

## PARÂMETROS ELETROCARDIOGRÁFICOS DE NOVILHAS DA RAÇA JERSEY

Rodrigo Barroso Nunes<sup>1</sup>, Caio Filipe Xavier Ferreira<sup>1</sup>, Rafael Moraes Aboin<sup>1</sup>, Héric Garcia de Deus<sup>1</sup>, Mere Erika Saito<sup>2</sup>, Leticia Andreza Yonezawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UFU

<sup>2</sup> UDESC

Correspondência: Leticia Andreza Yonezawa: leticiay@gmail.com

**RESUMO:** O presente estudo objetivou estabelecer um padrão eletrocardiográfico para bovinos da raça Jersey. Para isso, foram realizados eletrocardiogramas de 50 novilhas da raça Jersey com idade média de dois anos e peso médio de  $263,8 \pm 41,2$  kg. Os traçados eletrocardiográficos foram obtidos utilizando-se a técnica de derivação de membros ou plano frontal, para avaliação do ritmo, eixo elétrico, frequência cardíaca, mensuração da duração e amplitude de ondas e intervalos, bem como avaliar a morfologia das ondas. O ritmo cardíaco encontrado em todos os animais foi o ritmo sinusal. A maioria dos animais (72%) apresentou eixo elétrico no intervalo de  $+120^\circ$  a  $+180^\circ$ . A frequência cardíaca média foi de  $79,2 \pm 8,9$  batimentos por minuto. A onda P apresentou duração média de  $0,06 \pm 0,02$  s e amplitude de  $0,08 \pm 0,05$  mV. Na maioria dos animais (82%), a morfologia encontrada foi única positiva, ao passo que em 18% das novilhas encontrou-se onda P bifida. O intervalo PR apresentou duração de  $0,18 \pm 0,03$  s. O complexo QRS teve duração de  $0,11 \pm 0,02$  s, a onda Q teve amplitude de  $0,24 \pm 0,18$  mV, a onda R, de  $0,18 \pm 0,11$  mV, enquanto que a onda S geralmente esteve ausente. A onda T esteve presente, porém variou bastante, tanto em duração, amplitude e morfologia. A duração média do intervalo QT foi de  $0,36 \pm 0,04$  s. Assim, pôde-se concluir que a técnica de derivação de membros é fácil de ser executada e adequada para a raça, o que garantiu a padronização dos parâmetros eletrocardiográficos para a raça Jersey.

**Palavras-chave:** bovino; coração; eletrocardiograma

## ELECTROCARDIOGRAPHIC PARAMETERS OF JERSEY HEIFERS

**ABSTRACT:** This study aimed to establish standard parameters of electrocardiogram (ECG) in fifty Jersey heifers aged two years and weighing  $263.8 \pm 41.2$  kg. ECG tracings were recorded with standardized body and limb positions for evaluation of rhythm, electric axis, heart rate, duration and amplitude of waves and intervals, and morphology of waves. Rhythm found was sinus rhythm in all animals. Most of heifers (72%) had electric axis between  $+120^\circ$  to  $+180^\circ$ . Mean heart rate was  $79.2 \pm 8.9$  beats per minute. The P-wave had mean duration of  $0.06 \pm 0.02$  s and amplitude of  $0.08 \pm 0.05$  mV. P-wave patterns found was positive single (82%) and bifid (18%). The PR interval was  $0.18 \pm 0.03$  s; the QRS complex was  $0.11 \pm 0.02$  s; the Q-wave was  $0.24 \pm 0.18$  mV; the R-wave was  $0.18 \pm 0.11$  mV and the S-wave was not seen in ECG tracings. The T-wave had several patterns and variable duration and amplitude. QT interval was  $0.36 \pm 0.04$  s. In conclusion, the standardized body and limb positions technique is easy and appropriate for Jersey breed, which ensured the standardization of electrocardiographic parameters.

**Key Words:** cattle; electrocardiogram; heart

## INTRODUÇÃO

A necessidade de fornecer diagnósticos mais precisos na bovinocultura no Brasil vem crescendo muito e, conseqüentemente, aumenta a utilização de exames complementares mais específicos. Isso ocorre principalmente devido ao crescimento da pecuária de elite no país, fazendo com que os animais atinjam uma qualidade zootécnica cada vez maior e se tornem ainda mais valiosos (OLIVEIRA *et al.*, 2008), o que afeta diretamente na qualidade e quantidade de alimentos produzidos. A raça Jersey pode ter uma vida reprodutiva de até 20 anos, sendo que o rendimento máximo ocorre por volta dos 10 aos 12 anos. Deste modo, é um animal que vive e produz por bastante tempo, atingindo idades bem avançadas (SOARES, 2011). Assim, alguns problemas de saúde podem se tornar mais comuns, como por exemplo, as enfermidades cardiovasculares.

