



## **Evolução da imagem ultrassonográfica na reprodução animal**

*Evolution of the ultrasound image in animal reproduction*

**José Carlos de Andrade Moura**

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, BA, Brasil.

Correspondência: [jcamoura5@gmail.com](mailto:jcamoura5@gmail.com)

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi descrever a evolução da imagem ultrassonográfica na reprodução animal. A resolução da imagem foi relacionada com o desenvolvimento tecnológico dos ecógrafos e custo de fabricação. Os anos 80 foram marcados pelo uso de equipamentos portáteis como o *Fischer VetScan (Equisonics 210)*, *Technicare 210 DX*, *Aloka SSA-210 DX* e o *Equiscan 9100*. Nos meados dos anos 90, a melhoria da qualidade da imagem ficou estribada no uso de componentes digitais em toda a cadeia de processamento dos sinais ecográficos, o que possibilitou o uso de programas (*software*) que viabilizaram maior versatilidade dos ajustes dos sinais acústicos. Nos anos 2000 foi introduzida na reprodução animal a técnica Doppler para avaliação da fluxometria sanguínea nos ovários e útero, assim como, a imagem harmônica tecidual (THI) responsável pela uniformização, redução da divergência do pulso ultrassônico e aumento da resolução da imagem.

**Palavras chave:** ultrassom, imagem, resolução, ecógrafo.

### **Abstract**

*The aim of this study was to describe the evolution of the ultrasound image in animal reproduction. The image resolution was related to the technological development of ultrasound machines and manufacturing cost. The 80s were marked by the use of portable equipment such as Fischer VetScan (Equisonics 210) Technicare 210 DX, Aloka SSA-210 DX and Equiscan 9100. In the mid-90s, improving image quality was anchored in the use of digital components throughout the processing chain of the ultrasound signals, which allowed the use of programs (software) that enabled greater versatility of the acoustic signals adjustments. In the 2000s it was introduced in animal reproduction Doppler technique to assess blood flow in the ovaries and uterus. The echographs now have the THI technology – tecidual harmonic imaging, responsible for standardization, reducing the divergence of the ultrasonic pulse and increased image resolution.*

**Keywords:** ultrasound, image, resolution, echograph.

### **Consideração inicial**

A qualidade diagnóstica da imagem ultrassonográfica está relacionada com o desenvolvimento tecnológico dos ecógrafos e seus transdutores, além dos respectivos custos de fabricação e comercialização.

A narrativa cronológica, da evolução da imagem ultrassonográfica na reprodução animal (1980 a 2016), foi dividida em três períodos e fundamentada na experiência prática do autor e nos artigos científicos afins disponíveis nos sistemas de buscas, o que limitou as citações de fabricantes de ecógrafos, haja vista a intensa proliferação de marcas e modelos.

### **O encetamento (1980 a 1989)**

O artigo científico supracitado representa o marco da ultrassonografia por imagem em tempo real na reprodução animal. Nesse estudo pioneiro, os autores utilizaram um ecógrafo da marca Aloka, modelo SSD-202 (fabricado em 1979), equipado com transdutor cuja frequência era de 3,0 Megahertz (MHz). Segundo Woo (2016), esse foi o primeiro ecógrafo comercializado para uso na ginecologia humana, deixando de ser fabricado em 1980. As imagens ultrassonográficas produzidas foram capturadas utilizando um sistema adaptado pela *Polaroid Technical*.

Palmer e Driancourt (1980) mostraram pela primeira vez na história da fisiologia da reprodução equina que a ultrassonografia foi capaz de: (i) estimar com precisão o número de folículos no ovário; (ii) caracterizar a onda folicular ovulatória com especial destaque para o folículo pré-ovulatório e o corpo lúteo; (iii) gerar imagens do corpo e dos cornos uterinos; (iv) visualizar o embrião no dia 14 pós-ovulação e o seu desenvolvimento até 45º dia.

Os autores concluíram profetizando que essa nova técnica de exame na Medicina Veterinária poderia ser tão importante quanto na Medicina Humana.

