

VALORES DAS ONDAS DO ELETROCARDIOGRAMA DE TARTARUGAS-DA-AMAZÔNIA (*Podocnemis expansa* Schweigger, 1812) (TESTUDINES)

(VALUES OF THE ELECTROCARDIOGRAPHIC WAVES IN SOUTH AMERICAN RIVER TURTLES
(*Podocnemis expansa* Schweigger, 1812) (TESTUDINES))

(VALORES DE LAS ONDAS DEL ELECTROCARDIOGRAMA DE TORTUGAS DE LA AMAZONIA
(*Podocnemis expansa*, Schweigger, 1812) (TESTUDINES))

S. F. M. CARVALHO^{1*}, A. L. Q. SANTOS²

RESUMO

Foi realizado eletrocardiograma em trinta *Podocnemis expansa* fêmeas, saudáveis, sem utilização de contenção farmacológica. O eletrocardiograma foi regulado em derivação III, velocidade do papel 50 mm/s, 10 mm/mV, utilizando cinco eletrodos. O eletrocardiograma consistiu em ondas P, complexo QRS e ondas T. Esse padrão é similar ao de outros quelônios e difere do de mamíferos devido à pequena amplitude das ondas, fase de repolarização longa (intervalos ST e QT longos) e intervalo TP pequeno. As médias e desvios-padrão, dos intervalos de onda em segundos foram: para P = 0,1 ($\pm 0,02$), PR = 0,36 ($\pm 0,1$), QRS = 0,1 (± 0), ST = 0,94 ($\pm 0,15$), QT = 1,04 ($\pm 0,17$). A frequência cardíaca variou de 16,39 a 54,54 por minuto (29,81 $\pm 8,29$). Para as amplitudes de ondas, as médias e desvios-padrão, em mV foram: P = 0,1 (± 0), QRS = 0,29 ($\pm 0,03$), ST = 0,68 ($\pm 0,17$), T = 0,38 ($\pm 0,11$).

PALAVRAS-CHAVE: Frequência cardíaca. Eletrocardiografia. *Podocnemis expansa*. Tartaruga-da-amazônia.

SUMMARY

Electrocardiographic waves were measured in thirty healthy *Podocnemis expansa* with no chemical restraint. Lead III traces calibrated at 50 mm/s and 10 mm/mV were recorded through five cutaneous electrodes. The electrocardiogram consisted in P waves, QRS complexes, and T waves. This pattern was similar to the electrocardiogram documented for other chelonian species, and differs from mammalian electrocardiogram in having lower amplitude waveforms, longer repolarization phase (longer ST and QT intervals), and shorter TP interval. The mean and standard deviation of electrocardiographic waves, in seconds, were: P = 0.1 (± 0.02), PR = 0.36 (± 0.1), QRS = 0.1 (± 0), ST = 0.94 (± 0.15), QT = 1.04 (± 0.17). The mean and standard deviation of the wave's amplitudes, in mV, were: P = 0.1 (± 0), QRS = 0.29 (± 0.03), ST = 0.68 (± 0.17), T = 0.38 (± 0.11). The heart rates ranged widely from 16.39 to 54.54 beats per minute (29.81 ± 8.29).

KEY-WORDS: Electrocardiography. Heartbeat. *Podocnemis expansa*. South American river turtle.

RESUMEN

El trazado electrocardiográfico fue evaluado en treinta *Podocnemis expansa* saludables sin el uso de contención

¹ Professor FAMEV, UFU. Doutorando da Escola de Veterinária, UFG. Rua 244, 58, Setor Coimbra, Goiânia, GO. CEP: 74535-070. End. Eletrôn.: saulovet@hotmail.com

