecnologia vem melhorando, o aparelho vem diminuindo de tamanho, as imagens são bi-dimensionais (em modo-B), as sondas (transdutores) são maiores, entre 17 e 18 cm, os programas de computadores são mais precisos para a interpretação das imagens e as técnicas de coleta e processamento das imagens vêm sendo estudadas em grande escala para se obter maior acurácia e precisão das medidas (FISHER, 1997; STOUFFER, 2004; STOUFFER et al., 1961).

Características de Carcaça Obtidas por Ultrassom

Atualmente, em áreas tropicais, as características de qualidade da carcaça obtidas por ultrassom em tempo real são coletadas ao sobreano, pois animais criados em sistema de pastagem apresentam pouca espessura de gordura subcutânea na carcaça, dificultando a verificação das diferenças genéticas entre eles. Após essa idade, é menor o número de animais no rebanho, pois tanto ao desmame, como ao sobreano, os criadores no Brasil geralmente fazem descarte dos piores animais do plantel. Com o avanço da idade, a mensuração das características de carcaça obtidas por ultrassom fica prejudicada, pois o arqueamento das costelas do animal muda e a apófise transversa cresce, impedindo um primoroso acoplamento da sonda, dificultando a coleta das imagens. Outro empecilho é que a área de olho de lombo de animais mais velhos, por ser geralmente grande, não cabe na tela do ultrassom. Assim, as características de carcaça obtidas por ultrassom mais estudadas são:

- ↪ AOL (cm²) - Área de olho de lombo, que é a área de uma secção transversal do músculo *Longissimus dorsi* entre as 12^a e 13^a costelas, correspondente ao corte transversal da carne denominada contra-filé, frequentemente utilizada como característica indicadora de musculosidade e determinante na qualidade da carcaça e dos cortes cárneos, em termos de rendimento (Figuras 1 e 2, medida a);
- ↪ EG (mm) - Espessura de gordura subcutânea na costela, que é a espessura do depósito de gordura subcutânea entre as 12^a e 13^a costelas sobre o músculo *Longissimus dorsi* (gordura do contra-filé). É uma característica indicadora do grau de acabamento da carcaça, o qual determina a qualidade

da carne por proteger a carcaça no resfriamento, além de determinar a qualidade da carcaça em termos de rendimento (Figuras 1 e 2, medida b);

- ↻ EGP8 (mm) - Espessura de gordura subcutânea na garupa, que é a espessura do depósito de gordura subcutânea entre os ossos íleo e ísqueo, mensurada na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris* (gordura da ponta da picanha). É também uma característica indicadora do grau de acabamento da carcaça, sendo interessante para animais criados em pastagem, pois sua deposição inicia-se mais cedo que o das costelas na idade ideal de coleta da imagem (YOKOO et al., 2008). Além disso, A EGP8 possui melhor acurácia e repetibilidade de mensura quando comparada à EG. A EGP8 foi assim denominada em função de pesquisas na Austrália que foram marcando vários pontos para obter a gordura subcutânea na garupa do animal. Dentre esses pontos, o de número oito foi o que mostrou maior consistência para tal mensura (Figuras 1 e 3, medida c);
- ↻ IM (%) - Outra característica de qualidade da carcaça obtidas por ultrassom em tempo real é a porcentagem de gordura intramuscular (IM, %), que é a porcentagem de marmoreio tomada na direção longitudinal sobre o músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e a 13ª costelas (marmoreio do contra-filé) e serve para prever a quantidade de gordura intramuscular depositada na carcaça (Figuras 1 e 4, medida d).

Nas Figuras 1, 2, 3 e 4 são apresentados os locais das medidas de ultrassom e os pontos anatômicos em que se devem obter as imagens de ultrassom para interpretação da IM, AOL, EG e da EGP8.

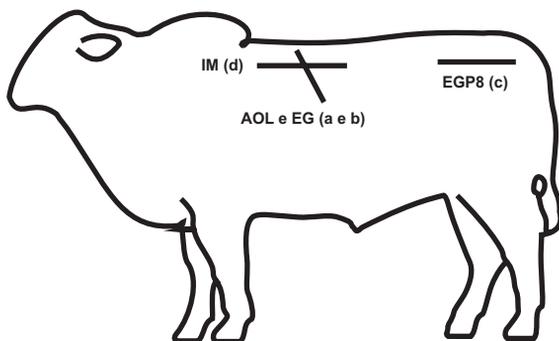
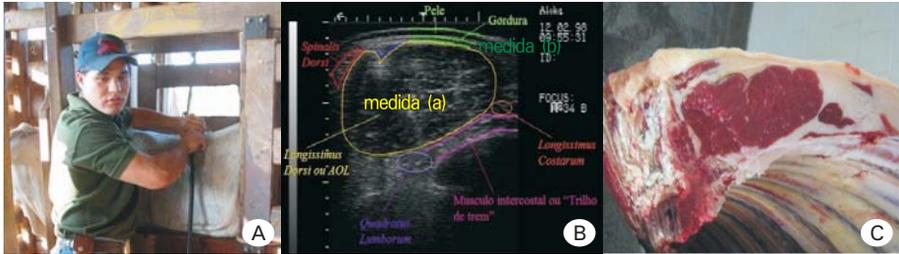
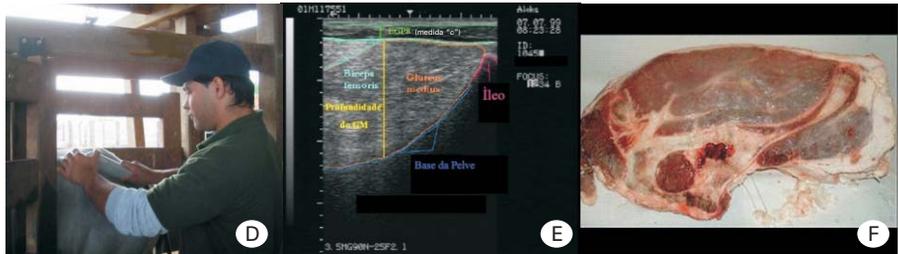