A eletrocardiografia é o estudo da atividade elétrica do coração em relação ao tempo, baseado em um registro gráfico. Com ela, é possível detectar arritmias cardíacas (OLIVEIRA *et al.*, 2008). O eletrocardiograma é de fundamental importância na clínica cardiológica e sua interpretação se baseia na mensuração dos potenciais elétricos do coração, por meio de eletrodos fixados em áreas específicas da pele. Diferenças de voltagens, provenientes da despolarização e repolarização das células cardíacas, são registradas num gráfico que possui os segmentos lineares intervalados por ondas distintas. Cada derivação bipolar é obtida de um par de eletrodos, em lados opostos do coração, que estão conectados ao corpo, cujo sentido o eletrodo negativo para o positivo constitui o vetor da derivação. As derivações unipolares aumentadas dos membros se tratam de um registro pelo

qual dois dos membros são conectados ao terminal negativo do eletrocardiógrafo por meio de resistências elétricas, enquanto o outro membro é conectado ao terminal positivo (GUYTON e HALL, 2006).

Por meio da eletrocardiografia, podem ser detectadas as arritmias cardíacas. Deste modo, determinar um padrão eletrocardiográfico para a raça Jersey seria muito interessante, pois seria mais fácil identificar problemas cardíacos nos animais e, assim, auxiliar o atendimento de animais doentes, podendo até ajudar na escolha de um tratamento mais adequado. Para dar um diagnóstico mais preciso de alguma alteração cardiovascular, além da obtenção do histórico e exame físico detalhado, o ideal é conhecer os parâmetros eletrocardiográficos normais para cada espécie e raça obtidos de animais saudáveis. Para caprinos, ovinos e bovinos, ainda é difícil determinar um diagnóstico totalmente confiável para as doenças cardíacas, pois as informações existentes para esta área ainda são escassas (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

Na literatura, foram encontrados apenas dois trabalhos de padrão eletrocardiográfico em bovinos. Rezakhani *et al.* (2004) realizaram 600 eletrocardiogramas em bovinos da raça Holandesa, utilizando um sistema bipolar de membro único. Neste estudo, os autores concluíram que a derivação base-ápice é adequada para avaliação e monitoramento de vacas adultas da raça Holandesa. Já Oliveira *et al.* (2008) analisaram 200 eletrocardiogramas de bovinos da raça Nelore pela derivação do plano frontal, concluindo que esse sistema também é exequível desde que os animais estejam acostumados. Assim, o objetivo deste trabalho foi o estudo eletrocardiográfico em bovinos da raça Jersey, estabelecendo-se assim um padrão dos parâmetros eletrocardiográficos da raça em questão.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas no experimento 50 novilhas da raça Jersey, com cerca de dois anos de idade e entre 1 e 4 meses de gestação, da Fazenda Águas Cristalinas, localizada próxima a Monte Alegre – MG. Todos os animais utilizados apresentavam bom estado clínico geral.

Após a contenção física em tronco de contenção apropriado, foi realizado o exame físico geral, por meio da aferição das frequências cardíaca, respiratória e dos movimentos ruminais, avaliação da coloração das mucosas, temperatura retal, estado nutricional, avaliação dos linfonodos e avaliação geral da pele (FEITOSA, 2008), para verificar a higidez dos animais e estabelecer se estavam aptos a serem incluídos na pesquisa, respeitando-se o tempo para que animal se acalmasse desde a contenção até o exame. Quando aptos, os animais foram submetidos à pesagem em balança digital e ao exame eletrocardiográfico.

Para a realização do exame eletrocardiográfico, foram utilizados eletrodos tipo jacaré, com algodão umedecido com álcool para uma melhor condução elétrica, conectados segundo a técnica de derivação de membros, conforme Reef e Marr (2010), obtendo-se traçados eletrocardiográficos nas derivações DI, DII e DIII, aVL, aVR e aVF da seguinte forma:

- Derivação I: eletrodo positivo no membro torácico esquerdo e eletrodo negativo no membro torácico direito.
- Derivação DII: eletrodo positivo no membro pélvico esquerdo e eletrodo negativo no membro torácico direito.
- Derivação DIII: eletrodo positivo no membro pélvico esquerdo e eletrodo negativo no membro torácico esquerdo.
- Derivação aVR: eletrodo positivo no membro torácico direito e eletrodo

negativo entre o membro torácico e pélvico esquerdos.

