

## Reprodutibilidade e repetibilidade de mensuração radiográfica da silhueta cardíaca em cães da raça poodle

### Reproducibility and repeatability of radiographic measurement of the cardiac silhouette in poodles

Felype Fanti Sabino da Silva<sup>1\*</sup> , Ana Carolina Brandão de Campos Fonseca Pinto<sup>1</sup> ,  
Carla Aparecida Batista Lorigados<sup>1</sup> , Paula Bandiera Leite<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

\*Correspondente - [felype.stark@gmail.com](mailto:felype.stark@gmail.com)

Seção: Medicina Veterinária

Recebido  
3 de março de 2017.  
Aceito  
23 de outubro de 2019.  
Publicado  
5 de fevereiro de 2020

[www.revistas.ufg.br/vet](http://www.revistas.ufg.br/vet)

Como citar - disponível no site,  
na página do artigo.

#### Resumo

Avaliou-se o potencial de reprodutibilidade e repetibilidade de um sistema semiautomático de mensuração radiográfica. Para isto foram mensurados, por intermédio de um software o vertebral heart score (VHS) e a área cardíaca normalizada (ACN) em imagens radiográficas de cães da raça poodle clinicamente normais e portadores de insuficiência valvar mitral. Dada a subjetividade da análise da silhueta cardíaca por diferentes observadores, acredita-se que mesmo com um sistema semiautomático essa avaliação poderia ser afetada pela experiência prévia do observador em radiodiagnóstico. Foram analisadas cinquenta e sete imagens radiográficas torácicas de cães atendidos em um hospital veterinário. As imagens foram analisadas por dois grupos de observadores com diferentes níveis de experiência em radiologia: (A) sem experiência (n = 2) e (B) com experiência (n = 2). Demonstrou-se boa repetibilidade e reprodutibilidade para o VHS independente da experiência em radiodiagnóstico, e para a ACN em observadores experientes e com familiaridade com o software.

**Palavras-chave:** Canina. Cardiopatia. Radiografia.

#### Abstract

The potential of reproducibility and repeatability of a semi-automatic system of radiographic measurement was evaluated. For this purpose, the vertebral heart score (VHS) and normalized cardiac area (NCA) were evaluated in radiographs of healthy poodles and of patients with mitral regurgitation. Considering the subjective aspect of the cardiac silhouette analysis by different observers, it is believed that even with a semi-automatic system this evaluation could be affected by the previous experience of the observer in radiodiagnosis. Fifty seven thoracic images were analyzed by two groups of observers with different levels of experience in radiology: (A) without experience (n = 2) and (B) with experience (n = 2). Regardless of radiodiagnostic experience it was observed good repeatability and reproducibility for VHS, and also for ACN in observers with experience in radiodiagnostics and previous familiarity with the software.

**Keywords:** Canine. Cardiopathy. Radiography.

## Introdução

O exame radiográfico é um método de diagnóstico de ampla difusão na rotina clínica dada sua utilidade prática<sup>(1)</sup>. O conjunto de dados extraídos das radiografias é alicerce para elaboração de uma conclusão diagnóstica<sup>(2)</sup>.

Trata-se de um dos métodos diagnósticos mais utilizados para a avaliação da silhueta cardíaca permitindo detectar consequências decorrentes da fibrose valvar crônica<sup>(3)</sup>, como a insuficiência valvar mitral, que acomete comumente cães da raça poodle<sup>(4)</sup>.

O método mais frequentemente utilizado para avaliação da silhueta cardíaca é o empírico, em que, a partir dos conhecimentos anatômicos radiográficos do observador, são detectadas alterações na forma e tamanho de partes específicas do coração<sup>(3)</sup>. As vantagens do método são basicamente a conveniência e rapidez<sup>(5)</sup>, entretanto diversos fatores<sup>(6-9)</sup> podem imprimir variações idênticas ou muito semelhantes àsquelas resultantes de uma verdadeira doença cardiovascular<sup>(10,11)</sup>, sendo, portanto, o método empírico de apreciação do aumento cardíaco extremamente vulnerável à subjetividade do observador<sup>(6-9,12-14)</sup>.