Rantanen et al. (1982) publicaram um estudo preliminar sobre o desenvolvimento embrionário/fetal nas



primeiras sete semanas da gestação da égua. Eles utilizaram um ecógrafo da marca *ATL-Mark 100*, com transdutor setorial multifrequencial (3,0; 5,0 e 7,5 MHz). Os exames foram capturados por gravador de vídeo e as imagens de interesse foram registradas em papel *Kodak GTA-Graytone Imaging Film*.

Nesse estudo os autores apresentaram sete imagens ultrassonográficas. Entre elas, a Figura Nº 3 que mostra uma gestação de 39 dias, onde foi identificado o cordão umbilical, a cabeça e o tórax e abdômen fetal, descansando na superfície ventral da vesícula alantoideana. Entretanto, observa-se que essa idade fetal (39 dias) não está de acordo com o desenvolvimento fetal apresentado no artigo de Ginther (1983), que mostra o feto ainda na porção superior da vesícula.

A Figura Nº 4 mostra uma gestação de 27 dias. Nela o embrião pode ser visto às 11 horas na vesícula vitelínica, como uma área ecogênica que sobressai no líquido vitelínico. Segundo Ginther (1983), nessa idade gestacional já é possível visualizar claramente o desenvolvimento da vesícula alantoideana, o que não foi documentado por Rantanen e colaboradores. Outro aspecto foi a primeira visualização do embrião no dia 14 pós-ovulação, achado esse que foi corroborado com Chevalier (1982) e Simpson (1982). Por outro lado, a vesícula embrionária foi identificada por Ginther (1983a,b) já no dia 11 pós-ovulação em 29% dos exames e aos 14 dias com 100% das éguas examinadas, o que demonstra a superioridade de resolução da imagem.

Esses fatos caracterizaram justamente uma fase de transição tecnológica marcada pela melhoria da qualidade da imagem e do surgimento de novos fabricantes de ecógrafos (Woo, 2016), assim como, em especial de aparelhos e transdutores para uso na reprodução equina, como: *Fischer Ve tScan (Equisonics 210)*, *Technicare 210 DX (Aloka SSA-210 DX)* *Equiscan 9100* (Ginther, 1983; 1986), *Oloka SSD-210 DX* (Edmondson, 1986), Siemens – Sonoline SX (Weitze et al., 1989). Esses aparelhos tinham uma concepção bastante padrão. Alguns desses citados tinham bases tecnológicas do *Aloka SSD-210 DX* [segundo Woo (2016) o SSD-210 começou a ser fabricado em 1983 e saiu da linha de produção da *Aloka* em 1995] pelo fato dele apresentar melhor tecnologia no seguimento dos portáteis. Sua imagem ultrassonográfica (6,0 x 9,5cm) era de boa resolução, principalmente a axial do campo próximo. Vários fatores contribuíam para isso, como: (i) configuração pré-concebida na fabricação, o que disponibilizava ao operador poucas opções de controle, como: regulagem da resolução dos campos próximo e distante, o ganho geral da imagem e a profundidade dos pulsos ultrassônicos (até 14cm); (ii) o tamanho pequeno do monitor que favorecia a resolução axial do campo próximo e minimizava os ruídos acústicos laterais no campo distante; (iii) utilizava um transdutor eletrônico linear com frequência de 5,0 MHz, endocavitário (específico para grandes animais) e com 64 cristais de quartzo (o componente mais caro do sistema). A imagem ultrassonográfica nos padrões da escala cinza era de boa qualidade, apesar de apresentar na sua ecotextura certa granulometria acústica e frequente ampliações ecogênicas. O *Aloka SSD 210* – carinhosamente chamado de *Alokinha* – tinha uma grande limitação em relação à captura de imagens. Só era possível com a utilização de impressora e papel filme apropriados.

A tecnologia incentivou os pesquisadores na busca de novos conhecimentos e consequentemente, resultou numa série de publicações científicas na área da fisiopatologia da reprodução equina, bovina e suína, como: Ginther (1983a,b); Ginther e Pierson (1983); Merkt (1983); Ginther e Pierson (1984a,b,c); Pierson e Ginther (1984a,b e 1985a,b); Edmondson (1986); Callesen et al. (1987); Pierson e Ginther (1987); Darenius et al. (1988); Ley et al. (1988); Mckinnon et al. (1988); Squires et al (1988); Pierson e Ginther (1988); Weitze (1989). Apesar desse robusto desenvolvimento científico inicial, a aplicação da técnica na rotina veterinária ainda era insipiente em razão do elevado custo de aquisição e falta de divulgação entre os veterinários de campo, assim como, nos setores produtivos.