² Professor, doutor, orientador, FAMEV, UFU. Laboratório de Pesquisa em Animais Silvestres (LAPAS), FAMEV, UFU. Av. Amazonas, 2245, Jardim Umuarama, CEP 38405 322, Uberlândia, MG. Tel: (xx34) 3218 2696/2776, Fax: (xx34) 3218 2612. End. Eletrôn.: quagliatto@famev.ufu.br

farmacológica. El electrocardiograma fue regulado en la derivación III, con velocidad del papel en 50 mm/s y 10 mm/mV, utilizando cinco electrodos. El electrocardiograma consistió en onda P, complejo QRS y ondas T. Este patrón es similar al de otros testudines y diferente del de los mamíferos, debido a la pequeña amplitud de las ondas, a la larga fase de repolarización (intervalos ST y QT largos) y a los intervalos TP pequeños. Las medias y desvíos estándar, en segundos, para los intervalos de las ondas fueron: para P = 0,1 ($\pm 0,02$); PR = 0,36 ($\pm 0,1$); QRS = 0,1 (± 0); ST = 0,94 ($\pm 0,15$); QT = 1,04 ($\pm 0,17$). Los latidos cardíacos variaron de 16 hasta 54 por minuto ($29,81 \pm 8,29$). Las medias y desvíos estándar en mV para las amplitudes de las ondas fueron para: P = 0,1 (± 0); QRS = 0,29 ($\pm 0,03$); ST = 0,68 ($\pm 0,17$); T = 0,38 ($\pm 0,11$).

PALABRAS-CLAVE: Electrocardiografía. Latido cardíaco. *Podocnemis expansa*. Tortugas amazónicas de río.

INTRODUÇÃO

O eletrocardiograma é um instrumento importante na observação da atividade elétrica do coração. Doenças cardíacas em répteis e métodos de diagnóstico *antemortem* não são bem descritos, e algumas investigações relatam sinais de insuficiência cardíaca congestiva associadas a lesões cardíacas (WAGNER, 1989, JACOBSON et al., 1991).

Os estudos de eletrocardiografia em répteis não são padronizados e utilizam um número pequeno de animais nos experimentos (DAVIES et al., 1951, AKERS e DAMM, 1968, MCDONALD e HEALTH, 1971, COOK e WESTROM, 1979).

Diante de problemas, como a falta de informação referente ao eletrocardiograma de répteis, principalmente os valores normais desse exame para que seja utilizado como instrumento auxiliar na identificação de enfermidades cardíacas e na monitorização cardíaca durante um procedimento anestesiológico, buscou-se neste estudo determinar o padrão eletrocardiográfico utilizando a derivação DIII em trinta *Podocnemis expansa*, saudáveis, sem utilizar contenção farmacológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas trinta *Podocnemis expansa*, fêmeas, com idade entre 3-4 anos e peso médio de 1300 ± 42 g, do criatório comercial da Fazenda Moenda do Lago, distrito de Bandeirantes, Nova Crixás, Goiás. Para tanto, obteve-se junto ao IBAMA a licença de coleta e transporte nº 059/2004 – IBAMA/RAN.

Os animais foram contidos em decúbito dorsal e os eletrodos foram colocados por meio de garras tipo jacaré, na seguinte ordem: eletrodo amarelo no membro torácico esquerdo, eletrodo verde no membro pélvico esquerdo, eletrodo vermelho no membro torácico direito, eletrodo preto no membro pélvico direito. O eletrodo azul foi fixado com agulha 25x7 no plastrão entre os segundo e terceiro escudos (Figura 1).

O eletrocardiograma (Fukuda Denshi Fx-2111) foi regulado em velocidade do papel 50 mm/s, intensidade um e derivação III, (10 mm = 1 mV). As frequências cardíacas foram aferidas medindo-se os intervalos R-R

em milímetros e dividindo-se o valor por 3000. Segundo Serpa (1999), de acordo com a Academy of Veterinary Cardiology, esse é o método mais preciso e que permite avaliar com muito mais detalhe um ritmo irregular. Mediram-se a duração, em segundos, das ondas P e QRS e dos intervalos PR e QT, e a amplitude, em mV, das ondas P, R, S e T, bem como do segmento ST. Foram calculados a média aritmética e o desvio-padrão dos valores obtidos. A temperatura da sala de trabalho foi monitorizada com termômetro de bulbo de mercúrio com variação de -10 a 50°C .