- Derivação aVL: eletrodo positivo no membro torácico esquerdo e eletrodo negativo entre o membro torácico direito e pélvico esquerdo.
- Derivação aVF: eletrodo positivo no membro pélvico esquerdo e eletrodo negativo entre os membros torácicos direito e esquerdo.

Os traçados foram obtidos por meio de eletrocardiógrafo, registrados e padronizados com sensibilidade de 5 mm/mV (2N) e velocidade de 25 mm/s para avaliação do ritmo e frequência cardíaca, e de 50 mm/s para mensurar a duração e amplitude de ondas e intervalos, bem como para a análise morfológica das ondas. A partir dos registros obtidos, determinou-se o eixo elétrico de acordo com Tilley (1992), considerando a amplitude das deflexões do complexo QRS nas derivações bipolares (DI, DII e DIII) e unipolares aumentadas (aVR, aVL, aVF).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise descritiva, obtendo-se valores de médias e desvios-padrão dos parâmetros quantitativos (parâmetros vitais, duração e amplitude das ondas e intervalos) bem como de frequência em porcentagem dos dados qualitativos (morfologia das ondas). Os dados obtidos de peso e duração do complexo QRS foram analisados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, seguido do teste de correlação de postos de Spearman, sendo considerados significativos quando  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O exame físico geral dos animais foi o primeiro exame a ser realizado para saber se o animal estava apto a ser incluído no experimento. Os animais pesaram em média 263,8 kg, com desvio-padrão de 41,2 kg, com mínimo de 189 kg e máximo de 434 kg. A

frequência cardíaca variou de 36 a 80 bpm, e a média foi de  $57,4 \pm 8,5$  bpm. A média de frequência respiratória foi de  $39,1 \pm 5,7$  movimentos por minuto (mpm), com mínimo de 28 a 48 mpm; a média de frequência ruminal de  $2,6 \pm 0,8$  mov/2 min (mínimo de 1 e máximo de 4 movimentos ruminais a cada 2 min); e temperatura retal de  $38,4 \pm 0,6^\circ\text{C}$ , com variação de  $37,2$  a  $39,5^\circ\text{C}$ . Os animais ainda apresentaram bom estado nutricional, coloração normal das mucosas, boas condições de pelame e hidratação e linfonodos palpáveis não reativos, sendo considerados normais segundo os parâmetros estabelecidos por Feitosa (2008). Dos animais incluídos no experimento, nenhum apresentou problemas cardíacos ou respiratórios à auscultação.

Na realização do experimento, os animais se mostraram bastante dóceis e tranquilos, mesmo sendo animais jovens e que ainda não tinham um contato diário com o homem. Isso permitiu uma fácil execução dos exames físicos e dos eletrocardiogramas. Além disso, a colocação dos eletrodos no corpo dos animais é de fácil execução, principalmente porque o eletrocardiograma não é um exame invasivo nem tampouco causa desconforto aos animais e, deste modo, as novilhas colaboraram para a execução dos exames, como já era esperado, já que a raça Jersey é bastante dócil e bem manejável.

Em todos os animais, o ritmo encontrado foi o sinusal. Nos traçados eletrocardiográficos obtidos, as ondas P, Q, R e T estiveram presentes em todos os animais e foram constantes quanto à configuração e regularidade, os intervalos R-R se apresentaram regulares (com variação menor que 10%) e os complexos P-QRS foram considerados normais com intervalo PR constante, caracterizando assim, o ritmo sinusal (TILLEY, 1992).

A frequência cardíaca calculada a partir dos eletrocardiogramas variou de 59 a 103 bpm, com média de  $79,2 \pm 8,9$  bpm. A frequência cardíaca calculada foi um pouco mais elevada que os experimentos de Rezakhani *et al.* (2004), que foi de 75,73 bpm, e de Oliveira *et al.* (2008) de 77 bpm, porém bastante semelhantes. Sendo assim, o resultado apresentou-se dentro do esperado. A variação da frequência cardíaca pode ser normal entre as raças de bovinos e também pode sofrer influência da idade. Cabe ressaltar que neste experimento todos os animais utilizados eram jovens, o que pode contribuir para uma frequência cardíaca mais elevada.