### **Revolução tecnológica (1990 a 1999)**

Nos anos iniciais desse período, ainda predominava o uso da tecnologia disponível do final da década anterior (Kähn, 1991; Andrade Moura, 1994).

A *Aloka* lançou o ecógrafo portátil modelo SSD-500 (1990- início da fabricação). Esse ecógrafo apresentava evolução tecnológica como: monitor maior que o SSD-210, teclado alfanumérico e saída para vídeo. Um exemplo do uso desse ecógrafo foi o trabalho sobre o exame ultrassonográfico do úbere da vaca por Andrade Moura (1999).

Concomitante ao lançamento do *Aloka SSD-500*, a *PieMedical Inc.* – Holland introduz no mercado médico veterinário um ecógrafo portátil modelo M 450, de baixo custo com objetivo de disputar o mercado consolidado pela *Aloka*. Esse ecógrafo (M450) apresentava algumas desvantagens como: (i) console grande e pesado; (ii) baixa portabilidade; (iii) a imagem ultrassônica de baixa resolução axial e lateral; (iv) alta granulometria acústica e intensas ampliações ecogênicas. Entretanto, esses fatores não impediram o seu uso nas pesquisas científicas, como por exemplo as de De La Corte (1992; 1993) e Santos e Neves (1994).

Entre os ecógrafos veterinários - apesar do preço de aquisição, eram o *Aloka SSD-210 DXII* e o *Aloka SSD-500*, os preferidos no mercado.

Na sequência a *PieMedical Inc.* – Holland lança o modelo compacto *PieMedical 100*. Um ecógrafo com bastante recursos, como: monitor de 9 polegadas, teclado alfanumérico, armazenamento de imagem em disquete, cálculos para obstetrícia/ginecologia, saída para vídeo, uso de transdutores (linear ou convexo) com dupla



frequência (5,0 e 7,5 MHz) e bateria, que proporcionava um período aproximado de duas horas de trabalho. Apresentava imagem de boa resolução axial. Enfim, um ecógrafo que teve boa aceitação no mercado, principalmente em relação ao custo-benefício, como por exemplo, maior praticidade de diagnóstico, como a visualização do tubérculo genital do feto equino por Merkt; Andrade Moura (1999).

Uma revolução tecnológica em outras áreas da ciência, como a navegação por radar, telecomunicações (telefone móvel) e eletrônica de consumo (microprocessadores, leitores de discos compactos e TVs de alta definição), contribuíram para o melhoramento da qualidade da imagem ultrassonográfica no início dos anos de 1990. Nos meados da década, a melhoria da qualidade da imagem ficou estribada no uso de componentes digitais em toda a cadeia de processamento dos sinais ecográficos, como: o transdutor, as placas de recepção, ampliação, conversão dos sinais e o monitor. Essa mudança foi baseada nas plataformas de computadores. Isso possibilitou o uso de programas (*software*) que viabilizaram maior versatilidade dos ajustes dos sinais. A tecnologia digital proporcionou o chamado “pulso ultrassônico super-rápido”. Esse tipo de pulso produz micro pontos focais, reduzindo os ruídos acústicos e consequentemente proporcionando uma ecotextura mais limpa (Woo, 2016).

### **Evolução do diagnóstico (2000 a 2016)**

Esse período começa com a primeira publicação sobre o uso da ultrassonografia *Doppler* para avaliar a perfusão sanguínea do útero da vaca por Bollwein, et al. (2000), que utilizaram um ecógrafo da *Toshiba Co. Japan*, modelo SSH-A com transdutor microconvexo de 7,0 MegaHerz. Trabalho pioneiro responsável pelo desenvolvimento da técnica e de novos conhecimentos nos anos posteriores.