RESULTADOS

No eletrocardiograma de *Podocnemis expansa* foi possível identificar as ondas P e T e o complexo QRS. As ondas P e T apresentaram deflexão positiva, enquanto que o complexo QRS apresentou deflexão bimodal (Figura 2). A frequência cardíaca apresentou média de $29,81 \pm 8,29$ batimentos por minuto. O ritmo predominante foi sinusal. As médias e desvios-padrão, em segundos, dos intervalos de onda foram: P = 0,1 ($\pm 0,02$), PR = 0,36 ($\pm 0,1$), QRS = 0,1 (± 0), ST = 0,94 ($\pm 0,15$), QT = 1,04 ($\pm 0,17$) (Tabela 1). Para as amplitudes de ondas, as médias e desvios-padrão, em mV foram: P = 0,1 (± 0), QRS = 0,29 ($\pm 0,03$), 0,68 ($\pm 0,17$), T = 0,38 ($\pm 0,11$) (Tabela 2).

A temperatura no ambiente do experimento variou de 34°C a 36°C .

DISCUSSÃO

O coração dos quelônios possui três câmaras, com septo atrial completo e um único ventrículo (JOHANSEN, 1959). O tronco arterial tem origens separadas para a luz ventricular e uma diferença de pressão entre a baixa resistência do tronco pulmonar e uma alta resistência da aorta (JOHANSEN, 1959), que assiste diretamente o fluxo sanguíneo do átrio direito, via ventrículo, para a artéria pulmonar, com somente uma pequena fração de sangue venoso sendo misturado ao arterial na aorta (STEGGERDA e ESSEX, 1957).

A localização do marcapasso nos quelônios é no seio venoso, que é parcialmente incorporado no interior

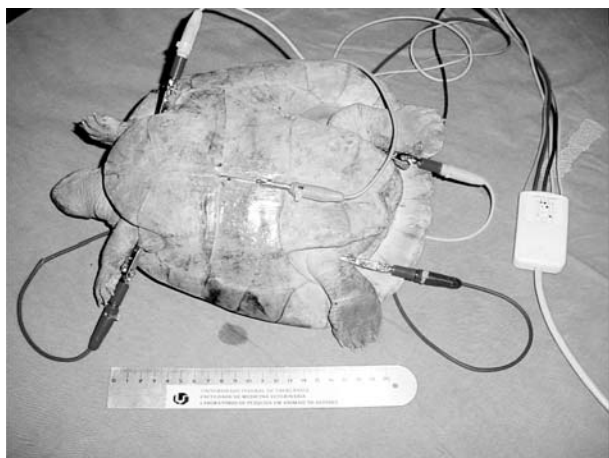


Figura 1 - Posicionamento de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) e dos eletrodos para realização de eletrocardiografia. O cágado deve ser posicionado em decúbito dorsal. Os eletrodos foram colocados por meio de garras tipo jacaré, na seguinte ordem: eletrodo amarelo no membro torácico esquerdo, eletrodo verde no membro pélvico esquerdo, eletrodo vermelho no membro torácico direito, eletrodo preto no membro pélvico direito. O eletrodo azul foi fixado com agulha 25x7 no plastrão entre os segundo e terceiro escudos.

