



Estudo ecodopplercardiográfico em caprinos da raça Moxotó¹

Rodrigo S. Mendes^{2*}, Suelton L. Oliveira², Aline V. Melo², Ulisses P. Oliveira²
e Almir P. Souza²

ABSTRACT.- Mendes R.S., Oliveira S.L., Melo A.V., Oliveira U.P. & Souza A.P. 2018. [**Doppler echocardiography in goats Moxotó.**] Estudo ecodopplercardiográfico em caprinos da raça Moxotó. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 38(5):997-1004. Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande, Av. Universitária s/n, Bairro Sta Cecília, Patos, PB 58708-110, Brazil. E-mail: rodrigo.souza.mendes@gmail.com

This study describes the two-dimensional echocardiographic sections, M-mode cardiac dimensions, and Doppler flow indices in Moxotó goats. A total of 32 Moxotó goats were divided into four equal groups (n = 8) according to body weight class: G1 (5-10 kg), G2 (10-15kg), G3 (15-20kg) and G4 (>20kg). All animals underwent echocardiographic tests, two-dimensional and M-mode, and pulsed (PW), continuous (CW) and color flow (CF) Doppler. The spectral formation of echocardiographic images was satisfactory, although some adjustments were necessary to obtain adequate cuts/sections for goats above 20 kg. One-dimensional echocardiographic parameters (IVSD, IVSS, LVIDd, LVIDs, VPWd, LVPWs) and cardiac function index (EF and FS) showed a positive descriptive correlation with body weight in the categories studied. The septal separation of point E was constant among the weight categories investigated, ranging from 0.1 to 0.41cm. The Em/Am ratio was predominantly ">1", with Emax > Amax in all weight categories, and not affected by the heart rate among the studied weight classes. The IVRT was also uniform among the studied weight classes. The individual flow rates of the aortic valve were higher than the maximum flow rate of the pulmonary valve. The ejection times of the aortic and pulmonary flows were positively correlated with increasing body weight, something also observed on the VTI of flow spectra, given the direct relationship of this variable with the stroke volume inversely to FC. The acceleration time (AT) of pulmonary blood flow was greater than the aortic flow, and directly related to increasing body weight and inversely with heart rate. Thus, the standardization of Doppler echocardiographic variables in goats, should always consider breed, age and body weight as well as repeatability and reproducibility studies and adoption of individual reference elements for reliable development of normal values.

INDEX TERMS: Doppler echocardiography, body weight, heart function, heart size, goats.

RESUMO.- Objetivou-se com este estudo reportar descrições acerca dos cortes ecocardiográficos no modo bidimensional, das dimensões cardíacas pelo modo unidimensional e dos índices de fluxo Doppler em caprinos da raça Moxotó. Foram utilizados 32 caprinos da raça Moxotó, distribuídos em quatro grupos por categoria de peso corporal, de igual número (n=8), em: G1 (5-10kg), G2 (10-15kg), G3 (15-20kg) e G4 (>20kg). Todos

foram submetidos a um registro ecocardiográfico pelos modos bidimensional, modo-M, Doppler pulsado (PW), contínuo (CW) e de fluxo de cores (CF). A formação espectral das imagens ecocardiográficas foi satisfatória, contudo algumas adaptações foram necessárias para obtenção adequada dos cortes nos caprinos acima de 20 kg. Os parâmetros ecocardiográficos em modo unidimensional (IVSd, IVSS, LVIDd, LVIDs, VPWd, LVPWs) e índices de função cardíaco (EF e FS) apresentaram uma correlação descritiva positiva com peso corporal enquadradas nas categorias estudadas. A separação septal do ponto E, mostrou-se constante dentre as categorias de peso investigadas, variando entre 0,1 a 0,41cm em caprinos da raça Moxotó. A relação Em/Am foi predominantemente ">1" em todos os

¹ Recebido em 30 de dezembro de 2016.

Aceito para publicação em 9 de maio de 2017.

² Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Av. Universitária s/n, Bairro Sta Cecília, Patos, PB 58708-110, Brasil. *Autor para correspondência: rodrigo.souza.mendes@gmail.com

caprinos estudados, com $E_{max} > A_{max}$ em todas as categorias, não sendo sujeito a influência da frequência cardíaca dentre as categorias de peso estudados. O mesmo pode ser aplicado ao TRIV, que se mostrou uniforme dentre os intervalos de peso estudados. As velocidades de fluxo da valva aórtica individuais foram superiores a velocidade máxima do fluxo da valva pulmonar. Os tempos de ejeção dos fluxos aórtico e pulmonar apresentaram correlação positiva descritiva com o aumento do peso corporal. Condição também observada sobre o VTI dos espectros de fluxo, dada a relação direta desta variável com o volume sistólico inversamente à FC. O tempo de aceleração (TA) do fluxo pulmonar foi superior ao fluxo aórtico, sendo esta relação direta com aumento do peso corporal por categoria estudada e inversamente à frequência cardíaca. Desta forma, a padronização das variáveis ecodopplercardiográficas na espécie caprina, deve sempre considerar particularidades relacionadas ao padrão racial, faixa etária e peso corporal, bem como estudos de repetibilidade e reprodutibilidade e adoção de elementos individuais referenciais para elaboração confiável de valores de normalidade.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Ecodopplercardiografia, peso corporal, função cardíaca, dimensões cardíacas, caprinos.

