



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

BRENO MENEZES DOS SANTOS

AVALIAÇÃO ELETROCARDIOGRÁFICA EM FELINOS DOMÉSTICOS
DESTINADOS A GONADECTOMIA ELETIVA

GARANHUNS

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

BRENO MENEZES DOS SANTOS

AVALIAÇÃO ELETROCARDIOGRÁFICA EM FELINOS DOMÉSTICOS
DESTINADOS A GONADECTOMIA ELETIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Medicina Veterinária do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Lemos de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Aderaldo Alexandrino de Freitas

GARANHUNS

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S237a

Santos, Breno Menezes dos.

Avaliação eletrocardiográfica em felinos domésticos destinados a
Gonadectomia eletiva / Breno Menezes dos Santos. – 2018.
71 f. : il.

Orientador: Marcos Antonio Lemos de Oliveira.

Coorientador: Aderaldo Alexandrino de Freitas.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa
de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Recife, BR-PE, 2018.

Inclui referências.

1. Derivações pré cordiais 2. Eletrocardiografia 3. Felídeos 4. Parâmetros
I. Oliveira, Marcos Antonio Lemos de, orient. II. Freitas, Aderaldo Alexandrino
de, coorient. III. Título

CDD 636.089

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO ELETROCARDIOGRÁFICA EM FELINOS DOMÉSTICOS
DESTINADOS A GONADECTOMIA ELETIVA.**

Dissertação de mestrado elaborada por

BRENO MENEZES DOS SANTOS

Aprovada em/...../.....

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. Marcos Antonio Lemos de Oliveira Orientador
Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE**

**Profa. Dra. Evilda Rodrigues de Lima
Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE**

**Dr. Rinaldo Cavalcante Ferri – Médico Veterinário
Hospital Veterinário Universitário da UFRPE/UAG**

DEDICATÓRIA

À meu filho Felipinho,

Meu bem precioso e
maior fonte de inspiração.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me concebido a dádiva da vida e a oportunidade de chegar até aqui.

A meu pai Everaldo Menezes e minha mãe Rejane Santana por terem abdicado de seus sonhos, em prol da minha educação, sempre me apoiando em tudo que me proponho a fazer.

A família Santana, grande responsável por minha base e caráter.

A minha esposa Mara por toda cumplicidade ao longo desses anos, e cafezinhos durante as madrugadas de estudo.

Ao meu amado filho Felipinho, minha maior fonte de motivação.

Ao professor Dr. Aderaldo pela oportunidade de trabalho, colaboração, incentivo, ensinamentos, confiança e pela amizade.

Agradeço aos amigos e amigas, que me acompanharam durante todo o curso, deixando com certeza momentos inesquecíveis, os quais contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

A minha amiga de longa data Sandrinha, e colega Elis pela ajuda na redação da dissertação.

A equipe do hospital veterinário da UAG, por toda ajuda e compreensão nos momentos que precisei me ausentar.

Ao professor Almir, sempre muito solícito. Obrigado pela liberação para realizar o mestrado.

Ao meu amigo e chefe, Dr. Rinaldo Ferri, grande idealizador desse projeto, pela ajuda incondicional. Um verdadeiro pai para mim nesta pesquisa.

E por fim, a todas as pessoas que de maneira direta ou indireta me ajudaram nessa longa jornada.

RESUMO

O eletrocardiograma (ECG) é uma técnica sensível e específica para a identificação e classificação das arritmias cardíacas. Além disso, o ECG também pode sugerir aumento de câmaras cardíacas, monitoramento do ritmo durante cirurgias e contenção química, auxílio diagnóstico para cardiopatias estruturais, distúrbios eletrolíticos, doenças metabólicas, além de efusão pericárdica. Apesar de ser uma técnica diagnóstica já estabelecida na rotina veterinária, torna-se necessário estudos que padronizem algumas de suas variáveis, em vista da escassez de material científico abordando esse tema especificamente em felinos de companhia. Dentro desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o eletrocardiograma e caracterizar as derivações precordiais em gatos domésticos destinados a gonadectomia eletiva. Foram avaliados 80 animais adultos e saudáveis com indicação cirúrgica para gonadectomia eletiva, provenientes da rotina de atendimento clínico realizado no Hospital Veterinário Universitário -UAG (UFRPE). O eletrocardiograma foi realizado por meio do método computadorizado, com equipamento padronizado na sensibilidade 1cm =1mv e velocidade de 50mm/s. Os resultados obtidos expressos em média e desvio padrão foram FC: $194,20 \pm 31,48$ (bpm); onda P: $0,04 \pm 0,00$ (s) X $0,11 \pm 0,03$ (mV); intervalo PR: $0,07 \pm 0,01$ (s); complexo QRS: $0,04 \pm 0,00$ (s) X $0,34 \pm 0,21$ (mV); intervalo QT: $0,16 \pm 0,02$ (s); onda T $0,14 \pm 0,07$ (mV); onda R (rV2): $0,17 \pm 0,10$ (mV); onda S (rV2): $0,12 \pm 0,10$ (mV); onda R (V2): $0,30 \pm 0,21$ (mV); onda S (V2): $0,10 \pm 0,11$ (mV); onda R (V4): $0,22 \pm 0,21$ (mV); onda S (V4): $0,03 \pm 0,07$ (mV); RC: ritmo sinusal (92,5%), segmento ST: isoeletrico (92,5%), eixo elétrico: 91,5% (dentro da normalidade); polaridade da onda T (rV2): positiva (82,5%), polaridade da onda T (V2): positiva (95%); polaridade da onda T (V4): positiva (93,7%), polaridade da onda T (V10): negativa (87,5%). Verificou-se que as alterações eletrocardiográficas presentes no exame pré operatório de felinos saudáveis apresentam frequência significativa e que a maioria dos animais avaliados apresentam polaridade da onda T positiva nas derivações pré cordiais rV2, V2 e V4, e negativa em V10. Conclui-se também que todos animais avaliados apresentaram ondas R menores que 0,5 mV na derivação rV2, e ondas S menores que 0,5 mV nas derivações rV2, V2 e V4, levantando uma hipótese provável, que as referidas ondas nestas derivações devem ser menores que este valor em felinos domésticos.

Palavras-chave: derivações pré cordiais, eletrocardiografia, felídeos, parâmetros.

ABSTRACT

The electrocardiogram (ECG) is a sensitive and specific technique for the identification and classification of cardiac arrhythmias. In addition, the ECG may also suggest increased cardiac chambers, rhythm monitoring during surgeries and chemical restraint, diagnostic aid for structural heart disease, electrolyte disturbances, metabolic diseases, and pericardial effusion. Although it is a diagnostic technique already established in the veterinary routine, it is necessary studies that characterize some of its variables, in view of the scarcity of scientific material addressing this subject specifically in felines of company. In this context, the present study aimed to evaluate the electrocardiogram and to standardize the precordial leads in domestic cats for elective gonadectomy. Eighty healthy and adult animals with surgical indication for elective gonadectomy, from the clinical care routine performed at University Veterinary Hospital -UAG (UFRPE), were evaluated. The electrocardiogram was performed using the computerized method, with standardized equipment at sensitivity $1\text{cm} = 1\text{mv}$ and velocity of $50\text{mm} / \text{s}$. The results obtained expressed as mean and standard deviation were HR: 194.20 ± 31.48 (bpm); P wave: 0.04 ± 0.00 (s) X 0.11 ± 0.03 (mV); PR interval: 0.07 ± 0.01 (s); QRS complex: 0.04 ± 0.00 (s) X 0.34 ± 0.21 (mV); QT interval: 0.16 ± 0.02 (s); T wave 0.14 ± 0.07 (mV); R wave (rV2): 0.17 ± 0.10 (mV); S wave (rV2): 0.12 ± 0.10 (mV); R wave (V2): 0.30 ± 0.21 (mV); S wave (V2): 0.10 ± 0.11 (mV); R wave (V4): 0.22 ± 0.21 (mV); S wave (V4): 0.03 ± 0.07 (mV); RC: sinus rhythm (92.5%), ST segment: isoelectric (92.5%), electric axis: 91.5% (within normal range); polarity of the T wave (rV2): positive (82.5%), polarity of the T wave (V2): positive (95%); polarity of the T wave (V4): positive (93.7%), polarity of the T wave (V10): negative (87.5%). It was verified that the electrocardiographic changes present in the preoperative examination of healthy cats present a significant frequency and that the majority of the evaluated animals present positive T-wave polarity in the pre-cordial leads rV2, V2 and V4, and negative in V10. It was also concluded that all animals evaluated had R-waves smaller than 0.5 mV in the rV2 lead, and S-waves smaller than 0.5 mV in leads rV2, V2 and V4, raising a probable hypothesis that said waves in these leads should be less than this value in domestic felines.

Keywords: electrocardiography, felids, parameters, pre-cordial leads.

LISTA DE FIGURAS

Revisão de Literatura

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Coração felino - 1. Tronco braquicefálico; 2. Artéria subclávia esquerda; 3. Aorta; 4. Veia ázigos direita; 5. Veia cava cranial; 6. Veia cava caudal; 7. Artéria pulmonar; 8. Veias pulmonares; 9. Ligamento arterioso; 10. Átrio direito; 11. Aurícula direita; 12. Ventrículo direito; 13. Ramo interventricular subsinuoso; 14. Veia média do coração..... | 14 |
| Figura 2 - Componentes do sistema de condução cardíaco..... | 16 |
| Figura 3 - Representação esquemática do fluxo de corrente nas fibras de resposta rápida e lenta (correntes internas representadas por setas para baixo e correntes externas por setas para cima)..... | 17 |
| Figura 4 - Correlação entre o ECG e os eventos elétricos nas diferentes regiões do coração despolarizadas (em roxo) e repolarizadas (em laranja)..... | 18 |
| Figura 5 - Marcação milimetrada padrão para ECG..... | 19 |
| Figura 6 - Posicionamento de eletrodos de acordo com convenção..... | 21 |
| Figura 7 - Derivações bipolares DI, DII e DIII. RA: membro torácico direito; LA: membro torácico esquerdo; LL: membro pélvico esquerdo..... | 22 |
| Figura 8 – (A) Diagrama esquemático do triângulo de Einthoven, formado pelas derivações I, II e III. (B) Transposição dos três lados do triângulo de Einthoven para um ponto central comum de potencial zero. Diagrama do sistema de eletrodos hexaxial, formado pela sobreposição das três derivações e as três derivações aumentadas de modo que os pontos médios dos eixos principais coincidam..... | 23 |
| Figura 9 - Derivações unipolares aumentadas aVR, aVL e aVF..... | 24 |
| Figura 10 - Ritmo sinusal normal, bradicardia sinusal e taquicardia sinusal em um cão..... | 27 |
| Figura 11 - Diagrama esquemático do triângulo de Einthoven, formado pelas derivações I II e III..... | 28 |
| Figura 12 - Sistema hexaxial em felinos..... | 28 |
| Figura 13 - O eletrocardiograma- Ondas P, Q, R, S e T. Segmentos P-R e ST. Intervalos PR e QT..... | 31 |
| Figura 14 - Tipos de onda P..... | 32 |

| | |
|---|----|
| Figura 15 - Fibrilação atrial..... | 33 |
| Figura 16 - Taquicardia supraventricular e ventricular..... | 33 |
| Figura 17 - Bloqueios atrioventriculares de grau I, II, III..... | 35 |
| Figura 18 - Supradesnivelamento e infradesnivelamento de ST..... | 36 |

Artigo Científico

| | |
|---|----|
| Figura 01 - Eletrocardiograma de gato demonstrando complexos ventriculares prematuros isolados, monomórficos e positivos (origem em ventrículo direito), sensibilidade 1 mV = 1 cm, velocidade 25 mm/s, Garanhuns – PE, 2017..... | 60 |
| Figura 02 - Eletrocardiograma de gato demonstrando padrão sugestivo de bloqueio fascicular anterior esquerdo, com ondas Q pequenas em DI e aVL, e ondas S maiores que ondas R nas derivações II, III e aVF, sensibilidade 1 mV = 2 cm, velocidade 50 mm/s..... | 60 |
| Figura 03 - Eletrocardiograma de gato demonstrando padrão sugestivo de bloqueio de ramo direito do feixe de His e/ou hipertrofia ventricular direita, com supradesnível do segmento ST, ondas S alargadas e profundas nas derivações II, III e aVF, sensibilidade 1 mV = 2 cm, velocidade 50 mm/s..... | 61 |
| Figura 04 - Eletrocardiograma de gato demonstrando ritmo sinusal com segmento ST acima da linha base do traçado (0,2 mV) e onda T maior que 0,3 mV, derivação II, sensibilidade 1 mV = 1 cm, velocidade 50 mm/s), Garanhuns – PE, 2017..... | 61 |
| Figura 05 - Eletrocardiograma de gato demonstrando ritmo sinusal com amplitudes normais do QRS na derivação 2, porém apresentando ondas R com amplitudes iguais ou maiores que 1 mV em V2 (1 mV) e V4 (1,1 mV), sugerindo sobrecarga em ventrículo esquerdo, sensibilidade 1 mV = 1 cm, velocidade 50 mm/s), Garanhuns – PE, 2017..... | 62 |

LISTA DE TABELAS

Artigo Científico

Tabela 1 – Resultados das variáveis, Ritmo cardíaco, Eixo cardíaco, Segmento S-T e onda T polaridade (derivação II, 1 mV = 1 cm, N) em felinos domésticos atendidos no Hospital Veterinário Universitário da UFRPE/UAG.....63

Tabela 02.- Resultados das variáveis, FC, amplitude e duração da onda P, duração do intervalo PR, amplitude e duração do complexo QRS, e duração do intervalo QT (derivação II, 1 mV = 1 cm, N) em felinos domésticos atendidos no Hospital Veterinário Universitário da UFRPE/UAG.....64

Tabela 03 – Resultado das variáveis, amplitude das ondas R e S em rV2, V2 e V4 (derivações pré cordiais, 1 mV = 1 cm, N) em felinos domésticos atendidos no Hospital Veterinário Universitário da UFRPE/UAG.....64

Tabela 04 – Resultado das variáveis, polaridade da onda T em RV2, V2 e V4 e polaridade do QRS e onda T em V10 (derivações pré cordiais, 1 mV = 1 cm, N) em felinos domésticos atendidos no Hospital Veterinário Universitário da UFRPE/UAG.....65

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 12 |
| 2.1.Histórico | 12 |
| 2.2.Anatomia do coração felino..... | 13 |
| 2.2.1 Eletrofisiologia cardíaca | 15 |
| 2.3.Eletrocardiograma (ECG)..... | 18 |
| 2.3.1 Indicações e limitações do ECG..... | 20 |
| 2.3.2 A técnica e as derivações..... | 21 |
| 2.3.3 Interpretando o ECG..... | 25 |
| 2.3.3.1 Frequência cardíaca..... | 25 |
| 2.3.3.2 Ritmo cardíaco..... | 26 |
| 2.3.3.3 Eixo cardíaco..... | 28 |
| 2.3.3.4 Complexo P-QRST..... | 30 |
| 3. REFERÊNCIAS..... | 37 |
| 4. ARTIGO CIENTÍFICO..... | 43 |
| 5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 66 |

1. INTRODUÇÃO

A função principal do sistema cardiovascular é o transporte de sangue. A corrente sanguínea transporta um grande volume de substâncias que são de extrema importância à vida e à saúde, incluindo oxigênio e nutrientes necessários às células do organismo, além de substâncias essenciais, como hormônios e eletrólitos. Alterações nos mecanismos de transporte do sistema circulatório são frequentemente encontradas nos animais, algumas dessas são tidas como primárias, quando a doença afeta diretamente o sistema, a exemplo destas pode-se citar a miocardite e a hemorragia. A distinção entre as disfunções cardiovasculares primária e secundária algumas vezes é de difícil esclarecimento, porém essa dificuldade simplesmente enfatiza o quão interligados estão os sistemas do organismo e como eles são dependentes do funcionamento normal desse em questão (STEPHENSON, 2014).

