



A importância da ultrassonografia na Medicina Veterinária: Ensino

The Importance of Ultrasonography in Veterinary Medicine: Ensino

Ronaldo de Oliveira Sales *¹ Priscila Sales Braga ², Cleyson Teófilo Braga Filho ³

Ensino

Resumo: Desde que foi introduzida na Medicina Veterinária, por volta de 1940, a ultrassonografia vem revolucionando o segmento na produção de imagens em movimento das estruturas e órgãos do corpo animal em tempo real permitindo muitas aplicações por ser um dos melhores métodos de diagnóstico não invasivos já criados pelo homem. Desde então, milhares de animais vem sendo beneficiados por esta tecnologia, que pode ser aplicada em diferentes campos de atuação da Medicina Veterinária, sendo sua primeira aplicação ocorrida no ano de 1966 para detecção de gestação em ovinos. O método pode ser realizado em qualquer ambiente, sem a necessidade de segurança específica, sem efeitos biológicos nocivos e limitações tecnológicas ou experiência do operador e características particulares do animal. O objetivo desse editorial é atentarmos para uma ferramenta que vem sendo largamente utilizada na avaliação da condição corporal, na seleção genética, na produção animal que atenda ao mercado consumidor, além de ser de grande importância para o diagnóstico de doenças com planejamento e tratamentos, pois, quanto mais difundido o conhecimento das diferentes interfaces do ultrassom, maior será a eficácia diagnóstica. Ganham os médicos veterinários e, claro, animais e tutores.

Palavras-Chave: histórico; ultrassonografia; diagnóstico; tratamento; doenças.

Abstract: Since it was introduced in Veterinary Medicine around 1940, ultrasound has revolutionized the segment in the production of moving images of structures and organs of the animal body in real time allowing many applications because it is one of the best non-invasive diagnostic methods ever created for the man. Since then, thousands of animals have been benefited by this technology, which can be applied in different fields of Veterinary Medicine, and its first application occurred in the year 1966 for detection of gestation in sheep. The method can be performed in any environment without the need for specific safety, no harmful biological effects and technological limitations or operator experience and particular characteristics of the animal. The purpose of this editorial is to consider a tool that has been widely used in the assessment of body condition, genetic selection, animal production that serves the consumer market, and is of great importance for the diagnosis of diseases with planning and treatments, since, the more widespread the knowledge of different ultrasound interfaces, the greater the diagnostic efficacy. The veterinarians-and, of course, animals and tutors-win.

Keywords: historical; ultrasonography; diagnosis; treatment; diseases.

*Autor para correspondência/Corresponding author: E-mail: ronaldo.sales@ufc.br
Recebido em 10.01.2019. Aceito em 30.06.2019
<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20190012>

*Presidente do Colégio Brasileiro de Ultrassonografia Animal

¹Associate Professor at University Federal of Ceara

² Graduanda em Medicina Veterinária Universidade Estadual do Ceará; E-mail:priscilasalesbraga2@gmail.com.

³ Graduado em Medicina Veterinária – Universidade Estadual do Ceará; E-mail:cleyson@gmail.com.

1. Introdução

Diversos métodos de avaliação de doenças nos animais vêm sendo utilizados para expressar características relacionadas a um determinado sistema de produção. Atualmente, o uso na técnica de ultrassonografia é um desses métodos, muito utilizada para o diagnóstico de patologias em cães e gatos. Segundo a Revista Veterinária, o mecanismo já é o principal responsável pela facilidade no atendimento de uma considerável população de animais de estimação. Só no Brasil, são aproximadamente 52 milhões de cães e 22 milhões de gatos, de acordo com o IBGE. Dentre todos os exames auxiliares, o ultrassom costuma ser o preferido. Nenhum outro é capaz de detalhar as estruturas do organismo com tamanha eficácia – desde a anatomia às principais alterações do animal, sendo possível, por exemplo, avaliar alterações gástricas, do trato urinário e reprodutiva (MATTOON, J.S. et al., 2004; DONALD, I.; ABDULA, 1967).

Sua versatilidade permite que ela seja utilizada, ainda, no diagnóstico precoce da gestação e de ruptura do

ligamento cruzado cranial, além da avaliação de abdômen, tórax, coração, tendões e outros órgãos. Em filhotes, é possível enxergar até mesmo o cérebro. O método pode ser realizado em qualquer ambiente, sem a necessidade de segurança específica.

O uso da ultrassonografia possibilita também avaliar em tempo real sobre a arquitetura vascular e os aspectos hemodinâmicos dos vasos em diversos órgãos, possibilitando determinar a presença, a direção e o tipo de fluxo sanguíneo (Carvalho et al., 2008), sendo utilizado em várias áreas da Medicina Veterinária, como na cardiologia, neurologia e ginecologia (GHORI E KELVIN, 2007; MATTOON, J.S. et al., 2004). Nenhum outro diagnóstico é capaz de detalhar as estruturas do organismo com tamanha eficácia, desde a anatomia às principais alterações do animal, sendo possível, por exemplo, avaliar alterações gástricas, do trato urinário e reprodutiva. Sua versatilidade permite que ela seja utilizada, ainda, no diagnóstico precoce da gestação e de ruptura do ligamento cruzado cranial, além da avaliação de abdômen, tórax, coração, tendões e outros órgãos.

Em filhotes, é possível enxergar até mesmo o cérebro, (SMITH, A.N. 200). O método pode ser realizado em qualquer ambiente, sem a necessidade de segurança específica, não apresentando efeitos biológicos nocivos, sendo seguro tanto para o animal quanto ao operador. Além disso, como não é invasiva sendo tolerada sem dificuldades pelos animais – conforme explica o artigo *A história da ultrassonografia veterinária em pequenos animais*, disponível na Biblioteca Nacional de Periódicos. As principais limitações são tecnológicas, experiência do operador, e características particular do animal, concluindo-se que a ultrassonografia é uma ferramenta que tem sido largamente utilizada, sendo sua aplicação de extrema importância na avaliação da condição corporal e na seleção genética, possibilitando assim a produção de um animal que atenda ao mercado consumidor.

Esse parâmetro que vem ganhando espaço na utilização de ultrassom veterinário para o diagnóstico de patologias em cães e gatos. Segundo a Revista Veterinária, o mecanismo já é o principal responsável pela facilidade no atendimento de uma considerável população de animais de estimação. Só no Brasil, são aproximadamente 52 milhões de cães e 22 milhões de gatos, de acordo com o IBGE. Dentre todos os exames

auxiliares, o ultrassom costuma ser o preferido. Nenhum outro é capaz de detalhar as estruturas do organismo com tamanha eficácia – desde a anatomia às principais alterações do animal. É possível, por exemplo, avaliar alterações gástricas, de trato urinário e reprodutiva. Sua versatilidade permite que ela seja utilizada, ainda, no diagnóstico precoce da gestação e de ruptura do ligamento cruzado cranial, além da avaliação de abdômen, tórax, coração, tendões e outros órgãos. Em filhotes, é possível enxergar até mesmo o cérebro. Até aí pode não haver grandes novidades. Acontece que, nos últimos tempos, os aparelhos foram aperfeiçoados e atualizados. Agora está mais fácil operá-lo, interpretar seus resultados e correlacioná-los com outras informações clínicas. Como consequência, os diagnósticos ficaram consideravelmente mais precisos (PAOLONI, M.C.; KHANNA, 2007). “[O aparelho] tornou-se indispensável na rotina dos profissionais”, sintetiza a Revista Veterinária.