INTRODUÇÃO

A ecocardiografia cardíaca trata-se de uma ferramenta de diagnóstico não invasivo importante para avaliar as características estruturais e funcionais do sistema cardiovascular em animais (Amory & Lekeux 1991). Em caprinos e ovinos a ecocardiografia possui um caráter limitado dado à escassez de estudos que relatam o conjunto completo das dimensões cardíacas, funções, relações e velocidades de fluxo, bem como, estudos de padronização técnica e de confiabilidade dos parâmetros ecocardiográficos (Buczinski et al. 2010). Mediante essas limitações, em razão de não serem submetidos a uma avaliação médica detalhada através de exames complementares como eletrocardiograma, ecocardiograma e/ou dosagem de biomarcadores de lesão cardíaca, ocorre uma subnotificação de anormalidades cardíacas na rotina ambulatorial nessas espécies, por (Hallowell et al. 2012). Essas ferramentas são imprescindíveis no diagnóstico e direcionamento terapêutico de distúrbios cardíacos nessas espécies, como miocardite bacteriana (por exemplo, *Clostridium* spp. e *Mycobacterium* spp.), viral (febre aftosa), parasitárias (toxoplasmose ou sarcosporidiose) ou causas tóxicas (monensina, gossipol, *Cassia occidentalis*, *Phalaris* spp, *Nerium Oleander*), bem como no auxílio diagnóstico de doenças extracardíacas com repercussão cardíaca em pequenos ruminantes (Hallowell et al. 2012, Reef & McGuirk 2002). Algumas anormalidades cardíacas de ordem congênita em caprinos e ovinos foram descritas como: defeitos do septo ventricular, anomalia de Ebstein (Gardner et al. 1992), tetralogia de Fallot (Dennis & Leipold 1968), persistência de ducto arterioso (Shivaprakash & Rao 1997) e outras anormalidades cardíacas congênicas mais raras (Hartley & Kater 1964, Dennis & Leipold 1968) que foram todos identificados no exame post-mortem.

Trabalhos têm abordado dimensões cardíacas e índices ecocardiográficos em cordeiros (Moses & Ross Junior 1987), outros investigaram vários aspectos da função cardíaca como modelos experimentais de implantes valvulares para aplicação em humanos (Veille et al. 1988, Dancea et al. 2000). Dois estudos foram conduzidos com caprinos com objetivo de se

obter valores de referência no modo bidimensional e modo M, bem como da função cardíaca de cabras durante a prenhez, lactação e período seco através da ecocardiografia (Olsson et al. 2001, Leroux et al. 2012), contudo sem bases referenciais de determinação. No entanto, a interpretação de qualquer mudança ecocardiográfica mediante anormalidades cardíacas é limitada diante do desconhecimento das dimensões cardíacas e da confiabilidade das medidas normais, sendo necessários estudos conduzidos por diferentes pesquisadores sobre as dimensões e da função cardiovascular, para que se obtenha confiabilidade das medições dos parâmetros ecocardiográficos em ovinos e caprinos (Hallowell et al. 2012). Desta forma, o objetivo do presente estudo foi reportar descrições acerca dos cortes ecocardiográficos no modo bidimensional, das dimensões cardíacas pelo modo unidimensional e dos índices de fluxo Doppler em caprinos da raça Moxotó, bem como evidenciar particularidades da raça inerentes ao registro ecocardiográfico.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande (CEP/UFPG), sob o protocolo nº 187/2014.

Foram utilizados 32 caprinos da raça Moxotó, hípidos, com faixa etária média entre dois meses a dois anos, machos e fêmeas e com jejum prévio de pelo menos 12 horas. Os animais foram distribuídos em quatro grupos por categoria de peso corporal, de igual número (n=8), em: G1 (5-10kg), G2 (10-15kg), G3 (15-20kg) e G4 (>20kg). Todos foram submetidos a um registro ecocardiográfico pelos modos bidimensional, unidimensional e Doppler.

O estudo ecocardiográfico foi realizado com o aparelho Ultrassom CHISON Q6 Veterinário®, transdutores Phase array 3.0 MHz (Setorial) 2.0 a 4.4 e Phase array 6.0 Mhz 4.0MHz (Setorial) 4.0 a 8.0 MHz, no setor de Diagnóstico por Imagem do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Campina Grande. Foram conduzidos os modos: bidimensional, modo-M, Doppler pulsado (PW), contínuo (CW) e de fluxo de cores (CF). Cada animal foi posicionado em decúbito lateral direito e esquerdo, com o transdutor sobre o tórax, para obtenção das janelas para-esternal direita e esquerda cranial e caudal, segundo as considerações descritas por Hallowell et al. (2012).

Os parâmetros avaliados foram: medidas ecocardiográficas - diâmetro da raiz aórtica (mm), diâmetro da raiz pulmonar (mm), átrio esquerdo (mm), diâmetro sistólico e diastólico do ventrículo esquerdo (mm), espessura sistólica e diastólica do septo (mm) e espessura sistólica e diastólica da parede livre do ventrículo esquerdo (mm); relações e funções ventriculares - frequência cardíaca (BPM), relação átrio esquerdo/aorta, volume diastólico final, volume sistólico final, percentual de encurtamento da cavidade, fração de ejeção, separação septal do ponto E (SSPE), débito cardíaco (DC, L/min), volume de sistólico (ml), tempo de relaxamento isovolumétrico ventricular (TRIV). Na avaliação Doppler pulsátil e contínuo foi verificado: velocidade de fluxos - mitral (Em, Am) e relações, aórtico (V.Ao e VTI, cm/s e m), pulmonar (V.Ap e VTI, cm/s e m), tempo de aceleração aórtico e pulmonar (TA- Ao e Pul, ms) e tempo de ejeção (TE - Ao e Pul, ms).