Figura 1. Locais das medidas de ultrassom (Fonte: AVAL Serviços Tecnológicos S/C).



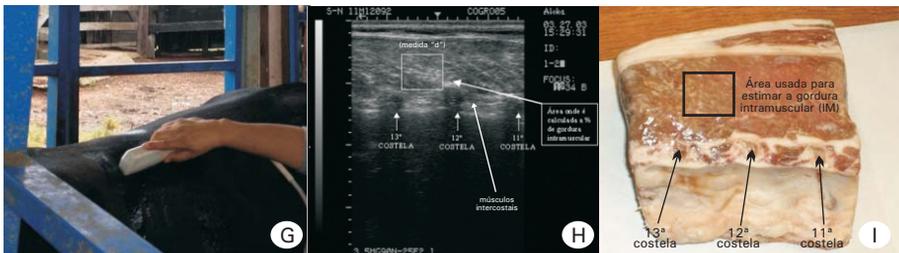
(Fotos A e C: Marcos J. Yokoo; foto B: Fabiano Rodrigues da Cunha Araujo)

Figura 2. Coleta da imagem de ultrassom da área de olho de lombo (AOL, medida a) e da espessura de gordura subcutânea na costela (EG, medida b). (A), local de coleta da imagem da AOL e EG pelo ultrassom no animal, (B) é a descrição dos pontos anatômicos de uma imagem obtida na região entre a 12ª e a 13ª costelas (pontos de referência da medida a e b), e (C) é o corte cárneo das características AOL e EG.



(Foto D: Marcos J. Yokoo; fotos E e F: Fabiano Rodrigues da Cunha Araujo)

Figura 3. Coleta da imagem de ultrassom da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8, medida c). (D) é o local da medida da imagem gerada pelo ultrassom, (E) é a descrição dos pontos anatômicos de uma imagem obtida na garupa (pontos de referência da medida c), e (F) é o corte cárneo da característica EGP8.



(Foto G: Marcos J. Yokoo; fotos H e I: Fabiano Rodrigues da Cunha Araujo)

Figura 4. Coleta da imagem de ultrassom da gordura intramuscular (IM, medida d). (G) é o local da medida da imagem gerada pelo ultrassom, (H) é a descrição dos pontos anatômicos de uma imagem obtida no músculo *Longissimus dorsi* (pontos de referência da medida d), e (I) é o corte cárneo da característica IM.

Vantagens da Coleta de Medidas de Carcaça Obtidas pelo Ultrassom

Além das vantagens citadas anteriormente, a utilização da ultrassonografia para mensuração das características de carcaça apresenta outros benefícios:

- ↪ Possibilita melhorar a acurácia da avaliação genética dos reprodutores antes do primeiro acasalamento;
- ↪ Uma importante vantagem dessa técnica é que quando as medidas são realizadas diretamente na carcaça com os animais abatidos, o encurtamento das fibras musculares pelo processo de resfriamento da carcaça e a retirada da gordura subcutânea da carcaça na hora da esfolagem, podem levar a perda da variabilidade genética da AOL e da gordura subcutânea, conduzindo as estimativas de herdabilidade menores do que aquelas observadas quando as mensurações são realizadas por meio do ultrassom em tempo real, nos animais *in vivo* (GREINER et al., 2003);
- ↪ As medidas de carcaça realizadas por meio do ultrassom podem ser utilizadas nas equações de predição da composição corporal do animal *in vivo*, estimando a proporção de carne comestível - RCC% (WILSON et al., 1998) e o rendimento de carcaça (GREINER, 1997; MAGNABOSCO et al., 2003) antes do abate;
- ↪ A técnica permite controlar o grau de acabamento da carcaça, para definição do ponto exato de abate, diminuindo os custos de produção. Podendo ser utilizada por produtores que trabalham com terminação e pretendem planejar (escalonar) a época e a quantidade de animais que irão para o abate, evitando, desta forma, o gasto desnecessário com alimentação e manejo.

Na Tabela 1, pode se observar que diversos estudos demonstram que, as características de carcaça medidas por ultrassom momentos antes do abate apresentam estimativas de correlações genéticas de magnitudes moderadas a altas e positivas com as mesmas características obtidas diretamente na carcaça dos animais após o abate, variando entre 0,60 e 0,89, sugerindo confiabilidade da metodologia.