O ultrassom não apresenta efeitos biológicos nocivos: é seguro tanto para o animal quanto ao operador. O método pode ser realizado em qualquer ambiente, sem a necessidade de segurança específica. Além disso, como não é invasiva, a ultrassonografia é tolerada sem dificuldades pelos animais – conforme

explica o artigo *A história da ultrassonografia veterinária em pequenos animais*, disponível na Biblioteca Nacional de Periódicos.

“Dessa maneira, confirma-se a importância da técnica em dinâmica evolução, como eficiente modalidade investigativa na medicina veterinária”, avaliam os autores do artigo. Para eles, quanto mais difundido o conhecimento das diferentes interfaces do ultrassom, maior será a eficácia diagnóstica. Ganham os médicos veterinários – e, claro, animais e tutores.

Atualmente, é de amplo conhecimento que os exames ultrassonográficos fazem parte da rotina na Medicina Veterinária, esta técnica tem sido utilizada para monitoramento de gestação em ovelhas (Reed et al., 1996), vacas (Bollwein et al., 2002a), éguas (Bollwein et al., 2004), cadelas (Nautrup, 1998; Di Salvo et al., 2006; Miranda e Domingues, 2010; Blanco et al., 2011; Köster et al., 2001; Alvarez-Clau e Liste, 2005; Iwasaki, M. et al., 2005; Moe, L.; Lium, B.J. 2010; Penninck, D.G. et al., 2003), gatas (Scotti et al., 2008; Brito et al., 2010; Pereira et al., 2012b) e coelhas (Polisca et al., 2010), bem como para caracterização da circulação, nas diferentes fases do ciclo estral, das artérias uterinas em vacas (Bollwein et al., 2000) e em

gatas (Pereira et al., 2012a), e das artérias uterinas e ovarianas em éguas (Bollwein et al., 2002b), e macacas-prego (Cebus apella; Domingues et al., 2007).

2. Histórico da ultrassonografia

O desenvolvimento dos métodos de imagem ultrassonográfica na biologia, na Medicina Humana e Medicina Veterinária foi mais lento em relação aos métodos radiográficos. A radiografia foi introduzida logo após a descoberta dos raios X (NAUTRUP, 2001a). As principais bases acústicas, como a reflexão (eco) ou atenuação, diminuição da intensidade do som em uma determinada distância, foram observadas por centenas de anos.

Entre os anos de 1793 a 1794: Lázaro Spallanzini demonstrou que os morcegos se orientavam mais pela audição que pela visão para desviar de obstáculos e localizar suas presas. Finais do século 18: o Físico alemão, Ernst F. F. Chladni (1758-1827) descobriu que sons de instrumentos de cordas musicais emitiam ondas longitudinais;

No ano de 1842: Físico australiano, Christian J. Doppler (1803-1853) descreveu os fenômenos ópticos e acústicos, que mais tarde foram designados pelo seu nome;

Ano de 1880: Jacques e Pierre Curie deram uma contribuição valiosa para o estudo do ultrassom, descrevendo as

características físicas de alguns cristais (efeito piezoelétrico) e a aplicação correta da energia ultrassônicas. Eles notaram que ao pressionarem mecanicamente uma turmalina, era criado um potencial elétrico entre superfícies opostas;

Meados do século 19: Francis Galton (1822-1911), cientista inglês conseguiu produzir sons com alta frequência (acima de 100 kHz);

Início do século 20: Ocorreram grandes pesquisas para localizar e visualizar objetos invisíveis na água usando o ultrassom.

Durante a primeira guerra mundial, o físico francês M. Paul Langevin (1872-1946) conseguiu produzir ondas ultrassônicas com cristais de quartzo na água, produzindo um efeito piezoelétrico, criando assim um aparelho para orientação debaixo da água. Este aparelho tornou-se base do sistema sonar. Ao mesmo tempo Langevin demonstrou os efeitos biológicos das ondas ultrassônicas, ao notar que a intensidade do som durante as experiências eram muito altas e que os peixes ao se encontrarem com as mesmas morriam;

Anos de 1920, 1930 e 1940: O russo S. J. Sokoloff e o americano Floyd A. Firestone usaram o ultrassom para inspeção de falhas em metais e pneus de borracha. Em 1940 a ciência provou a existência da relação entre a capacidade de orientação dos morcegos pela audição,

assim como em animais aquáticos, que transmitiam impulsos ultrassônicos para perfilhar e avaliar o ambiente pelos de seus ecos;

Desde que foi introduzida na Medicina Veterinária, por volta de 1940, a ultrassonografia vem revolucionando o segmento por ser um dos melhores métodos de diagnóstico já criados pelo homem. Desde então, milhares de animais vem sendo beneficiados por esta tecnologia, que pode ser aplicada em diferentes campos de atuação da Medicina Veterinária.

Ano de 1942: O neurologista e cirurgião das forças armadas de nome Karl T. Dussik foi o primeiro a publicar a aplicação médica-biológica dos sons de alta frequência. Ele expôs o ventrículo lateral de espécime cerebral e chamou de modo - A sonográfico “hiperfonográfico”;

Finais do ano de 1940 até meados de 1950: Já com o uso do diagnóstico ultrassonográfico em várias instituições, John J. Wild diferenciou ultrassonograficamente tecidos moles normais de tecidos com formações tumorais.

Douglas H. Howry, W. Roderic Bliss e Joseph H. Holmes, produziram as primeiras imagens seccionais em duas dimensões do pescoço e do abdômen. Já Wolf-Dieter Keidel foi o primeiro a usar a eco cardiografia em modo-A, para

observar as mudanças do volume cardíaco. Mais tarde Inge Edler e Carl H. Hertz, demonstraram os movimentos das paredes atriais e ventriculares com ajuda do ultrassom. Em seguida os pesquisadores, G. Henry Mundt e William F. Hughes publicaram o primeiro exame do olho com ajuda do ultrassom com modo-A. Sendo o primeiro ecoftalmograma bidimensional foi feito pelo Gilbert Baum.

Um dos fundadores do diagnóstico ginecológico e obstétrico ultrassonográfico foi Ian Donald. S. Satomura, e no mesmo período publicou sobre os parâmetros do fluxo sanguíneo com o princípio *Doppler*. A seguir o desenvolvimento foi rápido com as suas aplicações em angiologia e cardiologia;

No ano de 1950: A ultrassonografia veterinária foi usada para examinar tecidos animais em matadouros (condição dos animais abatidos).

Ainda na década de 50, a ultrassonografia começou a ser trabalhada em gado de corte pelo Dr. James Stouffer, na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos (SAINZ e ARAÚJO, 2002).

A aplicação do ultrassom em animais foi demonstrada pela primeira vez no ano de 1956, nos Estados Unidos da América. Os pesquisadores da Universidade do Colorado mensuraram a *espessura do lombo em bovinos de corte*.