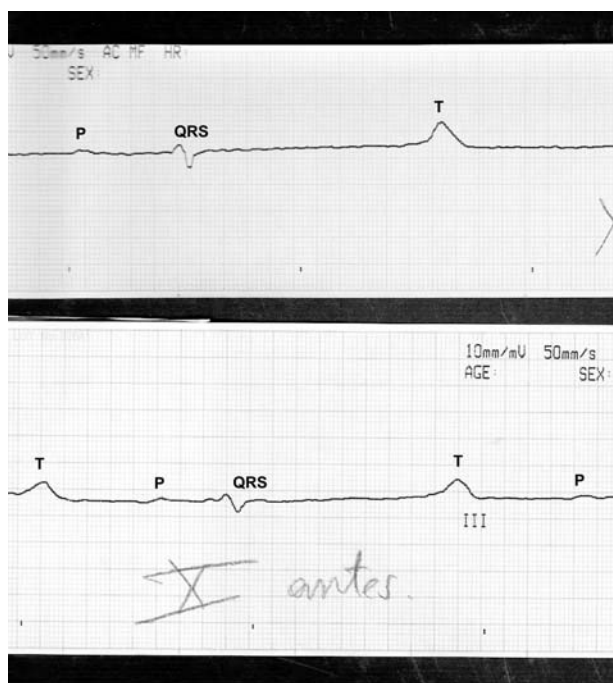


Figura 2 - Traçado eletrocardiográfico de duas *Podocnemis expansa*. Utilizou-se derivação III, velocidade do papel 50 mm/s, 10 mm (mV), onde: P (onda P), QRS (complexo QRS), T (onda T).

VALORES DAS ONDAS DO ELETROCARDIOGRAMA DE TARTARUGAS DA AMAZÔNIA (*Podocnemis expansa*, Schweigger, 1812) (TESTUDINES)

Tartaruga	Freq.card.		Duração (seg)			
	bpm	P	PR	QRS	ST	QT
1	25,21	0,22	0,42	0,1	1,1	1,18
2	37,77	0,12	0,22	0,1	0,9	1,14
3	28,57	0,1	0,32	0,1	1	1,34
4	26,08	0,08	0,3	0,1	1,02	1,14
5	21,42	0,1	0,24	0,1	1,06	1,14
6	22,72	0,1	0,5	0,1	1	1,08
7	24,39	0,1	0,46	0,1	1	1,1
8	31,91	0,1	0,24	0,1	0,92	1
9	31,57	0,1	0,22	0,1	0,96	1,04
10	29,41	0,1	0,36	0,1	0,96	1,06
11	25,86	0,1	0,3	0,1	0,96	1,06
12	26,08	0,1	0,54	0,1	0,96	1,06
13	16,39	0,1	0,38	0,1	1,02	1,1
14	16,52	0,1	0,36	0,1	1,06	1,12
15	28,16	0,1	0,32	0,1	1	1,08
16	32,96	0,1	0,32	0,1	1,08	1,16
17	35,29	0,1	0,28	0,1	0,88	0,96
18	27,27	0,1	0,56	0,1	1	1,1
19	49,18	0,1	0,32	0,1	0,68	0,78
20	32,96	0,1	0,38	0,1	0,92	1
21	54,54	0,1	0,2	0,1	0,4	0,46
22	40	0,1	0,66	0,1	0,7	0,78
23	34,48	0,1	0,36	0,1	0,82	0,9
24	24	0,1	0,36	0,1	0,92	1
25	35,71	0,1	0,2	0,1	0,74	0,8
26	26,08	0,1	0,56	0,1	1,08	1,2
27	26,84	0,1	0,42	0,1	1,1	1,16
28	27,27	0,1	0,36	0,1	1,08	1,14
29	21,82	0,1	0,5	0,1	1,22	1,3
30	34,09	0,1	0,34	0,1	0,82	0,9
média	29,81833	0,104	0,366667	0,1	0,945333	1,042667
dp	8,294752	0,02253	0,11713	0	0,159822	0,173462

Tabela 1 - Freqüência cardíaca em batimentos por minuto (bpm), médias e desvios-padrão da duração, em segundos, da onda P, do intervalo PR, do complexo QRS, do segmento ST e do intervalo QT de trinta *Podocnemis expansa*. Onde: média = média aritmética e dp = desvio-padrão.