Tendo em vista essas vantagens citadas anteriormente, o melhoramento genético de carcaça bovina executado com o auxílio da técnica do ultrassom se faz uma ferramenta necessária. No Brasil, na maioria dos casos, o produtor recebe apenas pelo rendimento de carcaça e em algumas regiões pela qualidade dessa carcaça em termos de gordura subcutânea e idade ao abate. Contudo, a tendência é adotar um sistema de bonificação nacional, tendo em vista o maior retorno econômico e o sucesso dos vários programas de certificação da carne com qualidade, como discutido anteriormente. A inclusão da técnica de ultrassonografia em programas de melhoramento é uma alternativa para melhorar a produção de carne, o rendimento da carcaça e dos cortes cárneos, a qualidade e a precocidade de terminação da carcaça. De acordo com as curvas de crescimento alométrico, o esqueleto se desenvolve mais cedo, seguido pela musculatura e finalmente o tecido adiposo. Desta maneira, a proporção de músculo na carcaça aumenta com o incremento de peso do animal durante o período anterior ao acúmulo de gordura, para depois diminuir na fase de terminação. No que se refere ao acúmulo de gordura, esta apresenta quatro localizações distintas de deposição: gordura interna, intermuscular (entre os músculos), subcutânea (ou de cobertura) e a intramuscular (marmoreio). Sendo que a intensidade do acúmulo de gordura nas diferentes localizações segue esta mesma sequência, ou seja, a intensa deposição de gordura intramuscular é a mais tardia entre as quatro localizações (CIANZIO et al., 1982; JOHNSON et al., 1972). Assim, com o conhecimento da fisiologia do crescimento dos bovinos e das correlações genéticas entre as características reprodutivas, de crescimento e de carcaça, pode-se direcionar a seleção para melhorar a qualidade da carcaça bovina, visando um produto final de qualidade. Portanto, estes conhecimentos auxiliam no direcionamento da produção e posterior comercialização de animais com uma maior ou menor quantidade de gordura intramuscular, por exemplo.

Tabela 1. Estimativas de correlações genéticas entre características da carcaça medidas diretamente na carcaça e as mesmas características obtidas por ultrassom, segundo alguns autores.

Autores	Características	
	AOL	EG
Perkins et al. (1992a)	0,60	0,75
Perkins et al. (1992b)	0,82	0,86
Waldner et al. (1992)	0,73	0,86
Moser et al. (1998)	0,66	0,69
May et al. (2000)	0,61	0,81
Bertrand et al. (2002)	0,89	0,69
Greiner et al. (2003)	0,86	0,89

AOL = Área de olho de lombo; EG = Espessura de gordura subcutânea entre a 12ª e a 13ª costelas.

Parâmetros Genéticos das Características de Carcaça Obtidas por Ultrassom

Nos programas de seleção, o objetivo principal é a mudança da média fenotípica do rebanho. Esse processo pode ser realizado por meio da escolha dos melhores indivíduos que serão utilizados como pais da próxima geração e para isso, é necessária que haja variabilidade genética, pois o que se busca, é o aumento da frequência dos genes favoráveis na população. No entanto, nem toda variação observada nos animais é herdável, ou seja, de origem genética aditiva. Dessa forma, a seleção dos reprodutores se torna um processo complexo, necessitando de um prévio conhecimento das estimativas dos parâmetros genéticos das características que se pretende melhorar, por meio dos valores genéticos preditos.

Apesar da técnica do ultrassom ser bastante vantajosa, poucos estudos foram feitos com relação à estimação de componentes de (co)variância das características de carcaça obtidas por ultrassom em animais criados em áreas tropicais, e apenas algumas estimativas de herdabilidades foram reportadas recentemente em animais zebuínos e da raça Canchim (Tabela 2). As estimativas de herdabilidade (Tabela 2), na maioria dos estudos são de magnitude moderada a alta, variando entre 0,20 e 0,69, sendo que poucos estudos reportam herdabilidades baixas, variando entre 0,04 e 0,11 para a característica EG.

Tabela 2. Estimativas de herdabilidade das características de carcaça medidas por ultrassom (animais *in vivo*) segundo vários autores, estimadas por meio de dois diferentes modelos.

Autores	Características			Grupo Genético	Modelo
	AOL	EG	EGP8		
Johnson et al. (1993)	0,39	0,11	-	Brangus	Animal
Robinson et al. (1993)	0,21	0,30	0,37	Angus & Hereford	Animal
Moser et al. (1998)	0,29	0,11	-	Brangus	Animal
Figueiredo et al. (2000)	0,20	0,04	-	Nelore	Animal
Reverter et al. (2000)	0,38-0,42	0,51-0,18	0,55-0,31	Angus & Hereford	Animal
Wilson et al. (2001a)	0,40	0,56	0,48	Angus	T-AM
Wilson et al. (2001b)	0,34	0,37	0,36	Angus	T-AM
Kemp et al. (2002)	0,29	0,39	-	Angus	Animal
Stelzleni et al. (2002)	0,31	0,26	-	Brangus	Animal
Crews Junior et al. (2003)	0,37-0,51	0,53-0,69	-	Simental	Animal
Yokoo et al. (2008)	0,35	0,52	0,40	Nelore	Animal
Yokoo et al. (2009b)	0,37	0,55	0,43	Nelore	Animal
Lima Neto et al. (2009)	0,34	0,10	0,32	Guzerá	Animal
Barbosa et al. (2010)	0,64	0,41	0,65	Nelore	Animal
Meirelles et al. (2010)	0,33	0,24	-	Canchim	Animal

AOL = Área de olho de lombo; EG = Espessura de gordura subcutânea entre a 12ª e a 13ª costelas; EGP8 = Espessura de gordura subcutânea medida na garupa; T-AM = modelo touro avô-materno.