Visando diminuir a subjetividade do método empírico, vários métodos de mensuração foram propostos<sup>(8,15-19)</sup>. A área cardíaca normalizada (ACN) e o vertebral heart score (VHS) são alguns destes métodos. O VHS foi um método proposto por Buchanan e Bucheler<sup>(8)</sup> no qual duas retas perpendiculares são traçadas sobre a silhueta cardíaca e posteriormente transpostas sobre a coluna vertebral do paciente a partir da quarta vértebra torácica, e o valor é dado em unidades de vértebra. Já a ACN, estabelecida por Fonseca Pinto<sup>(19)</sup>, consiste na razão entre a área interna ao contorno da silhueta cardíaca e a área de um quadrado de base correspondente a um quinto da distância entre a quarta e oitava vértebras torácicas, sendo o valor dado como unidades de vértebra ao quadrado. Ambas são ferramentas úteis na prática radiológica, sendo o VHS considerado o mais indicado como método de triagem das cardiomegalias<sup>(20)</sup>, tendo alguns trabalhos já explorado sua variação entre observadores<sup>(21-23)</sup>.

A aplicação de conhecimentos das áreas do processamento de imagem e computação gráfica pode contribuir com soluções promissoras, porém ainda pouco exploradas para a questão do âmbito veterinário<sup>(1)</sup>.

Banon<sup>(1)</sup> buscou averiguar o desempenho de métodos de mensuração radiográficos da silhueta cardíaca de cães da raça poodle portadores de doença valvar mitral associando três métodos: VHS, angulação entre o eixo maior do coração e o esterno e ACN para avaliar alterações de tamanho, posição e forma do coração. Neste estudo, não foi observada reprodutibilidade satisfatória, o que foi atribuído pela autora como resultado do baixo número de observadores na ocasião (n=2), e alegou a necessidade de estudos complementares, lançando a seguinte questão: "A reprodutibilidade de alguns métodos radiográficos está, inexoravelmente, relacionada ao nível de experiência do observador em radiodiagnóstico?".

Este trabalho, portanto, justifica-se pela necessidade de eliminar essa dúvida e constatar, através de novas mensurações por um número maior de observadores com e sem experiência em diagnóstico por imagem, se o método desenvolvido tem boa

reprodutibilidade e repetibilidade, podendo ser utilizado como método de triagem para pacientes verdadeiramente portadores de doenças cardíacas.

## Material e métodos

Como material de estudo foram utilizadas imagens radiográficas de região torácica (laterolateral direita) de 57 cães da raça poodle (critério de determinação racial baseado na avaliação fenotípica) com suspeita de cardiopatia atendidos entre os anos de 2009 e 2011 em um hospital veterinário (aprovação pelo comitê de ética no uso de animais nº 2775191113). As imagens foram obtidas com equipamento radiológico digital de marca Tecno Design, modelo TD 500 HF com mesa radiológica e grade antidifusora. A técnica radiológica foi fundamentada na espessura da região radiografada para definição da diferença de tensão (kV) e da corrente elétrica por segundo (mAs) utilizadas, sempre com baixo tempo de disparo e com distância foco-filme que causasse menor distorção possível da imagem. As radiografias adquiridas por sistema computadorizado de marca Fuji, modelo FCR CÁPSULA X foram convertidas do formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) para JPEG (Joint Photographic Experts Group) e posteriormente armazenadas em um banco de imagens próprio para o estudo denominado URLib. Com base no resultado de exame ecocardiográfico, os cães foram separados dois grupos: (I) sem cardiopatia (n=18) e (II) com cardiopatia (n=39). Deste último, os cães foram classificados como: discreto aumento de átrio esquerdo (n=4), moderado aumento de átrio esquerdo (n=7) e intenso aumento de átrio esquerdo (n=28). O critério de classificação ecocardiográfico baseou-se em uma relação que compara a dimensão do átrio esquerdo com a aorta (índice AE/Ao) e o peso corpóreo do animal, de acordo com protocolo estabelecido por Prada<sup>(24)</sup>.

Dois grupos de observadores (com dois indivíduos cada) foram formados, levando-se em conta o nível de experiência em radiodiagnóstico, sendo: (A) estudantes do último ano de graduação já tendo cursado a disciplina de diagnóstico por imagem e (B) docentes em diagnóstico por imagem. Os observadores não tiveram acesso ao diagnóstico ecocardiográfico dos animais. As imagens foram acessadas pela plataforma URLib e, por meio do sistema semiautomático de mensuração em questão, foram obtidos em duas diferentes ocasiões o VHS e a ACN. Os conjuntos numéricos (VHS e ACN de cada observador) obtidos foram analisados por intermédio do software R® v.3.2.4, realizando-se um teste de regressão linear.