Distúrbios do ritmo, frequência e/ou funcionamento cardíaco podem ocorrer durante os procedimentos cirúrgicos de cães e gatos em decorrência do próprio estado orgânico do paciente, acrescido a efeitos provocados pelos fármacos, administrados para a anestesia (TUDURY et al., 2003). Atkins (1999) e Goodwin (2002) defendem que um coração morfologicamente normal pode desenvolver arritmias letais e uma variedade de desordens, incluindo os desequilíbrios eletrolíticos (hipercalcemia, hiponatremia, hipercalcemia e hipocalcemia), neoplasias (especialmente esplênicas), síndrome dilatação vólculo gástrica e sepse podem provocar distúrbios no ritmo cardíaco. Assim sendo se faz indispensável uma boa e adequada avaliação pré-operatória incluindo procedimentos e exames a serem realizados no período que antecede uma cirurgia, afim de minimizar os riscos de intercorrências cirúrgicas, bem como a mortalidade e morbidade de pacientes (PADDLEFORD, 2001; SOUZA et al., 2005).

A avaliação pré-cirúrgica adequada engloba a realização da anamnese, histórico clínico, e exame físico, onde o profissional deve fazer uso da subjetividade de seus sentidos afim de procurar indícios de enfermidades (ORTENZI, 2006). Ainda no que diz respeito ao exame físico, atenção deve ser dada aos sistemas cardiovascular e respiratório, a partir da aferição dos sinais vitais (frequência cardíaca, pulso, frequência respiratória e temperatura corporal) (BIRCHARD E SHERDING, 2008). Quanto aos exames complementares, os mesmos devem ser solicitados com o propósito básico de guiar e otimizar os cuidados pré e transoperatório, levando em consideração as informações obtidas do paciente, histórico clínico, exame físico, tipo e porte do procedimento

cirúrgico (MATHIAS et al., 2006). Estudos comprovam que a eletrocardiografia em pacientes destinados a cirurgias é de grande relevância, mesmo para os casos em que o exame físico não indica doença cardíaca, já que as alterações observadas não dependem da manifestação de sinais clínicos de cardiopatia (CARVALHO et al. 2009).

As derivações precordiais, que avaliam a atividade elétrica no plano transversal, podem ser úteis na sugestão das sobrecargas ventriculares; bloqueio dos ramos do feixe de His; elucidação de algumas arritmias; e cálculo do eixo elétrico médio do QRS, quando as derivações do plano frontal não se mostram claras para esses fins (TILLEY, 1992). Deve-se reconhecer que a orientação da derivação estudada e as diferenças no tamanho do coração e seu posicionamento dentro do tórax, além dos vários processos de ativação e repolarização ventricular, resultam em complexos P-QRS-T que variam dentro e entre as espécies e classes de animais.

Diante do exposto compreende-se que um sistema cardiovascular alterado ocasiona disfunção significativa com perda da saúde e risco de morte, justificando assim a necessidade do conhecimento do que é normal e patológico em relação ao eletrocardiograma (STEPHENSON, 2014). Apesar de ser uma técnica diagnóstica já estabelecida na rotina veterinária, torna-se necessário estudos que padronizem algumas de suas variáveis, em vista da escassez de material científico abordando esse tema especificamente em felinos de companhia. Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é avaliar o eletrocardiograma em gatos domésticos destinados a gonadectomia eletiva, e caracterizar alguns dados das derivações precordiais ainda não estabelecidos na literatura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Histórico

Os primeiros estudos sobre a fisiologia cardíaca datam do início de 1616 por William Harvey, quando foi descoberta a forma como o coração bate para fazer circular o sangue. Após esse marco científico, fisiologistas avançaram no descobrimento de como o batimento cardíaco estava associado a um processo elétrico: em cada contração cardíaca, uma corrente elétrica flui através dele (TILLEY, 1992).

Em 1786, Aloysio Luigi Galvani formulou o conceito de eletricidade animal, porém, somente em 1887 Augustus D. Waller conseguiu registrar as primeiras investigações sobre o processo elétrico no coração, e utilizando o eletrômetro capilar em humanos, cavalos e cães,

demonstrando assim que os impulsos elétricos poderiam ser registrados a partir da superfície corpórea, sendo o primeiro a utilizar o termo eletrocardiograma (TILLEY, 1992; ERICKSON, 2015).

Em 1895, Willem Einthoven aplicou os termos P, Q, R, S, e T para as deflexões eletrocardiográficas, e 8 anos depois criou um eletrocardiógrafo com galvanômetro de corda, que mostrou ser de maior acurácia para registrar o potencial elétrico cardíaco, passando a ser utilizado como auxílio diagnóstico de patologias; em 1912, adotou a hipótese do triângulo equilátero do ECG (TILLEY, 1992; ERICKSON, 2015).

Ainda em 1912, Thomas Lewis comprovou que a fibrilação atrial produz ondas f no ECG de cavalos com doença espontânea. Johannes Norr, em 1913 e 1922, realizou trabalhos sobre ECG em equinos e cães, correlacionando os achados eletrocardiográficos com a clínica (TILLEY, 1992; ERICKSON, 2015). Já em 1914, W.E.Garrey propôs o mecanismo do movimento circular do “flutter” e da fibrilação atrial. Na década de 20, foram publicados por Thomas Lewis, C.J.Rothberger e K.D.Wenckebach trabalhos importantes sobre ECG e os princípios das arritmias (ERICKSON, 2015).

F.N. Wilson, em 1930, fez uma grande contribuição à prática moderna do ECG criando o terminal central (V), que possibilitou a realização das derivações eletrocardiográficas unipolares. Lanek, em 1949, realizou um estudo sistemático dos registros em cães saudáveis e doentes, implementando um sistema de derivações pré-cordiais (WOLF; CAMACHO; SOUZA, 2000). A eletrocardiografia continua a evoluir e, com o avanço da informática, se tornou computadorizada e tem sido cada vez mais empregada na Medicina Veterinária como auxílio diagnóstico.

2.2. Anatomia do coração felino

O coração felino em diástole é ovoide e o ápice é rombo e arredondado. Seu maior eixo possui uma obliquidade exuberante. Assim, a base direciona-se para o sentido da abertura torácica cranial e das vértebras torácicas, e é oposta à parte ventral da 3ª costela. O ápice é localizado no lado esquerdo, no 6º espaço intercostal ou 7ª cartilagem costal e está adjacente à parte esternal do diafragma (GHOSHAL, 1986).

Esse apresenta duas faces (auricular e atrial), duas bordas (ventriculares direita e esquerda), a base, o ápice e os sulcos (FOUST, GETH, 1996). A face auricular direciona-se na porção ventral, sendo relacionada ao esterno e costelas. A face atrial situa-se na porção caudal chocando com o diafragma. Em relação às bordas observa-se que a ventricular direita é pouco

definida, e a esquerda é pequena, estendendo-se do cone arterial até o ápice entre as duas faces do lado esquerdo. Os sulcos são os interventriculares paraconal e subsinuoso, que separam no meio interno os ventrículos em direito e esquerdo, e o sulco coronário, que delimita externamente os átrios dos ventrículos (GHOSHAL, 1986).

Os felinos apresentam o coração dividido em quatro câmaras, dois átrios e dois ventrículos de paredes musculares espessas (Figura 1). Possuem septos interatriais e interventriculares completos, com separação do sangue venoso e arterial. Através da válvula tricúspide o átrio direito está separado do ventrículo direito, enquanto o átrio esquerdo está separado do ventrículo esquerdo pela válvula bicúspide ou mitral (FOWLER, 1986).

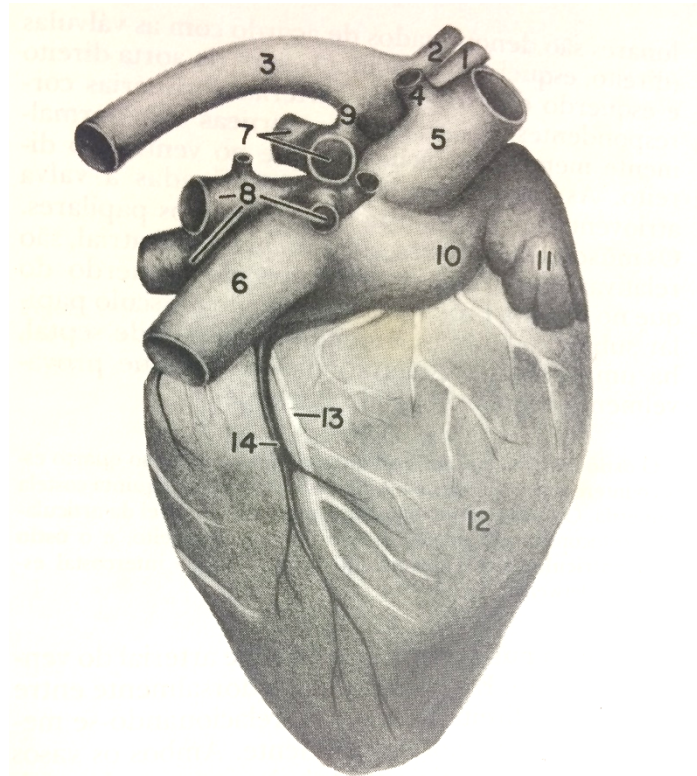


Figura 1 - Coração felino - 1. Tronco braquicefálico; 2. Artéria subclávia esquerda; 3. Aorta; 4. Veia ázigos direita; 5. Veia cava cranial; 6. Veia cava caudal; 7. Artéria pulmonar; 8. Veias pulmonares; 9. Ligamento arterioso; 10. Átrio direito; 11. Aurícula direita; 12. Ventrículo direito; 13. Ramo interventricular subsinuoso; 14. Veia média do coração.

2.2.1. Eletrofisiologia cardíaca

O coração é composto por dois tipos principais de fibras musculares, capazes de transmitir impulsos eletroquímicos pelas suas membranas, são elas: as contráteis (atriais e ventriculares) e as excitatórias e condutivas especializadas. Quando a célula cria dentro de si um desequilíbrio eletrolítico, o potencial de ação faz com que essa tenha energia guardada para que possa se restabelecer rapidamente permitindo que uma série de eventos ocorram (ORVALHO, 2009).

Esses eventos se iniciam pelo potencial de membrana em repouso (PMR), que vem a ser o gradiente eletroquímico existente através da membrana celular durante a diástole elétrica (fase 4). No músculo cardíaco e nas fibras de Purkinje em repouso, existe uma diferença elétrica, a qual é mantida pela bomba de sódio-potássio ATPase e pelo efluxo do potássio para fora da célula, em favor de seu gradiente de concentração (ORVALHO, 2009; GUYTON; HALL, 2016).

A bomba de sódio-potássio faz com que haja saída de três íons de sódio, e concomitante entrada de dois de potássio, criando, um movimento iônico contra os gradientes de concentração, com gasto de energia, e isso só é possível através da enzima ATPase. A principal função dessa bomba é expulsar quantidade de sódio que adentra na célula durante a sístole e restabelecer quantidade de potássio perdida pela célula no final da mesma (ERICKSON, 2015; GUYTON; HALL, 2016).

A atividade elétrica no coração ocorre em cinco fases (0 a 4). As fases 0 a 3 representam a sístole cardíaca, a fase 4, a diástole. Na transição da fase 3 para fase 4, o cardiomiócito encontra-se completamente repolarizado e atinge seu máximo PMR (ERICKSON, 2015). Os íons movem-se através de canais específicos, e o impulso dissemina-se de uma célula para outra (sincício funcional) através de estruturas celulares de baixa resistência elétrica, os discos intercalares. A contração celular ocorre quando há um pico de atividade elétrica, onde a célula é estimulada a atingir um potencial limiar (PL), no qual canais rápidos de sódio se abrem, permitindo que esse adentre a célula (fase 0 ou período de despolarização rápida). Em seguida, ocorre um período de repolarização rápida precoce (fase 1), resultado do fechamento súbito dos canais de sódio e da manutenção de corrente de potássio para o exterior, terminando no platô (fase 2) do potencial de ação (ORVALHO, 2009; ERICKSON, 2015; GUYTON; HALL, 2016).

Já na fase 2 ocorre o aporte contínuo de cálcio e sódio através dos canais lentos de cálcio. Essa fase termina com a abertura de todos os canais de potássio. A repolarização rápida final (fase 3) advém da rápida saída de potássio e do fechamento dos canais lentos de cálcio, havendo

então o retorno da célula ao PMR. Durante o PMR (fase 4), a célula restaura a sua composição iônica, em preparação para a próxima atividade elétrica cardíaca (ORVALHO, 2009; ERICKSON, 2015; GUYTON; HALL, 2016).

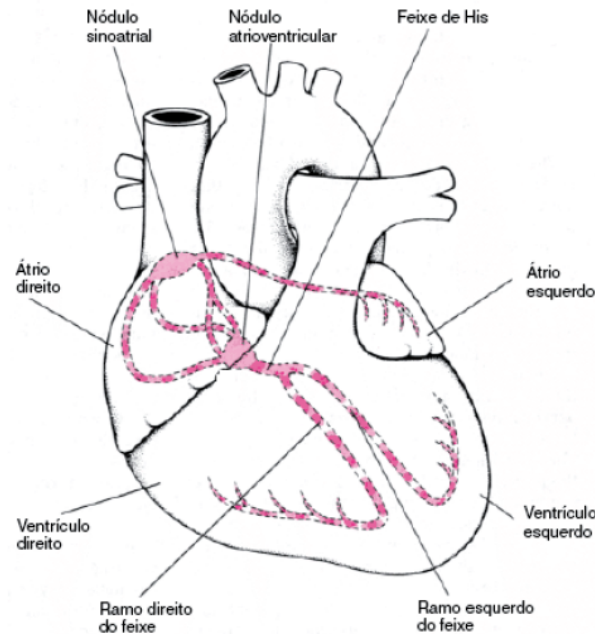


Figura 2- Componentes do sistema de condução cardíaco.
Fonte: LAWRENCE et al., 2007.

As células não-marcapasso (atriais, ventriculares e Purkinje) exibem atividade elétrica constante durante a fase 4, enquanto que nas células marcapasso (nodos sinoatrial e atrioventricular), há uma lenta despolarização diastólica durante essa fase, que demonstra a existência de automaticidade e confere ao coração a habilidade de gerar seu próprio batimento. O potencial de marcapasso inclina o PMR (fase 4) dessas células em direção ao PL. A célula que alcançar primeiro o PL é o marcapasso do coração, em sequência a despolarização se propaga para o restante do coração (BULLOCK et al., 1998).

Em um estado normal o coração apresenta como marcapasso o nodo sinoatrial (NSA), porque suas células apresentam a mais alta automaticidade (BULLOCK et al., 1998). As células do sistema de His-Purkinje são marcapassos potenciais, sendo que a velocidade de automaticidade diminui do NSA para as fibras de Purkinje, assim o NSA despolariza-se mais rápido durante a fase 4 e atinge o PL antes que as células do marcapasso potenciais o façam (ERICKSON, 2015).

Dessa maneira, as células miocárdicas são classificadas em fibras lentas ou rápidas, dependendo da forma e velocidade de condução da atividade elétrica cardíaca (Figura 3). As fibras lentas são aquelas presentes no NSA e nodo atrioventricular (NAV) (BULLOCK et al., 1998). Elas possuem um PMR menos negativo, pois são vazantes para o sódio e o cálcio, através dos canais lentos de cálcio que se comunicam com o interior da célula, provocando sua auto-excitação (GUYTON; HALL, 2016). Já as fibras atriais, ventriculares e do sistema de condução His-Purkinje são identificadas como de atividade rápida, com PMR mais negativo, uma vez que sua atividade elétrica possui alta velocidade, devido a membrana torna-se muito permeável ao sódio que adentra na célula através dos canais rápidos específicos para este íon (BULLOCK et al., 1998).