O eixo elétrico foi calculado e a maioria dos animais (72%, 31/50) apresentou um eixo médio de  $+121^\circ$  a  $+180^\circ$ , conforme ilustrado na Figura 1. Os traçados obtidos apresentavam o complexo QRS isoeletrico no máximo em uma derivação, sendo assim possível avaliar o eixo elétrico dos animais. Assim, a técnica que utiliza a colocação de eletrodos nos quatro membros (plano frontal) em bovinos mostrou-se adequada, confirmando a afirmativa de Oliveira *et al.* (2008). A análise do eixo elétrico determinou ser normal para essa raça o eixo entre  $+121$  e  $+180^\circ$ , visto que 72% dos animais apresentaram-se nesse intervalo. Além disso, mais dois animais apresentaram eixo de  $+120^\circ$ . Logo, pode-se considerar normal para a raça um eixo entre  $120$  e  $180^\circ$ .

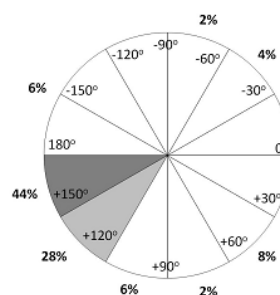


Figura 1 - Representação do eixo cardíaco no plano frontal de vacas prenhes da raça Jersey, com faixas de variação expressas em graus. As áreas destacadas correspondem à maior frequência de ocorrência do eixo.

Os dados relativos à duração e amplitude de ondas e intervalos estão apresentados na Tabela 1. O valor médio e os valores mínimo e máximo do intervalo PR encontrados foram bem próximos aos descritos no experimento de Oliveira *et al.* (2008) de nelores (média de  $0,158 \pm 0,028$  s; mínimo de 0,08 s e máximo de 0,28 s) e do gado Holandês no experimento de Rezakhani *et al.* (2004) pela técnica base-ápice (média de  $0,20 \pm 0,02$  s; mínimo de 0,12 e máximo de 0,26 s).

Neste experimento, a duração média do complexo QRS foi de 0,11 segundos (Tabela 1). Os nelores de Oliveira *et al.* (2008) apresentaram somente a onda R, e foram considerados normais. Já no gado Holandês do experimento de Rezakhani *et al.* (2004), o complexo QRS durou em média 0,06 segundos (mínimo de 0,04 s e máximo de 0,10 s), ou seja, quase metade da duração das novilhas Jersey, mostrando uma despolarização ventricular mais rápida. Rezakhani *et al.* (2004) registraram ondas R um pouco menores nos bovinos europeus pelo sistema base-ápice, enquanto Oliveira *et al.* (2008) registraram, para os nelores, ondas R com mais que o dobro da amplitude pelo plano frontal, o que é sugestivo de que há uma influência da raça em algumas mensurações, já que a raça Jersey também é europeia (*Bos taurus taurus*) e os nelores são indianos (*Bos taurus indicus*). Embora seja amplamente conhecido que a amplitude e duração do complexo QRS não refletem na massa miocárdica em animais de grande porte (OLIVEIRA *et al.*, 2008; YONEZAWA *et al.*, 2014), sugere-se que a variação do complexo QRS entre as raças seja decorrente da conformação torácica, pela disposição dos eletrodos e distância ao coração. No experimento de Rezakhani *et al.* (2004) também não há registro da onda Q. Esta comparação com o trabalho de Rezakhani *et al.* (2004) não é ideal de

ser feita, visto que a técnica utilizada por esses autores foi outra, a base-ápice. Ou seja, não se pode comparar a amplitude das ondas utilizando essas técnicas diferentes. Infelizmente, não há muita literatura sobre o tema para uma melhor discussão.

Segundo Andrade *et al.* (2006), o tamanho do coração em equinos poderia ser estimado pelo tempo de despolarização do ventrículo, representado pelo QRS, uma vez que parece haver correlação entre a duração do complexo QRS e o peso do coração de cavalos de corrida e de sela. Com base nessa informação, o presente estudo verificou se havia correlação entre o peso dos animais e a duração do complexo QRS, supondo que os animais com maior massa corporal apresentariam maior massa cardíaca. Contudo, a correlação entre peso e duração de QRS apresentou baixo coeficiente de correlação (-0,187), além de não apresentar significância ( $P=0,192$ ). Em bovinos, como verificado em equinos, as fibras de Purkinje estão dispostas profundamente no miocárdio, com atrelamento muito maior em relação aos cães e gatos. Desse modo, a despolarização do miocárdio ocorre ao mesmo tempo em uma grande área, sem que a ativação das células ocorra de forma seriada. Assim, não é possível estabelecer uma relação entre o QRS com as dimensões reais das câmaras cardíacas (REZAKHANI, *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2008; YONEZAWA *et al.*, 2014).