No teste de regressão linear simples, realizamos um teste de hipóteses, em que a hipótese nula (H0) indica que as variáveis (X e Y) são estatisticamente semelhantes e a hipótese alternativa (H1) indica o contrário. Para que se possa adotar H0, é necessário que o p-valor do teste para  $\beta_1=0$  seja menor que o nível de significância adotado ( $\alpha=0,05$ ), e que os p-valores dos testes para  $\beta_1=1$  e  $\beta_0=0$  sejam maiores.

O objetivo foi testar a repetibilidade das medidas para cada um dos observadores, constatando se as medidas se repetiam ao longo do tempo. Também se verificou a reprodutibilidade das medidas entre observadores com diferentes níveis de experiência em radiodiagnóstico, constatando se os observadores sem experiência reproduziam as medidas de observadores com experiência.

## Resultados e discussão

Constatou-se repetibilidade para o VHS de todos os observadores e para a ACN de apenas um dos observadores experientes (B2), conforme disposto na tabela 1.

**Tabela 1.** Repetibilidade para o VHS e ACN entre os observadores (p-valores)

		A1	A2	B1	B2
VHS	B <sub>0</sub> =0	0,0693	0,635	0,687	0,353
	B <sub>1</sub> =0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	B <sub>1</sub> =1	0,0592	0,5569	0,772	0,611
ACN	B <sub>0</sub> =0	0,004*	0,0177*	0,198	0,0784
	B <sub>1</sub> =0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	B <sub>1</sub> =1	<0,001*	0,0393*	0,045*	0,0847

\* p-valores que levam ao descarte da hipótese nula

Neste teste o objetivo foi verificar a reprodutibilidade de resultados entre observadores diferentes, em especial entre observadores com diferentes níveis de experiência.

Constatou-se reprodutibilidade para o VHS entre observadores de mesmo nível de experiência e, também, entre observadores com e sem experiência em radiodiagnóstico conforme disposto na tabela 2. Os resultados positivos da repetibilidade e da reprodutibilidade do VHS indicariam que este método poderia ser utilizado para diminuir a subjetividade de avaliação da silhueta cardíaca, sendo um bom método para triar as cardiomegalias tanto em observadores com experiência quanto em observadores sem experiência em radiodiagnóstico.

**Tabela 2.** Repetibilidade para o VHS entre os observadores (p-valores)

		A1 x A2	B1 x B2	A x B
VHS	B <sub>0</sub> =0	0,0847	0,0847	0,331
	B <sub>1</sub> =0	<0,001	<0,001	<0,001
	B <sub>1</sub> =1	0,133	0,134	0,754

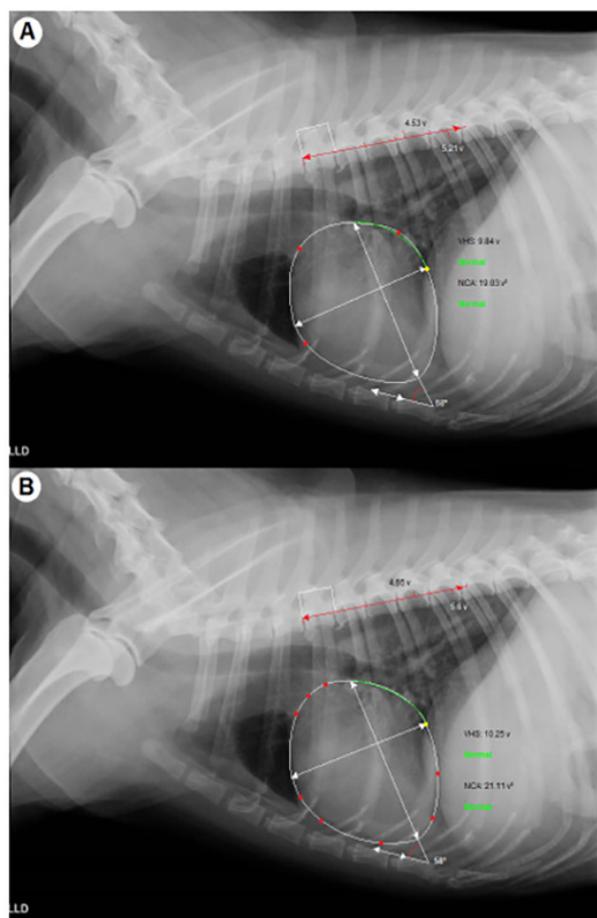
Uma vez que apenas o observador B2 apresentou repetibilidade para a ACN, seu conjunto de medidas foi utilizado como parâmetro para verificar a reprodutibilidade das medidas dos demais observadores. Constatou-se, portanto, boa reprodutibilidade para a primeira e segunda mensurações de A1, para a primeira mensuração de A2 e para a primeira mensuração de B1. Quando foram comparados os conjuntos de medidas entre os observadores com experiência (B1 e B2), não foi verificada reprodutibilidade das medidas, conforme disposto na tabela 3.