Enquanto isso, na mesma época na Europa pesquisadores realizavam *a avaliação da carcaça de suínos com o uso do ultrassom*.

Inícios do ano de 1960: os pesquisadores, D. H. Howry e J. H. Holmes evidenciaram órgãos abdominais em cães e gatos em ecotomogramas evidentes. Nesta altura era muito difícil recomendar este tipo de exame em pacientes, pois os mesmos tinham de ser imersos em água;

Finais do ano de 1960, foi realizado o primeiro exame ultrassonográfico clínico em pequenos animais por Seth A. Koch e Lionel F. Rubin por ecoftalmogramas em cães;

No ano de 1966, Ivan Lindahl foi o primeiro a publicar um diagnóstico ultrassonográfico veterinário. Ainda nesse mesmo ano, Lindahl, usou o exame ultrassonográfico do modo-A para o diagnóstico de gestação em ovelhas.

No início do surgimento do ultrassom, essas máquinas utilizavam transdutor único – modo A, sendo a mensuração realizada em apenas um ponto e a aplicação restrita a mensuração da espessura de gordura e da profundidade do músculo. Com o passar dos anos, múltiplos transdutores dispostos linearmente surgiram, aumentando assim a capacidade do ultrassom – modo B.

Posteriormente, o primeiro relato do uso do ultrassom como método diagnóstico na Medicina Veterinária foi a identificação de gestação em caprinos no ano de 1966, realizada no serviço de pesquisa de agricultura e pecuária em Beltsville, no Estado de Maryland, Estados Unidos da América. O estudo avaliou o uso de transdutores transretal e transabdominal em tempo real em um rebanho de caprinos da raça Boher.

No ano de 1970: Leoyd C. Helper e Ann-Marte Lamm descreveram os batimentos cardíacos em fetos caninos usando o ultrassom. Sendo Frank S. Pipers, o primeiro a usar a ecocardiografia em cães e gatos. A. Em seguida, Everette James e associados publicaram imagens ultrassonográficas de órgãos abdominais em animais (modo-B);

No Ano de 1971, veio a introdução da escala de cinza na imagem por Kossof, na Austrália, onde diversos níveis de intensidade de ecos foram representados por diferentes tons de cinza na tela;

Segundo Forest et al., (1979), a espessura de gordura é um indicador simples, porém real, do grau de acabamento da carcaça, e seu aumento leva a um menor rendimento de carne magra da carcaça. Segundo os mesmos autores, estudos têm demonstrado que sua área correlaciona-se positivamente com o peso de outros cortes (Du Bose et al., 1967;

Epley et al., 1970), e está diretamente relacionada com a quantidade de músculo na carcaça

No início do ano de 1980, com a introdução do *Doppler* colorido na ecocardiologia, o Japonês K. Namekawa e seu grupo e os americanos William J. Bommer e Larry Miller, usaram o protótipo do ultrassom para colocar a imagem bidimensional colorida do fluxo sanguíneo em ecocardiograma em tempo real.

Nesse mesmo ano, Robert Cartee e Thomas Nyland, fizeram a introdução do uso da ultrassonografia abdominal em cães e gatos (sonografia bidimensional em tempo real) como método de rotina, sendo os seus pioneiros neste campo.

Ainda na década de 80, a ultrassonografia teve uma mudança significativa, com uso do real time ultrassom (SAINZ e ARAÚJO (2002). A eficiência da utilização do “real time” ultrassom na predição da percentagem e produção de cortes tem sido avaliada por vários pesquisadores (HAMLIN et al.,1995; WILLIAMS et al., 1997; GRIFFIN et al., 1999; SUGISAWA, 2002).

No ano de 1983, Hedrick afirmou que, a relação entre a espessura da gordura subcutânea, a área 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.

Thwaites em (1984) enfatizou que o ultrassom não identifica tecidos ou órgãos, mas simplesmente permite visualizar estruturas sob os tecidos, sendo desta forma necessário que o operador tenha um detalhado conhecimento da anatomia do local em teste e que saiba diferenciar pele, camada de gordura e músculos, entre outros, bem como a variação entre animais.

No ano de 1985: os japoneses Mitsuyoshi Hagio e Hiromitsu Otsuka usaram clinicamente o pulso *Doppler* em ecocardiografia para examinar a hemodinâmica cardíaca em cães;

No ano de 1990: Peter G.G. Darke foi o primeiro a descrever a significância do *Doppler* colorido na ecocardiologia para o diagnóstico de doenças cardíacas em cães (NAUTRUP, 2001a; BATES, 2004; CARVALHO, 2004a).

No ano de 1990 também foram divulgados, a utilização do ultrassom para estimar a composição da carcaça *in vivo* em bovinos, fato esse não muito recente no Brasil, sendo que os primeiros estudos com bovinos de corte implantados nessa década.

Entretanto, diferentes correntes técnicas e equipamentos levam a inconsistências na acurácia e repetibilidade das medidas de ultrassonografia. Pesquisas

têm demonstrado que a acurácia das medidas depende do técnico e do nível de experiência (MCLAREN et al., 1991).

Em 1992, foi utilizado pela primeira vez no Brasil em animais da raça Nelore, em uma prova de ganho de peso. Já Rouse et al. (1992) também encontraram boas correlações entre as medidas feitas por ultra-som e as feitas posteriormente na carcaça. Entretanto, alguns trabalhos relatam correlações mais baixas entre essas medidas (Ribeiro et al., 1999a, 1999b).

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.

Waldner et al. (1992) também afirmaram que diferenças devido a instrumentos, operadores, espessura do couro, comprimento do pêlo, peso e nível de acabamento e corte da carcaça contribuem para essa variação de resultados e induzem alguns pesquisadores a concluir que alguns equipamentos de ultra-som são insuficientemente acurados e inconsistentes para uso em pesquisa ou na

indústria.

Wilson (1992), relata também, que 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. Segundo o mesmo autor, 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.

Posteriormente, Houghton e Turlington, (1992), analisando imagens bi-dimensionais dos tecidos e órgãos as mesmas passaram a ser vistas no monitor e novas medidas puderam ser realizadas como espessura de gordura, profundidade e área de olho de lombo. Essa técnica de ultrassom consiste em uma alta frequência de ondas sonoras, acima da capacidade auditiva humana (16.000 ciclos/segundo). Geralmente, para animais vivos, são utilizadas frequências entre 1,0 e 5,0 MHz, sendo mais utilizadas frequências entre 3 e 3,5 MHz para avaliação de carcaça, possibilitando a identificação quantitativa dos tecidos muscular e adiposo através da diferença de impedância acústica. Os mesmos autores, avaliando dados do músculo Longissimus dorsi e da espessura de gordura de cobertura de suínos, obtidos por meio de ultrassom, antes do abate e posteriormente com a carcaça suspensa,

verificaram a existência de diferenças significativas entre medidas.

Segundo (Wilson, 1992), a área do músculo Longissimus dorsi e a espessura de gordura são consideradas características de herdabilidade média a alta (JOHNSON et al.,1993; KOOTS et al., 1994; SAINZ et al., 2003; WILSON, 2004). Para que as mudanças nas características sejam rápidas e economicamente significativas a variação genética entre os indivíduos deve ser ampla.