Os registros ecocardiográficos foram realizados e analisados de acordo com os critérios da Sociedade Americana de Ecocardiografia e do Comitê de Ecocardiografia do Colégio Americano de Medicina Veterinária (Thomas et al. 1993, Boon 1998).

Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância para “K” amostras independentes paramétricas ou não paramétricas e análise descritiva ($P > 0,05$).

RESULTADOS

A formação espectral das imagens ecocardiográficas foi satisfatória em todos os caprinos examinados. Os cortes ecocardiográficos em modo bidimensional, modo M e Doppler de alguns exemplares estão apresentados na Figura 1 e 2.

Os valores médios das mensurações, assim como os limites superiores e inferiores dos parâmetros ecocardiográficos em modo M, bem como as dimensões do átrio esquerdo e das raízes aorta e pulmonar em caprinos da raça Moxotó, são

apresentados no Quadro 1. O Grupo G1, apresentou valores estatisticamente inferiores às demais faixas de pesos estudados, em todas as variáveis analisadas.

No que se referem às relações e funções ventriculares (Quadro 2), a frequência cardíaca média registrada no grupo G1 diferiram estatisticamente acima do obtido nos caprinos do grupo G4. Em relação às variáveis de função ventricular, com exceção apenas do DC, onde o grupo G2 apresentou índice estatisticamente inferior aos valores médios do grupo

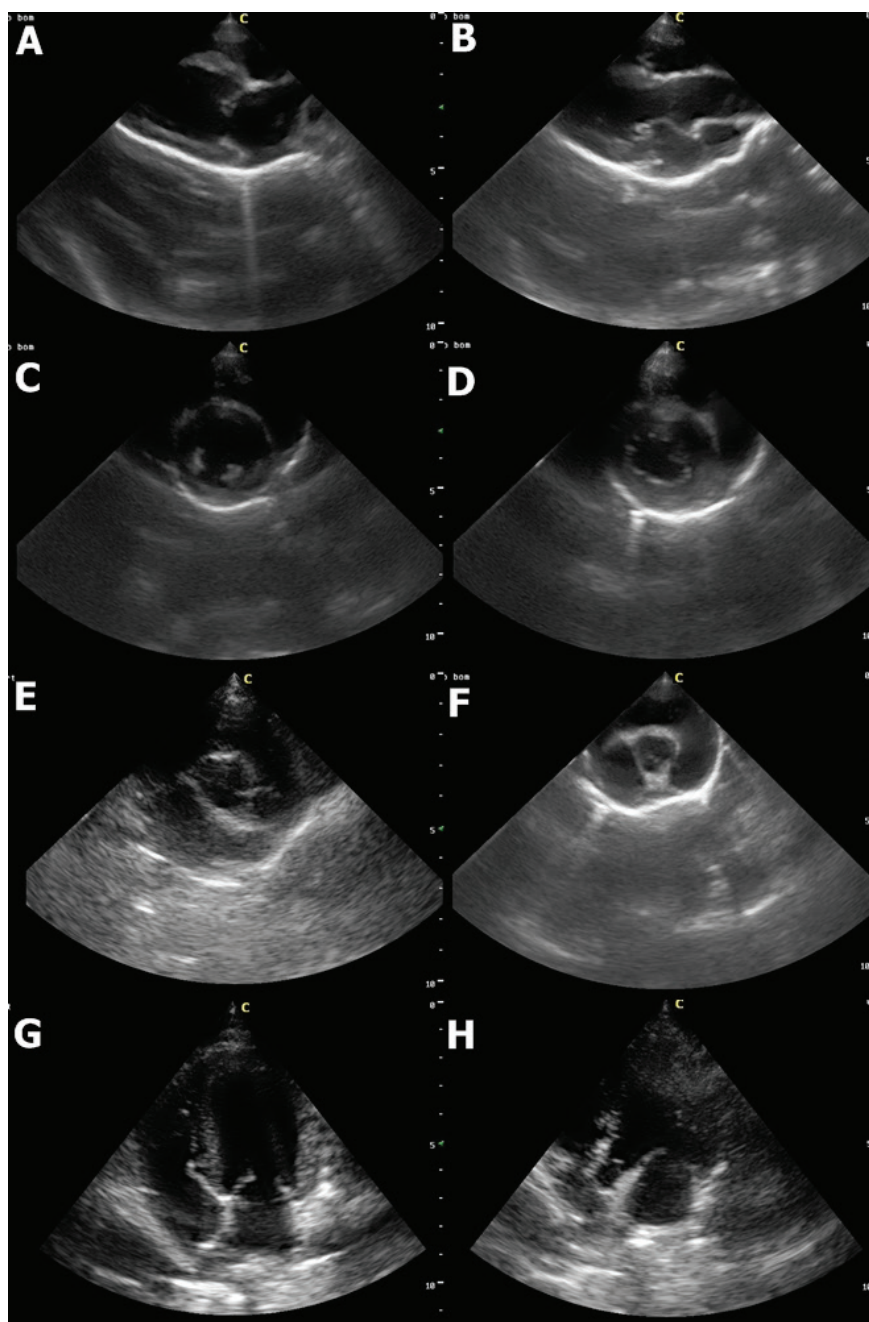


Fig.1. Imagens ecocardiográficas em modo bidimensional do coração caprino da raça moxotó,, onde na janela paresternal direita observa-se: Eixo longitudinal corte quatro câmaras (A) e o corte cinco câmaras (B). Eixo transversal corte músculos papilares (C), Mitral (D), base cardíaca onde se avalia a relação átrio esquerdo/aorta (E) e a artéria pulmonar (F). Na Janela paraesternal esquerda observa-se a imagem apical quatro câmaras (G) e cinco câmaras (H). Ae: Átrio esquerdo; Ad: átrio direito; VE: ventrículo esquerdo; VD: ventrículo direito; Ao: Aorta; MP: Músculo papilar; VM: Valva Mitral; AP -Artéria pulmonar.