Tabela 1 - Médias ( $\pm$ desvios-padrão) da duração (s) e amplitude (mV) das ondas e intervalos em 50 novilhas da raça Jersey.

Parâmetro	Média $\pm$ Desvio-padrão	Menor Valor	Maior Valor
<b>Duração</b>			
Onda P (s)	$0,06 \pm 0,02$	0,02	0,12
Intervalo PR (s)	$0,18 \pm 0,03$	0,08	0,24
Complexo QRS (s)	$0,11 \pm 0,02$	0,06	0,18
Intervalo QT (s)	$0,36 \pm 0,04$	0,28	0,48
<b>Amplitude</b>			
Onda PI (mV)	$0,08 \pm 0,05$	-0,1	0,25
Onda PII (mV)	$0,02 \pm 0,04$	0	0,2
Onda Q (mV)	$0,24 \pm 0,18$	0	0,9
Onda R (mV)	$0,18 \pm 0,11$	0,025	0,75

No segmento ST não ocorreram os fenômenos de infradesnívelamento ou supradesnívelamento, semelhantemente encontrado por Oliveira *et al.* (2008). Na literatura consultada, não está estabelecido a importância clínica da elevação ou depressão do segmento. Em equinos atletas, sugere-se que pode haver elevação de ST (Yonezawa *et al.*, 2014). O intervalo QT foi muito semelhante com o gado europeu do experimento de Rezakhani *et al.* (2004) e também semelhante aos nelores no experimento de Oliveira *et al.* (2008). Deste modo, foi um resultado esperado e normal se comparado a outras raças de bovinos.

Com relação à morfologia, apenas em nove animais (18%) a morfologia da onda P foi bífida, ou seja, existiu o componente PII da onda P. Nos outros 41 animais (82%) a morfologia de P foi única e positiva, ou seja, apenas PI (Figura 2). Assim, na raça Jersey, a onda P geralmente é formada a cima da linha de base isoeletrica. A duração observada neste estudo foi maior que a encontrada por Oliveira *et al.* (2008), cuja técnica utilizada foi a mesma, e a amplitude verificada foi menor. Tais diferenças foram muito pequenas, e podem ter ocorrido, dentre outros fatores, devido às diferenças da massa muscular do coração, além dos animais utilizados nos diferentes experimentos serem de raças diferentes. A onda P bífida, que ocorreu em 18% dos animais, pode ser devido a diferentes pontos de ativação do átrio e à ampla massa atrial que os bovinos apresentam em semelhança à espécie equina (YONEZAWA *et al.*, 2009).

A onda T foi positiva em 19 animais (38%) e negativa em 29 (58%). Nos outros dois animais, ela mostrou-se bifásica, sendo em um deles primeiro negativa e depois positiva e no outro primeiro positiva e depois negativa. A respeito da onda T, esta esteve presente com bastante evidência em

todos os animais, porém houve uma variação muito grande quanto à duração, amplitude e formação acima ou abaixo da linha de base, inclusive houve registros de ondas T bifásicas. Oliveira *et al.* (2008) relataram outros experimentos em que a onda T apresenta nas espécies domésticas comportamento muito variado. Nas novilhas Jersey não foi diferente. Em geral, a repolarização ventricular sempre vai gerar uma onda T, mas com comportamento irregular. Não se conhece exatamente qual a razão para a ampla variação e labilidade da onda T. Sabe-se que o mesmo comportamento pode ocorrer na espécie equina, de modo que não se utiliza como índice de problemas cardíacos (REZAKHANI *et al.*, 2004).