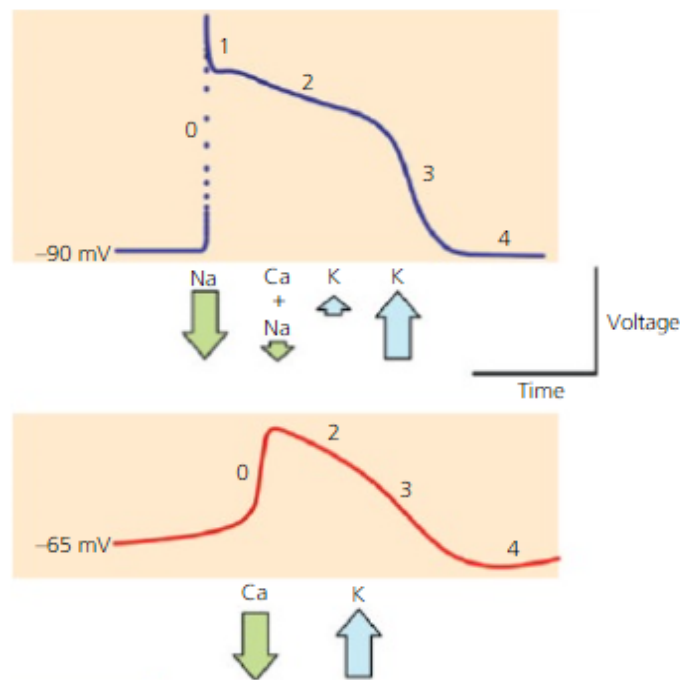


Figura 3 - Representação esquemática do fluxo de corrente nas fibras de resposta rápida e lenta (correntes internas representadas por setas para baixo e correntes externas por setas para cima).

Fonte: Erickson, H.H. (2015)

Caso haja diferença no potencial elétrico entre as fibras internas do coração, observar-se-á as ondas P-QRS-T do eletrocardiograma (Figura 4). A diferença de tempo entre a primeira e as últimas despolarizações da fase 0 ventricular origina o complexo QRS. Durante a fase 2, há pouca diferença no potencial entre a primeira e a última fibra que se despolariza, o que ocasiona

o segmento ST isométrico. Durante a rápida repolarização (fase 3), ocorre a diferença de potencial outra vez, e com isso a corrente flui e se reflete na onda T (ERICKSON, 2015).

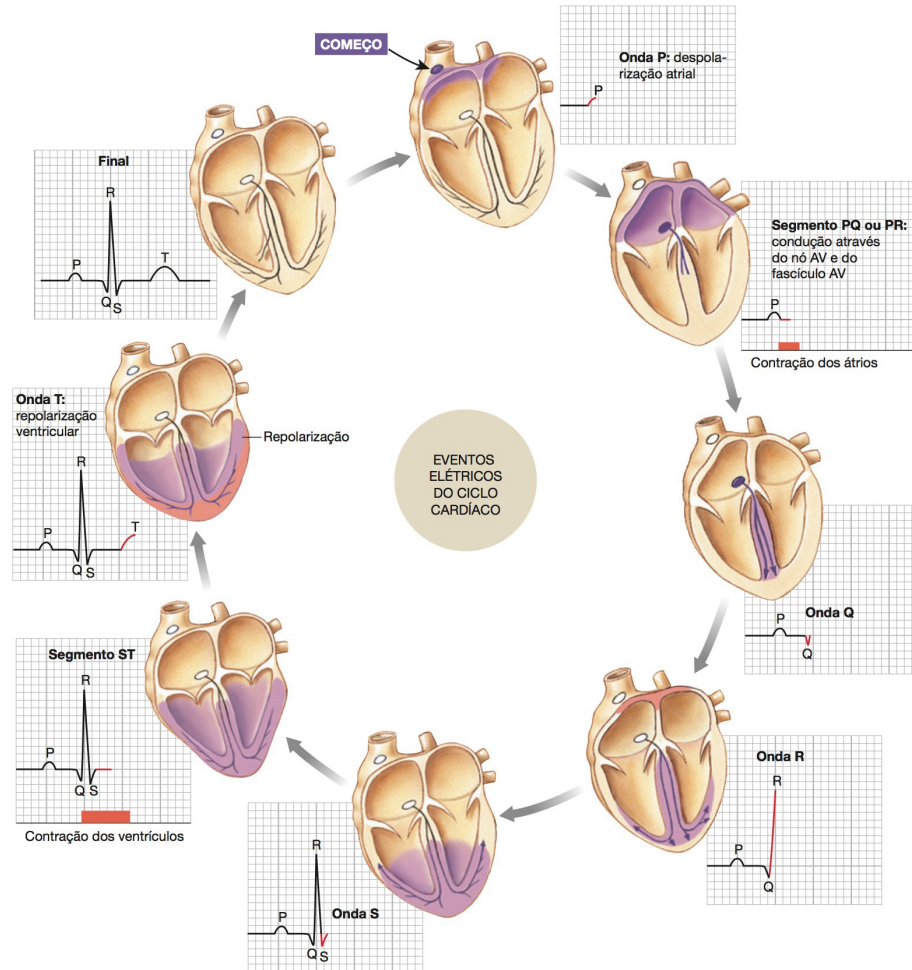


Figura 4 - Correlação entre o ECG e os eventos elétricos nas diferentes regiões do coração despolarizadas (em roxo) e repolarizadas (em laranja).
Fonte: SILVERTHORN, 2010.

2.3. Eletrocardiograma (ECG)

O eletrocardiograma (ECG) é o registro de campos elétricos gerados no coração a partir da superfície do corpo. Durante o ciclo cardíaco, os potenciais elétricos médios das células miocárdicas resultam em um vetor que atua como um dipolo. Quando um eletrodo negativo e outro positivo são colocados dentro ou sobre o corpo, separados por uma pequena distância contendo o dipolo, produzem ondas específicas que representam os estágios de despolarização e repolarização do miocárdio e podem ser detectadas pelo eletrocardiografo. O traçado obtido

representa tanto amplitude quanto duração dessa atividade elétrica. Esse exame se tornou um teste diagnóstico importante na rotina da Medicina Veterinária e de obtenção relativamente acessível (CAMACHO, 1995; SMITH et al., 2016).

Tendo em vista que os contornos do ECG podem representar as anormalidades cardíacas, faz-se necessário utilizar conceitos de vetores e análise vetorial e como estes serão aplicados a potenciais elétricos dentro e ao redor do coração. Ressaltamos anteriormente que a corrente cardíaca flui em uma determinada direção no coração em um determinado momento do ciclo cardíaco. Um vetor é uma flecha que aponta na direção do potencial elétrico gerado pelo fluxo naquele determinado momento, com a ponta da seta na direção positiva (GUYTON; HALL, 2016).

O registro do ECG normalmente é feito por marcação milimetrada, e para que os quadrados não sejam meramente gráficos, convencionou-se que em 1 cm=1 mV, cada quadrado pequeno representa 0,1 mV em altura (amplitude) e 0,02 s em extensão (duração) (Figura 5). No entanto o sinal de calibração pode ser alterado, se necessário, para atingir apenas amplitude. A orientação espacial determinada entre dois pontos é denominada derivação. Os sistemas de derivações permitem analisar e coração de diferentes ângulos, sendo cada ângulo uma derivação (TILLEY; BURTINICK, 2004).

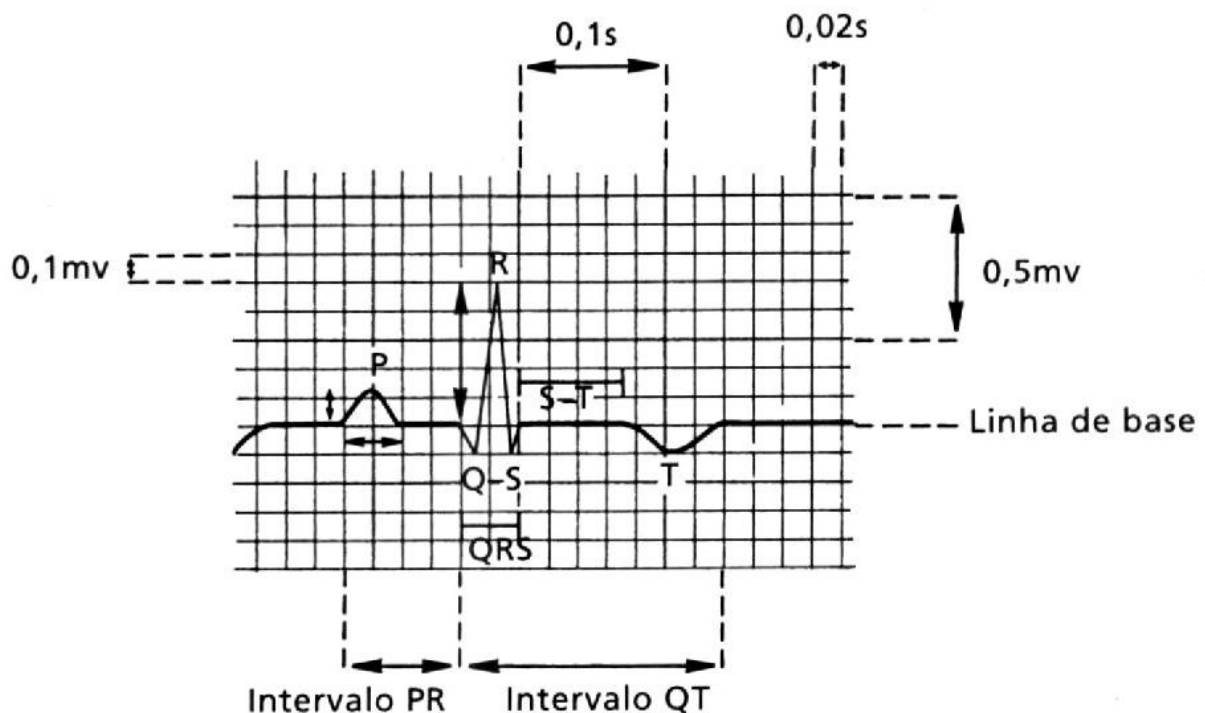


Figura 5- Marcação milimetrada padrão para ECG. Fonte: Smith et al., 2016.

2.3.1. Indicações e limitações do ECG

Por constituir um exame complementar deve ser analisado como auxiliar diagnóstico, diante de um exame clínico bem conduzido, ressaltando-se que o ECG avalia apenas um parâmetro da função cardíaca, que é a condução elétrica do seu ciclo (MUZZI et al., 2000). Com isso o ECG é considerado útil para diagnosticar arritmias cardíacas, já que pode determinar a fonte do ritmo e da frequência de cada impulso, oferecendo informações sobre o miocárdio. O exame pode ser usado apenas como auxílio para estabelecer causa, diagnóstico anatomofisiológico e prognóstico nas doenças do coração (TILLEY, 1992).

Tilley (1992) e Erickson (2015) colocam que o ECG em cães e gatos são indicados nas seguintes situações: (i) diagnóstico de arritmias; (ii) animais com histórico de convulsão, fraqueza, síncope e/ou intolerância a exercícios – descarta ou confirma arritmias ou distúrbios de condução; (iii) monitorização da terapia antiarrítmica e toxicidade medicamentosa; (iv) choque, cianose ou início agudo de dispnéia; (v) cardiomegalia encontrada na radiografia de tórax; (vi) suspeita de insuficiência cardíaca congestiva (ICC); (vii) distúrbios eletrolíticos; (viii) avaliação de arritmias encontradas em doenças sistêmicas; (ix) eletrocardiogramas seriados como auxílio no diagnóstico e prognóstico de cardiopatias; (x) suporte no diagnóstico e tratamento da efusão pericárdica; (xi) avaliação pré e trans-anestésica e (xii) avaliação de todos os sopros cardíacos identificados no exame físico do paciente.

De acordo com Mazzo e Fantazzini (2004), o clínico deve estar ciente e considerar as seguintes limitações: (i) o ECG deve ser sempre interpretado à luz do exame clínico geral; (ii) este exame não avalia o estado mecânico do coração; (iii) nem sempre pode indicar o prognóstico; (iv) a variação entre raças e conformação corpórea pode alterar o padrão das medidas eletrocardiográficas; (v) não descarta aumento cardíaco; (vi) o diagnóstico de ICC não deve ser baseado somente no ECG; (vii) animais que apresentam sopro podem apresentar ECG normal; (viii) animais com efusão pericárdica e/ou pleural devem ter essas condições previamente corrigidas, já que a presença delas não permite uma avaliação precisa do traçado; (ix) o ECG não registra características de valvulopatias, coronariopatias, alterações endocárdicas ou pericárdicas, somente aquelas oriundas do miocárdio.

2.3.2. A técnica e as derivações

O exame eletrocardiográfico é executado por meio da colocação de eletrodos em pontos específicos do corpo, unidos através de cabos condutores aos pólos positivo e negativo do sistema galvanômetro-amplificador. O galvanômetro irá medir a diferença de potencial entre dois eletrodos ligados aos pólos positivo e negativo. Essa diferença será medida entre várias combinações de pares de eletrodos (derivações bipolares) ou entre o denominado terminal central (ou em V) e um pólo positivo (derivações unipolares) (TILLEY, 1992; ERICKSON, 2015).

Convencionou-se ligar o cabo vermelho ao membro torácico direito, o amarelo ao torácico esquerdo, o verde ao pélvico esquerdo e o preto ao pélvico direito; o cabo azul (ou branco) é utilizado para obtenção das derivações pré-cordiais (FELIPPE, 2007) (Figura 6).

O posicionamento padrão para registro do ECG em animais domésticos é em decúbito lateral direito (FELIPPE, 2007), uma vez que os parâmetros eletrocardiográficos foram padronizados com a realização do exame nesta posição (SMITH et al., 2016). Os membros torácicos devem estar paralelos e perpendiculares ao maior eixo corpóreo (ERICKSON, 2015; SMITH et al., 2016).

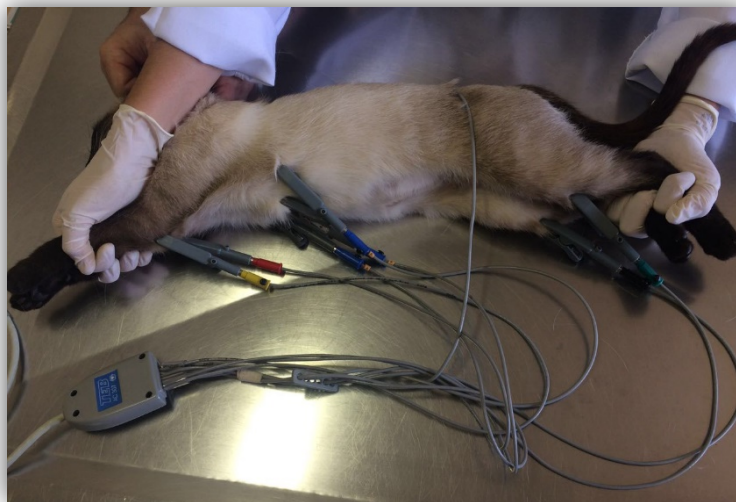


Figura 6- Posicionamento de eletrodos de acordo com convenção

Fonte: Imagem autoral

Os eletrodos devem ser colocados abaixo dos olécranos e sobre os ligamentos patelares para derivações bipolares e unipolares aumentadas nos membros (TILLEY, 1992; ERICKSON,

2015). Cada eletrodo deve ser banhado com álcool isopropílico a 70% para garantir o conexão elétrica m corpo do paciente (SMITH et al., 2016).

O aparelho utilizado pode combinar os eletrodos colocados no corpo em derivações eletrocardiográficas, as quais compreendem as derivações de membro bipolares I, II, e III, derivações de membro unipolares aumentadas aVR, aVL e aVF e derivações unipolares pré-cordiais (torácicas) rV2 (CV5RL), V2 (CV6LL), V4 (CV6LU) e V10 (ERICKSON, 2015).

Uma derivação equivale na determinação da atividade elétrica entre um eletrodo positivo e um negativo firmados na superfície da pele. Impulsos direcionados em direção ao eletrodo positivo geram ondas ou deflexões positivas, impulsos elétricos no sentido perpendicular ao eletrodo positivo não geram ondas ou deflexões (isoelétricos) (SMITH et al., 2016).