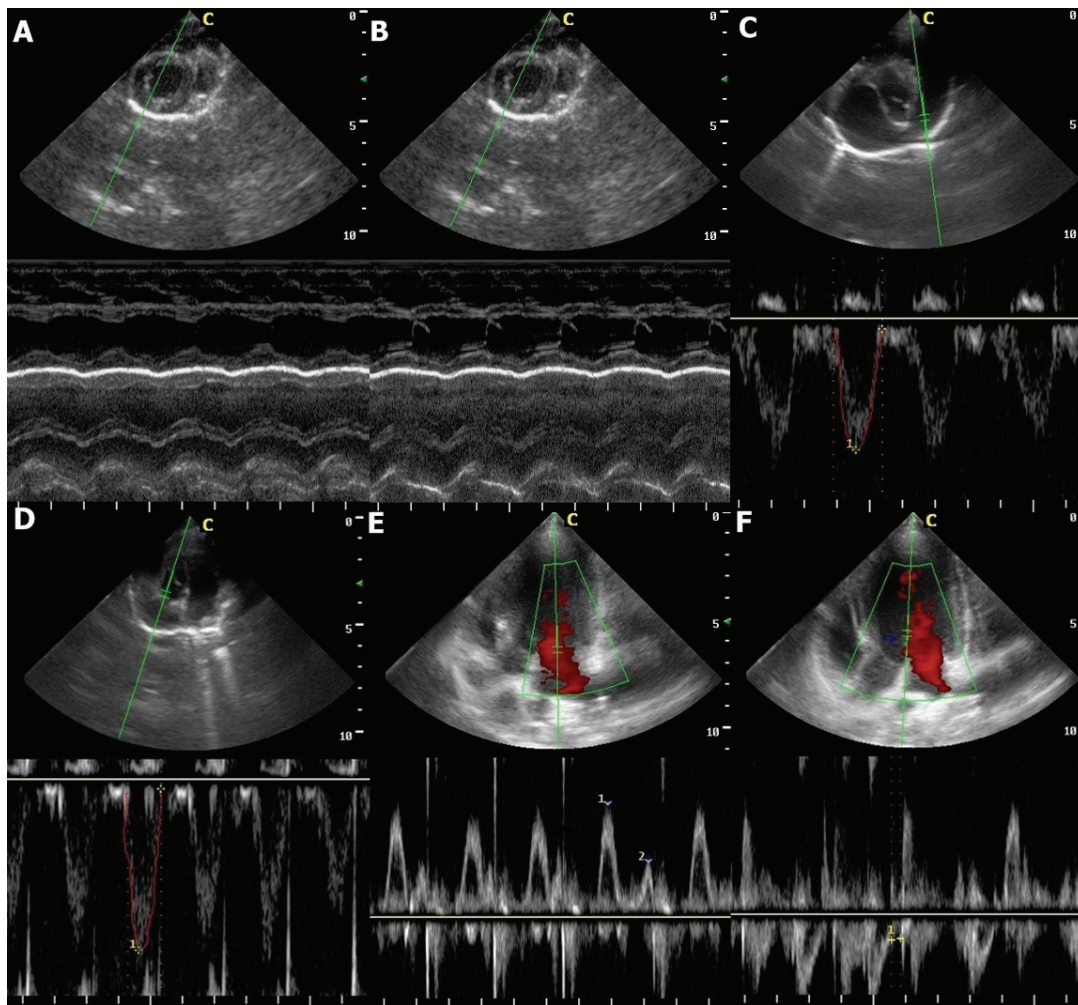


Fig.2. Imagens ecocardiográficas de caprinos da raça Moxotó em modo unidimensional onde se observa no corte transversal, pela janela paraesternal direita, as dimensões das câmaras cardíacas (A), distância do folheto septal da valva mitral ao septo interventricular esquerdo - SSPE (B) e fluxo da artéria pulmonar no modo doppler pulsátil - FAp (C). Na janela paraesternal esquerda corte apical no modo doppler, observa-se o fluxo da artéria aorta - FAo (D), fluxo transmitral (E) e tempo relaxamento isovolumétrico ventricular -TRIV (F). VD: Ventrículo direito; VE: Ventrículo esquerdo; SIV: Septo interventricular esquerdo; PLVE: Parede livre do ventrículo esquerdo; Em: Fase de enchimento rápido do fluxo transmitral; Am: Fluxo da contração atrial do fluxo transmitral.

G4. O TRIV, a relação átrio esquerdo/raiz aórtica, as frações de encurtamento e ejeção e o SSPE, apresentaram valores similares dentre as categorias estudadas.

Os valores de velocidade máxima e integral de velocidade da artéria pulmonar aorta e do fluxo transmitral estão dispostos na Quadro 3. Os índices de fluxos individuais de velocidade máxima do fluxo da valva aórtica foram maiores que os valores de velocidade máxima do fluxo da valva pulmonar, em todos os animais, por categoria de peso. As médias de velocidade máxima e integral da artéria aorta e pulmonar foram estatisticamente inferiores no grupo G2 quando comparadas ao grupo G4.