Wilson, (1992) e Houghton, 1988; citam que as medidas das características relacionadas com a qualidade da carcaça podem ser obtidas pelas mensurações em animais vivos ou após o abate. As informações de mérito genético para estas características com dados de carcaça após o abate são obtidas através dos testes de progênie, que embora sejam eficientes, são demorados e de elevado custo.

Segundo Wilson, (1992) o mesmo afirma que, para que haja um maior aproveitamento desse equipamento é necessário que alguns aspectos sejam considerados, como: disponibilidade de equipamentos de alta qualidade e de técnicos devidamente treinados e certificados para obtenção de imagens de boa qualidade e para sua correta interpretação.

Ainda segundo o mesmo autor, informações do mérito genético para área

de olho de lombo e cobertura de gordura poderão ser utilizados na seleção para musculabilidade, cobertura de gordura, marmoreio e rendimento de carne. Porém, para que o melhoramento genético possa ser adotado em escala industrial, são necessários dois fatores: incentivo econômico das indústrias frigoríficas e disponibilidade de ferramentas eficientes e de baixo custo para obtenção das medidas de carcaça, sendo características de fácil mensuração e preditores eficientes da composição da carcaça.

Perkins et al., (1992), cita que existem alguns fatores que justificam as diferenças verificadas nas mensurações obtidas por meio de ultra-som em animais vivos, e aquelas obtidas diretamente na carcaça após o abate. As medidas são obtidas com os animais em posições diferentes, o método utilizado para remoção do couro, pode proporcionar a retirada de uma quantidade variável da camada de gordura, e o método de suspensão da carcaça pode provocar mudanças na conformação.

Herring et al. (1994), mostraram estudos realizados as diferenças entre as medidas de ultra-som realizadas por três técnicos utilizando dois diferentes aparelhos.

A literatura consultada mostra que a tecnologia de ultrassonografia quando utilizada de maneira correta por técnicos

treinados proporcionam informações de alta confiabilidade (GREISER et al., 2003; REVERTER et al., 2000; HERRING et al., 1994).

Além disso, a aplicação dessa tecnologia tem sido importante na seleção genética, na modelagem do crescimento dos tecidos, na avaliação da condição corporal e também no desenvolvimento de sistemas de pagamento baseados em mérito da carcaça, possibilitando assim a produção de um animal que atenda o mercado consumidor.

Wilson (1996) também afirmou que um ponto fundamental para o sucesso da utilização desta técnica é uma correta coleta e interpretação das imagens, o que está altamente relacionado ao grau de experiência do técnico.

Arevalo et al. (1997), destacam a importância da gordura de cobertura da carcaça no processamento, no transporte e na culinária da carne. Estudando novilhos da raça Holandês, criados em sistema de confinamento, verificaram para cada cm² a mais na área do músculo Longissimus dorsi um aumento de 0,205 kg no peso do músculo e 0,111 kg no peso da gordura do serrote.

Griffin et al. (1999) analisando medidas de carcaças de 100 animais comparam medidas obtidas diretamente na carcaça e utilizando a técnica da ultrassonografia, e afirmaram que existe

uma correlação alta entre medidas reais e medidas de ultrassonografia para espessura de gordura, mas o mesmo não foi verificado para a característica área de olho de lombo.

Entretanto, foi somente a partir de 2000 que essa tecnologia começou a ser inserida nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte, principalmente da raça Nelore (LÔBO, 2004).

Figueiredo et al. (2000), analisando dados de carcaça afirmam que para obtenção de medidas acuradas da espessura de gordura de cobertura de animais da raça Nelore devem ser desenvolvidos equipamentos mais sensíveis, por considerarem que a medida desta característica é menor quando comparada a animais taurinos, fato que amplia a chance de erro.

May et al., (2000), existem outras maneiras de se avaliar a qualidade da carcaça, como por exemplo, o método de avaliação visual, amplamente utilizado para estimar o grau de acabamento da carcaça. Sua utilização, entretanto, é controvertida por ser, considerado, por alguns pesquisadores, um método muito subjetivo

Crews e Kemp, (2001), cita que alguns programas de melhoramento genético incluíram a utilização da

ultrassonografia em tempo real para mensuração das características cobertura de gordura e área de olho de lombo para estimar composição e qualidade da carcaça

Bertrand et al., (2001). A quantidade de dados de características de carcaça de diversas raças é relativamente pequena quando comparada com informações de outras características como pesos e medidas corporais, podendo ser explicado pelo custo e dificuldade da coleta da informação, quando se emprega os tradicionais testes de progênie.

Crews e Kemp, (2001) relatam que alguns programas de melhoramento genético incluíram a utilização da ultrassonografia em tempo-real para mensuração das características cobertura de gordura e área de olho de lombo para estimar composição e qualidade da carcaça.

Sainz & Araújo (2002), cita que a ultrassonografia teve uma mudança significativa na década de 80, com uso do real time ultrassom. Utilizando aparelhos com um número maior de cristais dispostos linearmente, possibilitou a geração e a recepção de sinais com maior rapidez. A eficiência da utilização do “real time” ultrassom na predição da percentagem e produção de cortes tem sido avaliada por vários pesquisadores (HAMLIN et al.,1995; WILLIAMS et al., 1997; GRIFFIN et al., 1999; SUGISAWA, 2002).

Segundo os mesmos autores (Sainz & Araujo, 2002), a implementação das características de carcaça, medidas através de ultrassom, em programas de melhoramento genético depende de um programa para coleta e processamento das informações, com o objetivo de elevar o padrão de qualidade e precisão das mensurações (WILSON, 2004). Atualmente no Brasil os protocolos para as idades de avaliação, métodos de coleta de imagens e equipamentos aceitos encontram-se em fase de desenvolvimento.

Sainz et al. (2003) e Sainz e Araújo (2002), relatam que o custo individual para obtenção das informações da carcaça através da ultrassonografia é bem inferior ao custo do teste de progênie, e apresentam resultados equivalentes. A correlação entre as características marmoreio, área de olho de lombo e espessura de gordura na garupa obtidas diretamente carcaça de animais abatidos e as mesmas medidas obtidas através da técnica de ultrassonografia foi de 0,77, 0,75 e 0,71, respectivamente.

Greiser et al. (2003) estudando características de carcaça de animais oriundos de vários cruzamentos encontraram correlação positiva e alta entre as medidas obtidas diretamente na carcaça e por ultrassom, que foram iguais para ambas as características, espessura de gordura e área de olho de lombo. A habilidade do técnico para colheita e

processamento das imagens de características de carcaça é apenas o primeiro passo para que estas informações sejam utilizadas em programas de melhoramento genético.

Pereira, (2004), relata que um dos objetivos dos programas de melhoramento genético aos disponibilizar informações de carcaça é fornecer subsídios que permitam ao selecionar melhorar características que visam tornar o Nelore mais competitivo (SAINZ et al., 2003). Para tanto, torna-se necessário definir uma estratégia de seleção que seja compatível com o sistema de produção (a pasto) dominante no país.

