

Eletrocardiografia basal e após exercício em cães braquicefálicos

Baseline and Post Exercise Electrocardiography in Brachycephalic Dogs

Bruno Basilio Tarelho , Amanda Garcia Youssef , Ana Paula Maingué ,
Geovanna Santana Benedito , Patrick Eugênio Luz  & Fábio Nelson Gava 

ABSTRACT

Background: The brachycephalic dog breeds have been increasing in Brazil, and these animals are predisposed to present the brachycephalic dog syndrome, consisting of anatomical defects that lead to physiological changes and clinical signs such as wheezing, dyspnea, and hypoxia. Electrocardiography (ECG) is a simple test that can detect disturbances in the electrical activity of the heart, including changes present in hypoxia. The brachycephalic dog syndrome can lead to pulmonary hypertension due to hypoxia. Based on this, the present work aimed to evaluate the ECG of brachycephalic dogs in search of significant changes in heart rhythm, ECG waves, and cardiac axis.

Materials, Methods & Results: Twenty-nine dogs were evaluated in this study, 19 brachycephalic and 10 mesaticephalic, after approval by an ethics committee the animals were selected. Electrocardiographic examinations were performed in 2 stages, at rest and immediately after a 3-min trot. The exam was performed with a computerized electrocardiograph, with a standard time of 5 min. The standard positioning for performing the examination was the right lateral decubitus position. To improve the electrical conductivity, 70% alcohol was used between the animal's skin and the electrodes. In statistical analysis, paired t test was performed for comparison of the same group before and after exercise and unpaired t test between groups at the same moments, considering $P < 0.05$ as significant. Nineteen brachycephalic animals were evaluated, 10 Pugs and 9 French Bulldogs, 9 males and 10 females. The mean age was 3.4 ± 1.8 years; and the mean weight was $12.5 \text{ kg} \pm 2.7 \text{ kg}$. In the control group, consisting of ten mesaticephalic animals, all were non-breed, three males and seven females; the mean age and weight in this group were 4.4 ± 1.5 years and $7.5 \text{ kg} \pm 0.5 \text{ kg}$, respectively. There was a significant increase in heart rate (bpm) after exercise in brachycephalic dogs (baseline: 119.3 ± 4.3 ; after exercise: 135.1 ± 4.9 ; $P = 0.0005$). The same occurred for P wave amplitude (mV) (baseline: 0.20 ± 0.01 ; after exercise: 0.22 ± 0.01 ; $P = 0.0001$). These differences were not found in the control group. There were no alterations in the duration of the P wave, PR interval, QRS complex, and QT interval, and all were within normal values for the species in both groups. The R-wave amplitude remained unaltered and within normal values in both the control and brachycephalic groups.

Discussion: The elevation in heart rate may be associated with the chemoreflex secondary to the increased demand for oxygenation during exercise and the hypoxia generated by it. The increase in P amplitude suggests right atrial overload. The P wave corresponds to the atrial depolarization and its amplitude corresponds to the electrical activity in the right atrium. Thus, it is possible to relate the increase in P amplitude and heart rate to the hypoxia caused by exercise in brachycephalic, since this hypoxia results in chemoreceptor activation that increases chronotropism and heart rate. Also, there may be increased pressure in the pulmonary trunk, this increased pressure occurs due to vasoconstriction generated as a reflex to hypoxia in the pulmonary alveoli, leading to a possible picture of acute pulmonary hypertension that, in a cascade effect, leads to hypertrophy and dilation of the right ventricle, increased strength of contractility and ejection affecting the tricuspid valve causing a reflux and consequent overload of the right atrium.

Keywords: hypoxia, pulmonary hypertension, brachycephalic.

Descritores: hipóxia, hipertensão pulmonar, braquicefálico.

DOI: 10.22456/1679-9216.128359

Received: 12 December 2022

Accepted: 4 April 2022

Published: 27 April 2023

Departamento de Clínicas Veterinárias, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR, Brazil. CORRESPONDENCE: F.N. Gava [gava@uel.br]. Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380. Caixa Postal 10011. CEP 86051-970 Londrina, PR, Brazil.

INTRODUÇÃO

Entende-se por braquicefálicos, animais que apresentam um crânio mais curto e focinho achatado [8,20]. As raças braquicefálicas estão em ascensão no Brasil [4,5]. Cães de raças que possuem essa conformação, como o Pug e Bulldog Francês, estão predispostos à síndrome do cão braquicefálico, composta por estenose de narinas, prolongamento de palato mole e hipoplasia de traqueia que podem evoluir para eversão de sáculos laríngeos e ao colapso laríngeo [10,24].