Uma surpresa para o mundo da imagem foi o trabalho de Foster et al. (2002). Eles trabalharam com um novo aparelho de ultrassom com frequência de até 50 MHz (*USB – Ultrasound Biomicroscopy*) capaz de visualizar o disco embrionário no útero da rata aos 5,5 dias e aos 13,5 dias de idade o embrião e sua anatomia.

Considerando uma extensa literatura produzida pelos pesquisadores em todo o mundo, é possível exemplificar alguns trabalhos científicos que objetivaram a visualização de pequenos detalhes na imagem ultrassônica, como: Mari et al. (2004) que utilizaram o *Aloka SSD-500* com transdutor transvaginal – 5,0 MHz, para reduzir gestação gemelar na égua; Gastal et al. (2006) estudaram detalhadamente a camada da granulosa de folículos pré-ovulatórios na égua com o *Aloka SSD-2000* equipado com transdutor convexo endorretal de 7,5 MegaHerz.

Com o desenvolvimento da tecnologia digital, a *Esaote Piemedical* – a então *Piemedical Inc., Holland* – lançou o Falco 100 (uma evolução do modelo *Piemedical 100*). Aparelho digital com foco de imagem total, cine memória (cineloop) e logo em seguida o ecógrafo *Aquila* (semelhante ao console do M450). Dois potentes ecógrafos que contribuíram com o desenvolvimento da ultrassonografia veterinária, a exemplo dos trabalhos sobre sexagem fetal em éguas de Carmo et al. (2007) e Laurandi et al. (2009).

Até então os ecógrafos veterinários comercializados possuíam monitores com tubo de imagem, fato que contribuía para o aumento do peso dos equipamentos e consequentemente dificultando a portabilidade.

A *Esaote* revolucionou o mercado veterinário com o ecógrafo *My Lab*. Um dos primeiros aparelhos, cujo console foi inspirado no conceito notebook, porém com dimensões maiores. Um robusto e portátil aparelho, com monitor de LCD de 13 polegadas. O sistema digital proporcionava uma boa resolução de imagem. Armazenamento de imagem e vídeo em HD (*hard disk*) interno e com saída (recuperação) através de porta USB ou mídia gravável (CD – *Compact Disc*).

Os ecógrafos da série *My Lab* compartilhavam inicialmente o mercado com os aparelhos portáteis, estilo *notebook*, como o *Logiq Book* da *GE Healthcare* (uma unidade da *General Electric Company*) e aparelhos transportáveis (usados em clínicas e institutos de pesquisas) como o *Aloka SSD-5500 / SSD-2000* e o *Toshiba SSA-370 A* da *Toshiba America Medical Systems*. Posteriormente chegaram ao mercado aparelhos mais sofisticados como o *Logiq-e* e o *Logiq P5* da *GE Healthcare*. Esses ecógrafos – alguns com imagem harmônica (THI) e transdutores multifrequencial, permitiram estudos precisos sobre a fluxometria e do monitoramento da perfusão sanguínea nos ovários e útero de vacas e éguas utilizando as tecnologias *Color* e *Power Doppler*, como demonstraram os trabalhos de Acosta et al. (2005); Ginther (2007); Andrade Moura (2008;2011); Rauch et al. (2008); Honnens et al. (2009); Herzog et al. (2010); Osmer (2011); Hussein (2013); Kim-Egoff et al. (2016) e Honig et al. (2016).

Uma outra realidade foi a invasão - nos meados dos anos 2000 - dos ecógrafos veterinários de fabricação asiática, principalmente produzidos na China. Entre eles destacavam-se inicialmente as marcas *Chison*, *Mindray* e posteriormente a *Landwind*, *Siui*, *Kai Xin (Oxson)*, *SonoScape*, *Edan*, entre outras. Os preços eram altamente competitivos e abaixo ao que o mercado praticava. Entretanto, a qualidade de imagem não acompanhava o padrão dos ecógrafos existentes no mercado, como os da *Esaote Piemedical*. Essa situação foi corrigida com o tempo através do uso de melhores componentes tecnológicos e programas (*software*) desenvolvidos para limpeza ou redução de ruídos acústicos produzidos pela propagação dos pulsos ultrassônicos nos tecidos, incluindo aí a imagem harmônica. As tecnologias de última geração como *Color-Power Doppler*, *Tecidual Harmonic Imaging*, *Coded Harmonic Imaging\** *MyLibrary\*\**, *CrossBeam\** entre outras foram incorporadas aos modelos de ponta como nos equipamentos da *GE Healthcare - Logiq V2\**; *Esaote MyLab One*