Tartaruga	Amplitude de onda (mV)				
	P	R	S	ST	T
1	0,1	0,1	0,2	0,8	0,5
2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,3
3	0,1	0,1	0,2	0,5	0,3
4	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3
5	0,1	0,1	0,2	1	0,7
6	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3
7	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3
8	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3
9	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3
10	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3
11	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3
12	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3
13	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3
14	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3
15	0,1	0,1	0,2	0,8	0,5
16	0,1	0,1	0,2	0,8	0,5
17	0,1	0,1	0,2	0,8	0,5
18	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5
19	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5
20	0,1	0,1	0,2	0,5	0,3
21	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3
22	0,1	0,1	0,2	0,7	0,3
23	0,1	0,1	0,2	0,5	0,3
24	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3
25	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3
26	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3
27	0,1	0,1	0,2	0,8	0,5
28	0,1	0,1	0,2	0,8	0,5
29	0,1	0,1	0,2	0,8	0,5
30	0,1	0,1	0,2	0,8	0,5
média	0,1	0,1	0,19	0,68	0,38
dp	0	0	0,25	0,17	0,11

Tabela 2 - Valores, médias e desvios-padrão das amplitudes, em mV, das ondas P, R, S, T e do segmento ST de trinta *Podocnemis expansa*. Onde: média = média aritmética e dp = desvio padrão.

do átrio direito (VALENTINUZZI, 1969). A via de excitação elétrica no coração da tartaruga é o seio venoso, veia cava direita, átrio direito, átrio esquerdo, junção aurículo-ventricular, base ventricular e ápice ventricular (MEEK e EYSTER, 1912).

Lange et al. (1966) também descrevem que múltiplas ações do marcapasso desses animais são encontradas no seio venoso. O lado direito normalmente conduz o coração e estímulos no nervo vago suprimem a ação do marcapasso no lado estimulado. Bloqueio da condução sinoatrial ocorre em tempos de supressão incompleta da atividade no marcapasso do seio, permitindo a ação e desenvolvimento do marcapasso atrial. Quanto à colocação dos eletrodos nos animais os autores supracitados mencionam o mesmo padrão usado neste experimento. Também citam que, nas condições impostas (23°C a 25°C), a frequência cardíaca ficou entre 24-60 batimentos por minuto. Tais dados provêm de estudo em 15 quelônios das espécies *Chrysemys picta picta*, *Graptemys geographica*, *Malademys concentrica* e *Chelydra serpentina*. Holz e Holz (1995) encontraram uma variação de 16-37 batimentos por minuto (23 a 25°C) em *Trachemis scripta elegans*.

Wilber (1960), Greenfield e Morrow (1961) e Huggins et al. (1969) relatam que o eletrocardiograma de animais geralmente é obtido com os animais sob anestesia ou contenção física e, geralmente, os eletrodos são colocados por meio de técnicas cirúrgicas experimentais. Weinheimer et al. (1982) completam o raciocínio: mensurações nessas condições não podem ser consideradas como valores normais representativos, devido ao alto estresse no experimento. Assim, este estudo foi conduzido com animais não anestesiados e sem implante cirúrgico dos eletrodos. A contenção consistiu apenas do posicionamento dos animais em decúbito dorsal sobre a mesa, de modo a possibilitar padrões eletrocardiográficos próximos aos fisiológicos. O padrão fisiológico é importantíssimo na avaliação de enfermidades cardíacas. Rishniw e Carmel (1999) diagnosticaram e trataram insuficiência valvular atrioventricular em uma serpente da espécie *Morelia spilota variegata*. O eletrocardiograma da paciente foi comparado ao de animais saudáveis e sem se conhecer o padrão normal não seria possível detectar a enfermidade. Carvalho et al. (2004) descrevem que o eletrocardiógrafo é uma alternativa na monitorização cardíaca de quelônios. Por causa do casco, não se consegue auscultar o coração com o estetoscópio (exceto na estetoscopia esofágica), mas em animais pequenos há a impossibilidade de não poder introduzi-lo, devido à luz estreita do esôfago. Pode-se utilizar o eletrocardiógrafo para monitorização cardíaca durante a anestesia e também para detecção de afecções cardíacas.