Estudos sobre a associação das características de crescimento e de carcaça obtidas por ultrassom mostram que as características de crescimento, como os pesos nas diferentes idades, apresentam correlações genética próximas de zero com espessura de gordura subcutânea (EG e EGP8), e positiva, mas de magnitude moderada com a AOL (MEYER et al., 2004; YOKOO et al., 2006, 2010). Estudando as correlações genéticas entre as características de carcaça obtidas por ultrassom e altura do posterior (ALT), em animais zebuínos criados em áreas tropicais, Yokoo et al. (2010), relataram uma baixa associação entre a AOL e ALT, e correlações genéticas negativas e moderadas entre as espessuras de gordura subcutânea e ALT. O trabalho demonstrou que, podem ser alcançados progressos genéticos nas características de carcaça medidas por ultrassom sem causar antagonismo no peso, sendo que, a seleção para aumento do peso, em longo prazo, deve levar, por resposta correlacionada, ao incremento da AOL e da ALT. Além disso, a seleção para animais mais altos deve acarretar, por resposta correlacionada, a animais de terminação mais tardia, em termos de gordura subcutânea ao sobreano.

Espera-se que animais mais precoces em termos de terminação da carcaça também o sejam sexualmente, pois, a ovulação é regulada pelo balanço energético corpóreo (BRONSON; MANNING, 1991). Estudando a associação entre dias para o parto e gordura (subcutânea e intramuscular), Meyer e Johnston (2003) e Meyer et al. (2004), trabalhando com animais da raça Hereford, relataram correlações genéticas negativas, de magnitudes moderadas a baixas, ou seja, essas correlações genéticas corroboram com a hipótese de que os animais mais precoces em termos de terminação da carcaça também o sejam sexualmente. No entanto, Yokoo et al. (2009a) e Yokoo (2009) estudaram as correlações entre AOL, EG e EGP8 e características reprodutivas em fêmeas Nelore, como idade ao primeiro parto e primeiro intervalo entre partos, e praticamente não encontraram associações genéticas. Os autores concluíram que a seleção para a diminuição da idade ao primeiro parto de fêmeas Nelore não afetará a deposição de gordura subcutânea na carcaça, nem a musculabilidade dos animais, sendo que a seleção para o aumento do peso corporal é quem diminuirá a idade ao primeiro parto de fêmeas. Ainda com respeito às características reprodutivas, os autores concluíram que a seleção praticada para as características de carcaça obtidas por ultrassom, com exceção da espessura de gordura subcutânea na costela obtida ao sobreano (0,40) não deverá afetar o primeiro intervalo entre partos, por resposta correlacionada.

Estimativas de correlações genéticas entre características de carcaça obtidas por ultrassom e perímetro escrotal nas raças Hereford (MEYER et al., 2004) e Nelore (BARBOSA et al., 2005; YOKOO et al., 2006, 2010) indicam que a seleção para as características AOL, EG e EGP8 não afetará a medida do perímetro escrotal.

Associações Genéticas Entre Características de Carcaça e Escores Visuais

As pressões exercidas atualmente pelo mercado e a necessidade de se produzir carne bovina de boa qualidade, de forma eficiente e

competitiva, têm estimulado produtores e pesquisadores a buscarem novas alternativas de seleção para precocidade, tanto sexual como de acabamento. A seleção para precocidade de acabamento é um assunto em evidência, principalmente em áreas tropicais, pois se busca o encurtamento do ciclo de produção em sistemas de pastagem. No entanto, é necessário identificar genótipos adaptados aos sistemas de produção em que estão sendo criados. Neste contexto, os escores visuais poderiam ser utilizados para seleção do tipo morfológico que atenda às exigências do mercado. Dessa forma, visando à avaliação indireta das características ligadas à carcaça foram criadas escalas de medidas observadas visualmente, por meio de pontuações, ou seja, escores visuais. Assim, o objetivo da inclusão de avaliações visuais por meio de escores ou notas em programas de melhoramento genético tem sido sugerido como uma alternativa para identificar futuros reprodutores que irão disseminar sua genética para melhorar a produção de carne, qualidade da carcaça, precocidade de terminação, musculatura e conformação frigorífica. Essas avaliações consistem em classificar os animais por meio de escores para conformação, precocidade de terminação, musculatura e tamanho do animal, com a vantagem de ter baixo custo de implementação do sistema de mensurações.