A síndrome do cão braquicefálico pode apresentar diversos sinais clínicos e, em alguns casos, os mesmos são tão intensos que podem levar a morte do animal. A gravidade da doença varia de acordo com as combinações das alterações anatômicas encontradas nos animais [12,14,24].

O eletrocardiograma é um exame simples capaz de identificar arritmias, distúrbios de condução elétrica e de repolarização, sendo útil nos casos de hipóxia do miocárdio. Os resultados dos exames são interpretados de acordo com o traçado produzido e suas ondas, sendo a onda P e o complexo QRS correspondentes à despolarização atrial e ventricular, respectivamente; e a onda T à repolarização ventricular [21,22]. A síndrome do cão braquicefálico pode levar a hipertensão pulmonar devido à hipóxia, resultando em hipertrofia compensatória do ventrículo direito [1]. Testes de exercício físico já têm sido utilizados para graduação desta síndrome, avaliando clinicamente o esforço respiratório do animal antes e após um trote [9,17]. Assim, esse estudo teve por objetivo avaliar a eletrocardiografia de cães braquicefálicos em comparação ao grupo controle, obtendo parâmetros basais e avaliar a possibilidade de alterações após o exercício.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais

Após aprovação pela Comissão de Ética no uso de animais (CEUA), pelo número de protocolo 054.2021 foram selecionados um total de 29 animais.

Foram avaliados 19 animais braquicefálicos: 10 da raça Pug e 9 da raça Bulldog Francês, sendo 9 machos e 10 fêmeas. A média de idade foi $3,4 \pm 1,8$ anos; e a média de peso foi $12,5 \text{ kg} \pm 2,7 \text{ kg}$.

No grupo controle, constituído por 10 animais mesaticefálicos, todos eram sem raça definida, sendo 3 machos e 7 fêmeas, a média de idade e peso nesse

grupo foram respectivamente $4,4 \pm 1,5$ anos e $7,5 \text{ kg} \pm 0,5 \text{ kg}$.

Eletrocardiografia

Os exames eletrocardiográficos foram realizados em 2 etapas: em repouso e imediatamente após um trote de 3 min. O exame foi realizado com um eletrocardiógrafo computadorizado [Módulo de Aquisição de ECG para Computador (ECG-PC versão 2.07® - Tecnologia Eletrônica Brasileira (TEB)]¹. O posicionamento padrão para a realização do exame foi o decúbito lateral direito. Para as derivações de membros bipolares e unipolares aumentadas, os eletrodos torácicos direito e esquerdo foram posicionados acima do olécrano, no seu aspecto caudal e os eletrodos pélvicos direito e esquerdo, acima dos ligamentos patelares no aspecto anterior de cada membro. Para melhorar a condutividade elétrica foi utilizado álcool 70% entre a pele do animal e os eletrodos.

O exame foi realizado com um tempo padrão de duração de 5 min, com gravação do traçado para posterior interpretação, seguindo as orientações feitas por Tilley [23].

Análise estatística

Foi realizado teste T pareado para comparação do mesmo grupo antes e após o exercício e teste T não pareado entre os grupos nos mesmos momentos, considerando $P < 0,05$ como significativo.

RESULTADOS

Os valores de frequência cardíaca no grupo controle não apresentaram alterações e se encontraram dentro dos valores de referência para espécie [23,26]. Houve aumento significativo da frequência cardíaca (bpm) após o exercício nos cães braquicefálicos (basal: $119,3 \pm 4,3$; após exercício: $135,1 \pm 4,9$; $P = 0,0005$). Os valores de frequência cardíaca estão demonstrados na Figura 1A e 1B. Não houve alterações na duração da onda P, intervalo PR, complexo QRS e do intervalo QT e todos estavam dentro dos valores de normalidade para a espécie em ambos os grupos. A amplitude da onda R se manteve sem alterações e dentro do valor de normalidade, tanto no grupo controle quanto no grupo braquicefálico. Porém, o mesmo não ocorreu para a amplitude da onda P (mV), onde houve um aumento da amplitude nos braquicefálicos quando comparados os valores antes e após o exercício (basal: $0,202 \pm 0,013 \pm$

0,01; após exercício: $0,229 \pm 0,013$; $P = 0,0001$), todavia, os valores se mantiveram dentro do intervalo de referência para a espécie. Os valores obtidos de amplitude de onda P estão representados na figura

1C e 1D, e é possível visualizar as diferenças encontradas no traçado eletrocardiográfico na Figura 2. As médias e o erro padrão de todas as variáveis estudadas encontram-se na Tabela 1.