**Tabela 3.** Repetibilidade para a ACN entre os observadores (p-valores)

		A1.1xB2	A1.2xB2	A2.1xB2	A2.2xB2	B1.1xB2	B1.2xB2	B1xB2
ACN	B <sub>0</sub> =0	0,063	0,845	0,093	0,006*	0,864	0,572	0,418
	B <sub>1</sub> =0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	B <sub>1</sub> =1	0,066	0,902	0,085	0,011*	0,345	0,016*	0,007*

\* p-valores que levam ao descarte da hipótese nula

O observador B2 foi o único a apresentar repetibilidade e reprodutibilidade para todos os parâmetros. Experiente em radiodiagnóstico, este observador possuía familiaridade prévia com o sistema de mensuração em questão, o que poderia explicar tanto a falta de repetibilidade da ACN para os observadores sem experiência em radiodiagnóstico (maior dificuldade em estabelecer os limites de estruturas intratorácicas) quanto para o observador B1, que também possuía experiência em radiodiagnóstico, porém não estava familiarizado com o software. A familiaridade com o software junto à experiência em radiodiagnóstico implicaria em um melhor aproveitamento das ferramentas disponíveis para realizar ajustes finos das medidas pré-determinadas pelo programa (em especial para a ACN), conferindo maior consistência às mensurações (figura 1).



**Figura 1.** Imagem ilustrativa do método semiautomático de mensuração da silhueta cardíaca demonstrando a diferença de dois observadores (A e B). As duas setas brancas e perpendiculares sobre a silhueta cardíaca correspondem aos seus eixos maior e menor, ambos transpostos como setas vermelhas sobre a coluna vertebral resultando então no valor do VHS (disposto em preto sobre a imagem). O quadrilátero de cor branca sobre a quarta vértebra torácica e o contorno de cor branca sobre a silhueta cardíaca correspondem à ACN (disposto em preto sobre a imagem como “NCA”). O ângulo entre coração e esterno resulta da reta sobre o eixo maior do coração e uma reta traçada tangencialmente à porção final do esterno (valor disposto em branco sobre a imagem). Os pontos em vermelho e amarelo sobre o contorno da silhueta correspondem aos ajustes finos realizados por cada observador. A palavra “normal” é disposta em verde sobre a imagem quando os valores resultantes estivessem de acordo com o estabelecido como normal para os três métodos analíticos.

Ainda, uma vez que certa homogeneidade amostral foi obtida pela seleção de cães de raça poodle unicamente, questiona-se se a presença de diferentes conformações torácicas e de silhueta cardíaca poderiam resultar em significância estatística para modificar a repetibilidade e reprodutibilidade dos métodos. São sugeridos, portanto, novos estudos com indivíduos de padrões raciais e conformacionais variados para testar a hipótese.

## Conclusão

O sistema semiautomático de mensuração da silhueta cardíaca em questão pode vir a diminuir a subjetividade da avaliação radiográfica da silhueta cardíaca, visto que em especial o VHS apresentou bons resultados de repetibilidade e reprodutibilidade tanto em observadores com quanto sem experiência em radiodiagnóstico. A ACN não apresentou boa repetibilidade e reprodutibilidade, sugerindo que a reprodutibilidade deste método não estaria relacionada apenas à experiência em radiodiagnóstico, como também à familiaridade com o método em questão, adversidade esta que possa eventualmente ser superada com treinamento prévio e com habituação à análise radiográfica.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – processo nº 2013/21587-0), mestres e familiares que contribuíram para a realização deste trabalho.