Na avaliação qualitativa dos fluxos das valvas aórtica e pulmonar, observou-se fluxo negativo sem presença de regurgitação pulmonar ou fluxo turbilhonar, o que se constitui a ausência de alteração funcional das valvas (Figura 2c e 2d), em todos animais estudados. A valva aórtica apresentou aceleração mais rápida e desaceleração discretamente mais

lenta, enquanto a valva pulmonar, ambas mais lentas e com intervalos tempo semelhantes.

Os tempos de ejeção (TE) e dos valores de integral de velocidade (VTI), descritivamente, apresentaram relação positiva com o aumento do peso corporal e negativa com a frequência cardíaca, observada dentre as categorias de peso corporal avaliado. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tempos de ejeção de fluxo da artéria pulmonar e aórtico. Os valores de velocidade integral diferiram estatisticamente entre os fluxos da pulmonar e aórtico nos grupos G2, G3 e G4, e no fluxo aórtico, grupo G1, diferiu do grupo G4 ($p < 0,05$) (Quadro 3).

O tempo de aceleração (TA) do fluxo pulmonar foi estatisticamente superior ao fluxo aórtico (Quadro 3). O TA do fluxo aórtico apresentou relação direta com aumento do peso corporal por categoria estudada e inversamente à frequência cardíaca. O TA da pulmonar mostrou-se estável dentre as categorias estudadas.

Quadro 1. Médias, desvios-padrão e valores mínimo e máximo das medidas ecocardiográficas em Modo M e Bidimensional de caprinos adultos por categoria de peso corporal (G1-G4)

Variáveis	Peso corporal			
	G1	G2	G3	G4
IVSd	5,8±0,4a (5,2-6,3)	6,45±1,04ab (5,2-8,5)	7,6±1,0b (5,9-8,9)	8±0,6b (7-8,5)
IVSs	7,9±0,89a (6,3-8,9)	8,6±0,89ab (7,1-10)	11,4±1,43b (9,6-12,9)	10,3±0,96b (9,1-11,6)
LVIDd	21,1±1,68a (18,5-23,3)	26±2,5ab (22,2-29,2)	26,4±2,79b (21,5-30,1)	29,9±3,63b (21,8-34)
LVIDs	14,4±1,5a (11,5-17)	17,5±1,69b (15,2-20)	17,9±1,57b (15,9-20)	19±2,96b (25,2-14,7)
LVPWd	5,55±0,7a (4,4-6,7)	7,2±1,4ab (5,6-9,6)	7,8±0,7b (9,2-11,6)	7,5±0,4b (9,2-14,1)
LVPWs	7,9±0,36a (7,4-8,5)	9,2±1,0a (7,6-10)	10,3±0,7b (9,2-11,6)	12,4±1,4b (9,2-14,1)
R.Ao	10,5±0,79a (9-11,5)	13,1±1,47bd (11,7-15,8)	13,4±1,16c (11,4-14,9)	17,6±1,03d (16,4-19,4)
R.Pul	10,2±1,19a (8,66-12,2)	11,4±1,13a (10,1-13,4)	11,1±0,97a (10,3-12,6)	14,1±1,12b (12,4-15,6)
Ae	16,3±1,78a (13,8 - 18,3)	19,4±2,94ab (16,2-23,2)	21,7±2,34b (19,4-25,4)	25,3±1,07b (23,4-26,2)

IVSd = septo interventricular em sístole (mm), IVSs = septo interventricular em diástole (mm), LVIDd = diâmetro do VE em diástole (mm), LVIDs = diâmetro do VE em sístole (mm), LVPWd = parede livre do VE em diástole (mm), LVPWs = parede livre do VE em sístole (mm), R.Ao = diâmetro da raiz aórtica (mm), R.Pul = diâmetro da raiz pulmonar (mm), Ae = átrio esquerdo (mm). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pela análise de variância para "K" amostras independentes paramétricas ou não paramétricas a 5% de significância.

Quadro 2. Médias, desvios-padrão e valores mínimo e máximo das relações e funções ventriculares ecocardiográficas obtidas pelo Modo M, Bidimensional e Doppler de caprinos adultos por categoria de peso corporal (G1-G4)

Parâmetros	Peso corporal			
	G1	G2	G3	G4
FC	141±15,5a (120-160)	115±20,7ab (80-140)	115±9,26ab (100-120)	93,8±11,9b (80-110)
SSPE	0,25±0,1 (0,1-0,41)	0,33±0,06 (0,22-0,39)	0,3±0,04 (0,26-0,37)	0,31±0,03 (0,26-0,35)
TRIV	0,046±0,007 (0,035-0,055)	0,049±0,006 (0,035-0,055)	0,052±0,003 (0,05-0,055)	0,049±0,004 (0,04-0,055)
FS	35,63±3,9 (30-42)	30,88±6,9 (25-45)	34,5±5,5 (28-46)	35,6±5,2 (30-46)
EF	72,75±6,4 (63-80)	65,88±8,3 (58-83)	71±8,1 (59-85)	69,75±7,7 (59-84)
DC	1,6±0,3a (1,3 - 2,2)	1,38±0,38a (0,9-1,98)	1,5±0,1ab (1,34-1,91)	2,0±0,34a (1,5-2,6)
Ae/R.Ao	1,55±0,11 (1,3-1,7)	1,5±0,23 (1,2-1,8)	1,6±0,2 (1,3-2,1)	1,4±0,07 (1,3-1,5)

FC (bpm) = frequência cardíaca, SSPE (cm) = separação septal do ponto E, TRIV(seg) = tempo de relaxamento isovolumétrico ventricular, FS (%) = fração de encurtamento, EF (%) = fração de ejeção, DC (l/min) = débito cardíaco, Ae/R.Ao = relação entre as dimensões do átrio esquerdo e a raiz da aorta. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pela análise de variância para "K" amostras independentes paramétricas ou não paramétricas a 5% de significância.