*Touch\*\**; *Mindray - M5 Vet, Z5, Z6 e 7*; *Siui - Apogee 1200V, Chison - Q9 Vet* (Andrade Moura, 2015).

O mercado e a comercialização tornaram-se dinâmicos em virtude da grande oferta de ecógrafos com diferentes padrões de tecnologia e qualidade de imagem, oferecendo aos profissionais um espectro muito amplo de preço, ou seja, desde R\$12.000,00 (US\$ 3.530,00) até R\$60.000,00 (US\$ 17.650,00) - tendo como base o mês de outubro/2016, de acordo com Andrade Moura (2016).

### Considerações finais

- 1) A evolução da imagem ultrassonográfica foi resultado do esforço global de profissionais de áreas afins como a engenharia eletrônica, a física e a medicina. Ela contribuiu para melhor compreensão dos eventos fisiopatológicos, assim como, para o desenvolvimento de novos conceitos.
- 2) Todos os fabricantes de ecógrafos médicos buscam sempre a melhor qualidade da imagem nos diferentes seguimentos da ciência.
- 3) Não generalizando, verifica-se a existência da diferença de qualidade da imagem e consequente precisão dos diagnósticos entre equipamentos produzidos para uso humano e veterinário, principalmente quando se tem como espelho as grandes marcas.
- 4) A diferença de preço entre eles fala por si só quanto à qualidade.
- 5) Essa diferença na linha veterinária, em algumas marcas e/ou modelos, é resultante das restrições uso de componentes tecnológicos de ponta, com o objetivo de redução do custo de fabricação.
- 6) Considerando os itens (3); (4); (5) e apesar da evolução constante da tecnologia ultrassônica, fica claro que o ecógrafo para o mercado veterinário passa por adaptações tecnológicas visando a sua comercialização.

### Referências

- Acosta TJ, Hayashi KG, Matsui M, Miyamoto A.** Changes in follicular vascularity during the first follicular wave in lactating cows. *J Reprod Dev*, v.51, p.273-280, 2005.
- Andrade Moura JC, Merkt H, Figuerêdo Gomes H.** Exame ultra-sonográfico do úbere da vaca. *A Hora Veterinária*, 18, p.37-44, 1999.
- Andrade Moura JC, Merkt H.** Uso da ultrassonografia na reprodução equina. Editora Universitária Americana, Salvador, BA, 162p., 1994.
- Andrade Moura JC.** Diagnóstico por ultrassonografia na reprodução bovina e equina. Salvador/BA, 2008. Curso Teórico e Prático - 57 horas, ministrado para estudantes e veterinários da comunidade interna e externa da UFBA em novembro. 2008.
- Andrade Moura JC.** Diagnóstico por ultrassonografia na reprodução bovina e equina. Salvador, BA, 2015. Curso Teórico e Prático - 57 horas, ministrado para estudantes de medicina veterinária e médicos veterinários em outubro. 2015.
- Andrade Moura JC.** Diagnóstico por ultrassonografia na reprodução bovina e equina. Salvador, BA, 2015. Curso Teórico e Prático - 57 horas, ministrado para estudantes de medicina veterinária e médicos veterinários, novembro de 2016.
- Andrade Moura JCA, Bollwein H, Gusmão AL, Bouzas AS, Resende MV.** Controle da função luteal bovina. *A Hora Veterinária*, 179, p.54-58, 2011.
- Bollwein H, Meyer HH, Maierl J, Weber F, Baumgartner U, Stolla R.** Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow in cows during the estrous cycle. *Theriogenology*, v.53, p.1541-1552, 2000.
- Callesen H, Greve T, Christensen F.** Ultrasonically guide aspiration of bovine follicular oocytes. *Theriogenology*, v.27, p.27-27, 1987.
- Carmo MT, Oliveira JV, Almeida MT, Alvarenga MA.** Sexagem em equinos através da avaliação da ultrassonografia da gônada fetal. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.35 (Suppl 3), p.891-894, 2007.
- Chevalier F, Palmer E.** Ultrasonic echography in the mare. *J Reprod Fertil Suppl*, v.32, p.430, 1982.
- Darenius K, Kindahl H, Madej A.** Clinical and endocrine studies in mares known history of repeated conceptus losses. *Theriogenology*, v.29, p.1215-1232, 1988.
- De La Côte FD, Luz INC, Alda JL, Silva JHS, Silva CAM.** Controle do desenvolvimento folicular na égua através da ultrassonografia. *Ciênc Rural*, v.23, p.221-225, 1993.
- De La Corte FD; Luz INC; Alda JL, Silva C.A.M.** Descrição ecográfica do útero e dos ovários de K Darenius, H Kindahl, A Madej durante um ciclo estral. *Ciênc Rural*, v.22, p.209-212, 1992.
- Edmondson AJ, Fissore RA, Pashen RL, Bondurant RH.** The use of ultrasonography for the study of the bovine reproduction tract - I. Normal and pathological ovarian structures. *Anim Reprod Sci*, v.12, p.157-165, 1986.
- Foster FS, Zhang MY, Zhou YQ, Liu G, Mehi J, Cherin E, Harasiewicz KA, Starkoski BG, Zan L, Knapik DA, Adamson SL.** A new ultrasound instrument for in vivo microimaging of mice. *Ultrasound Med Biol*, v.28, p.1165-1172, 2002.