## Referências

1. Banon GPR. Mensurações radiográficas computadorizadas da silhueta cardíaca em cães da raça poodle portadores de insuficiência valvar mitral [Tese]. São Paulo (SP): Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo; 2012. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10137/tde-11102012-091802/>
2. Berry CR, Thrall, DE. Introduction to radiographic interpretation. In: Berry CR, Thrall, DE, editors. Textbook of veterinary diagnostic radiology. Saint Louis: Elsevier Saunders; 2007. p. 78-92.
3. Soares EC, Larsson MHMA, Fonseca Pinto ACBC. Aspectos radiográficos da doença valvar crônica. Cienc rural. 2004;34(1):119-24.
4. Larsson MHMA. Estudo ecocardiográfico das cardiopatias mais frequentemente diagnosticadas em espécimes caninas. Rev Bras Cienc Vet, 2000;7:68.
5. Suter PF. Cardiac diseases. In: Suter PF, editor. Thoracic radiography: a text atlas of thoracic diseases of the dog and cat. Switzerland: Wettswill; 1984. p. 365-367.
6. Silverman S, Suter PF. Influence of inspiration and expiration on canine thoracic radiographs. J Am Vet Med Assoc. 1975;166(5):502-10.
7. Suter PF, Gomez JA. Cardiac diseases. In: Suter PF, Gomez JA, editors. Diseases of the thorax: radiograph diagnosis. Ames: Iowa State University Press, 1987. p. 57-68.

8. Buchanan JW, Bücheler J. Vertebral scale system to measure canine heart size in radiographs. *J Am Vet Med Assoc.* 1995;206(2):194-9.
9. Kealy JK, Mcallister HO. O tórax. In: Kealy JK, Mcallister H, editors. *Radiologia e ultrassonografia do cão e do gato.* Barueri: Manole; 2005. p. 149-251.
10. Suter PF, Lord PF. A critical evaluation of the radiographic findings in canine cardiovascular. *J Am Vet Med Assoc.* 1971;158(3): 358-71.
11. Burk RL. Radiographic examination of the cardiopulmonary system. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1983;13(2):241-58.
12. Rhodes WH, Patterson DF, Detweiler DK. Radiographic anatomy of the canine heart. *J Am Vet Med Assoc.* 1963;143(2 Pt 2):137-48.
13. Commiot P. Contribution à l'interprétation des radiographies du coeur du chien [Tese]. Maison d'Alforts (FR): Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort; 1981.
14. Owens JM. The heart. In: Owens JM, editor. *Radiographic interpretation for the small animal clinician.* Baltimore: Williams & Wilkins; 1982. p. 117-134.
15. Hamlin RL. The x-ray shadow of the normal canine heart: a preliminary report. *Speculum.* 1957;34:6-7.
16. Schulze W, Nöldner H. Röntgenologische fern aufnahmen des hunde herzens und versuchihrer deutungmithil feiner linearenneb methode. *Archiv Exp Vet.* 1957;11:442-58.
17. Uhlig VK, Werner J. Eine röntgenographische method zur messung der herz ver gröckerung beim hund. *Berliner und münchener tier ärztliche wochenschrift.* 1969;6:110-2.
18. Toombs JP, Ogburn PN. Evaluating canine cardiovascular silhouettes: radiographic methods and normal radiographic anatomy. *Continuing education article.* 1985;7(7):579-87.
19. Fonseca Pinto ACBC, Banon GPR. Application of the vertebral heart size (VHS) method in thoracic radiographs of poodles with normal and enlarged hearts. *Veterinary radiology and ultrasound,* v. 51, n. 2, p. 187, 2010.
20. Fonseca ACBC. Estudo dos métodos radiográficos de avaliação da silhueta cardíaca em cães clinicamente normais [Dissertação]. São Paulo (SP): Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo; 1999.
21. Nakayama H, Nakayama T, Hamlin RL. Correlation of cardiac enlargement as assessed by vertebral heart size and echocardiographic and electrocardiographic findings in dogs with evolving cardiomegaly due to rapid ventricular pacing. *Journal of veterinary internal medicine,* v. 15, p. 217-221, 2001.
22. Hansson K, Häggstrom J, Kvarn C, Lord P. Interobserver variability of vertebral heart size measurements in dogs with normal and enlarged hearts. *Veterinary radiology and ultrasound,* v. 46, n.2, p.122-130, 2005.
23. Marin LM, Brown J, McBrien C, Braumwart R, Samii VF, Couto CG. Vertebral heart size in retired racing greyhounds. *Veterinary radiology and ultrasound,* v. 48, n. 4, p. 332-34, 2007.
24. Prada DG. Avaliação ecocardiográfica do átrio esquerdo de cães sadios utilizando-se do modo-M convencional e do modo bidimensional [Dissertação]. São Paulo (SP): Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo; 2008. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10136/tde-14042008-162428/publico/Danielle\\_Graziani\\_Prada.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10136/tde-14042008-162428/publico/Danielle_Graziani_Prada.pdf)