Quadro 3. Médias, desvios-padrão e valores mínimo e máximo dos fluxos transmitral, aórtico e pulmonar pelo método Doppler pulsátil de caprinos adultos por categoria de peso corporal (G1-G4)

Parâmetros*	Peso corporal			
	G1	G2	G3	G4
Em	55,54±5,3 (46,23-61,35)	57,63±1,7 (55,2-60,5)	62,09±5,2 (53,8-70,6)	62,94±8,78 (52,06-78,9)
Am	38,8±4,1 (32,2-46,4)	39,4±0,3 (39,1-39,8)	45,2±8,11 (55,5-31,16)	55,01±9,6 (39,7-70,0)
Em/Am	1,47±0,18 (1,2-1,8)	1,46±0,04 (1,4-1,5)	1,4±0,4 (1,0-2,1)	1,21±0,11 (1,03-1,34)
V.Ao	69,6±6,5a (61,7-81,8)	77,5±2,4A (75,7-81,6)	76,3±13,16A (59,9-103)	93,23±11,7A (79,6-112)
VTI. Ao	13,8±1,7a (12,18-17,9)	18,8±0,8aA (17,71-20,01)	17,06±1,8aA (14,6-19,7)	21,2±1,9bA (19,1-24,6)
TA. Ao	31±10,15a (15-43)	39,5±9,8A (22-51)	47±9,05A (48-52)	47±9,9a (30-61)
TE. Ao	176±29,9 (131-229)	201±16 (186-224)	198±14,3 (184-221)	212±18,8 (184-234)
V. Pul	57,7±8,62B (50,1-77,8)	59,9±7,7B (51,5-69,3)	62,9±5,5B (56-71,1)	79,7±6,1B (67,8-89,2)
VTI. Pul	11,5±2,52 (9,6-17,5)	10,4±0,74B (9,69-11,9)	12,1±1,09B (10,9-14,3)	15,1±1,05B (13,6 - 16,7)
TA. Pul	74±24,4B (46-112)	73±10,3B (45-88)	75±11,6B (61-90)	74±14,5B (61-97)
TE. Pul	185±42,3 (141-253)	186±26 (169-226)	209±16,8 (187-220)	218±8,6 (204-227)

Em = fase de enchimento rápido ventricular, Am = contração atrial, V.Ao = velocidade do fluxo Doppler da artéria aórtica, VTI.Ao = velocidade em tempo integral da artéria aorta, V.Pul = velocidade do fluxo Doppler da artéria pulmonar, VTI.Pul = velocidade em tempo integral da artéria pulmonar, TA-Ao = tempo de aceleração do fluxo aórtico, TE-Ao = tempo de ejeção do fluxo aórtico, TA-Pul = tempo de aceleração do fluxo pulmonar, TE-Pul = tempo de ejeção do fluxo da pulmonar. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúscula na linha e maiúscula na coluna, esta, dentre as variáveis V.Ao - V. Pul., VTI.Ao - VTI.Pul TA. Ao - TA. Pul, TE.Ao e TE.Pul, pela análise de variância para "K" amostras independentes paramétricas ou não paramétricas a 5% de significância.

DISCUSSÃO

O exame ecocardiográfico mostrou-se ser de fácil execução e aplicável em âmbito clínico ambulatorial e a campo. Para tanto, a obtenção das projeções ecocardiográficas se fez necessário algumas adaptações de posicionamento do transdutor, daquelas descritas com referencial, nos cortes longitudinais paraesternal esquerdo e direito, principalmente nos animais do grupo G4 (>20kg), sendo necessário o avanço cranial do transdutor e uma regulação angular do feixe de som para cada animal, não sendo possível a extrapolação metodológica na formação das imagens ecocardiográficas, dentre animais da mesma espécie, dada as particularidades anatômicas e raciais.

A obtenção das janelas acústicas ecocardiográficas, baseando-se em referências técnicas de outros estudos, mostrou-se não ser aplicável, mediante a variabilidade determinada pelo padrão racial, peso, idade e conformação torácica individual. O posicionamento adequado do transdutor para o registro das imagens ecocardiográficas é dificultado pela relação peso corporal e peso do coração, relativamente mais baixa, quando comparadas a outras espécies como os cães (Moses & Ross Junior 1987). Estudos apontam que na espécie caprina a hiperecogenicidade da superfície pleural interfere na formação das imagens do eixo curto do ventrículo esquerdo (Hallowell et al. 2012) e da via de saída do ventrículo

direito (Leroux et al. 2012), condição observada neste estudo nos caprinos do grupo G4.