- Gastal EL, Gastal MO, Ginther OJ.** Serrated granulosa and other discrete ultrasound indicators of impending ovulation in mares. *J Equine Vet Sci*, v.26, p.67-73, 2006.
- Ginther OJ, Gastal EL, Gastal MO, Utt MD, Beg MA.** Luteal blood flow and progesterone production in mares. *Anim Reprod Sci*, v.99, p.213-220, 2007.
- Ginther OJ, Pierson RA.** Intrauterine movimento f the early conceptus in barren and postpartum mares. *Theriogenology*, v. 21, p.633-643, 1984c.
- Ginther OJ, Pierson RA.** Ultrasonic anatomy and pathology of the equine uterus. *Theriogenology*, v.21, p.505-515, 1984b.
- Ginther OJ, Pierson RA.** Ultrasonic anatomy of equine ovaries. *Theriogenology*, v. 21, p.505-515, 1984a.
- Ginther OJ.** Fixation and orientation of the early equine conceptus. *Theriogenology*, v.19, p.613-623, 1983b.
- Ginther OJ.** Mobility of the early equine conceptus. *Theriogenology*, v.19, p.603-611, 1983a.
- Ginther OJ.** Ultrasound imaging and reproductive events in the mare. *Medison. EquiServices*. 1986, 377p.
- Herzog K, Brockhan-Lüdemann M, Kaske M, Beindorff N, Paul V, Niemann H, Bollwein H.** Luteal blood flow is a more appropriate indicator for luteal function during the bovine estrous cycle than luteal size. *Theriogenology*, v.73, p.691-697, 2010.
- Honig H, Ofer L, Kaim M, Jacobi S, Shinder D, Gershon E.** The effect of cooling management on blood flow to the dominant follicle and estrous cycle length at heat stress. *Theriogenology*, v.86, p.626-634, 2016.
- Honnens A, Niemann H, Herzog K, Paul V, Meyer HH, Bollwein H.** Relationships between ovarian blood flow and ovarian response to eCG-treatment of dairy cows. *Anim Reprod Sci*, v.113, p.1-10, 2009.
- Hussein HA.** Validation of color Doppler ultrasonography for evaluation the uterine blood flow and perfusion during late normal pregnancy and uterine torsion in buffaloes. *Theriogenology*, v.79, p.1045-1053, 2013.
- Kähn W.** Atlas und Lehrbuch der Ultrachalldiagnostik. Hannover. Schlütersche, 1991, 256p.
- Kim-Egloff C, Hässig M, Bruckmaier R, Bleul U.** Doppler sonographic examination of uterine and placental perfusion in cows in the last month of gestation and effects of epidural anesthesia and isoxsuprine. *Theriogenology*, v.85, p.986-998, 2016.
- Laurandi GM, Leite Filho AO, Andrade Moura JC.** Sexagem do feto equino. *A Hora Veterinária*, v.167, p.66-69, 2009.
- Ley WB, Lessard P, Bowen JM.** Variability in equine embryonic vesicle diameter detected by ultrasonography. *Equine Vet Sci*, v.8, p.72-73, 1988.
- Mari G, Iacono E, Castagnetti C.** Reduction of twin pregnancy in the mare by transvaginal ultrasound-guided aspiration. *Reprod Domest Anim*, v.39, p.434-437, 2004.