As derivações de membros bipolares e unipolares exibem a atividade elétrica do coração pelo ponto de vista do plano frontal, enquanto que as unipolares torácicas no plano transversal (TILLEY, 1992). Sem que haja alteração na sequência da excitação, cada derivação mostra os mesmos eventos cardíacos que as outras derivações, porém a partir de um ângulo diferente (BULLOCK et al., 1998).

As derivações bipolares são estabelecidas em cima da medida das diferenças de potencial entre quaisquer dois eletrodos fixados nos membros torácicos direito e esquerdo, e pélvico esquerdo (Figura 7) (BULLOCK et al., 1998).

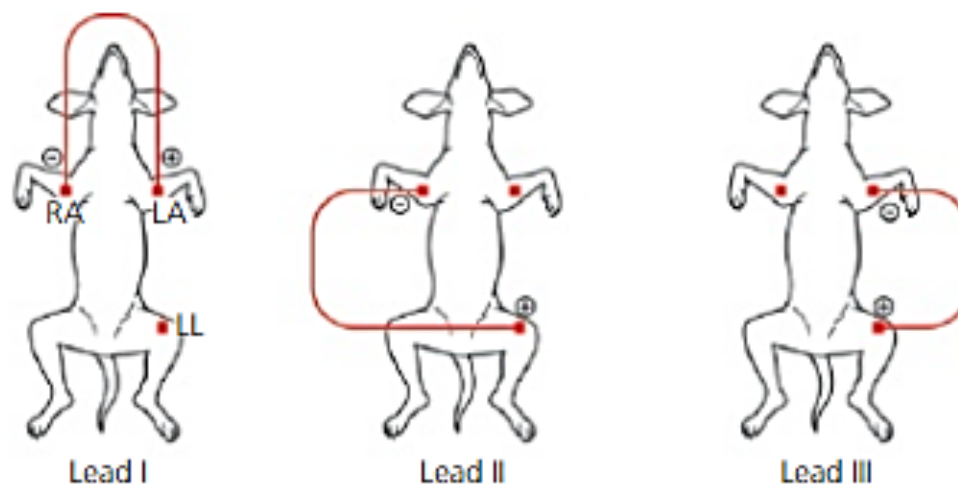


Figura 7 - Derivações bipolares DI, DII e DIII. RA: membro torácico direito; LA: membro torácico esquerdo; LL: membro pélvico esquerdo. Fonte: Erickson, 2015.

Para gerar tais derivações os eletrodos se dispõem da seguinte maneira: derivação I – membro torácico direito (-) contraposto a torácico esquerdo (+); derivação II – torácico direito (-) contraposto a pélvico esquerdo (+); derivação III – torácico esquerdo (-) contraposto a pélvico esquerdo (+) (SMITH et al., 2016).

As derivações de membro bipolares são originadas a partir do chamado triângulo de Einthoven (Figura 8A), no qual o tronco corpóreo é considerado um triângulo equilátero onde os dois membros torácicos e o pélvico esquerdo formam seus vértices ao redor do coração. Esses vértices se conectam eletricamente através dos líquidos corporais em torno do coração (BULLOCK et al., 1998; GUYTON; HALL, 2016).

Se essas três derivações são conectadas a um terminal central (centro do triângulo de Einthoven), é dito que a associação da voltagem das mesmas será zero. Esse terminal comum (V) pode ser ligado ao pólo negativo de um galvanômetro e um quarto eletrodo, pode ser ligado ao pólo positivo. O quarto eletrodo produzirá a voltagem real da superfície corpórea. Esse arranjo de conexões é denominado de eletrodo unipolar, sendo aqui usado para registrar as derivações pré-cordiais ou torácicas (BULLOCK et al., 1998).

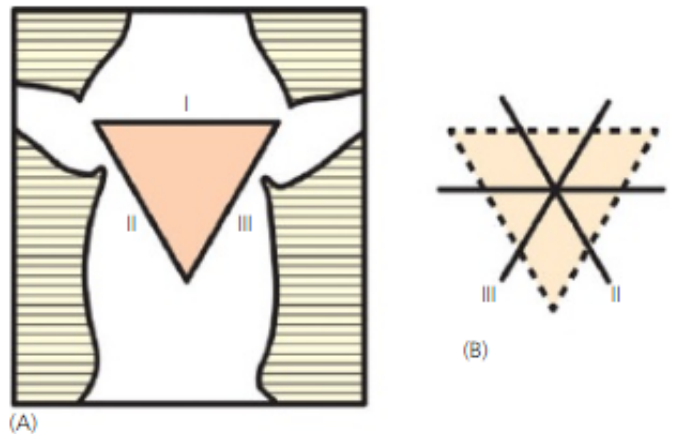


Figura 8 – (A) Diagrama esquemático do triângulo de Einthoven, formado pelas derivações I, II e III. (B) Transposição dos três lados do triângulo de Einthoven para um ponto central comum de potencial zero. Diagrama do sistema de eletrodos hexaxial, formado pela sobreposição das três derivações e as três derivações aumentadas de modo que os pontos médios dos eixos principais coincidam. Fonte: Erickson, 2015.

Existem quatro derivações unipolares precordiais (V), utilizadas na veterinária, as quais são formadas da seguinte maneira: rV2 – quarto eletrodo fixado sobre o quinto espaço intercostal direito próximo a borda do esterno; V2 – quarto eletrodo fixado sobre o sexto espaço intercostal

esquerdo próximo a borda do esterno; V4 – quarto eletrodo fixado sobre o sexto espaço intercostal esquerdo na junção condrocostal; V10 – quarto eletrodo fixado sobre o processo espinhoso da sétima vértebra torácica (TILLEY, 1992; ERICKSON, 2015).

O quarto eletrodo unipolar pode ser colocado nos membros para registrar potenciais cardíacos, no entanto, os resultados serão deflexões diminutas. Com o objetivo de aumentar o tamanho desse registro pode-se eliminar do terminal central comum o eletrodo de interesse, gerando as derivações unipolares de membro aumentadas (aV) (BULLOCK et al., 1998): aVR – membro torácico direito (+) contraposto à voltagem média do torácico esquerdo e pélvico esquerdo (-); aVL – torácico esquerdo (+) contraposto à voltagem média do torácico direito e pélvico esquerdo(-); aVF – pélvico esquerdo (+) contraposto à voltagem média dos torácicos direito e esquerdo (-) (TILLEY, 1992; ERICKSON, 2015) (Figura 9).

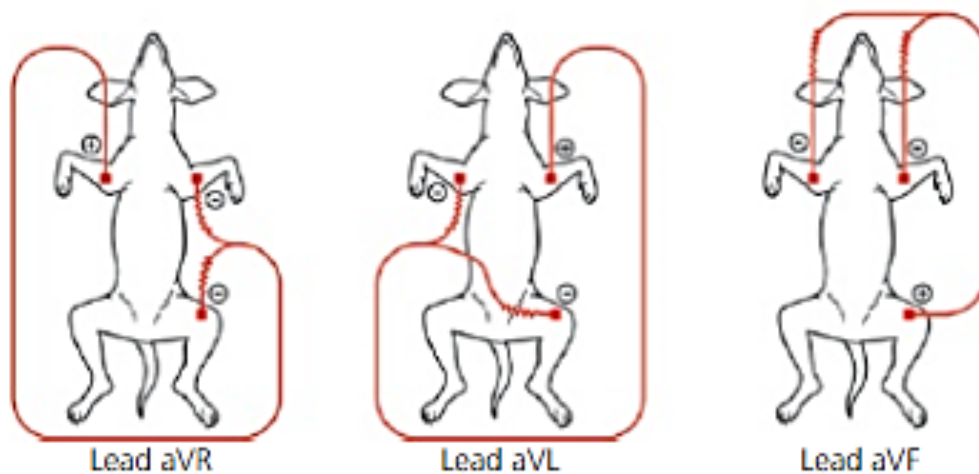


Figura 9- Derivações unipolares aumentadas aVR, aVL e aVF. Fonte: Erickson, 2015..

Prioriza-se efetuar o exame em ambiente imperturbável e silencioso, já que a frequência e o ritmo cardíacos podem sofrer influência de ruídos da atividade local, e por consequência interferirem durante a realização e interpretação do ECG, ao gerar alterações (artefatos) que distorcem os complexos P-QRS-T (TILLEY, 1992; SMITH et al., 2016).

Uma sequência regular de oscilações finas, agudas e verticais caracterizam artefatos elétricos de 60 ciclos (TILLEY, 1992), e são oriundas da falta de contato elétrico entre a pele do animal e o eletrodo; contato entre a pessoa que contém o animal ou os eletrodos sobre os membros adjacentes em contato mútuo; e proximidade de fontes de alta voltagem (BEARDOW, 2006).

Tremor muscular ou movimentos corpóreos e respiratórios também podem causar alterações no exame, como vibrações rápidas ou oscilações na linha base do traçado (TILLEY, 1992). A hiperventilação respiratória pode provocar variabilidade na amplitude dos complexos. Em felinos, o ronronar constitui outra fonte de artefato por movimentação (BEARDOW, 2006).

2.3.3. Interpretando o ECG

Uma abordagem metódica da interpretação do ECG é fundamental para evitar omissões de informação (ERICKSON, 2015). Segundo Smith et al. (2016), todo eletrocardiograma deve ter, no mínimo, quatro aspectos a serem examinados sistematicamente: frequência cardíaca (FC), ritmo cardíaco, eixo elétrico médio no plano frontal (EEM) e os complexos P-QRS-T e seus intervalos.

O traçado eletrocardiográfico deve ser avaliado da esquerda para a direita e todas as mensurações do complexo P-QRS-T e seus intervalos, bem como cálculo da FC e determinação do ritmo, devem ser realizadas na derivação II (DARKE et al., 2000; SMITH et al., 2016).

Todas as mensurações e conclusões do registro do ECG devem ser anotadas em fichas apropriadas para exame eletrocardiográfico. Essas fichas devem ser bem completas e conter, além da sessão específica para o ECG, dados do exame clínico geral e especial (cardiológico), resultados de exames laboratorial, radiográfico, ecocardiográfico e pressão arterial. Uma sessão sobre o provável diagnóstico e tratamento podem estar incluídas (TILLEY, 1992).

2.3.3.1. Frequência Cardíaca

As frequências ventriculares e as atriais devem ser computadas, e podem variar em algumas arritmias (ERICKSON, 2015). Quando o ritmo básico é irregular, pode-se calcular a frequência ventricular contando-se o número de ciclos (complexos QRS) dentro de três segundos e multiplicando-se por 20 (TILLEY, 1992; BEARDOW, 2006; ERICKSON, 2015; SMITH et al., 2016).

De acordo com Tilley (1992), para um ritmo cardíaco regular registrado na velocidade de 50 mm/s, a FC pode ser calculada pelos seguintes métodos: (i) dividindo-se o número de pequenos quadrados em um minuto (3000), pelo número de pequenos quadrados existentes em um intervalo R-R. (ii) dividindo-se o número de grandes quadrados em um minuto (600), pelo número de grandes quadrados existentes dentro do intervalo R-R.

Os valores normais de frequência cardíaca para felinos estão entre 140 a 240 batimentos cardíacos por minuto (bpm) (ABBOUT, 2006).

2.3.3.2. Ritmo Cardíaco

A derivação utilizada para a avaliação de arritmias, em geral, é a derivação II, porque suas ondas são mais definidas (SMITH et al., 2016). De acordo com Beardow (2006) e Erickson (2015), as etapas para a avaliação do ritmo são: (i) observar se o ritmo é regular ou irregular; (ii) se arritmia estiver presente, observar a frequência, repetição e regularidade; (iii) identificar a onda P, observando morfologia e regularidade; (iv) reconhecimento do complexo QRS, sua configuração, uniformidade e regularidade; (v) a análise da relação entre a onda P e o complexo QRS é a etapa final. Todo QRS deve ser precedido por P a um intervalo constante. Se o batimento for de origem sinusal, ele será precedido por P e o intervalo PR será relativamente constante.

Os ritmos cardíacos conceituados como normais em animais domésticos são o ritmo sinusal normal (RSN) e a arritmia sinusal (AS), com ou sem marcapasso migratório (Mm). Em felinos, a AS pode indicar anormalidades (disfunções cerebrais, doença respiratória e toxicidade digitalica). O RSN é determinado pela presença de uma onda P para cada complexo QRS, podendo ter uma leve oscilação nos intervalos P-P ou R-R (inferior a 10%, ou 0,12 s – 6 quadrados menores). A bradicardia sinusal apresenta as mesmas características que o RSN, exceto em relação à FC que é abaixo do normal (TILLEY, 1992; SMITH et al., 2016). Em circunstâncias como a realização de exercício físico, onde a demanda é aumentada, a automatização cardíaca é apurada, sendo expressada como taquicardia sinusal, que em geral está associada a estímulos fisiológicos que aumentam ou diminuem o tono simpático, ou parassimpático (ERICKSON, 2015) (Figura 10).

A AS também é caracterizada pela presença da relação 1:1 entre P e QRS, porém há uma variação significativa (acima de 10%, ou maior que 0,12 s) nos intervalos P-P ou R-R. Quando a FC é semelhante a do RSN, entretanto, ela aumenta durante a inspiração e diminui durante a expiração, em padrão cíclico, caracteriza-se a AS respiratória. Em raças braquicefálicas ou em doença respiratória, por haver grande esforço respiratório e com isso as flutuações no tono vagal podem ser dramáticas, ocasionando AS marcante (TILLEY, 1992; ERICKSON, 2015; SMITH et al., 2016).

Há também a AS não associada ao ciclo respiratório (AS não-respiratória), nesta a origem da descarga do NSA pode se alterar as modificações vagais, registrando-se uma onda P isoeletrica. (TILLEY, 1992; ERICKSON, 2015; SMITH et al., 2016).

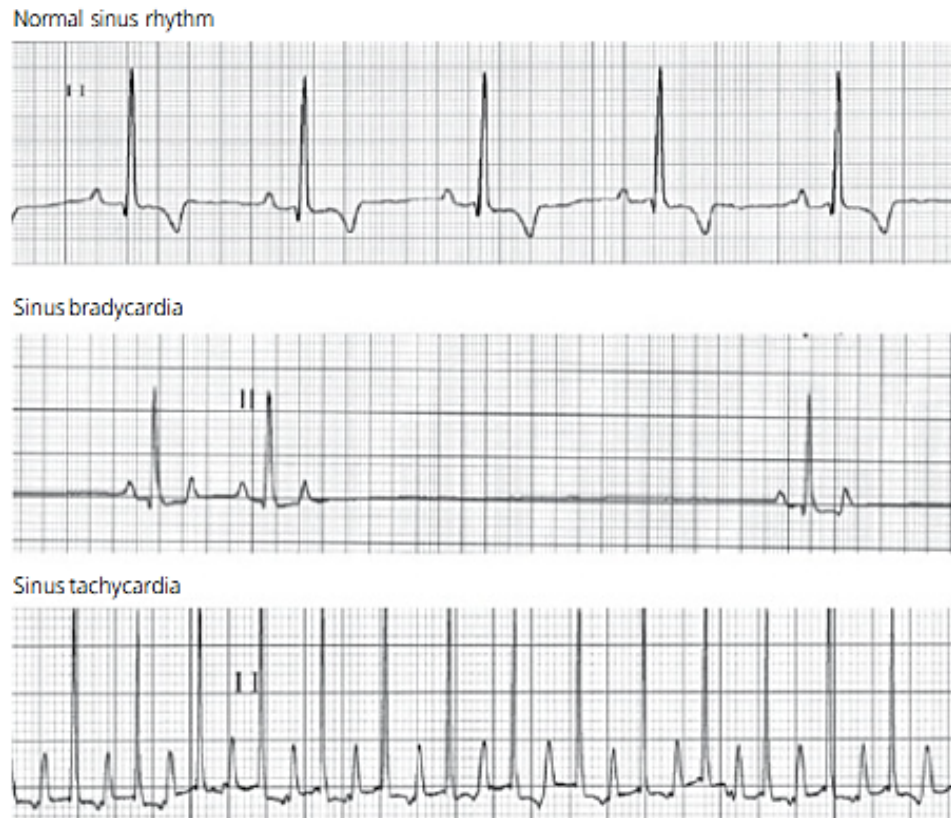


Figura 10- Ritmo sinusal normal, bradicardia sinusal e taquicardia sinusal em um cão.
Fonte: Erickson, 2015.