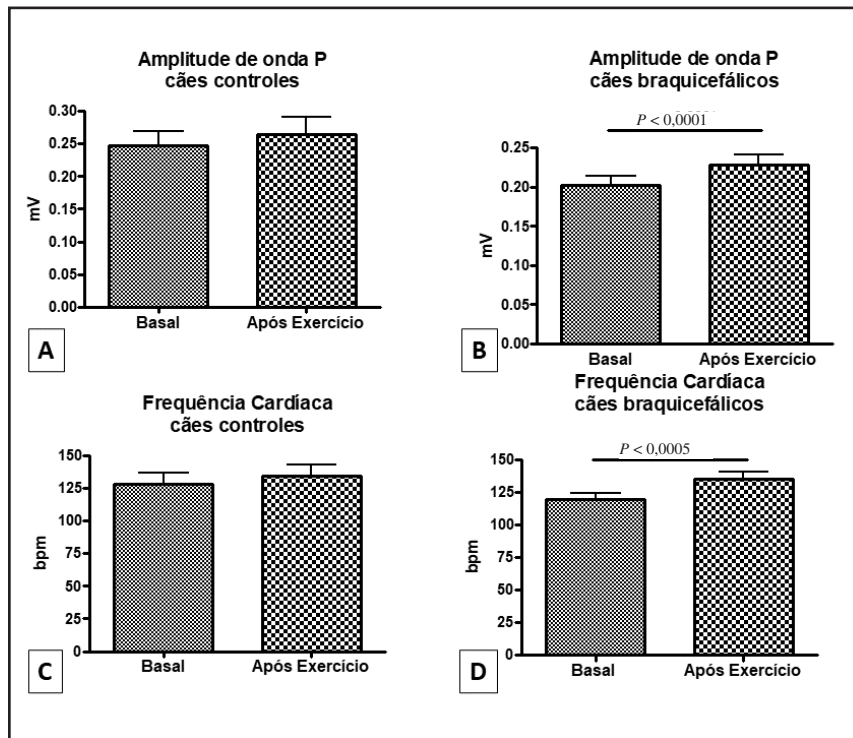


Figura 1. A- Gráfico de barras demonstrando a amplitude da onda P nos cães do grupo controle antes e após exercício. B- Gráfico de barras demonstrando a amplitude da onda P nos cães braquicefálicos antes e após exercício. C- Gráfico de barras demonstrando a frequência cardíaca dos cães do grupo controle antes e após exercício. D- Gráfico de barras demonstrando a frequência cardíaca nos cães braquicefálicos antes e após exercício.