As avaliações por escores visuais consiste em visualizar o perfil médio do grupo de contemporâneo para cada característica avaliada, que serve como base de comparação e posteriormente atribuir individualmente notas de escores visuais relativas à cada grupo de contemporâneo por um único técnico bem treinado. Essas avaliações visuais, aliadas às medidas de peso para avaliação genética vêm sendo utilizadas no Brasil desde a década de 70, com a implantação do PROMEB (Programa de Melhoramento Genético de Bovinos de Carne) no sul do Brasil. Diversos métodos de avaliação visual foram desenvolvidos para bovinos de corte, sendo a maioria resultante de modificações no sistema Ankony (LONG, 1973). Este sistema baseava-se em cinco avaliações: porcentagem de gordura excessiva no peso ao abate, musculabilidade, tamanho corporal (dimensão da altura e comprimento do animal), estrutura corporal e características raciais. Um exemplo de adaptação do sistema Ankony

para a realidade brasileira seria a avaliação da abundância de gordura excessiva do peso ao abate que foi alterada para quantidade de gordura subcutânea encontrada na carcaça do animal, pois para o cenário da pecuária nacional, espera-se melhorar os animais para acabamento de gordura.

Os escores visuais são medidas subjetivas de avaliação, ou seja, dependem da competência e treinamento do avaliador. Dessa maneira, seria muito importante que essas avaliações fossem realizadas por profissionais qualificados, ressaltando a necessidade de treinamento e avaliação periódica dos técnicos de campo (avaliador). Contudo, tem sido demonstrado que, com esse método, grande número de animais pode ser avaliado sem que se precise submetê-los a mensurações, o que minimiza o estresse dos animais, e torna o processo mais ágil e de baixo custo (FARIA et al., 2008; JORGE JÚNIOR et al., 2001, 2004; KOURY FILHO et al., 2006). Apesar de estudos a respeito da estimação dos coeficientes de herdabilidade mostrarem que as características de escores visuais medidas por diversos sistemas são herdáveis (FARIA et al., 2008; FORNI et al., 2007; KOURY FILHO et al., 2006; MELIS et al., 2003) são poucos os trabalhos que associam as características de escores visuais com quantidade de carne e com a terminação da carcaça.

Poucos estudos com bovinos verificaram a existência de considerável associação genética entre as características de carcaça obtidas por ultrassom e as morfológicas avaliadas por escores visuais. Ao trabalhar com dados de campo de bovinos da raça Nelore, Faria et al. (2009) estimaram correlações positivas e altas entre escore de musculatura (M) e AOL, variando entre 0,87 e 0,94 e concluíram que a característica M avaliada por escores visuais pode ser empregada como critérios de seleção, com intuito de aumentar a frequência de genes desejáveis para a AOL, e conseqüentemente, melhorar o rendimento de carcaça. Resultados semelhantes, porém de menor magnitude, variando entre 0,44 e 0,61 também foram descrito por Yokoo et al. (2009b) e Dibiasi et al. (2010) e Gordo (2010).

Estudando as associações genéticas entre características que medem a gordura por meio do ultrassom e escore visual denominado precocidade (P), alguns pesquisadores (DIBIASI et al., 2010; GORDO, 2010; YOKOO et al., 2009b) estimaram correlações genéticas nulas, baixas e moderadas, variando entre 0,21 e 0,63 para as correlações entre EG e P, 0,18 e 0,42 para as correlações entre EGP8 e P, e -0,02 e 0,31 para as correlações entre IM e P. Estes autores ainda estimaram correlações genéticas entre P e M de magnitude alta e positiva, variando de 0,86 e 0,88 e concluíram que essas características são determinadas, em grande parte, pelo mesmo conjunto de genes de ação aditiva, sugerindo que as características P e M podem estar confundidas. Desta forma, as características morfológicas avaliadas por escores visuais podem e devem auxiliar os programas de melhoramento na busca de animais com maior musculatura e terminação precoce, no entanto, ainda necessitam de uma padronização de coleta dos dados, além de uma unificação do sistema de avaliação visual para que esta seja uma melhor ferramenta na busca de animais melhoradores de características de carcaça. Por exemplo, os programas de melhoramento deveriam uniformizar todos os escores de avaliações visuais no Brasil e determinar quais características serão avaliadas e qual o foco específico dessas características, além da definição da escala, a qual hoje vem variando de 1 a 5 ou de 1 a 6, entre outros entraves.