A parada e o bloqueio sinusal configuram-se por pausas iguais ou superiores a duas vezes o intervalo R-R ou S-S normal, e podem estar seguidas por complexos de escape juncional ou ventricular (REIMER, 1994; PATTESON, 1996). A parada sinusal resulta da falha na formação do impulso do NSA, em consequência à diminuição da automaticidade nesse nodo. Já o bloqueio sinusal corresponde a falha na condução do impulso do NSA. Se as pausas forem constantes e duas vezes o intervalo R-R normal, deve-se suspeitar de bloqueio sinusal (TILLEY, 1992; BEARDOW, 2006).

2.3.3.3. Eixo Cardíaco

Durante a despolarização e repolarização ventriculares, muitos dipolos contribuem para o campo elétrico e podem ser representados por um único dipolo ou vetor em um dado instante. A média de todos os vetores é denominada de eixo elétrico médio (EEM), que pode ser projetado nos três lados do triângulo de Einthoven. Quando os três lados do triângulo (derivação I, II e III) são transpostos de forma que seus centros se superponham, forma-se um sistema de referência triaxial. O sistema de referência hexaxial forma-se pela adição dos eixos unipolares (aVR, aVL e aVF) dos membros ao sistema triaxial (ERICKSON, 2015). Quando as seis derivações de membros são retratadas desse modo, atribui-se valor em graus ao pólo positivo de cada derivação. Observa-se que as linhas das derivações unipolares ampliadas são perpendiculares às derivações bipolares (BEARDOW, 2006) (Figura 11).

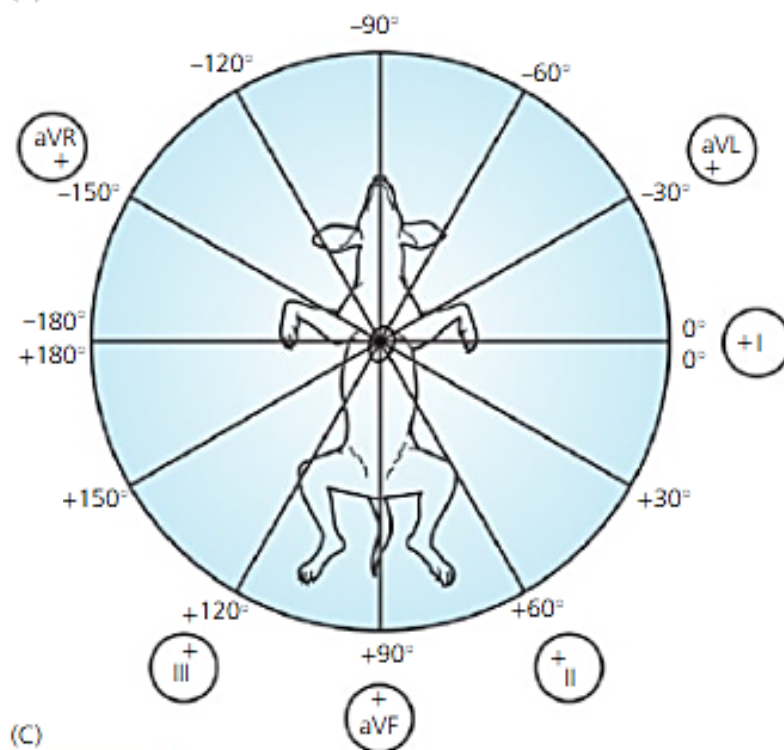


Figura 11 - Diagrama esquemático do triângulo de Einthoven, formado pelas derivações I, II e III.

Por convenção o EEM tem sido aplicado à despolarização ventricular (complexo QRS) (ERICKSON, 2015). Ao se avaliar esses resultados, pode-se dividi-los em setores ou quadrantes. O quadrante inferior esquerdo vai de 0° a $+90^\circ$, e os valores do EEM que ficam nesse intervalo são considerados normais em caninos e felinos. O eixo situado no quadrante superior direito

($\pm 180^\circ$ a -90°) é indicativo de desvio de eixo para a direita, ao passo que aquele localizado no quadrante superior esquerdo (-90° a 0°) aponta desvio para a esquerda em pacientes caninos e felinos. Diante do exposto é viável se ter uma indicação do EEM analisando-se a amplitude e/ou polaridade do complexo QRS em quaisquer duas derivações perpendiculares (BEARDOW, 2006).

No coração normal canino o eixo varia entre $+40^\circ$ e $+100^\circ$, enquanto o eixo normal em gatos possui uma variação bem maior, entre 0° a $+160^\circ$ (Figura 12). A hipótese mais provável para esse grande intervalo no gato, é que o processo de ativação ventricular seja muito variável entre os indivíduos; também, a ausência de um mediastino forte faz com que ocorra maior suscetibilidade a mudanças na posição do coração dentro do tórax (TILLEY, 1992).

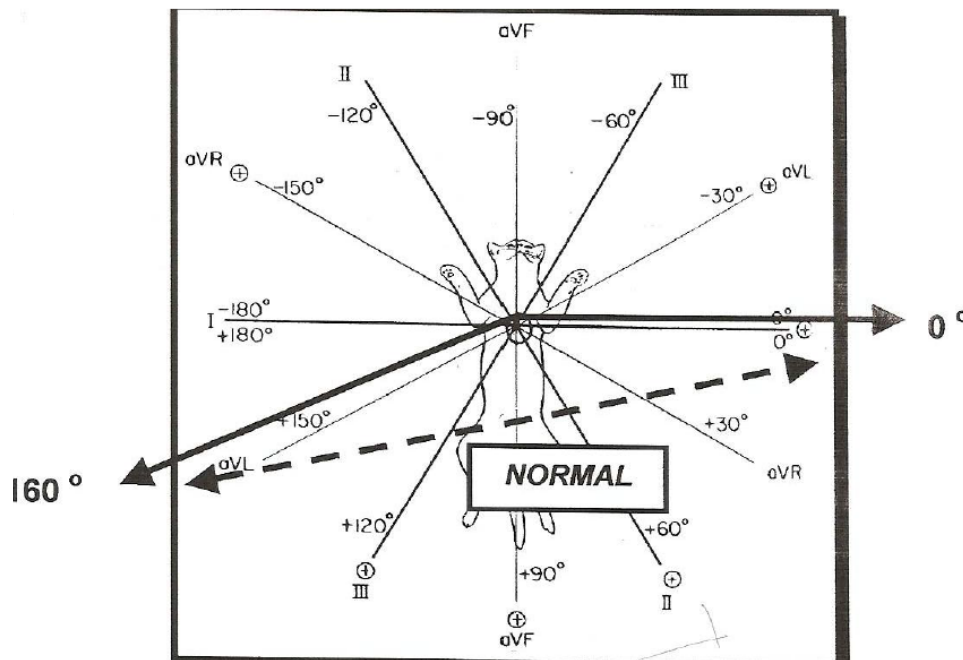


Figura 12- Sistema hexaxial em felinos. Fonte: Darke, 2000.

Mudanças na posição do coração dentro do tórax ocorrem quando se registra o ECG em posições que não seja o decúbito lateral direito. Tais mudanças podem afetar a orientação do EEM. Segundo estudo feito por Harvey et al. (2005) em 41 gatos com RSN, o EEM foi de grande diferença para pacientes contidos em decúbito lateral esquerdo. Já para registros efetuados em posição esternal, não houve diferença de eixo em relação ao posicionamento padrão. A obesidade

em cães também é um fator que pode ocasionar desvios na angulação do EEM, segundo Jericó et al. (2006).

O desvio de eixo para a esquerda em pequenos animais é caracterizado por forças positivas de despolarização dominantes nas derivações aVL e I, enquanto que os para a direita são caracterizados por forças positivas de despolarização dominantes nas derivações III e aVR.

O cálculo do EEM é válido para indicar o aumento da extensão em câmaras ventriculares ou defeitos da condução intraventricular (ERICKSON, 2015). Por exemplo, em gatos com cardiomiopatia hipertrófica, um desvio de eixo para a esquerda de -60° pode indicar um bloqueio fascicular anterior esquerdo e/ou hipertrofia ventricular esquerda. A presença apenas do desvio de eixo sozinho sugere muito mais um distúrbio de condução intraventricular do que o aumento da extensão ventricular, a não ser que haja concomitante aumento na voltagem do QRS (TILLEY, 1992).

Caso haja uma derivação com complexo QRS isoelétrico (a soma algébrica das deflexões seja zero), o EEM estará dirigido perpendicular a esta derivação, no sentido do seu valor positivo ou negativo (TILLEY, 1992; BEARDOW, 2006; SMITH et al., 2016).

Os valores do EEM podem ser delineados utilizando-se tabelas pré-existentes, que se baseiam nas medidas das derivações I e III (TILLEY, 1992). O EEM aproximado pode ser calculado através da avaliação das derivações I e aVF (suas polaridades principais), que definem o quadrante do eixo e polaridade das derivações perpendiculares contidas no mesmo, aproximando o vetor do QRS a um intervalo em graus (SMITH et al., 2016).

2.3.3.4. Complexo P-QRS-T

Em um eletrocardiograma existem dois componentes principais, as ondas e os segmentos. As ondas são deflexões para cima ou para baixo. Já os segmentos são partes da linha de base entre duas ondas. A combinação de ondas e segmentos formam os intervalos (SILVERTHORN, 2010). As medidas de altura (milivoltagem) e largura (segundos) das ondas, assim como seus arranjos, devem ser avaliados com cuidado a fim de se diagnosticar anormalidades (DARKE et al., 2000).

A duração da onda P é obtida mensurando-se do começo ao fim e sua amplitude, e desde a linha isoelétrica até sua altura máxima. O intervalo PR é medido a partir do início da onda P até o começo do complexo QRS, no entanto se esta não estiver presente mede-se até a onda R.

Enquanto que o tempo do QRS é medido começando do início da onda Q (para Q inexistente, usa-se o início da onda R) até o final da onda S (para S inexistente, usa-se até o ponto onde a deflexão da onda R atinge a linha base) (TILLEY, 1992).

A milivoltagem do complexo QRS se obtém através da soma da altura da onda R positiva com a onda Q ou S negativa. Para se obter a amplitude das ondas Q, R e S mensura-se a partir da linha base até o pico de cada onda. O período entre o fim do complexo QRS e o começo da onda T é o segmento ST. O intervalo QT é mensurado desde o começo da onda Q ao final da onda T (Figura 13). Os valores normais para as amplitudes do complexo P-QRS-T e seus intervalos variarão muito na dependência da espécie (TILLEY, 1992).

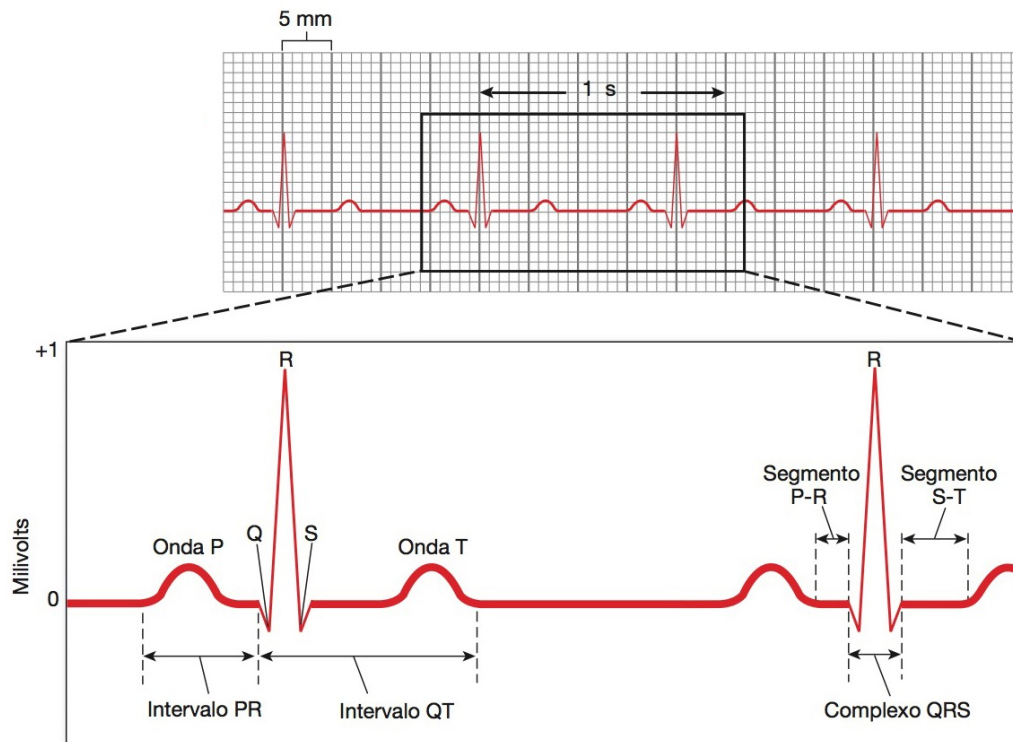


Figura 13- O eletrocardiograma- Ondas P, Q, R, S e T. Segmentos P-R e ST. Intervalos PR e QT.
Fonte: Silverthon, 2010.

A onda P pode ser avaliada pela sua polaridade, amplitude e duração, bem como a sua conformação (TILLEY, 1992). Ao depender da derivação e da espécie utilizada pode apresentar-se como positiva, chanfrada, bifásica ou negativa (SMITH et al., 2016) (Figura 14).

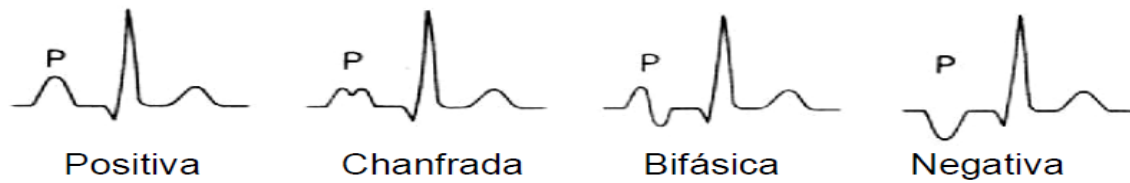


Figura 14 - Tipos de onda P. Fonte: Tilley, 1992.

A duração e amplitude da P são proporcionais ao tamanho da massa atrial. A duração aumenta desde o nascimento até que a maturidade física seja atingida, já que o crescimento envolve aumentos no diâmetro e comprimento das fibras cardíacas. No cão, mudanças na forma da onda P e flutuações no tono vagal são associados às fases do ciclo respiratório. (TILLEY, 1992).

O marcapasso sinusal migratório é o termo empregado quando há uma alteração cíclica na altura e configuração da onda P, que pode tornar-se gradativamente menor, bifásica e finalmente indetectável, voltando a aumentar e atingir sua altura máxima e reiniciando novo ciclo de mudanças, como consequência da alteração na origem do impulso dentro do NSA em decorrência da modificação no tono vagal (SMITH et al., 2016).

Para a onda P não há amplitude ou duração mínima, e esta pode ser inclusive não identificada, neste caso deve ser analisada com cuidado em todas as derivações. A ausência dessa onda pode ser identificada em algumas arritmias, como fibrilação e silêncio atrial (“atrial standstill”) (Figura 15). No caso de taquicardia ventricular e supraventricular, as ondas P podem estar apostas à outras ondas (Figura 16). Caso a onda P encontre-se após o QRS, existe dissociação átrio-ventricular e o ritmo é ventricular ou juncional mais propriamente que sinusal (SMITH et al., 2016).

A dilatação ou hipertrofia do átrio direito pode originar em aumento da altura da onda P, e isso se intitula P pulmonar, enquanto que condições semelhantes no átrio esquerdo poderão resultar em aumento da largura ou duração da onda P, que se nomeia P mitral. Essas alterações anatômicas no átrio esquerdo também podem resultar em onda P selada ou chanfrada (TILLEY E GOODWIN, 2002).