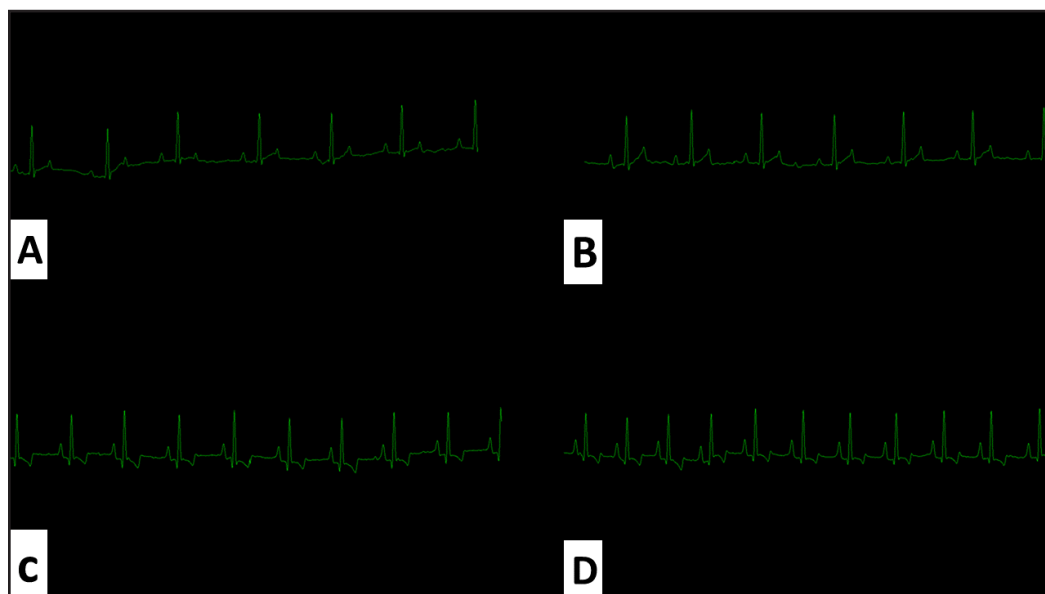


Figura 2. Imagem ilustrando traçado eletrocardiográfico dos cães do grupo controle antes (A) e após exercício (B) e dos cães braquicefálicos antes (C) e após exercício físico (D), demonstrando o aumento da amplitude da onda P após exercício físico no segundo grupo.

Tabela 1. Valores eletrocardiográficos encontrados em cães braquicefálicos e cães do grupo controle antes e após a realização de exercício físico.

Parâmetro	Grupo controle		Braquicefálicos	
	Basal	Após Exercício	Basal	Após Exercício
Frequência Cardíaca (bpm)	128,3 ± 8,316	134,5 ± 8,589	119,3 ± 4,346*	135,1 ± 4,969*
Onda P (ms)	48,23 ± 1,743	50,22 ± 1,660	47,99 ± 1,244	48,23 ± 0,953
Onda P (mV)	0,248 ± 0,022	0,264 ± 0,026	0,202 ± 0,013*	0,229 ± 0,013*
Intervalo PR	90,13 ± 4,145	93,07 ± 3,895	87,60 ± 2,830	94,19 ± 2,785
Complexo QRS (ms)	60,93 ± 1,111	60,72 ± 1,570	62,53 ± 1,661	60,05 ± 1,544
Onda R (mV)	1,132 ± 0,1389	1,174 ± 0,1297	0,9993 ± 0,0804	0,9674 ± 0,079
Intervalo QT (ms)	172,8 ± 4,592	166,0 ± 5,828	189,1 ± 4,654	176,0 ± 5,647
Segmento ST (mV)	0,058 ± 0,013	0,051 ± 0,013	0,064 ± 0,013	0,055 ± 0,008
Onda T (mV)	0,184 ± 0,029	0,180 ± 0,083	0,138 ± 0,018	0,145 ± 0,017
Eixo elétrico QRS	60,93 ± 1,111	60,72 ± 1,570	62,53 ± 1,661	60,05 ± 1,544

*Indica diferença estatística entre os grupos.

DISCUSSÃO

No presente trabalho observou-se que os cães braquicefálicos apresentam maiores valores de frequência cardíaca em comparação ao grupo controle, tanto antes quanto após a realização do exercício físico. Corroborando os resultados deste trabalho, um estudo que realizou avaliação cardíaca em cães braquicefálicos, identificou diferença significativa entre as frequências cardíacas do grupo controle e do grupo braquicefálico, sendo observado maiores valores de frequência cardíaca no grupo braquicefálico [3]. Essa elevação pode estar associada ao somatório da obstrução das vias aéreas superiores com uma maior demanda de oxigenação durante o exercício [2]. Outro estudo que teve como objetivo avaliar a variabilidade da frequência cardíaca em cães braquicefálicos antes e após o procedimento de rinoplastia observou valores mais elevados de frequência cardíaca no pré-operatório [19]. A obstrução das vias aéreas superiores, que nesse caso se dá pelas características braquicefálicas, influencia diretamente no tipo e na frequência cardíaca dos cães [15,18].

Uma pesquisa avaliou os parâmetros eletrocardiográficos de cães braquicefálicos, e encontraram menores valores de intervalo PR nesses cães quando comparados a um grupo controle [3]. Essa diferença pode ser justificada pela variação da frequência cardíaca, já que quando há um aumento da frequência cardíaca pode haver uma diminuição/encurtamento

do intervalo PR [6]. No presente trabalho não foram observadas diferenças em relação ao intervalo PR.