Ferraz et al., (2004), cita que na raça Nelore uma das características a ser melhorada é a precocidade de acabamento, objetivando uma carcaça que possua, além do peso desejado, cobertura de gordura suficiente para protegê-la do resfriamento post mortem

O mesmo autor Ferraz et al., (2004), faz referencia a medida do músculo Longissimus dorsi apresenta alta correlação com o rendimento da carcaça e de cortes nobres (ou retalhabilidade). A espessura de gordura de cobertura é indicativa do grau de acabamento, e cogita-se estar relacionada às precocidades de crescimento e sexual.

TAROUCO (2004), cita que no Brasil são quase inexistentes os programas de melhoramento genético que utilizam o

teste de progênie para estimar o mérito de características de carcaça.

Vários estudos mostram boas correlações entre as medidas realizadas por ultrassom pré-abate e as respectivas medidas na carcaça (Greiner et al., 2003; Suguisawa et al., 2003; TAROUCO et al., 2005; SILVA et al., 2006; DIBIASI et al., 2010; SON e Lee, 2013).

No Brasil são quase inexistentes os programas de melhoramento genético que utilizam o teste de progênie para estimar o mérito de características de carcaça (TAROUCO, 2004). Uma alternativa para obtenção de informações de características de carcaça de uma forma mais rápida e também mais viável seria através da utilização da técnica de ultrassom.

Nesse sentido, a ultrassonografia é uma grande aliada do Médico Veterinário, técnica essa que tem trazido inúmeras vantagens para o profissional que a utiliza, como por exemplo, rapidez e agilidade no diagnóstico de varias atividades quando do exercício da nossa profissão, baixo custo de manutenção, possibilidade de cobrar por exames e também por prestar serviços para outros colegas Médicos Veterinários.

Como alternativa para obtenção dessas informações pra obtenção dessas características de carcaça de uma forma mais rápida e também mais viável seria através da utilização da técnica de ultra-

som. O conhecimento das características quantitativas e qualitativas de carcaças é fundamental na indústria de carne, visando melhorar a qualidade do produto final.

A determinação destas características, de maneira rápida, não invasiva e com boa acurácia, pode ser obtida por ultra-sonografia. Vários pesquisadores empregaram esta técnica para medir características de composição corporal de animais vivos (Stouffer et al., 1961; Kempster & Owens, 1981; Simm, 1983; Wilson, 1992, entre outros).

SILVA et al., 2006, ressalta que há correlação alta e positiva entre porcentagem de gordura subcutânea e porcentagem de gordura de recorte e negativa com porcentagem de carne magra na carcaça.

Entretanto, é importante ressaltar que as diferenças atribuídas a equipamentos são mais importantes em se tratando de medidas de gordura intramuscular, com menor influência nas medidas de área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estimar as correlações entre medidas obtidas com o ultrassom e aquelas obtidas diretamente na carcaça, bem como com outras características de interesse econômico e a viabilidade da utilização dessas medidas para determinação das características de carcaça in vivo.

3. O que é ultrassom?

Ultrassom é o nome dado às ondas sonoras com frequências superiores à **20.000 Hz** e, portanto, inaudíveis para os seres humanos. Os ultrassons são usados em diversas áreas do conhecimento e para diversos fins investigativos. Na medicina, os ultrassons são utilizados como um **exame de imagem não invasivo** capaz de revelar detalhes de estruturas internas de órgãos; na indústria de materiais, os ultrassons são utilizados para revelar falhas microscópicas em estruturas metálicas ou de concreto; na geologia, os ultrassons são utilizados para a análise do solo e de rochas; além disso, os ultrassons podem ser usados para facilitar ou até mesmo acelerar algumas reações químicas.

Alguns animais são capazes de ouvir perfeitamente bem os ultrassons, tal como os morcegos, que, além de ouvi-los e

produzi-los, utiliza-os como uma espécie de radar (o processo é chamado de **ecolocalização**) capaz de detectar suas presas. Os sons produzidos pelos morcegos podem variar entre **100 kHz** e **200 kHz**.

4. Frequência do som

A frequência de uma onda sonora mede a quantidade de vezes que a onda oscila a cada segundo. No SI, a frequência é medida em Hz, mas é comum nos depararmos com múltiplos dessa unidade, como o **kHz** (kiloHertz – 10^3 Hz), o **MHz** (megaHertz – 10^6 Hz), o **GHz** (gigaHertz – 10^9 Hz) etc.

A frequência de uma onda sonora pode ser calculada pelo seu número de oscilações por segundo, mas também pode ser determinada pela razão da sua **velocidade de propagação** (v) pelo seu **comprimento de onda** (λ), observe:

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$
$$v = \lambda f \rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$$

Por exemplo, uma onda sonora cujo comprimento de onda é de **10 cm** (0,10 m) e velocidade de propagação é de **340 m/s**

terá uma frequência igual a **3400 Hz** (3,4 kHz):

$$f = \frac{v}{\lambda}$$
$$f = \frac{340}{0,1}$$
$$f = 3400 \text{ Hz}$$

5. Exame de ultrassom

O exame de ultrassom é um exame muito popular por sua agilidade, eficácia, segurança e baixo custo. A ultrassonografia pode fornecer detalhes de estruturas internas de órgãos, de fetos e até mesmo da circulação sanguínea em tempo real e sem causar danos aos tecidos. O aparelho de ultrassom emite sons de altíssimas frequências, entre **2 MHz** e **10 MHz** (megaHertz), que são produzidos por um **transdutor**. O transdutor consiste de um pequeno **crystal piezoelétrico**, capaz de produzir uma pequena [corrente elétrica](#) ao sofrer uma vibração. Dessa forma, quando o cristal do transdutor capta um [eco](#) de uma onda sonora que foi refletida por alguma estrutura abaixo da pele, um pequeno sinal elétrico é produzido e traduzido pelo computador em forma de imagem.

Apesar de ser um exame seguro, não-ionizante, a ultrassonografia pode **causar pequenos efeitos biológicos**. Durante sua propagação no corpo humano, as ondas ultrassônicas transferem energia para os tecidos, aquecendo-os e produzindo radicais livres, podendo ocasionar danos ao código genético das células.

Espectro auditivo

A audição humana tem limites de audibilidade para determinadas frequências sonoras. Na média, os seres humanos são capazes de ouvir bem entre as frequências de **20 Hz** e **20.000 Hz**. Confira a tabela abaixo que mostra os intervalos do espectro audível de alguns animais:

Animal	Espectro de audição
Humano	20 Hz a 20.000 Hz
Golfinho	150 Hz a 150.000 Hz
Cachorro	15 Hz a 50.000 Hz
Gato	60 Hz a 65.000 Hz
Morcego	1000 Hz a 120.000 Hz

Como os cães são capazes de ouvir sons mais graves, de até 15 Hz, alguns deles são treinados para avisar aos seres humanos sobre a chegada de terremotos, por exemplo. Esse tipo de evento natural produz sons de baixa frequência que são inaudíveis para os seres humanos. Por Me.

Rafael Helerbrock. Gostaria de fazer a referência deste texto em um trabalho escolar ou acadêmico? Veja: HELERBROCK, Rafael. "Infrassom e ultrassom"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-infrasom-ultrasom.htm>>. Acesso em 11 de

abril de 2019.