Neste estudo, a derivação DIII foi escolhida como padrão, porque representou com melhor sensibilidade o

traçado eletrocardiográfico de *Podocnemis expansa*. Nas outras derivações não houve a representação de todas as ondas. Diferentes eletrocardiógrafos foram testados e, também, o posicionamento dos eletrodos. Holz e Holz (1995) utilizaram a derivação DII e posicionamento de três eletrodos em triangulação. Tal padrão não registrou todas as ondas em *Podocnemis expansa* e mesmo as que foram registradas não foram adequadamente analisadas na fita eletrocardiográfica. O coração de quelônios possui frequência cardíaca e força de contração cardíaca inferiores ao de mamíferos, daí talvez a dificuldade em registrar um bom eletrocardiograma desses animais em todas as derivações.

A onda T indica repolarização ventricular (KAPLAN e SCHWANTZ, 1963). Neste estudo, a fase de repolarização, ou seja, o intervalo QT, teve média de 1,04 segundo. Já Holz e Holz (1995) observaram a média de 1,41 segundo no intervalo QT do cágado *Trachemis scripta elegans*. Os resultados para *Podocnemis expansa* e *Trachemis scripta elegans* são considerados longos, quando comparados às espécies de mamíferos (TILLEY, 1985), e esse dado já havia sido relatado em outras espécies de répteis (SHANNON e WIGGERS, 1939, JOHANSEN, 1959).

Outra característica do eletrocardiograma de répteis é o pequeno período entre a repolarização e a próxima despolarização (intervalo TP) (JOHANSEN, 1959). O intervalo TP constitui somente um quarto do ciclo cardíaco em *Podocnemis expansa*. Em mamíferos, este período ocupa aproximadamente a metade do ciclo cardíaco (TILLEY, 1985). Em seu estudo, Holz e Holz (1995) descrevem o mesmo fato em *Trachemis scripta elegans*. Em relação à onda T em répteis, McDonald e Heath (1971) descrevem que sua configuração e amplitude são variáveis. Mais comumente é invertida e moderada em sua amplitude (30-60 por cento da amplitude de QRS), mas pode ter ocasionalmente deflexão positiva. A onda T dos quelônios deste estudo apresentou deflexão positiva, porém essa foi maior que a do complexo QRS, assim a onda T em *Podocnemis expansa* não se comporta totalmente da maneira descrita pelos autores supracitados, observa-se que ela pode ser 30% maior que a amplitude do complexo QRS.

CONCLUSÃO

O eletrocardiógrafo constitui uma ferramenta eficiente na monitorização dos batimentos cardíacos de quelônios, durante procedimentos anestésiológicos e no diagnóstico de enfermidades cardiovasculares. O traçado eletrocardiográfico foi semelhante a de outros répteis, porém seu melhor registro ocorreu em derivação DIII, utilizando cinco eletrodos.