Os parâmetros ecocardiográficos em modo unidimensional (IVSd, IVSs, LVIDd, LVIDs, VPWd, LVPWs) e índices de função cardíaca (EF e FS) apresentaram uma correlação positiva com peso corporal enquadradas nas categorias estudadas, reforçando a hipótese que as dimensões cardíacas são diretamente proporcionais à massa corpórea, como observado em outras espécies animais, corroborando com os observados por Boon et al. (1998), Lombard (1984) e Morrison et al. (1992). Esses resultados são esperados, uma vez que as dimensões cardíacas devem ser proporcionais ao tamanho do animal e seus índices de funcionalidade seguem um padrão determinado pelas referidas dimensões em cada espécie animal, contudo são passíveis de variação dentro de em uma mesma raça. Variações em relação a dimensões cardíacas foram descritas por Leroux et al. (2012), Olsson et al. (2001) e Hallowell et al. (2012). Tais diferenças tanto podem ser decorrentes da correlação peso corpóreo/tamanho do coração, quanto da técnica e confiabilidade da medição, evidenciadas em estudos de repetibilidade em caprinos (Leroux et al. 2012). As mesmas considerações podem ser atribuídas às dimensões das raízes da aorta e pulmonar, e do átrio esquerdo obtidos neste estudo.

A separação septal do ponto E, mostrou-se constante dentre as categorias de peso investigadas, variando entre 0,1 a 0,41cm

em caprinos da raça Moxotó. Condição já esperada dada a semelhança da fração de encurtamento registrada dentre os grupos estudados. A relação átrio esquerdo/aorta neste estudo apresentou índices discretamente superiores quando comparadas a padrões normais em outras espécies, como a canina e felina (Boon et al. 1998), onde nestas já remeteriam a um remodelamento atrial esquerdo.

A relação Em/Am, utilizado com indicador de função diastólica, foi " >1 " em todos os caprinos estudados, ou seja, $E_{max} > A_{max}$ em todas as categorias, não sendo sujeito a influência da frequência cardíaca dentre as categorias de peso estudados, similares aos obtidos por Leroux et al. (2012). Ao contrário do que foi observado em estudo com ovinos (Kirberger & Van den Berg 1993), que revelou relação de fluxos transmitral " <1 ". Os mesmos autores reportaram que em caprinos e em ovinos as medidas da fase de enchimento rápido (Em) e contração atrial (Am), estão sujeitos à influência da frequência cardíaca acima de 120bpm, onde esta quanto maior, o pico da *Amax* fica mais próximo do pico *Emax*, podendo inverter-se ou até ocorrer fusão de ondas. O TRIV, que se trata de outro indicador da função diastólica, o peso corporal não exerceu influência sobre essa variável, mostrando-se uniforme e semelhante aos referenciais de outras espécies.

As velocidades de fluxo da valva aórtica individuais foram superiores a velocidade máxima do fluxo da valva pulmonar. Esse achado foi compatível com estudos caprinos (Leroux et al. 2012), com cães (Brown et al. 1991, Kirberger et al. 1992) e em humanos (Gardin et al. 1984). Essa diferença de velocidades entre o fluxo aórtico e pulmonar é uma condição esperada, que se deve ao fato que a resistência na circulação sistêmica é quatro a cinco vezes maior que resistência da circulação pulmonar como observado em outras espécies (Brown et al. 1991). O que também pode explicar a variação registrada sobre o tempo de aceleração entre os fluxos pulmonar e aórtico, onde este último apresentou índices de aceleração inferior ao da pulmonar. Contudo, não é possível afirmar que seu aumento gradativo, trata-se de uma relação direta com o aumento do peso corporal ou por uma diminuição da frequência cardíaca registrada, estabelecida por uma menor resistência de pós-carga. Em análise as velocidades, o fluxo aórtico foi semelhante aos obtidos por Olsson et al. (2001) em cabras em prenhes, lactação e seco, em contrapartida e inferiores aos obtidos por Leroux et al. (2012) em caprinos da raça Saanen com peso médio de 65.1 ± 8.3 kg, neste último também em relação ao fluxo pulmonar.

Os tempos de ejeção dos fluxos aórtico e pulmonar apresentaram correlação positiva descritiva com o aumento do peso corporal, contudo, não é possível afirmar se essa concordância foi determinada apenas pelo incremento de peso, pois a redução FC cardíaca aumenta o espectro do fluxo, com proporção direta sobre o tempo de ejeção. Achado também observado sobre o VTI dos espectros de fluxo, dada a relação direta desta variável com o volume sistólico inversamente à FC. Essas condições demonstram correlação positiva dessas variáveis, com as variações da FC e possivelmente do peso corporal. Segundo Petrus et al. (2010) em razão dessas variáveis apresentarem uma interação direta, ambas são muito importantes na avaliação da função sistólica ventricular de cães. Característica que pode ser extrapolada para espécie caprina mediante os resultados obtidos.

CONCLUSÕES

De modo geral, mediante os resultados obtidos, a padronização das variáveis ecodopplercardiográficas na espécie caprina, deve sempre considerar particularidades relacionadas ao padrão racial, faixa etária e peso corporal, como observado em outras espécies.

Estudos de repetibilidade e reprodutibilidade, bem como pesquisas que adotem índices referenciais de comparação baseados em variáveis individuais, principalmente dos parâmetros de dimensões cardíacas em modo unidimensional, são essenciais para o estabelecimento de padrões de normalidade confiáveis e consequentemente de avaliação de possíveis patologias cardíacas em caprinos.