6. Infrassom e ultrassom

6.1. Física

Infrassons e ultrassons são ondas sonoras cujas frequências encontram-se abaixo e acima do espectro audível, respectivamente.

Infrassom e ultrassom são qualidades das ondas sonoras relacionadas à sua altura ou frequência. Os seres humanos são capazes de ouvir sons tão somente que se estendam entre as frequências de **20 Hz** e **20.000 Hz**. Dessa forma, quaisquer sons de frequência menor que esse intervalo são chamados de infrassons, enquanto aqueles sons que apresentam frequências maiores que **20.000 Hz** são chamados de ultrassons.

Veja também: O que são ondas sonoras?

7. O que é infrassom?

Infrassom é o nome que se dá às ondas sonoras cuja frequência encontra-se **abaixo** do espectro audível humano, ou seja, é o som que apresenta **frequência**

inferior a 20 Hz. O infrassom trata-se, portanto, de um som de baixa frequência que não pode ser ouvido, mas que, em dadas condições, pode ser percebido como **vibração**, por meio do **tato**.

Veja também: Como funciona a audição humana

Os **infrassons** podem ser emitidos por fenômenos naturais, como terremotos, avalanches, raios, entre outros. Alguns animais conseguem comunicar-se por meio de infrassons. Esse é o caso de baleias, hipopótamos, rinocerontes e girafas, por exemplo. Em razão de sua baixa frequência, o **comprimento de onda** dos **infrassons** é **muito grande**, e, por isso, esse tipo de som tem grande capacidade de **contornar objetos** e **propagar-se** por **grandes distâncias** sem grandes dissipações de energia. As baleias, por exemplo, conseguem comunicar-se por meio de ultrassons estando a milhares de quilômetros de distância umas das outras.



As baleias conseguem comunicar-se com infrassons mesmo distantes milhares de quilômetros umas das outras.

Os **infrassons** também podem ser produzidos artificialmente por meio de **explosões**, em **motores** movidos a óleo diesel, em **turbinas eólicas** e em algumas caixas de som que emitem **sons graves**. Ao redor do mundo, existem diversos

detectores de infrassons que **monitoram a detonação de ogivas nucleares**, por meio de softwares que são capazes de distinguir o sinal desse tipo de explosões dos sinais provenientes da atividade sísmica da Terra, por exemplo.



As turbinas eólicas produzem ruídos muito intensos e de baixa frequência.

8. Benefícios do uso da Ultrassonografia

Os benefícios do ultrassom como meio de diagnóstico por imagem na medicina veterinária são inúmeros. Exames de rotina têm demonstrado que a ultrassonografia não apresenta efeitos biológicos nocivos; é um procedimento seguro para o paciente e para o operador. O método pode ser realizado em qualquer local sem a necessidade de segurança específica de uma técnica moderna, precisa e não invasiva.

O ultrassom pode ser solicitado quando o animal, por exemplo, apresenta perda de peso, falta de apetite, volume abdominal, gestação, vômitos e diarreias, dentre outros quadros, informando em tempo real se existe ou não alguma anormalidade com os órgãos verificados.

O ato em si, qualifica um melhoramento nos controles reprodutivos,

como acompanhamento de gestação, diagnóstico precoce para antecipar a confirmação de uma prenhez no animal, sexagem do feto, gestação múltiplas, avaliação folicular e corpo lúteo e por fim, ***patologias do trato reprodutivo***”.

Adaptados da medicina humana ou totalmente novos, os aparelhos de ultrassom (também citados como US) já se fazem presentes no meio veterinário e os avanços não param. Novas tecnologias de diagnóstico continuam aparecendo para uso em laboratórios veterinários tornando o exame ainda mais preciso e essencial para o fechamento de diagnósticos de patologias em pets. A ultrassonografia também vem sendo usada para outras finalidades dentro das técnicas de avaliação de carcaças: avaliação da composição corporal quanto à deposição de músculo e gordura; avaliação dos reprodutores e sua progênie; seleção

em rebanhos; e rendimento de carcaça para o mercado consumidor. A técnica permite a coleta de três principais medidas de carcaças in vivo: espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo e gordura de marmoreio, onde esses indicadores, feitos por ultrassom, apresentam boas correlações com as medidas de carcaça post mortem.

A ultrassonografia com Doppler vem sendo empregada na medicina para realização de estudos hemodinâmicos do útero e do ovário durante o ciclo menstrual em mulheres férteis (Steer et al., 1990) e inférteis (Steer et al., 1994), bem como para verificação das causas de perdas gestacionais (Ferreira et al., 2007), e ainda é utilizada para monitoramento da vascularização ovariana e uterina em programas de fertilização in vitro (FIV) e transferência de embriões (TE) humanos (COULAM et al., 1994; YANG et al., 1999; PAN et al., 2004).

A ferramenta Doppler associada à ultrassonografia convencional é um método relativamente recente na medicina veterinária. Ela fornece informações em tempo real sobre a arquitetura vascular e os aspectos hemodinâmicos dos vasos em diversos órgãos. O Doppler possibilita determinar a presença, a direção e o tipo de fluxo sanguíneo (Carvalho et al., 2008), sendo utilizado em várias áreas da

medicina, como na cardiologia, neurologia e ginecologia (GHORI E KELVIN, 2007).

9. Precisão das medidas de ultrassonografia

Vários estudos têm demonstrado que a ultrassonografia disponibiliza medidas acuradas da espessura de gordura e da área de olho de lombo em animais vivos (WILSON, 1992, HERRING et al., 1994, WILLIAMS et al., 1997, SAINZ et al., 2003, BERTRAND et al., 2001), impossíveis de serem obtidas por inspeção visual ou por palpação de animais vivos (MILLER, 2001 e BERTRAND et al., 2001). Contudo, atenção especial deve ser dada aos equipamentos utilizados e ao treinamento dos técnicos (GREISER et al., 2003).

No Brasil ainda existe muita variação na habilidade dos técnicos, nos equipamentos e nos programas que são utilizados (WILSON, 2004). A aplicação da ultrassonografia no Brasil pode ser considerada em fase inicial e até pouco tempo atrás não havia nenhuma forma de padronização ou certificação (SAINZ e ARAUJO, 2002). As primeiras certificações de técnicos de campo foram conduzidas apenas em outubro de 2004.

O objetivo da obtenção destas informações é estimar com precisão em animais vivos, a composição da carcaça (rendimento de carcaça e de cortes), e

conseqüentemente possibilitar a estimação do mérito genético para qualidade de carcaça (WILSON, 1992), desta forma, permitir a seleção e obtenção de produtos comercialmente mais desejáveis.

10. Utilização da técnica de ultrassonografia para obtenção de medidas na Medicina Veterinária.

A ultrassonografia é uma ferramenta de suma importância para o melhoramento genético, e tem sido amplamente utilizada na avaliação de carcaça (WILSON, 1992). Permite a avaliação precoce dos animais, sem a necessidade dos tradicionais testes de progênie (FROST et al., 1997; MOSER et al., 1998; GRIFFIN et al., 1999; SAINZ et al., 2003).