O intervalo PR deve ser aproximadamente o mesmo entre um complexo P-QRS-T e outro. Uma arritmia ou distúrbio de condução pode ocasionar uma desigualdade entre esse intervalo. O intervalo em questão apresenta a proporção inversa à frequência cardíaca (FC), pois o tempo de

condução do impulso do NSA até o NAV é inverso a FC (TILLEY, 1992). O aumento do intervalo PR ocorre em decorrência do atraso exagerado da condução através do NAV, definindo um BAV de primeiro grau. Caso a condução falhe de modo intermitente, ocorre um BAV de segundo. A inexistência de transmissão através do NAV é descrita como BAV de terceiro grau (BEARDOW, 2006) (Figura15).

Atrial fibrillation



Figura 15 - Fibrilação atrial. Fonte: Erickson, 2015.

Supraventricular tachycardia



Ventricular tachycardia



Figura 16- Taquicardia supraventricular e ventricular. Fonte: Ericson, 2015.

Pode haver uma diminuição significativa no intervalo PR por efeito de um aumento no tono simpático, ou quando uma via de condução acessória anôloma libera que o impulso seja

desviado do NAV (SMITH et al., 2016). A assistência de vias acessórias leva a taquiarritmias por estabelecerem um ramo de circuito de macroreentrada. O impulso que desloca-se pela via acessória despolariza o ventrículo, ingressa no NAV em direção retrógrada, e chegando aos átrios provocando outro ciclo através desse circuito (BEARDOW, 2006).

A duração total do QRS reflete o tempo necessário para que o processo de excitação se propague ao longo da distância desde as terminações finais das fibras de Purkinje até as áreas mais longínquas do miocárdio ventricular. Existe uma similitude entre o aumento na duração do QRS e o aumento do tamanho cardíaco durante a fase entre o nascimento até a maturidade física nas várias espécies (TILLEY, 1992).

Pode ocorrer alargamento ou aumento na duração do QRS no caso de aumento do ventrículo esquerdo, bloqueio do ramo direito ou esquerdo do feixe de His e complexos ventriculares prematuros ou de escape ventricular (SMITH et al., 2016) (Figura 17).

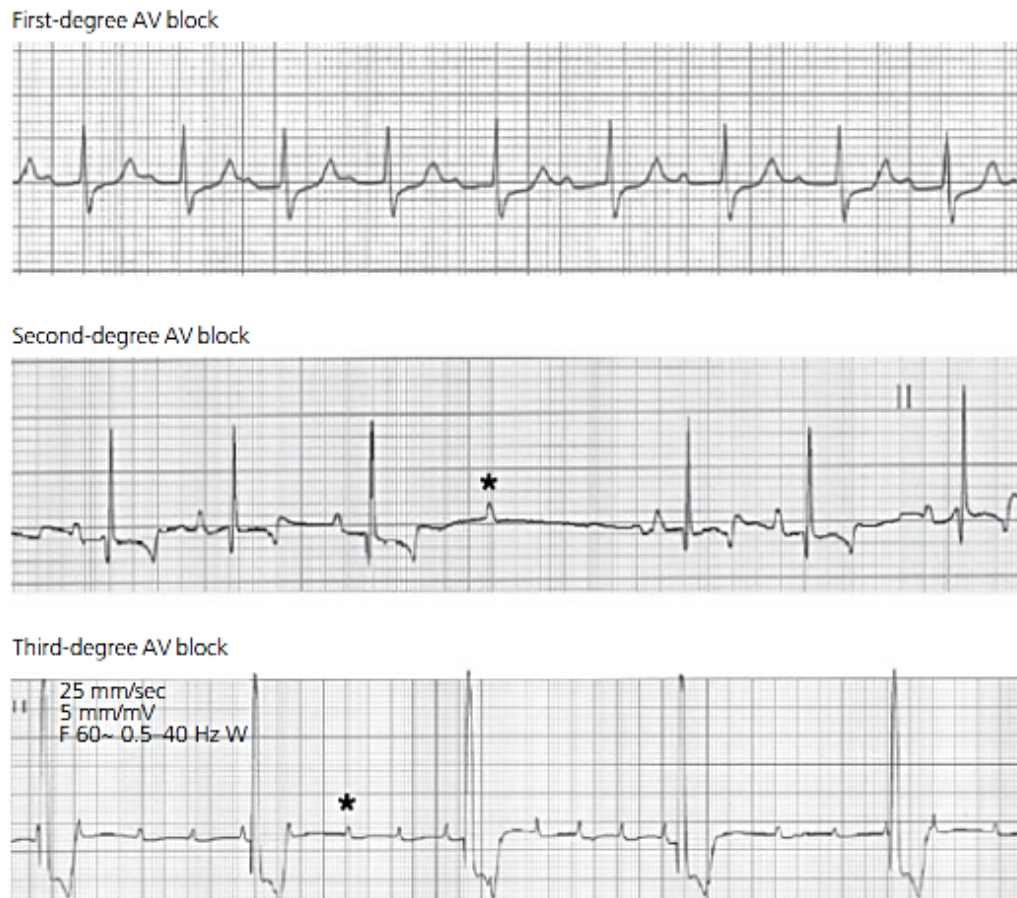


Figura 17- Bloqueios atrioventriculares de grau I, II, III. Fonte : Erickson, 2015.

Em estado normal a atividade ventricular esquerda controla amplitude e a duração do complexo QRS por ser o ventrículo dominante em virtude de sua massa. O alargamento ventricular esquerdo é identificado pelo aumento da duração e/ou amplitude do QRS na derivação II. Na existência de alargamento do ventrículo direito, a influência do ventrículo esquerdo diminui e a amplitude da onda R sofre redução, então, a onda S aprofunda-se à medida que o ventrículo direito alargado desvia o eixo elétrico médio em direção a ele (BEARDOW, 2006).

Vale destacar que o fundamento, aumento de voltagem, utilizado para qualificar alargamentos nas câmaras cardíacas poderá penar de inacurácia, uma vez que acometimentos que aumentem a distância entre os eletrodos e o coração, como a obesidade, efusões e enfisemas, podem reduzir a amplitude dos complexos QRS registrados a partir da superfície corpórea. O fundamento supracitado também não é tão adequado para filhotes, animais caquéticos, ou que tenham tórax estreito (TILLEY, 1992).

Pequenos complexos QRS, chamados complexos de baixa voltagem (inferiores a 0,5 mV na derivação II em cães), podem ser indícios de efusões pleural e pericárdica, hipotireoidismo, obesidade ou edema subcutâneo (BEARDOW, 2006; SMITH et al., 2016). Pneumotórax e edema pulmonar também podem causar diminuição da amplitude da onda R (SMITH et al., 2016).

Quando a amplitude dos complexos QRS normais sofre uma variação regular com um padrão, é denominada alternância elétrica, estando relacionado com efusão pericárdica, assim como pode indicar efusão pleural grave. A taquicardia supraventricular pode resultar em um padrão de alternância elétrica (TILLEY, 1992; SMITH et al., 2016).

As variações na forma do QRS nas derivações de membros podem ser atribuídas aos seguintes fatores: (i) diferenças na topografia do coração dentro do tórax; (ii) mudanças induzidas por alterações no posicionamento dos membros torácicos; e (iii) diferenças no curso da ativação ventricular (TILLEY, 1992).

O segmento ST reflete o intervalo de tempo desde o final do complexo QRS até o início da onda T e configura a fase inicial da repolarização (TILLEY, 1992). Esse segmento condiz ao período em que os potenciais de ação da massa de células miocárdicas ventriculares estão na fase 2 (platô) e existe moderada diferença de carga entre os grupos de célula (ERICKSON, 2015).

A presença do segmento ST torna longa a duração do potencial de ação, criando um período refratário também longo. A importância disto, é que se disponibiliza um período de

relaxamento e enchimento ventricular maior, potencializando ao máximo a contração cardíaca (STEPHENSON, 2014).

O segmento ST pode estar acima (supradesnivelado) ou abaixo (infradesnivelado) em relação à linha base do traçado eletrocardiográfico (TILLEY, 1992) (Figura 18). Em gatos qualquer desnivelamento (supra ou infra) do ST é anormal (TILLEY, 1992; SMITH et al., 2016).

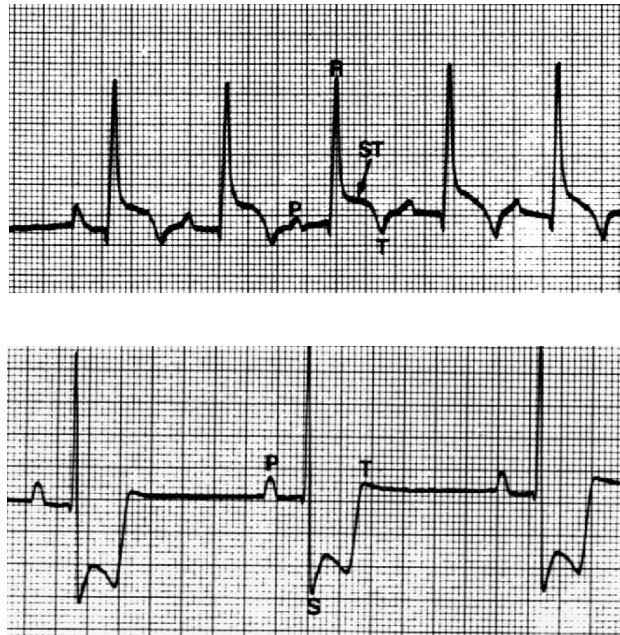


Figura 18 - Supradesnivelamento e infradesnivelamento de ST. Fonte: Tilley, 1992.

As causas clínicas mais comuns de supradesnivelamento são: efusão pericárdica, hipóxia e infarto transmural do miocárdio, e intoxicação digitálica em gatos. Já o infradesnivelamento do segmento ST pode ser gerado por hipóxia e infarto subendocárdico do miocárdio, hiper ou hipocalemia, intoxicação digitálica, e trauma cardíaco em cães (TILLEY, 1992; SMITH et al., 2016). Pseudo-infradesnivelamento se dá devido à presença de ondas T evidentes na taquicardia ou alargamento atrial. Essa alteração do segmento ST também pode ser secundária ao bloqueio de ramo do feixe de His, hipertrofia miocárdica ou complexos ventriculares prematuros (TILLEY, 1992; SMITH et al., 2016).

O intervalo QT, deve ser menor que a metade do intervalo R-R precedente, e sua duração nos animais domésticos varia com a frequência cardíaca, sendo inversamente proporcional a ela (TILLEY, 1992; SMITH et al., 2016).

A onda T é a maior deflexão depois do complexo QRS e representa a repolarização dos ventrículos. Ela pode ser positiva, entalhada, negativa ou bifásica (TILLEY, 1992). Sua altura ou amplitude não deve exceder a um quarto da altura da onda R ou um quarto da altura da onda Q (caso a onda Q seja maior que a onda R), ou 0,5 a 1,0mV em qualquer derivação. Em cães, deve ser positiva em CV5RL e negativa em V10, exceto na raça Chihuahua. Em gatos, deve ser menor que 0,3mV e geralmente é positiva (SMITH et al., 2016).

Aberrações na amplitude, configuração ou polaridade podem ser verificadas na onda T, e são classificadas em dois tipos: primárias – as mudanças independem do curso de despolarização; e secundárias, as mudanças são diretamente conexas à despolarização (TILLEY, 1992; SMITH et al., 2016). Problemas que podem ocasionar alterações primárias da onda T são: hipóxia do miocárdio, bradicardia (T grandes) e infarto do miocárdio (T grandes e com mudança na polaridade). As alterações secundárias são notadas em dois casos: distúrbios da condução intraventricular e alargamentos ventriculares (TILLEY, 1992; SMITH et al., 2016).

Podem ocorrer ondas T evidentes em casos de distúrbios metabólicos (anemia, choque, uremia, cetoacidose, hipoglicemia e febre), intoxicação medicamentosa (digoxina, quinidina e procainamida) e doença neurológica. Assim como distúrbios eletrolíticos podem gerar ondas T com amplitudes máximas e espiculadas, como na hipercalemia, e pequenas e bifásicas, na hipocalemia. Nota-se alternância da polaridade da onda T após à oclusão coronariana, elevação na concentração de catecolaminas, hipocalcemia, e aumento repentino do tônus simpático (TILLEY, 1992; SMITH et al., 2016).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J.A. Doença valvular adquirida. In: TILLEY, L.P.; GOODWIN, J.K. **Manual de cardiologia para cães e gatos**. 3.ed. São Paulo: Roca, 2002. p.109-132.

ARAÚJO, G. R. S.; FIORAVANTI, M. C. S. **Avaliações eletrocardiográficas, ecocardiográficas e radiográficas da silhueta cardíaca pelo método de mensuração vhs (vertebral heart size) de gatos persa hígdos**. Disponível em:

<https://projetos.extras.ufg.br/conpeex/2006/porta_arquivos/posgraduacao/1572674-GabrielaReginaSeverianoAra%C3%BAjo.pdf>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.

- ATKINS, C. E. **Cardiac manifestations of systemic and metabolic disease**. In: FOX P. R.; SISSON, D. J.; MOÏSE, S. N. *Canine and feline cardiology*. 2 ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1999. p. 757-780.
- BEARDOW, A.W. Eletrocardiografia. In: ABBOTT, J.A. **Segredos em Cardiologia de Pequenos Animais: respostas necessárias ao dia-a-dia em rounds, na clínica, em exames orais e escritos**, 1 ed., Porto Alegre: Artemed, 2006. cap. 19, p. 151-162.
- BIRCHARD, S. J. & SHERDING, R. G. **Manual Saunders: clínica de pequenos animais**, São Paulo, 2008.
- BULLOCK, J.; BOYLE, J.; WANG, M.B. Eventos elétricos. In: **__Fisiologia - NMS-National medical Series para estudos independentes**, 3 ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 1998, 683p.
- CAMACHO, A.A. **Aspectos clínicos e fisiopatológicos da insuficiência cardíaca congestiva (ICC)**. In: BELERENIAN, G.C.; MUCHA, C.J.; CAMACHO, A.A. *Afecções cardiovasculares em pequenos animais*. São Caetano do Sul, SP.: Ed. Interbook, 2003. p.72-77.
- CARVALHO, C.F. et al. Eletrocardiografia pré-operatória em 474 cães. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 3, p. 590-597, 2009.
- DARKE, P.; BONAGURA, J.D.; KELLY, D.F. **Atlas Ilustrado de Cardiologia Veterinária**, 1 ed., São Paulo: Manole, 2000, 186p.
- DUERR, F.M.; CARR, A.P.; DUKE, T.; SHMON, C.L.; MONNET, E. Prevalence of perioperative arrhythmias in 50 young, healthy dogs. **The Canadian Veterinary Journal**. v.48, n. 2, p. 169-177, 2007.
- ERICKSON, H.H. **Eletrofisiologia do coração**. In: REECE, W.O. *Dukes' Physiology of Domestic Animals*, 13 ed., Massachusetts: John Wiley & Sons, 2015. cap.31, p.304-314.
- FELIPPE, P.A.N. Eletrocardiografia. In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de Animais Selvagens. Medicina Veterinária**, São Paulo: Roca, 2007. cap. 57, p. 920-929.

FERREIRA, W.L.; SOUZA, R.C.; CAMACHO, A.A. A eletrocardiografia na medicina veterinária. **Revista de Educação Continuada**. São Paulo, São Paulo: CRMV-SP, v. 1, n. 1, p. 54-57, 1998.

FERRI, R. C. (2007). **Eletrocardiografia em quatis (*Nasua nasua*–Linnaeus, 1766) mantidos em ativeiro e contidos quimicamente com quetamina e xilazina**. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/5850/2/Rinaldo%20Cavalcante%20Ferri.pdf>>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.

FIGUEIREDO, V. C. et al. Importância da eletrocardiografia como um exame pré-cirúrgico em cães1. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 11, p. 1091-1094, Nov. 2016.

FOUST, H.L.; GETTY, R. **Atlas and dissection guide for the study of the anatomy of domestic animals**. 7 ed. Iowa: University Press, 1996.