Neste trabalho não se observou diferença na amplitude da onda P quando comparados os traçados eletrocardiográficos de cães braquicefálicos com um grupo controle, porém observou-se um aumento na amplitude da onda P nos cães braquicefálicos após o exercício físico quando comparado ao eletrocardiograma basal, o mesmo não se observou no grupo controle. De maneira contrária, estudos anteriores demonstraram maiores valores de amplitude de onda P em cães portadores da síndrome do cão braquicefálico quando comparados a um grupo controle [7,11]. Sabe-se que a onda P corresponde a despolarização atrial e, sua amplitude, corresponde a atividade elétrica no átrio direito [23], assim esse aumento de amplitude pode sugerir sobrecarga de atrial direita.

Dessa forma, é possível relacionar o aumento da amplitude de P e da frequência cardíaca à hipóxia causada pelo exercício físico nos braquicefálicos, uma vez que essa hipóxia resulta em ativação de quimiorreceptores que aumentam o cronotropismo e a frequência cardíaca. Pode ocorrer ainda aumento da pressão no tronco pulmonar, esse aumento de pressão acontece devido à vasoconstrição que ocorre por intermédio da endotelina [13,16] e é gerada como reflexo da hipóxia nos alvéolos pulmonares, levando a um possível quadro de hipertensão pulmonar aguda. Tal alteração, num efeito cascata, leva a hipertrofia e dila-

tação do ventrículo direito [25], aumento da força de contratilidade e ejeção, causando regurgitação valvar tricúspide e, conseqüente, sobrecarga do átrio direito. Quando grave, a hipertensão pulmonar pode levar à sobrecarga atrial direita e a uma alteração bastante característica no eletrocardiograma, a chamada onda *P Pulmonale*, que consiste numa onda P de amplitude aumentada [23].

Como limitações do estudo, ressaltamos que o diagnóstico definitivo do quadro de hipertensão pulmonar só é possível com cateterização ventricular, procedimento que não era factível nas condições do estudo. A ecocardiografia é outro exame que possibilita avaliar a probabilidade de hipertensão pulmonar, mas a realização desse exame em braquicefálicos que acabaram de praticar exercício é muito precária. Com isso, os autores inferem que as alterações encontradas na eletrocardiografia podem ter sido advindas de hipertensão pulmonar aguda ocorrida durante o exercício, mas não tiveram acesso ao valor da pressão no tronco pulmonar.

CONCLUSÃO

Os dados obtidos nesse estudo permitem concluir que a eletrocardiografia pode ser capaz de avaliar alterações importantes na fisiologia cardiovascular de cães braquicefálicos quando submetidos ao exercício físico. Tais achados comprovam que a anatomia desses cães predispõe à hipóxia alveolar mais acentuadamente do que cães não braquicefálicos durante o exercício físico e que adaptações cardíacas ocorrem agudamente durante o exercício.

MANUFACTURER

¹Tecnologia Eletrônica Brasileira. São Paulo, SP, Brazil.

Acknowledgements. The authors acknowledge CNPq for the Scientific Initiation scholarship granted for this study.

Ethical approval. The study was approved by The Animal Local Ethics Committee (CEUA) under process number: 054.2021 of the Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR, Brazil.

Declaration of interest. The authors declare no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of this manuscript.