Estudos recentes têm demonstrado que a tecnologia de ultra-sonografia possibilita a obtenção de estimativas precisas da espessura de gordura de cobertura e da área do músculo *Longissimus dorsi* em animais vivos (FAULKNER et al., 1990; ROBISON et al., 1993; HERRING et al., 1994).

Wilson, (1992) afirma que, para que haja um maior aproveitamento desse equipamento é necessário que alguns aspectos sejam considerados, como: disponibilidade de equipamentos de alta qualidade e de técnicos devidamente treinados e certificados para obtenção de

imagens de boa qualidade e para sua correta interpretação.

Duas características indicativas da qualidade da carcaça comumente consideradas são a área do músculo *Longissimus dorsi* e a espessura de gordura. O músculo *Longissimus dorsi* tem sido utilizado por ser o maior músculo dos cortes e de maior valor comercial.

Nos países desenvolvidos, a seleção para características de carcaça vem sendo realizada há vários anos em consequência dos preços diferenciados que o produtor recebe pela qualidade da carcaça (WILSON, 1992). Segundo SAINZ et al. (2003) já existem países, a exemplo dos Estados Unidos, da Austrália, e dos países da União Européia, em que o produtor recebe um bônus ou uma penalização conforme a qualidade da carcaça de seus animais.

11. Os benefícios do exame de ultrassom veterinário em pequenos animais

Como benefícios da utilização da técnica tem-se a obtenção em tempo real, de forma rápida e barata, a utilização da Ultrassonografia como uma das mais indicadas e pertinentes para chegarmos à conclusão de trabalhos importantes dentro da Medicina Veterinária tais como: das características de composição de carcaça em animais ainda vivos. **o uso da ultrassonografia na avaliação de**

características de carcaça.

old.cnpqc.embrapa.br/mkt/genepplus29/capitulos.../Cap09_Ultrassonografia...

(*espessura* de gordura subcutânea) aferidas por *ultrassonografia*, normalmente feitas ... de *cortes* cárneos na carcaça e menores pesos ao abate e a idade adulta.... *olho-de-lombo* (AOL), *espessura* de gordura subcutânea (EGS), *espessura* de gordura... *ultrassonografia* de carcaça e qualidade da carne *bovina*. comparação de diferentes métodos de avaliação da área de olho de lombo.

<https://www.revistas.ufg.br/vet/article/download/26837/15357>. de diferentes grupos genéticos e a *espessura* de gordura medida à altura da 13ª vértebra torácica;

Na Utilização da ultrassonografia na avaliação de miopatias em frangos...

www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-1024.pdf...efetividade da *ultrassonografia* (US) do músculo do peito de frangos de corte...dia de idade, distribuídos em 6 tratamentos, com 12 repetições de 25 *aves* cada;

Na Ultrassonografia em animais silvestres e selvagens...exame de qualidade e assertivo em Aves, Répteis, Pequenos Mamíferos;

Na Ultrassonografia em Animais Silvestres e Exóticos - São Paulo...

<https://cursos.vet.br/cursos/ultrassonografia-em-animais-silvestres-e-exoticos/.../1964>;

Na ultra-sonografia na piscicultura.

[www.cbpa.org.br/.../RB063%20Crepaldi%20\(ultrasonografia\)%20pag%20174-180.pd...](http://www.cbpa.org.br/.../RB063%20Crepaldi%20(ultrasonografia)%20pag%20174-180.pd...)

Como também, nos **aspectos ultrassonográficos de neoplasias...Doenças dos Animais Domésticos** - Infoteca., dentre outros artigos em questão. Veja no anexo em Resultados de pesquisas já efetuadas. www.infoteca.inf.br/sindiv/smarty/templates/arquivos_template/upload.../14.pdf.

Portanto, a ultrassonografia é uma ferramenta que tem sido largamente utilizada por técnicos que devem ser certificados e credenciados a um laboratório de imagens também certificado, ambos pela UGC (*Ultrasound Guidelines Council*) - instituição americana que certifica os técnicos no Brasil. A influência do técnico é muito grande sobre as informações geradas neste tipo de avaliação.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos a Revista *Brasileira de Higiene e Sanidade Animal - Brazilian Journal of Hygiene and Animal Sanity 1981-2985* com **Digital Object Identifier – DOI** e atribuição pelo CrossRef / Attributing the **10.5935/1981-2965**, que nos permitiu que trabalhos como este possam interagir com outros artigos do Periódico Eletrônico, possibilitando o

controle da persistência do endereço eletrônico dos artigos, bem como a interoperabilidade com outros serviços e bases de dados. De acesso livre na Internet (www.higieneanimal.ufc.br), oferece a todos os pesquisadores, acesso eletrônico livre para consulta de todos os trabalhos, desde seu primeiro volume publicado em 2007 até os dias atuais, apresentando um **Qualis CAPES - 2015 - Ensino: B3, Engenharia III B4.**

Referências bibliográficas

1. ALVAREZ-CLAU, A. & LISTE, R. Ultrasonographic characterization of the uterine artery in the nonestrus bitch. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v. 31, p. 1583-1587, 2005.
2. BRITO, A.B.; MIRANDA, S.A.; RUAS, M.R.; SANTOS, R.R.; DOMINGUES, S.F.S. Assessment of feline fetal viability by conceptus echobiometry and triplex Doppler ultrasonography of uterine and umbilical arteries. **Animal Reproduction Science**, v. 122, p. 276-281, 2010.
3. BOLLWEIN, H.; WEBER, F.; WOSCHEE, I.; STOLLA, R. Transrectal Doppler sonography of uterine and umbilical blood flow during pregnancy in mares. **Theriogenology**, v. 61, p. 499-509, 2004a.
4. BOLLWEIN et al., Transrectal doppler sonography of uterine blood flow in cows during the estrous cycle. **Theriogenology** Volume 53, Issue 8, May 2000, Pages 1541-1552. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00296-X](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00296-X)
5. BLANCO, P.G.; ARIAS, D.; RUBE, A.; BARRENA, J.P.; CORRADA, Y. et al. An experimental model to study resistance index and systolic/ diastolic ratio of uterine arteries in adverse canine pregnancy outcome. **Reproduction Domestic Animal**, v. 44, p. 164-166, 2009.

6. BLANCO, P.G.; RODRIGUES, R.; RUBES, A.; ARIAS, D.O. et al. Doppler ultrasonographic assessment of maternal and fetal blood flow in abnormal canine pregnancy. **Animal Reproduction Science**, v. 126, p. 130-135, 2011
7. CEBUS APELLA; DOMINGUES et al., Ultrasonographic imaging of the reproductive tract and surgical recovery of oocytes in Cebus paella (capuchin monkeys) S.F.S. Dominguesa,b,*; M.C. Caldas - Bussiereb, N.D. Martinsa, R.A. Carvalho c. **Theriogenology** 68 (2007) 1251–1259. doi:10.1016/j.theriogenology.2007.08.023.
8. CARVALHO, C.F.; CHAMMAS, M.C.; CERRI, G.G. Princípios físicos do Doppler em ultrassonografia. **Ciência Rural**, v. 38, p. 872-879, 2008.
9. DI SALVO, P.; BOCCI, F.; ZELLI, R.; POLISCA, A. Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in the bitch. **Journal of Veterinary Science**, v. 81, p. 382-388, 2006.
10. 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 Veterinária**, 26(1): 32-37, 2010.
11. DONALD, I.; ABDULA, U. Further advances in ultrasonic diagnosis. **Ultrasonics**, v.5, p.8-12, 1967.
12. GREINER, S.P.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, 81(3): 676-682, 2003.
13. GHORI, A.K. KELVIN, C.C. The medical Doppler in hand surgery: Its scientific basis, applications, and the history of its namesake, Christian Johann Doppler. **J Hand Surg**, v.32A, p.1595-1599, 2007.G
14. KÖSTER, et al., 2001; Koster EH, Fox E, MacLeod C. Introduction to the special section

on cognitive bias modification in emotional disorders. *Journal Abnorm Psychol* 118: 1-4. 2001.DOI: 10.1037/a0014379.