REFERÊNCIAS

- AKERS, T. K., DAMM, M. G. The effect of temperature on cardiograms of two species of turtles. **Copeia**, v.1963, p.629-634, 1968.
- CARVALHO, S. F. M., SANTOS, A. L. Q., LIMA, C. A. P., AVILA JUNIOR, R. H. Avaliação preliminar da utilização do eletrocardiôgrafo no monitoramento do batimento cardíaco de tartarugas da Amazônia (*Podocnemis expansa*, Schweigger – 1812)(TESTUDINATA). In: I SEMANA ACADÊMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, 30., 2004, Uberlândia, MG. **Abstracts...1 CDROM**.
- COOK, R. A., WESTROM, W. Cardiac anatomy, cardiac physiology and electrocardiology of reptiles. In: AMERICAN ASSOCIATION OF ZOO VETERINARIANS ANNUAL PROCEEDINGS, 1979. **Abstracts...p.16-22**.
- DAVIES, F. E., FRANCIS, T. B., KING, T. S. Electrocardiogram of the crocodilian heart. **Nature**, v.167, p.146, 1951.
- GREENFIELD, L. J., MORROW, A. G. The cardiovascular hemodynamics of Crocodilia. **Journal of Surgery Research**, v.1, p.97-103, 1961.
- HOLZ, R. M., HOLZ, P. Electrocardiography in anaesthetized red-eared sliders (*Trachemis scripta elegans*). **Research in Veterinary Science**, v.58, p.67-69, 1995.
- HUGGINS, S. E., HOFF, H. E, PENA, R. V. Heart and respiratory rates in crocodilian reptiles under conditions of minimal stimulations. **Physiology Zoology**, v.42, p.320-333, 1969.
- JACOBSON, E. R., HOMER, B., ADAMS, W. Endocarditis and congestive heart failure in a Burmese python (*Python molurus bivittatus*). **Journal of Zoo and Wild Animal Medicine**, v.22, p.245-248, 1991.
- JOHANSEN, K. Circulation on the three-chambered snake heart. **Circulation Research**, v.7, p.828-832, 1959.
- KAPLAN, H. M., SCHWARTZ, C. Electrocardiography in turtles. **Life Sciences**, v.9, p.637-645, 1963.
- LANGE, G., LU, H. H., TSUMURAYA, Y., BROOKS, M. C. C. Pacemaker actions in the turtle heart. **American Journal of Physiology**, v.210, n.6, p.1375-1382, 1966.
- MCDONALD, H. S., HEATH, J. E. Electrocardiographic observations on the tuatara, *Shenodon punctatus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.40A, p.881-892, 1971.
- MEEK, W. J., EYSTER, J. A. E. The course of the wave of negativity which passes over the tortoise heart during the normal beat. **American Journal of Physiology**, v.31, p.31-46, 1912.
- RISHNIW, M., CARMEL, B. P. Atrioventricular valvular insufficiency and congestive heart failure in a carpet python. **Australian Veterinary Journal**, v.77, n.9, p.580-583, 1999.
- SERPA, M. F. **Noções básicas de cardiologia e eletrocardiografia**: caderno técnico da Sociedade Brasileira de Cardiologia Veterinária. Rio de Janeiro, 1999. p.39.
- SHANNON, E. W., WIGGERS, C. J. The dynamics of the frog and turtle hearts. The non-refractory phase of systole. **American Journal of Physiology**, v.128, p.709-715, 1939.
- STEGGERDA, F. R., ESSEX, H. E. Circulation and blood pressure in the great vessels and heart of the turtle (*Chelydra serpentina*). **American Journal of Physiology**, v.190, p.320-326, 1957.
- TILLEY, L. P. **Essentials of canine and feline electrocardiography**. 2nd ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1985.
- VALENTINUZZI, M. E. **Electrophysiology and mechanics of the snake heart beat**. Houston, Texas, 1969. Dissertação (PhD), Baylor College of Medicine.
- WAGNER, R. A. Clinical challenge. Case 1. **Journal of Zoo and Wild Animal Medicine**, v.20, p.238-239, 1989.
- WILBER, C. G. Cardiac responses of *Alligator mississippiensis* to diving. **Compendium of Biochemistry and Physiology**, v.1, p.164-166, 1960.
- WEINHEIMER, C. J., PENDERGAST, D. R., SPOTILA, J. R. Peripheral circulation in *Alligator mississippiensis* to diving, fear, movement, investigator activities, and temperature. **Journal of Comparative Physiology**, v.148B, p.57-63, 1982.