FOWLER, M.E. **Zoo & Wild animal medicine**. 2 ed. Philadelphia: Saunders, 1986.

FUTEMA, F. **Avaliação pré-anestésica**. In: FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G. Anestesia em cães e gatos. São Paulo: Roca, 2002. p. 59-63.

GHOSHAL, N.G. **Coração e artérias do carnívoro**. In: Getty, R. Anatomia dos animais domésticos. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara. 1986, v.2. p. 1497-1549.

GOODWIN, J. K. **Eletrocardiografia**. In: GOODWIN, J. K.; TILLEY, L. P. Manual de Cardiologia para Cães e Gatos. 3. ed. São Paulo: Roca, 2002. p. 39-65.

GUBERMAN, Úrsula Chaves et al. Avaliação radiográfica, eletrocardiográfica e da pressão arterial sistêmica em gatos no período pediátrico. **Veterinária e Zootecnia**, [S.l.], v. 22, n. 3, p. 400-407, mar. 2015. ISSN 2178-3764.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Textbook of medical physiology**, 13 ed., Philadelphia: Elsevier, 2016, un. III, p. 106-166.

HARVEY, N.L.; SRINIVASAN, R.S.; DILLARD, M.E.; JOHNSON, N.C.; WITTE, M.H.; BOYD, K.; SLEEMAN, M.W.; OLIVER, G. Lymphatic vascular defects promoted by

Prox1 haploinsufficiency cause adult-onset obesity. **National Genetic**. v. 37, n.10,p.1072-1081, 2005. DOI: 10.1038/ng1642

JERICÓ, M.M.; SILVA, M.B.F.P.; MACHADO, F.L.A., Avaliação cardiovascular em cães obesos: mensuração da pressão arterial e achados eletrocardiográficos. **Clinica Veterinária**, v.61, p.66-72, 2006.

LAWRENCE, K.A. et al. **Manual Merck de informação médica – saúde para a família**. São Paulo: Roca, 2007.

LIMA JUNIOR, F. F. **Eletrocardiografia dinâmica ambulatorial (sistema Holter) em gatos Maine Coon**. 2014. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, University of São Paulo, São Paulo, 2014.

MATHIAS, L. A. S. T.; GOZZANI, J. L.; RIVETTI, L. A.; GUARATINI, Á. A. Exames complementares pré-operatórios: análise crítica. **Revista Brasileira de Anestesiologia**,v. 56, p.658-666, 2006.

MAZZO, F.R.R.; FANTAZZINI, M.M. O exame eletrocardiográfico – indicações, limitações, principais arritmias e distúrbios de condução na prática clínica de pequenos animais. **Nosso Clínico**, v. 7 n. 39, p. 6-20, 2004.

MUZZI, R.A.L.; MUZZI, L.A.L.; ARAÚJO, R.B.; PENA, J.L.B. Endocardiose da valva mitral: métodos de diagnóstico – revisão. **Clinica Veterinária**, v. 5, n. 27, p. 29-34, 2000.

OLIVEIRA, A.R. et al. Eletrocardiografia em onças-pardas (Puma concolor) anestesiadas com sevoflurano ou isoflurano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 68, n. 6, p. 1613-1620, Dec. 2016.

ORTENZI, A. V. 2006. **Avaliação pré-anestésica**. Organização Sociedade de Anestesiologia do Estado de São Paulo. São Paulo.

ORVALHO, J.S. **Electrocardiographic Techniques**. In: ETTINGER, S.J., FELDMAN, E.C. Textbook of Veterinary Internal Medicine, 7 ed., St. Louis: Elsevier, 2009.

PADDLEFORD, R. R. **Drogas anestésicas** In: PADDLEFORD, R. R. Manual de anestesia em pequenos animais. 2.ed. São Paulo: Roca, 2001. p. 15-88.

PELLEGRINO, Arine et al. Sensibilidade e especificidade do exame eletrocardiográfico na detecção de sobrecargas atriais e/ou ventriculares em gatos da raça Persa com cardiomiopatia hipertrófica. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 3, p. 187-196, 2016 .

RABELO, C. R. **A importância da avaliação eletrocardiográfica como exame pré operatório em cães**. Boletim Informativo – Anclivepa- MG, p. 8, 2004.

ROCHA, V. M. **Parâmetros eletrocardiográficos de felídeos selvagens da Amazônia** (Panthera onca, Leopardus pardalis, Leopardus wiedii, Herpailurus yagouaroundi) criados em cativeiro no estado do Pará, tranquilizados com ketamina e cloridrato de xilazina. 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

RODRIGUES, N. M., QUESSADA, A. M., MORAES, A. C., DANTAS, S. S. B., & DA SILVA SALES, K. D. K. (2017). Estado físico e risco anestésico em cães e gatos: Revisão. **PUBVET**, v. 11, p. 744-839.

SILVERTHORN, D.U. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 493.

SMITH JR., F.W.K.; TILLEY, L.P.; OYAMA, M.; SLEEPER, M.M. **Manual of canine and feline cardiology**, 5 ed., St. Louis: Elsevier, 2016, p. 49-76.

SOUZA, F. S.; PINOTTI, J. R. P.; VIEIRA, J. E.; SEGURADO, A. V. R.; BOTELHO, M. P. F.; MATHIAS, L. A. S. T. Validade da rotina de realização do eletrocardiograma na avaliação pré-operatória de idosos. Campinas: **Revista Brasileira de Anestesiologia**. 2005.

STEPHENSON, R.B. **Fisiologia cardiovascular**. In: CUNNINGHAM, J.G. Tratado de Fisiologia Veterinária, 5 ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. sec. III, p.158-262.

TILLEY, L. P. **Essential of Canine and feline electrocardiography**. 3. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1992. p. 470.

TILLEY, L. P.; GOODWIN, J. In: STRICKLAND, K. N. Livro **Manual de Cardiologia para Cães e Gatos**. Capítulo 17 pág 323, 345, 2002.

TILLEY, L.P.; BURTINICK, N. L. Eletrocardiografia para o clínico de pequenos animais. São Paulo: Roca, 2004. 99p.

TUDURY, E. A.; CAMACHO, A. A.; LAGÊDO, C. M. G.; VIDAL, I. M. **Diagnóstico e Tratamento das Arritmias de Cães e Gatos**, Observadas no Monitor Cardíaco. Revista CFMV-Brasília/DF-Ano IX, n. 30, p. 25-38, 2003.

WOLF, R.; CAMACHO, A.A.; SOUZA, R.C.A. Eletrocardiografia computadorizada em cães. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 6, 2000.

4. ARTIGO CIENTÍFICO

***AVALIAÇÃO ELETROCARDIOGRÁFICA EM FELINOS DOMÉSTICOS
DESTINADOS A GONADECTOMIA ELETIVA***

1 **Avaliação eletrocardiográfica em felinos domésticos destinados a gonadectomia eletiva**

2 [Electrocardiographic evaluation in domestic felines for elective gonadectomy]

3 Breno Menezes dos Santos ^{1*}, Rinaldo Cavalcante Ferri¹, Sandra Silva Duarte ³, Aderaldo

4 Alexandrino de Freitas², Marcos Antonio Lemos de Oliveira²

5 ¹ Hospital Veterinário Universitário, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade
6 Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

7 ² Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife,
8 Pernambuco, Brasil.

9 ³ Departamento de Medicina Veterinária, Centro Universitário Brasileiro, Recife, Pernambuco,
10 Brasil.

11 *e-mail: brenoufrpe@gmail.com

12

13 **RESUMO**

14 Objetivou-se avaliar o eletrocardiograma e caracterizar as derivações precordiais em felinos
15 domésticos destinados a gonadectomia eletiva. Foram avaliados 80 gatos adultos e saudáveis,
16 provenientes da rotina de atendimento clínico realizado no Hospital Veterinário Universitário -
17 UAG (UFRPE). O eletrocardiograma foi realizado por meio do método computadorizado, com
18 equipamento padronizado na sensibilidade 1cm =1mv e velocidade de 50mm/s. Os resultados
19 obtidos expressos em média e desvio padrão foram frequência cardíaca (FC): 194,20 ±
20 31,48(bpm); onda P: 0,04 ± 0,00 (s) X 0,11 ± 0,03 (mV); intervalo PR: 0,07 ± 0,01 (s);
21 complexo QRS: 0,04 ± 0,00 (s) X 0,34 ± 0,21 (mV); intervalo QT: 0,16 ± 0,02 (s); onda T 0,14
22 ± 0,07 (mV); onda R (rV2): 0,17 ± 0,10 (mV); onda S (rV2): 0,12 ± 0,10 (mV); onda R (V2):
23 0,30 ± 0,21 (mV); onda S (V2): 0,10 ± 0,11 (mV); onda R (V4): 0,22 ± 0,21(mV); onda S (V4):
24 0,03 ± 0,07 (mV); RC: ritmo sinusal (92,5%), segmento ST: isoeletrico (92,5%), eixo elétrico:
25 91,5% (dentro da normalidade); polaridade da onda T (rV2): positiva (82,5%), polaridade da
26 onda T (V2): positiva (95%); polaridade da onda T (V4): positiva (93,7%), polaridade da onda T
27 (V10): negativa (87,5%). Verificou-se que as alterações eletrocardiográficas presentes no exame
28 pré operatório de felinos saudáveis apresentam frequência significativa e que a maioria dos

29 animais avaliados apresentam polaridade da onda T positiva nas derivações pré cordiais rV2, V2
30 e V4, e negativa em V10. Conclui-se também que todos animais avaliados apresentaram ondas R
31 menores que 0,5 mV na derivação rV2, e ondas S menores que 0,5 mV nas derivações rV2, V2 e
32 V4, levantando uma hipótese provável, que as referidas ondas nestas derivações devem ser
33 menores que este valor em felinos domésticos.

34 **Palavras-chave:** avaliação; eletrocardiograma; felinos; padronização de parâmetros.

35

ABSTRACT

36 The aim of this study was to evaluate the electrocardiogram and to standardize the precordial
37 leads in domestic cats for elective gonadectomy. Eighty healthy adult cats from the clinical care
38 routine performed at the University Veterinary Hospital - UAG (UFRPE) were evaluated. The
39 electrocardiogram was performed using the computerized method, with standardized equipment
40 at sensitivity 1cm = 1mv and velocity of 50mm / s. The results obtained expressed in mean and
41 standard deviation were Heart Rate (HR): 194.20 ± 31.48 (bpm); P wave: 0.04 ± 0.00 (s) X 0.11
42 ± 0.03 (mV); PR interval: 0.07 ± 0.01 (s); QRS complex: 0.04 ± 0.00 (s) X 0.34 ± 0.21 (mV); QT
43 interval: 0.16 ± 0.02 (s); T wave 0.14 ± 0.07 (mV); R wave (rV2): 0.17 ± 0.10 (mV); S wave
44 (rV2): 0.12 ± 0.10 (mV); R wave (V2): 0.30 ± 0.21 (mV); S wave (V2): 0.10 ± 0.11 (mV); R
45 wave (V4): 0.22 ± 0.21 (mV); S wave (V4): 0.03 ± 0.07 (mV); RC: sinus rhythm (92.5%), ST
46 segment: isoelectric (92.5%), electric axis: 91.5% (within normal range); polarity of the T wave
47 (rV2): positive (82.5%), polarity of the T wave (V2): positive (95%); polarity of the T wave
48 (V4): positive (93.7%), polarity of the T wave (V10): negative (87.5%). It was verified that the
49 electrocardiographic changes present in the preoperative examination of healthy cats present a
50 significant frequency and that the majority of the evaluated animals present positive T-wave
51 polarity in the pre-cordial leads rV2, V2 and V4, and negative in V10. It was also concluded that
52 all animals evaluated had R-waves smaller than 0.5 mV in the rV2 lead, and S-waves smaller

53 than 0.5 mV in leads rV2, V2 and V4, raising a probable hypothesis that said waves in these leads
54 should be less than this value in domestic felines.

55 **Keywords:** cats; evaluation; electrocardiogram; standardization of parameters.

56 **Introdução**

57 O eletrocardiograma (ECG) é uma técnica sensível e específica para a identificação e
58 classificação das arritmias cardíacas. Além disso, o ECG também pode sugerir aumento de
59 câmaras cardíacas, monitoramento do ritmo durante cirurgias e contenção química, auxílio
60 diagnóstico para cardiopatias estruturais, distúrbios eletrolíticos, alterações da perfusão
61 miocárdica, doenças metabólicas, além de efusão pericárdica (FILIPPI, 2011).

62 Estudos comprovam que a eletrocardiografia em pacientes destinados a cirurgias é de
63 grande relevância, mesmo para os casos em que o exame físico não indica doença cardíaca, já
64 que as alterações observadas não dependem da manifestação de sinais clínicos de cardiopatia
65 (CARVALHO et al. 2009).

66 As derivações precordiais, que avaliam a atividade elétrica do miocárdio no plano
67 transversal, são utilizadas como complemento no estudo da eletrocardiografia em pequenos
68 animais. A atividade elétrica cardíaca medida nestes pontos ainda não está bem estabelecida,
69 porém já convencionada em várias literaturas. Muitas vezes, ratificam os achados do plano
70 frontal e, em alguns casos, definem o diagnóstico (FILIPPI, 2011).

71 Diante do exposto compreende-se que um sistema cardiovascular alterado ocasiona
72 disfunção significativa com perda da saúde e risco de morte, justificando assim a necessidade do
73 conhecimento do que é normal e patológico em relação ao eletrocardiograma (STEPHENSON,
74 2014). Apesar de ser uma técnica diagnóstica já estabelecida na rotina veterinária, torna-se
75 necessário estudos que padronizem algumas de suas variáveis, em vista da escassez de material
76 científico abordando esse tema, especificamente em felinos de companhia (CAMACHO et al.,

77 2010). Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é avaliar o eletrocardiograma em gatos
78 domésticos destinados a gonadectomia eletiva, e caracterizar alguns dados das derivações
79 precordiais ainda não estabelecidos na literatura.

80 **Material e métodos**

81 Para o experimento, aprovado pela comissão de ética e utilização de animais (CEUA – nº
82 30/2017), foram utilizados 80 gatos saudáveis, com idade superior a 1 ano e sem distinção de
83 sexo, com indicação cirúrgica para gonadectomia eletiva, provenientes da rotina de atendimento
84 clínico realizado no hospital veterinário universitário da Unidade Acadêmica de Garanhuns
85 (HVU-UAG).

86 Cada paciente passou por uma anamnese detalhada, visando obter informações, e o
87 histórico clínico de cada um deles. Todos os animais foram submetidos a um criterioso exame
88 físico, seguindo uma ficha de avaliação clínica padrão adotada no HVU/UAG. Em seguida foram
89 solicitados exames pré cirúrgicos, tais como: hemograma, perfil bioquímico e o
90 eletrocardiograma. Alterações nos exames hematológicos e bioquímicos foram consideradas
91 critério de exclusão para o estudo eletrocardiográfico.

92 No que diz respeito ao exame eletrocardiográfico, utilizou-se um eletrocardiógrafo
93 modelo C10 (Tecnologia Eletrônica Brasileira - TEB®) com capacidade para registro pelo
94 método computadorizado, composto por um círculo eletrônico ligado externamente a um
95 microcomputador padrão com um software instalado em seu disco rígido, que permitisse gravar o
96 traçado para posterior análise.

97 Os pacientes foram posicionados em decúbito lateral direito com os membros
98 perpendiculares ao tronco e paralelos entre si. Em seguida foram colocados os eletrodos tipo
99 jacaré nas pregas cutâneas, situados acima do olécrano (superfície palmar) nos membros
100 torácicos esquerdo e direito e dorsalmente aos ligamentos patelares nos membros pélvicos

101 esquerdo e direito, sendo então, umedecidos com álcool isopropílico a 70% a fim de aumentar o
102 contato elétrico dos eletrodos com a superfície cutânea. Em relação as derivações precordiais, os
103 eletrodos exploradores foram fixados da seguinte forma: rV2 – sobre o quinto espaço intercostal
104 direito próximo a borda do esterno; V2 – sobre o sexto espaço intercostal esquerdo próximo a
105 borda do esterno; V4 – sobre o sexto espaço intercostal esquerdo na junção condrocostal; V10 –
106 sobre o processo espinhoso da sétima vértebra torácica, de acordo com Tilley (1992), Tilley e
107 Smith Jr (2015) e Smith Jr et. al, (2016).