15. HOUGHTON, P.L.; TURLINGTON, L.M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. **Journal of Animal Science**, 70(3): 930-941, 1992.

16. IWASAKI, M. et al. Aspectos ultrasonográficos modo B e Doppler colorido nas alterações esplênicas focais e/ou multifocais de cães com suspeita de processos neoplásicos não linfóides. **Clinica Veterinária**, v.10, n.55, p.38-46, 2005.

17. LÔBO, R.B. **Avaliação genética de touros e matrizes da raça Nelore: Sumário 2004**. Ribeirão Preto: GEMAC - Departamento de Genética - FMRP-USP, 2004. 122p.

18. MATTOON, J.S. et al. Técnicas de varredura abdominal por ultra-som. In: NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. **Small animal diagnostic ultrasound**. 2.ed. Roca: São Paulo, 2004. Cap.5, p.53-84

19. MIRANDA, S.A., DOMINGUES, S.F.S. Conceptus ecobiometry and triplex Doppler ultrasonography of uterine and umbilical arteries for assessment of fetal viability in dog. *Theriogenology*, v.74, p.608-617. 2010.

20. MOE, L.; LIUM, B.J. Hereditary multifocal renal cystadenocarcinomas and nodular dermatofibrosis in 51 German shepherd dogs. **Small Animal Practice**, v.38, n 11, p.498-505, 1997. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.17485827.1997.tb03306.x/abstract>>. Acesso em: 21 nov. 2010. doi: 10.1111/j.1748-5827.1997.tb03306.x.

21. MATTOON, J.S. et al. Técnicas de varredura abdominal por ultra-som. In: NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. **Small animal diagnostic ultrasound**. 2.ed. Roca: São Paulo, 2004. Cap.5, p.53-84.

22. PAOLONI, M.C.; KHANNA, C. Comparative oncology today. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.37, p.1023-1032, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/>

pii/S0195561607001118>. Acesso em: 12 ago. 2010. doi: 10.1016/j.cvsm.2007.08.003.

23. PENNING, D.G. et al. Diagnostic value of ultrasonography in differentiating enteritis from intestinal neoplasia in dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.44, n.5, p.570-575, 2003. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.17408261.2003.tb00509.x/abstract>>. Acesso em: 18 set. 2010. doi: 10.1111/j.1740-8261.2003.tb00509.x.

24. NAUTRUP, C.P. Doppler ultrasonography of canine maternal and fetal arteries during normal gestation. *Journal of Reproduction Fertility*, v.112, p.301-314, 1998.

25. PEREIRA, B.S.; PINTO, J.N.; FREIRE, L.M.P.; CAMPELLO, C.C.; DOMINGUES, S.F.S.; SILVA, L.D.M. Study of the development of uteroplacental and fetal feline circulation by triplex Doppler. *Theriogenology*, v. 77, n. 5, p. 989-997, 2011.A

26. PEREIRA, B.S.; FREIRE, L.M.P; PINTO, J.N.; DOMINGUES, S.F.S.; SILVA, L.D.M. Triplex Doppler evaluation of uterine arteries in cyclic and pregnant domestic cats. *Animal Reproduction Science*, v. 130, p. 99-104, 2012 *Ciência Animal*, 22(1); 339-353, 2012 – Edição Especial *Ciência Animal*, 22(1), 2012 *Palestra apresentada no VI Congresso Norte Nordeste de Reprodução Animal, Fortaleza, CE, Brasil, 27 a 29 de junho de 2012*.B. 352. B.

27. POLISCA, A.; SCOTTI, L.; ORLANDI, R.; BRECCHIA, G.; BOITI, C. Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in rabbits. *Theriogenology*, v.73, n. 3, p.358-366, 2010.

28. POLISCA, A.; SCOTTI, L.; ORLANDI, R.; BRECCHIA, G. et al. Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in rabbits. **Theriogenology**, v. 73, p. 358-366, 2010.

29. REED, M.A.C. ZHOU, C. J. MULLER, Department of Electrical Engineering, Yale University, Post Office Box 208284, New Haven, CT 06520, USA. 1966.

30. REED CL, CASELLI RJ. The nature of tactile agnosia: a case study. *Neuropsychologia* 1994; 32: 527-39.1996.
31. REED CL, LEDERMAN SJ, KLATZKY RL. Haptic integration of planar size with hardness, texture, and planar contour. *Can J Psychol* 1990; 44: 522-5. (15) (PDF) *Tactile agnosia. Underlying impairment and implications for normal tactile object recognition*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/14527242_Tactile_agnosia_Underlying_impairment_and_implications_for_normal_tactile_object_recognition [accessed May 31 2019].
32. SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; LANNA, D.P.D. Alterações nas características de carcaça de tourinhos Nelore, avaliadas por ultra-som. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35(2): 607-612, 2006
33. SCOTTI, L.P.; DI SALVO, B. F.; PIERAMATI, C.; POLISCA, A. Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in queen. **Theriogenology**, v. 69, p. 1111-1119, 2008.
34. SCOTTI, L.; DI SALVO, P.; BOCCI, F.; PIERAMATI, C.; POLISCA, A. Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in queen. *Theriogenology*, v. 69, n. 9, p. 1111-1119, 2008.
35. SMITH, A.N. Hemangiosarcoma in dogs and cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.33, p. 533-552, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195561603000020>>. Acesso em: 14 ago. 2010. doi: 10.1016/S0195-5616(03)00002-0.
36. SON, J.; LEE, D. Estimation of Genetic Correlations and Selection Responses for Carcass Traits between Ultrasound and Real Carcass Measurements in Hanwoo Cows. **Journal of Animal Science and Technology**, 55(6): 501-508, 2013.
37. SUGISAWA, L.; MATTOS, W.R.S.; OLIVEIRA, H.N. DE; SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M. DE B.; HADDAD, C.M.; CHARDULO, L.A.L.; MARTINS, C. L. Ultrasonography as a Predicting Tool for Carcass Traits of Young Bulls. **Scientia Agricola**, 60(4): 779-784, 2003.
38. TAROUCO, J.U.; LOBATO, J.F.P.; TAROUCO, A.K.; MASSIA, G.S. Relação entre medidas ultra-sônicas e espessura de gordura subcutânea ou área de olho-de-lombo na carcaça em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34(6): 2074-2084, 2005.
38. WILSON, D.E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, 70(3): 973-983, 1992.