Conclusões e Implicações Práticas

Atualmente o Brasil é detentor de grandes áreas disponíveis para a agropecuária, que não são florestas amazônicas. Mais especificamente, no sul do Brasil, encontra-se o Bioma Pampa, uma região tipicamente de pastagem e planícies com coxilhas, onde ecologicamente é um bioma caracterizado por uma vegetação composta por gramíneas, sendo a maioria de campo nativo, plantas rasteiras e algumas árvores e arbustos. Comparados às florestas e às savanas, os Campos Sul brasileiros têm importante contribuição na preservação da biodiversidade, principalmente por diminuir o efeito estufa e auxiliar no controle da

erosão. Conseqüentemente, essas terras “fabricantes de alimentos” podem perfeitamente produzir bovinos a pasto, sem desmatar a natureza, sem utilizar mão de obra escrava, sem acabar com os recursos hídricos naturais, respeitando o bem estar animal e, principalmente, atendendo as exigências do mercado consumidor, sendo que, este estará satisfeito por ter acesso a um produto final de qualidade, ou seja, diferenciado. Para o consumidor ter uma carne distinta, o mercado da carne, tanto interno, quanto externo, vem exigindo cada vez mais qualidade, a qual se inicia com a genética do rebanho. A coleta de dados das características de carcaça por meio de ultrassom, juntamente com a avaliação genética e o aproveitamento dos campos nativos e/ou das pastagens cultivadas (melhoradas) são tecnologias eficazes na identificação de animais superiores que transmitem melhor qualidade de carcaça e de carne para a próxima geração. Essas tecnologias (ultrassom + avaliação genética + acasalamentos dirigidos + pastagem) permitem produzir diferentes tipos de carcaças, por meio do acasalamento dos melhores genótipos, os quais são específicos para cada comércio. Assim, por meio das DEP’s (Diferença Esperada na Progênie) de carcaça o produtor poderá direcionar melhor seus acasalamentos, produzindo animais com melhor padrão de qualidade de carcaça e de carne, e conseqüentemente, conseguir uma melhor remuneração por sua produção. Além disso, o ganho genético conquistado por meio da seleção é um fenômeno lento em bovinos, todavia é acumulativo e de forma permanente, ou seja, ele pode não se expressar em um determinado período, mas quando retornar as condições mínimas necessárias, este ganho propagar-se irá. Pois é dessa forma que o melhoramento genético animal trabalha, ou seja, fazendo seleção e acasalamentos no intuito de alterar a média fenotípica das características de interesse econômico no sentido desejado.

Referências

AMERICAN ANGUS ASSOCIATION. **The business breed**. Disponível em: <<http://www.angus.org/Nce/Carcass.aspx>>. Acesso em: 29 jul. 2011.

ANUALPEC 2011. São Paulo: AgraFNP, 2011. 378 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Exportação por ano**. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/>>. Acesso em: 27 jul. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HEREFORD E BRAFORD. **Carne certificada Pampa: expandindo as fronteiras da carne de qualidade**. Disponível em: <<http://www.carnepampa.com.br/>>. Acesso em: 5 set. 2011.

BARBOSA, V.; MAGNABOSCO, C. U.; FARIA C. U.; SAINZ, R. D.; ARAÚJO, F. R. C.; LÔBO, R. B. Implementação da amostragem de Gibbs no estudo da correlação genética entre as características espessura de gordura e perímetro escrotal em tourinhos da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.

BARBOSA, V.; MAGNABOSCO, C. U.; TROVO, J. B. F.; FARIA, C. U.; LOPES, D. T.; VIU, M. A. O.; LOBO, R. B.; MAMEDE, M. M. S. Estudo genético quantitativo de características de carcaça e perímetro escrotal, utilizando inferência bayesiana em novilhos Nelore. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 789-797, set./out. 2010.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. **Guidelines for uniform beef improvement programs**. 8th ed. Athens, 2002. 161 p.

BERTRAND, J. K. Use of live animal ultrasound carcass measures in carcass evaluation of beef cattle. In: BEEF IMPROVEMENT FEDERATION ANNUAL RESEARCH SYMPOSIUM AND ANNUAL MEETING, 34., 2002, Omaha. **Proceedings...** Omaha: MTG, 2002. p. 128-134.

BOLEMAN, S. L.; BOLEMAN, S. J.; MORGAN, W. W.; HALE, D. S.; GRIFFIN, D. B.; SAVELL, J. W.; AMES, R. P.; SMITH, M. T.; TATUM, J. D.; FIELD, T. G.; SMITH, G. C.;

- GARDNER, B. A.; MORGAN, J. B.; NORTHCUTT, S. L.; DOLEZAL, H. G.; GILL, D. R.; RAY, F. K. National beef quality audit-1995: survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 96-103, Jan. 1998.
- BRONSON, F. H.; MANNING J. M. The energetic regulation of ovulation: a realistic role for body fat. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 44, n. 6, p. 945-950, June 1991.
- CIANZIO, D. S.; TOPEL, D. G.; WHITEHURST, G. B.; BEITZ, D. C.; SELF, H. L. Adipose tissue growth in cattle representing two frame sizes: distribution among depots. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, n. 2, p. 305-312, Aug. 1982.
- CREWS JUNIOR, D. H.; POLLAK, E. J.; WEABER, R. L.; QUAAS, R. L.; LIPSEY, R. J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 6, p. 1427-1433, June 2003.
- DIBIASI, N. F.; THOLON, P.; BARROZO, D.; FRIES, L. A.; QUEIROZ, S. A. Estimativas de correlações genéticas entre características de carcaça medidas por ultrassonografia e por escores visuais em touros Brangus. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 32-37, 2010.
- DRANSFIELD, E. Modelling post-mortem tenderisation-V: inactivation of calpains. **Meat Science**, Barking, v. 37, n. 3, p. 391-409, 1994.
- FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Estimativas de correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassonografia em bovinos Nelore utilizando modelos bayesianos linear-limiar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2144-2151, nov. 2009.
- FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; REYES, A. de los; BEZERRA, L. A. F.; LOBO, R. B. Análise genética de escores de avaliação visual de bovinos com modelos bayesianos de limiar e linear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 7, p. 835-841, jul. 2008.
- FIGUEIREDO, L. G. G.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; OLIVEIRA, F. F.; SHIMBO, M. V.; JUBILEU, J. S. Componentes de variância para área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3., 2000. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, 2000. p. 385-387.
- FISHER, A. A review of the technique of estimating the composition of livestock using the velocity of ultrasound. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 17, n. 2, p. 217-231, May 1997.
- FORNI, S.; FEDERICI, J. F.; ALBUQUERQUE, L. G. Tendências genéticas para escores visuais de conformação, precocidade e musculatura à desmama de bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 572-577, jun. 2007.
- GORDO, D. G. M. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaça, medidas por ultrassonografia, e suas relações com escores visuais na raça Nelore**. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