- Mckinnon AO, Squires EL, Shideler RK.** Diagnostic ultrasonography of the mare's reproductive tract. *World Equine Veterinary Association*, v.8, p.329-333, 1988.
- Merkt H, Andrade Moura JC, Jöchle W.** Gender determination in equine fetuses between days 50 and 90 of pregnancy. *J Equine Vet Sci*, v.9, p.90-94, 1999.
- Merkt H, Günzel A-R, Abel W, Mattos R.** Echografie – Eine Ergänzung der gynäkologischen Untersuchungsmethode zur Zyklus und Trächtigkeitsdiagnose beim Pferd. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, v.90, p.201-248, 1983.
- Osmers J-H.** Spezielle Untersuchungen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit bei der Vorhersage des Ovulationszeitpunktes der Stute. 2011. 76f. (Tese). Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover, 2011.
- Palmer EP, Driancourt MA.** Use of ultrasonic ecography in equine gynecology. *Theriogenology*, v.3, p.203-216, 1980.
- Pierson RA, Ginther OJ.** Follicular population dynamics during the estrous cycle of the mare. *Anim Reprod Sci*, v.14, p.219-231, 1987.
- Pierson RA, Ginther OJ.** Ultrasonic evaluation of the corpus luteum of mare. *Theriogenology*, v.23, p.795-806, 1985a.
- Pierson RA, Ginther OJ.** Ultrasonic evaluation of the preovulatory follicle in the mare. *Theriogenology*, v.24, p.359-368, 1985b.
- Pierson RA, Ginther OJ.** Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology*, v.29, p.21-37, 1988.
- Pierson RA, Ginther OJ.** Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers. *Theriogenology*, v.22, p.225-233, 1984b.
- Pierson RA, Ginther OJ.** Ultrasonography of bovine ovary. *Theriogenology*, v.21, p.495-504, 1984a.
- Rantanen NW, Torbeck RL, DuMond SS.** Early pregnancy diagnosis in the mare using transrectal ultrasound scanning techniques: a preliminary report. *Equine Vet Sci*, v.2, p.27-29, 1982.
- Rauch A, Krüger L, Miyamoto A, Bollwein H.** Colour Doppler sonography of cystic ovarian follicles in cows. *J Reprod Dev*, v.54, p.447-453, 2008.
- Santos IW, Neves JP.** Puerpério da vaca pela ultra-sonografia. *Ciênc Rural*, v.24, p.603-604, 1994.
- Simpson DJ, Greenwood RE, Ricketts SW, Rosedale PD, Sanderson M, Allen WR.** Use of ultrasound echography for early diagnosis of single and twin pregnancy in the mare. *J Reprod Fertil Suppl*, v.32, p.431, 1982.



**Squires EL, McKinnon AO, Shideler RK.** Use of ultrasonography in reproductive management of mares. *Theriogenology*, 29, p.55-70,1988.

**Weitze KF, Habeck O, Willmen T, Rath D.** Detection of ovulation in the sow using transcutaneous sonography. *Zuchthygiene*, v.24, p.140-142, 1989.

**Woo J.** A short history of the development of ultrasound in obstetrics and gynecology (Part 2). Disponível em: <http://www.ob-ultrasound.net/history1.html>. Acesso em 10 de setembro de 2016.

---