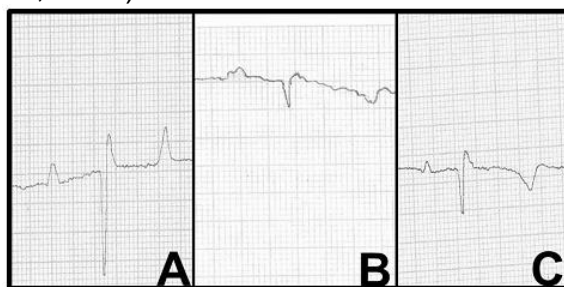


Figura 2 - Diferentes morfologias das ondas no traçado eletrocardiográfico de vacas da raça Jersey. A: onda P e onda T positivas; B: onda P bífida e onda T bifásica; C: onda P positiva e onda T negativa. Derivação DII, sensibilidade de 2N, velocidade de 50 mm/s.

## CONCLUSÃO

Para bovinos da raça Jersey, a execução do eletrocardiograma utilizando a técnica da derivação de membros ou plano frontal é fácil, principalmente pelo fato dos animais serem dóceis e aceitarem bem o manejo do homem, o que é uma característica da raça. Além disso, a utilização do sistema de derivações periféricas (DI, DII, DIII, aVR, aVL, aVF) é adequada para a avaliação da atividade elétrica cardíaca de bovinos. Assim, por meio do presente estudo houve a padronização dos parâmetros eletrocardiográficos de novilhas da raça Jersey, consistindo em um trabalho de referência fundamental para avaliação cardiológica de bovinos.



## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Noely Moraes de Araújo, proprietária da Fazenda Águas Cristalinas, e ao Médico Veterinário João Cisconi Giocondo Cesar, por permitirem a realização deste estudo nas novilhas Jersey.

## NOTAS INFORMATIVAS

Projeto aprovado pela Comissão de Ética na Utilização de Animais, sob protocolo número CEUA/UFU 021/13.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.F.C.; MICHIMA, L.E.S.; YONEZAWA, L.A. *et al.* Relação entre o escore cardíaco e o condicionamento físico de equinos da raça Mangalarga. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.13, n.2, p.125-130, 2006.

FEITOSA, F.L.F. Exame Físico Geral ou de Rotina. In: FEITOSA, F.L.F. **Semiologia Veterinária: a Arte do Diagnóstico**. 2.ed. São Paulo : Roca, 2008. Cap.4, p.75-86.

GUYTON, A. C., HALL, J. E. Interpretação eletrocardiográfica das anormalidades do músculo cardíaco e do fluxo sanguíneo coronariano: análise vetorial. In \_\_\_\_\_. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11.ed. Rio de Janeiro : Elsevier, 2006. Cap.12, p.131-146.

OLIVEIRA, P.C.L.; PANETO, J.C.C.; RUAS NETO, J.F. *et al.* Padronização da técnica de execução e parâmetros eletrocardiográficos normais, em derivações periféricas, para bovinos indianos adultos (*Bos taurus indicus*) da raça Nelore. **Revista Ceres**, v.55, n.3, p.224-230, 2008.

REZAKHANI, A.; PAPHAN, A.A.; SHEKARFROUSH, S. Analysis of base apex lead electrocardiograms of normal dairy cows. **Veterinarski Arhiv**, v.74, n.5, p.351-358, 2004.

REEF, V.B.; MARR, C.M. Dysrhythmias: assessment and medical management. In MARR, C.M.; BOWEN, M. **Cardiology of the horse**. 2 ed. Philadelphia : Saunders, 2010. Cap.13, p.159-178.

SOARES, R. F. **O Gado Jersey. História: Seleção, Expansão e Cosmopolitismo**. Rio de Janeiro: Associação dos Criadores de Gado Jersey do Estado do Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <http://assisbrasil.org/jersey.html>. Acesso em: 07/01/ 2013.

TILLEY, L.P. **Essentials of canine and feline electrocardiography**. 3 ed. Filadélfia : Lea & Febiger, 1992. 470p.

YONEZAWA, L.A. **Malondialdeído, troponina I cardíaca e eletrocardiografia em equinos da raça Puro Sangue Árabe submetidos ao exercício e à suplementação com vitamina E (dl-alfa-tocoferol)**. Botucatu, 2008. 51p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

YONEZAWA, L.A.; BARBOSA, T.S.; KOHAYAGAWA, A. Eletrocardiograma do equino. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.13, n.1, p.84-93, 2014.

YONEZAWA, L.A.; MACHADO, L.P.; SILVEIRA, V.F. *et al.* Exame eletrocardiográfico em equinos da raça Puro Sangue Árabe submetidos ao exercício em esteira de alta velocidade e à suplementação com vitamina E. **Archives of Veterinary Science**, v.14, n.3, p.134-142, 2009.