REFERÊNCIAS

- Amory H. & Lekeux P. 1991. Effect of growth on functional and morphological echocardiographic variables in Friesian calves. *Vet. Rec.* 128(15):349-354. <http://dx.doi.org/10.1136/vr.128.15.349>. PMID:2063535.
- Boon J.A. 1998. Evaluation of size, function, and hemodynamics, p.151-260. In: *Ibid.* (Ed.), *Manual of Veterinary Echocardiography*. Williams and Wilkins, Baltimore.
- Brown D.J., Knight D.H. & King R.R. 1991. Use of pulsed-wave Doppler echocardiography to determine aortic and pulmonary velocity and flow variables in clinically normal dogs. *Am. J. Vet. Res.* 52(4):543-550. PMID:2053722.
- Buczinski S., Pinard J., Ferrouillet C. & Veillette M. 2010. Echocardiographic findings in a goat with cor pulmonale secondary to chronic parasitic pneumonia. *J. Schweiz. Arch. Tierheilkunde* 152(2):81-85. <http://dx.doi.org/10.1024/0036-7281.a000018>. PMID:20127650.
- Dancea A., Fouron J.C., Miro J., Skoll A. & Lessard M. 2000. Correlation between electrocardiographic and ultrasonographic time-interval measurements in fetal lamb heart. *Pediatr. Res.* 47(3):324-328. <http://dx.doi.org/10.1203/00006450-200003000-00007>. PMID:10709730.
- Dennis S.M. & Leipold H.W. 1968. Congenital cardiac defects in lambs. *Am. J. Vet. Res.* 29(12):2337-2340. PMID:5749117.
- Gardin J.M., Burn C.S., Childs W.J. & Henry W.L. 1984. Evaluation of blood flow velocity in the ascending aorta and main pulmonary artery of normal subjects by Doppler echocardiography. *Am. Heart J.* 107(2):310-319. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-8703\(84\)90380-6](http://dx.doi.org/10.1016/0002-8703(84)90380-6). PMID:6695664.
- Gardner S.Y., Reef V.B., Palmer J.E., Reimer J.M. & Sweeney R.W. 1992. Echocardiographic diagnosis of an anomaly of the tricuspid valve in a male pygmy goat. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 200(4):521-523. PMID:1559892.
- Hallowell G.D., Potter T.J. & Bowen I.M. 2012. Reliability of quantitative echocardiography in adult sheep and goats. *BMC Vet. Res.* 8:181. PMID:23017011.
- Hartley W.J. & Kater J.C. 1964. Perinatal disease conditions of sheep in New Zealand. *N.Z. Vet. J.* 12(3):49-57. <http://dx.doi.org/10.1080/00480169.1964.33548>.
- Kirberger R.M. & Van den Berg J.S. 1993. Pulsed wave Doppler echocardiographic evaluation of intracardiac blood flow in normal sheep. *Res. Vet. Sci.* 55(2):189-194. [http://dx.doi.org/10.1016/0034-5288\(93\)90080-Y](http://dx.doi.org/10.1016/0034-5288(93)90080-Y). PMID:8235086.
- Kirberger R.M., Van der Berg P.B. & Grimbeek R.J. 1992. Doppler echocardiography in the normal dog: part II. Factors influencing blood flow velocities and a comparison between left and right heart blood flow. *Vet. Radiol. Ultrasound* 33(6):380-386. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1740-8261.1992.tb00163.x>.
- Leroux A.A., Moonen M.L., Farnir F., Sandersen C.F., Deleuze S., Saliccia A. & Amory H. 2012. Two-dimensional and M-mode echocardiographic reference values in healthy adult Saanen goats. *Vet. Rec.* 170(6):154. <http://dx.doi.org/10.1136/vr.100192>. PMID:22158272.

- Lombard C.W. 1984. Normal values of the canine M-mode echocardiogram. *Am. J. Vet. Res.* 45(10):2015-2018. PMID:6497098.
- Morrison S.A., Moise N.S., Scarlett J., Mohammed H. & Yeager A.E. 1992. Effect of breed and body weight on echocardiography values in four breeds of dogs of differing somatotype. *J. Vet. Intern. Med.* 6(4):220-224. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1939-1676.1992.tb00342.x>. PMID:1522552.
- Moses B.L. & Ross Junior J.N. 1987. M-mode echocardiographic values in sheep. *Am. J. Vet. Res.* 48(9):1313-1318. PMID:3662202.
- Olsson K., Hansson A., Hydbring E., Von Walter L.W. & Haggstrom J. 2001. A serial study of heart function during pregnancy, lactation and the dry period in dairy goats using echocardiography. *Exp. Physiol.* 86(1):93-99. <http://dx.doi.org/10.1113/eph8602078>. PMID:11434327.
- Petrus L.C., Oliveira V.M.C., Pereira G.G. & Larsson M.H.M.A. 2010. Avaliação dos fluxos das valvas aórtica e pulmonar com ecocardiografia Doppler pulsátil em cães clinicamente sadios. *Pesq. Vet. Bras.* 30(7):586-592. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2010000700013>.
- Reef V.B. & McGuirk S.M. 2002. Diseases of the cardiovascular system, p.447-468. In: Smith B.P. (Ed.), *Large Animal Internal Medicine*. 3rd ed. BPS, Mosby, St Louis.
- Shivaprakash B.V. & Rao D.G. 1997. Local anaesthetic toxicity in a sheep with patent ductus arteriosus. *Indian Vet. J.* 74:901-902.
- Thomas W.P., Gaber C.E., Jacobs G.J., Kaplan P.M., Lombard C.W., Vet M., Moise N.S. & Moses B.L. 1993. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. *J. Vet. Intern. Med.* 7(4):247-252. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1939-1676.1993.tb01015.x>. PMID:8246215.
- Veille J.C., Sivakoff M. & Nemeth M. 1988. Accuracy of echocardiography measurements in the fetal lamb. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 158(5):1225-1232. PMID:3369505.