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**, Champaign, v. 81, n. 3, p. 676-682, Mar. 2003.

GREINER, S. P. **The use of real-time ultrasound and live measurements to predict carcass composition in beef cattle**. 1997. 188 f. Thesis (Ph.D. of Philosophy) - Iowa State University, Ames, Iowa.

HARDWICK, P. A. Marketing internacional da carne bovina: international manager meat and livestock commission (EU). In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 3., 1998. Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1998. p. 188-198.

HERRING, W. O.; KRIESE, L. A.; BERTRAND, J. K.; CROUCH, J. Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 364-370, Feb. 1998.

JOHNSON, E. R.; BUTTERFIELD, R. M.; PRYOR, W. J. Studies of fat distribution in the bovine carcass. I. The partition of fatty tissues between depots. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 23, n. 2, p. 381-388, Mar. 1972.

JOHNSON, M. Z.; SCHALLES, R. R.; DIKEMAN, M. E.; GOLDEN, B. L. Genetic parameter estimates of ultrasound-measured longissimus muscle area and 12th rib fat thickness in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 2623-2630, Oct. 1993.

JORGE JÚNIOR, J.; DIAS, L. T.; ALBUQUERQUE, L. G. Fatores de correção de escores visuais de conformação, precocidade e musculatura, à desmama, para idade da vaca ao parto, data juliana de nascimento e idade à desmama em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2044-2053, dez. 2004.

JORGE JÚNIOR, J.; PITA, F. V. C.; FRIES, L. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Influência de alguns fatores de ambiente sobre os escores de conformação, precocidade e musculatura à desmama em um rebanho da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1697-1703, dez. 2001.

KEMP, D. J.; HERRING, W. O.; KAISER, C. J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 6, p. 1489-1496, June 2002.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; ALENCAR, M. M.; FORNI, S.; CHIQUITELLI NETO, M. Genetic parameter estimates of visual score traits and their relationship with growing traits in Brazilian Nelore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: Instituto Prociência, 2006. 1 CD-ROM.

LIMA NETO, H. R.; BERGMANN, J. A. G.; GONÇALVES, T. M.; ARAUJO, F. R. C.; BEZERRA, L. A. F.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B.; SILVA, M. A. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 1, p. 251-258, fev. 2009.

LONG, R. A. **The Ankony scoring system**: its uses in herd improvement. Rhinebeck: Ankony, 1973. 21 p.

MAGNABOSCO, C. U.; ARAUJO, F. R. C.; MANICARDI, F.; SAINZ, R. D.; REYES, A. L. Padrões de crescimento e características de carcaça de tourinhos Nelore mocho, avaliados por ultra-sonografia em tempo real. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

MAY, S. G.; MIES, W. L.; EDWARDS, J. W.; HARRIS, I. J.; MORGAN, I. B.; GARRET, R. P.; WILLIAMS, F. L.; WISE, J. W.; CROSS, H. R.; SAVELL, J. W. Using live estimates and ultrasound measurements to predict carcass cutability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 1255-1261, May 2000.

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

MELIS, M. H. van; ELER, J. P.; SILVA, J. A. V.; FERRAZ, J. B. S. Estimacão de parâmetros genéticos em bovinos de corte utilizando os métodos de máxima verossimilhança restrita e R. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1624-1632, dez. 2003. Suplemento 1.

MEYER, K.; JOHNSTON, D. J. Estimates of genetic correlations between live ultrasound scan traits and days to calving in Hereford cattle. In: ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 15., 2003, Melbourne. **Proceedings...** Melbourne: CABI, 2003. p. 387-390.

MEYER, K.; JOHNSTON, D. J.; GRASER, H. U. Estimates of the complete genetic covariance matrix for traits in multi-trait genetic evaluation of Australian Hereford cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 55, n. 2, p. 195-210, 2004.

MOSER, D. W.; BERTRAND, J. K.; MISZTAL, I.; KRIESE, L. A.; BENYSHEK, L. L. Genetic parameters estimates for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 2542-2548, Oct. 1998.

MOTTRAM, D. S. Flavor formation in meat and meat products: a review. **Food Chemistry**, London, v. 62, n. 4, p. 415-424, Aug. 1998.

PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 4, p. 1002-1010, Apr. 1992a.

PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E.; SHEPARD, H. H.; MILLER, M. F. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 9, p. 2758-2765, Sept. 1992b.

REVERTER, A.; JOHNSTON, D. J.; GRASER, H. U.; WOLCOTT, M. L.; UPTON, W. H. Genetic analyses of live animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 7, p. 1786-1795, July 2000.

ROBINSON, D. L.; HAMMOND, K.; McDONALD, C. A. Live animal measurement of carcass traits: estimation of genetic parameters for beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 5, p. 1128-1135, May 1993.

SAUNDERS, A. B. The effect of acidification on myofibrillar proteins. **Meat Science**, Barking, v. 37, n. 2, p. 271-280, 1994.

SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M. F.; CROUSE, J. D.; REAGAN, J. O. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 1, p. 171-177, Jan. 1991.

STELZLENI, A. M.; PERKINS, T. L.; BROWN JUNIOR, A. H.; POHLMAN, F. W.; JOHNSON, Z. B.; SANDELIN, B. A. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 12, p. 3150-3153, Dec. 2002.

STOUFFER, J. R. History of ultrasound in animal science. **Journal of Ultrasound in Medicine**, Philadelphia, v. 23, p. 577-584, May 2004.

STOUFFER, J. R.; WALLENTINE, M. V.; WELLINGTON, G. H.; DIEKMANN, A. Development and application of ultrasonic methods for measuring fat thickness and rib-eye area in cattle and hogs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 20, n. 4, p. 759-767, Nov. 1961.

THOMPSON, J. Managing meat tenderness. **Meat Science**, Barking, v. 62, n. 3, p. 295-308, Nov. 2002.

UCHINO, K. Piezoelectric ultrasonic motors: overview. **Smart Materials and Structures**, Bristol, v. 7, n. 3, p. 273-285, June 1998.

WALDNER, D. N.; DIKERMAN, M. E.; SCHALLES, R. R.; OLSON, W. G.; HOUGHTON, P. L.; UNRUSH, J. A.; CORAH, L. R. Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thickness, longissimus muscle areas and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years age. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 3, p. 973-983, Mar. 1992.

WATANABE, A.; SATO, H.; TSUNEISHI, E.; MATSUMOTO, M. Effects of fattening on post-mortem pH of beef muscles. **Meat Science**, Barking, v. 35, n. 2, p. 269-274, 1993.

WILLIAMS, R. A. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. E183-E188, Jan. 2002. Supplement 2.

WILSON, D. E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 3, p. 973-983, Mar. 1992.

WILSON, D. E.; ROUSE, G. H.; GRASER, G. H.; AMIN, V. The prediction of carcass traits using live animal ultrasound. In: IOWA STATE UNIVERSITY. **Beef research report**: 1998. Ames, 1998. p. 5-11. A. S. Leaflet R1530. Disponível em: <<http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/bodycomp98.html>>. Acesso em: 31 dez. 2011.

WILSON, D. E.; ROUSE, G. H.; HAYS, C. L. Carcass EPDs from Angus heifer real-time ultrasound scans. In: IOWA STATE UNIVERSITY. **Beef research report**: 2001. Ames, 2001a. p. 4-5. A. S. Leaflet R1736. Disponível em: <<http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/breeding01.html>>. Acesso em: 31 dez. 2011.

WILSON, D. E.; ROUSE, G. H.; HAYS, C. L. Genetic relationship between live animal ultrasound measures and scrotal circumference in yearling Angus bulls. In: IOWA STATE UNIVERSITY. **Beef research report**: 2001. Ames, 2001b. p. 6-7. A. S. Leaflet R1737. Disponível em: <<http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/breeding01.html>>. Acesso em: 31 dez. 2011.

YOKOO, M. J.; ALBUQUERQUE, L. G.; BIGNARDI, A. B.; PEREIRA, M. C.; SAINZ, R. D.; LOBO, R. B.; PEREIRA, C. S.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C. Estimates of genetic correlations between carcass and growth traits and scrotal circumference in Nelore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: Instituto Prociência, 2006. 1 CD-ROM.

YOKOO, M. J.; ALBUQUERQUE, L. G.; LOBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C.; SILVA, J. A. V.; SAINZ, R. D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 117, n. 2-3, p. 147-154, Sept. 2008.

YOKOO, M. J. **Análise bayesiana da área de olho do lombo e da espessura de gordura obtidas por ultrassom e suas associações com outras características de importância econômica na raça Nelore**. 2009. 84 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

YOKOO, M. J.; LOBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C.; BEZERRA, L. A. F.; SAINZ, R. D.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 1, p. 52-58, Jan. 2010.

YOKOO, M. J.; ROSA, G. J. M.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; LOBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de parâmetros genéticos da idade ao primeiro parto e suas correlações com características de carcaça medidas por ultrassom em duas diferentes idades e outras características de importância econômica em rebanhos da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009a. 1 CD-ROM.

YOKOO, M. J.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LOBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 197-202, jan. 2009b.

Embrapa

Pecuária Sul

CGPE 9740

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