REFERENCES

- 1 Allen D.G. & Mackin A. 2001. Cor pulmonale. In: Tilley L.P. & Goodwin J.K. (Eds). *Manual of Canine and Feline Cardiology*. 3rd edn. Philadelphia: WB Saunders, pp.197-214.
- 2 Alonso D.D.O., Forjaz C.L.D.M., Rezende L.O., Braga A.M.F., Barretto A.C.P., Negrão C.E. & Rondon M.U.P.B. 1998. Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 71: 787-792. DOI: 10.1590/S0066-782X1998001200008.
- 3 Canola R.A., Sousa M.G., Braz J.B., Restan W.A.Z., Yamada D.I., Silva Filho J.C. & Camacho A.A. 2018. Cardiorespiratory evaluation of brachycephalic syndrome in dogs. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 38: 1130-1136. DOI: 10.1590/1678-5150-PVB-5376.
- 4 Confederação Brasileira de Cinofilia (CBKC). 2007. Registro genealógicos por raça. *Relatório anual e atividades cinófilas (report)*. Rio de Janeiro, pp.08-09.
- 5 Confederação Brasileira de Cinofilia (CBKC). 2016. Registro genealógicos por raça. *Relatório anual e atividades cinófilas (report)*. Rio de Janeiro, pp.10-12.
- 6 Feldman J. & Goldwasser G.P. 2004. Eletrocardiograma: recomendações para a sua interpretação. *Revista SOCERJ*. 17: 251-256. ID: lil-398593.
- 7 Koch A.D, Arn S. Hubler M. & Montavon P.M. 2003. Brachycephalic Syndrome in Dogs. *Compendium and Veterinary Technician*. 25(1): 48-55.
- 8 Monnet E. 2003. Brachycephalic airway syndrome. In: Slatter D. (Ed). *Textbook of Small Animal Surgery*. Philadelphia: WB Saunders, pp.808-813.
- 9 Nelson R.W. & Couto C.G. 2001. Distúrbios da Laringe. In: Nelson R.W. & Couto C.G. (Eds). *Medicina Interna de Pequenos Animais*. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp.192-195.
- 10 O'callaghan D. & Gaine S.P. 2004. Bosentan: A novel agent for the treatment of pulmonary arterial hypertension. *International Journal of Clinical Practice*. 58(1): 69-73.
- 11 Oechtering G.U. 2010. Brachycephalic syndrome. New information on an old congenital disease. *Veterinary Focus*. 20(2): 2-9.

- 12 **Park D.H., Shin C.J., Hong S.C., Yu J., Ryu S.H., Kim E.J., Shin H.B. & Shin B.H. 2008.** Correlation between the severity of obstructive sleep apnea and heart rate variability indices. *Journal of Korean Medical Science.* 23(2): 226-231. DOI: 10.3346/jkms.2008.23.2.226. PMID:18437004.
- 13 **Ricachinevsky C.P. & Amantéa S.L. 2006.** Treatment of pulmonary arterial hypertension. *Journal de Pediatria.* 82(5): 153-165.
- 14 **Riggs J., Liu N.C., Sutton D.R., Sargan D. & Ladlow J.F. 2019.** Validation of exercise testing and laryngeal auscultation for grading brachycephalic obstructive airway syndrome in pugs, French bulldogs, and English bulldogs by using whole-body barometric plethysmography. *Veterinary Surgery.* 48(4): 488-496.
- 15 **Rozanski E.A. 2015.** Oxygenation and ventilation. *Veterinary Clinical Small Animals.* 45(5): 931-940. DOI: 10.1016/j.cvsm.2015.04.001.
- 16 **Santos Filho M., Hainfellner D.C., Lemos N.M.O., Macambira K.D.B., Carmo J.S., Alberigi B.R.S., Athar C.V.A., Mendes Jr. A.F., Veiga C.C.P., Soares A.M.B., Botteon P.T.L., Fernandes J.I. & Paiva J.P. 2020.** Study of heart rate variability in dogs with brachycephalic syndrome that underwent rhinoplasty. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine.* 42: e104920. DOI: 10.29374/2527-2179.bjvm104920.
- 17 **Stockard C.R. 1941.** *The Genetic and Endocrinic Basis for Differences in Form and Behavior.* 19th edn. Philadelphia: Wistar Institute of Anatomy and Biology, pp.276-277.
- 18 **Tilley L.P. & Smith Jr. F.W.K. 2008.** Síndrome Braquicefálica das Vias Aéreas. In: *Consulta Veterinária em 5 Minutos espécies Canina e Felina.* 5.ed. Barueri: Manole, pp.1256-1258.
- 19 **Tilley L.P. & Burtnick N.L. 2004.** *ECG Eletrocardiografia para o Clínico de Pequenos Animais.* São Paulo: Roca, pp.57- 65.
- 20 **Tilley L.P. 1986.** *Essentials of Canine and Feline Eletrocardiography.* 2nd edn. Philadelphia: Lea and Febiger, pp.57-97.
- 21 **Vadillo A.C. 2007.** Síndrome braquicefálica e paralisia laríngea em cães. In: *Enfermidades Respiratórias em Pequenos Animais.* São Caetano do Sul: Interbook, pp.93-98.
- 22 **Ware W.A. 2007.** *Cardiovascular Disease in Small Animal Medicine.* London: Manson Publishing, pp.340-50.
- 23 **Wolf R., Camacho A.A. & Souza R.C.A. 2000.** Eletrocardiografia computadorizada em cães. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.* 52: 610-615. DOI: 10.1590/S0102-09352000000600010.