108 O traçado eletrocardiográfico foi registrado com equipamento padronizado para
109 sensibilidade de 1 cm para cada milivolt (mV) e registro na velocidade de 50 mm/s, nas
110 derivações bipolares e unipolares aumentadas de membros (DI, DII e DIII; aVR, aVL e aVF,
111 respectivamente), bem como nas derivações unipolares precordiais (rV2 ou CV5RL, V2 ou
112 CV6LL, V4 ou CV6LU e V10) (TILLEY, 1992; KITLESON e KIENLE, 1998; MILLER et al.,
113 1999; FILIPPI, 2011).

114 A interpretação do eletrocardiograma foi realizada na derivação II através da avaliação da
115 frequência e ritmo cardíaco, duração (em milissegundos- ms) e amplitude (em milivoltagens-
116 mV) da onda P e do complexo QRS, duração dos intervalos PR e QT (ms), polaridade (positiva,
117 negativa ou bifásica) e amplitude da onda T, nivelamento do seguimento ST, além do eixo
118 elétrico médio do complexo QRS. Em relação as derivações precordiais rV2, V2 e V4, foram
119 avaliadas as amplitudes das ondas R e S (mV), bem como a polaridade da onda T. Na derivação
120 precordial V10 observou-se apenas a polaridade do complexo QRS e onda T (SMITH, J. R. et al.,
121 2016).

122 Os dados foram analisados descritivamente através de frequências absolutas e percentuais
123 para as variáveis categóricas e das medidas: média, desvio padrão, mediana, percentis e valores

124 mínimo e máximo para as variáveis numéricas. Para avaliar associação entre duas variáveis
125 categóricas foi utilizado o teste Qui-quadrado de Pearson.

126 Os dados foram digitados na planilha EXCEL e o programa utilizado para obtenção dos
127 cálculos estatísticos foi o SPSS (StatisticalPackage for the Social Sciences) na versão 23.

128 **Resultados e discussão**

129 Os resultados para algumas das variáveis categóricas analisadas estatisticamente estão
130 apresentadas na tabela 1.

131 Neste estudo foram selecionados apenas animais adultos (maiores que 1 ano), pois,
132 segundo Smith Jr et.al. (2016) e Tilley (1992), o crescimento corpóreo influencia as variáveis
133 eletrocardiográficas. Não houve diferenças estatísticas nos valores eletrocardiográficos entre
134 machos e fêmeas, contradizendo Tilley (1992) e Gompf (2002) que relatam que os machos são
135 mais propensos a desenvolverem doenças cardíacas.

136 Dos 80 animais submetidos à avaliação eletrocardiográfica pré operatória, vinte e nove
137 (36,3%) apresentaram alterações, correspondendo a uma frequência significativa de
138 anormalidades, tendo em vista, que todos animais avaliados encontravam-se hígidos e
139 assintomáticos. Rabelo (2004) em sua análise em 32 cães saudáveis verificou uma frequência de
140 anormalidades de 64,7%, superior à observada no presente estudo. Estes dados corroboram com
141 Carvalho (2009) que relata que as anormalidades eletrocardiográficas encontradas em animais
142 não dependem da manifestação de sinais clínicos de cardiopatia.

143 O ritmo cardíaco foi considerado sinusal para a maioria (92,5%) dos animais, onde 3,7%
144 apresentaram taquicardia sinusal, provavelmente como resposta fisiológica a excitação e
145 manipulação (TILLEY, 1992; FILIPPI, 2011; SMITH JR et. al, 2016). Um animal (1,3%)
146 apresentou contrações ventriculares prematuras (CVP) isoladas (com origem no ventrículo
147 direito), um animal (1,3%) padrão sugestivo de bloqueio fascicular anterior esquerdo (BFAE), e

148 um animal (1,3%) apresentou padrão sugestivo de bloqueio do ramo direito do feixe de His
149 (BRD) e/ou hipertrofia ventricular direita.

150 Conforme Tilley (1992), Filippi (2011) e Tilley e Smith Jr (2015), CVP's isolados (Figura
151 01), são as extrassístoles originárias de um foco ectópico no miocárdio ventricular, caracterizadas
152 pela prematuridade e onda P dissociada, forma bizarra de onda T com polaridade oposta ao
153 complexo QRS, além de períodos de acoplamento constantes para complexos oriundos de um
154 mesmo foco. É o tipo de ritmo anormal mais frequente em gatos, podendo ocorrer
155 esporadicamente em animais normais com aumento do tônus simpático (estresse), ou secundário
156 à alterações cardíacas (cardiomiopatias, miocardite, pericardite, hipóxia miocárdica) e
157 extracardíacas (hipertireoidismo, anemia, uremia e fármacos).

158 Segundo Martin (2010) e Filippi (2011), o BFAE (Figura 02) é uma alteração da
159 condução intraventricular comum no gato, caracterizada por onda Q pequena em D1, ondas S
160 profundas e maiores que R em D2, D3 e aVF, e desvio do EEM para esquerda, estando
161 frequentemente associada com cardiomiopatia hipertrófica e restritiva felina, causas de
162 hipertrofia ventricular esquerda (hipertensão arterial sistêmica, hipertireoidismo, estenose
163 aórtica), hipercalemia, isquemia, além de modificação da posição do coração dentro do tórax,
164 entretanto, de acordo com Tilley e Smith Jr (2015) e como observado nos animais avaliados, não
165 costuma estar associado a comprometimento hemodinâmico, a menos que tenha uma causa
166 subjacente.

167 Segundo Tilley (1992), o Bloqueio do ramo direito (BRD) em gatos (Figura 03) pode
168 ocorrer acompanhado das seguintes alterações eletrocardiográficas: complexo QRS maior ou
169 igual a 0,05 segundos; desvio do EEM para a direita; complexo QRS positivo em aVR e onda S
170 grande e alargada em D1, D2, D3, aVF. De acordo com Filippi (2011), essa condição poderá
171 ocorrer em gatos sadios, ou associada a canal atrioventricular comum, neoplasias cardíacas,

172 cardiomiopatias e hipercalemia secundária a obstrução ureteral. Apesar dos achados sugestivos
173 de BRD em um dos animais avaliados, por apresentar vários critérios correlacionados, não se
174 pode descartar a possibilidade de hipertrofia ventricular direita, já que não foram realizados
175 exames de imagem (radiografias ou ecocardiogramas) nos felinos estudados.

176 Em 91,3% dos animais avaliados, o eixo elétrico médio do QRS no plano frontal (EEM)
177 esteve dentro da normalidade (0° a $+160^\circ$), onde um (1,3%) apresentou EEM entre $+90^\circ$ a $+110^\circ$,
178 um (1,3%) em -120° , um (1,3%) em 0° , um (1,3%) entre $+120^\circ$ a $+150^\circ$, um (1,3%) em -60° a -
179 30° , um (1,3%) entre -120° a -90° , dois (2,5%) em ± 180 , dois (2,5%) entre $\pm 180^\circ$ a -150° , dois
180 (2,5%) em $+120^\circ$, quatro (5%) entre $+90^\circ$ a $+120^\circ$, oito (10%) entre $+60^\circ$ a $+90^\circ$, onze (13,8%)
181 em $+60^\circ$, e 45 dos animais (56,3%) em $+90^\circ$.

182 A grande variação do eixo cardíaco que ocorre nos gatos, quando comparado com outras
183 espécies, pode estar relacionada com uma ausência de uma pleura mediastínica mais rígida nos
184 felinos, podendo fazer com que o coração esteja mais suscetível a mudanças em sua posição
185 dentro do tórax, durante seu ciclo. Portanto, a acuidade do EEM no gato torna-se mais fidedigna
186 se comparada a um eletrocardiograma prévio. Se o eixo está abaixo de 0° , dizemos que há desvio
187 para a esquerda ou horizontalização cardíaca, podendo significar hipertrofia ventricular esquerda
188 ou bloqueio do fascículo anterior esquerdo do feixe de His, e quando o eixo está acima de 160° ,
189 há desvio para a direita ou verticalização cardíaca, podendo significar hipertrofia ventricular
190 direita ou bloqueio do ramo direito do feixe de His (FILIPPI, 2011).

191 Setenta e quatro animais (92,5%) apresentaram segmento ST isoeletrico, e seis (7,5%)
192 com desníveis acima da linha base do traçado (Figura 04), sendo: supradesnível igual 0,05mV
193 (6,67%), igual a 0,1mV (66,67%), igual a 0,15mV (13,34%) e igual ou maior que 0,2mV
194 (13,34%). Como afirma Filippi (2011), o segmento ST representa uma fase precoce da
195 repolarização ventricular (fase lenta), e de acordo com Tilley (1992), Tilley e Smith Jr (2015) e

196 Smith Jr et. al, (2016), nenhum desnivelamento (acima ou abaixo da linha de base do traçado)
197 deve ser considerado normal, onde as principais causas do supradesnivelamento desse segmento
198 em gatos são: pericardite, hipóxia regional e infarto transmural do miocárdio, e ainda secundárias
199 a anormalidades do complexo QRS (hipertrofia ventricular, bloqueios de ramos do feixe de His e
200 CVP's) ou ainda representarem artefatos. Os felinos das figuras 03 e 04 ilustram essa alteração,
201 estando o primeiro relacionado a provável hipertrofia ventricular direita e/ou BRD, e o segundo
202 podendo exemplificar um caso de hipóxia do miocárdio.

203 A polaridade da onda T na derivação II foi positiva (+) em 87,5% dos animais, 11,2%
204 apresentaram onda T negativa e um (1,3%) bifásica. A maioria dos animais (98,7%)
205 apresentaram a amplitude da onda T (mV) dentro da faixa de normalidade. Tilley (1992) e Tilley
206 e Smith Jr (2015) afirmam que a polaridade da onda T pode ser positiva, negativa ou bifásica e
207 menor que 0,3 mV, ou ainda usualmente positiva segundo Smith Jr et. al, (2016), corroborando
208 com os achados do presente estudo.

209 Apenas um animal avaliado teve amplitude de onda T maior que 0,3 mV (figura 04),
210 podendo representar um caso de estresse emocional relacionado ao exame ou de hipóxia do
211 miocárdio. De acordo com Filippi (2011), as alterações da onda T podem ser classificadas como
212 primárias (não relacionadas ao processo de despolarização) e secundárias a alterações da
213 despolarização. Nas primárias apresenta-se anormal, acompanhada de um QRS normal (ex:
214 hipotermia, fármacos, hipóxia do miocárdio, estresse emocional e miocardite), já nas secundárias
215 a onda T tende a se apresentar na direção oposta à principal deflexão do QRS (ex: CVP's,
216 hipertrofias ventriculares e bloqueios dos ramos do feixe de His).

217 Os resultados para as variáveis numéricas analisadas estatisticamente estão apresentadas
218 na Tabela 02.

219 A frequência cardíaca variou entre 140 a 290 bpm, com média de 194,2 (\pm 31,48), onde
220 92,5% dos animais avaliados apresentaram frequência cardíaca dentro do intervalo de
221 normalidade (120-240 bpm). Esses achados corroboram com Smith Jr et. al, (2016). A
222 taquicardia sinusal foi observada em 3,7% dos animais avaliados. Segundo Filippi (2011), este
223 ritmo pode ser decorrente da ação adrenérgica fisiológica provocada pela contenção física
224 necessária para o exame. Já a bradicardia sinusal em felinos, de acordo com Martin (2010),
225 condição não observada nos animais avaliados, pode ser decorrente de hipotireoidismo,
226 hipercalemia, síndrome urológica, insuficiência renal, disautonomia e, paradoxalmente, na
227 insuficiência cardíaca em estágio terminal.

228 Na derivação II, todas as ondas P e complexos QRS foram positivos. A largura do
229 complexo QRS (s) esteve dentro da normalidade (até 0,04 s) na maioria dos animais avaliados,
230 com exceção de quatro animais (5%) que apresentaram largura acima da referência. Com exceção
231 de um animal (1,3%) que apresentou amplitude superior (1,1 mV), todos os 98,7% tinham a
232 amplitude do complexo QRS (mV) dentro da normalidade (até 0,9 mV). Alterações na largura do
233 QRS podem estar relacionadas a hipertrofia ventricular esquerda ou bloqueio do ramo esquerdo
234 do feixe de His, e alterações na amplitude sugerem hipertrofia ventricular esquerda. Quando
235 presentes, a maioria das ondas Q e S foram menores que a onda R, exceto no caso de BFAE.
236 Todos animais apresentaram onda P (largura e amplitude) e duração do intervalo P-R dentro da
237 normalidade.

238 A maioria dos animais avaliados (81,3%) apresentou intervalo QT dentro da normalidade
239 (0,12 a 0,18 s). Como afirma Filippi (2011) e Smith Jr et. al. (2016), esse intervalo representa a
240 despolarização e repolarização ventricular, podendo ser influenciado por alterações nas mesmas,
241 além de sofrer forte influência do sistema simpático, existindo uma relação inversa entre ele e a
242 frequência cardíaca, o que, segundo Martin (2010), torna difícil definir com precisão o que é

243 exatamente anormal. Entretanto, Tilley (1992) afirma que o intervalo QT e a frequência cardíaca
244 são governados separadamente por diferentes fibras neuronais, as quais, podem, ou não, serem
245 concomitantemente ativadas na espécie felina.

246 As anormalidades eletrocardiográficas mais encontradas no presente estudo, foram as
247 alterações no intervalo QT, sendo constatadas em 15 animais (18,7%), onde 5 animais
248 apresentaram um intervalo abaixo da referência, ou seja menor que 0,12s e 10 apresentaram um
249 intervalo acima da faixa de normalidade (maior que 0,18s).

250 Durante o estresse, o intervalo QT pode diminuir devido a produção extra de
251 catecolaminas, o que explicaria os cinco animais que apresentaram intervalo menor que 0,12
252 segundos. Segundo Martin (2010) e Smith Jr et. al. (2016), outras causas que justificariam seu
253 encurtamento seriam: hipercalcemia, hipercalcemia e alguns fármacos (digitálicos, atropina,
254 betabloqueadores e inibidores dos canais de cálcio), alterações pouco prováveis de estarem
255 acontecendo nos gatos estudados, pois todos foram considerados clinicamente sadios.

256 Em relação aos dez animais que tiveram seus intervalos QT maiores que 0,18 segundos,
257 quatro podem ser justificados por apresentarem QRS com duração maior que 0,04 segundos
258 devido a onda R alargada (sugestivo de distúrbio da condução intraventricular do impulso -
259 bloqueio de ramo esquerdo do feixe de His), e um por apresentar amplitude da onda R aumentada
260 (onda R = 1,1 mV) sugestivo de hipertrofia ventricular esquerda, estando os demais animais
261 assintomáticos clinicamente e sem alterações nos parâmetros FC, QRS e ritmo. Segundo Martin
262 (2010) e Smith Jr et. al. (2016), outras causas que justificariam seu prolongamento seriam:
263 hipocalemia, hipocalcemia, hipotermia e algumas drogas (quinidina) e intoxicação por
264 etilenoglicol.

265 As derivações precordiais constituem um complemento para o estudo da atividade elétrica
266 cardíaca, além de ratificar os achados do plano frontal. São de grande valia no auxílio diagnóstico

267 das síndromes isquêmicas, hipertrofias ventriculares, bloqueios de ramos e algumas arritmias
268 (principalmente na confirmação da ausência de ondas P, quando suspeitamos haver ritmo
269 sinoventricular) (FILIPPI, 2011). Os resultados para algumas das variáveis analisadas
270 estatisticamente das derivações precordiais, amplitude das ondas R e S em rV2, V2 e V4 estão
271 apresentados na Tabela 03.

272 Segundo Tilley (1992), Tilley e Smith Jr (2015) e Smith Jr et. al. (2016), existem limites
273 estabelecidos na literatura para onda R (< 1 mV) nas derivações V2 e V4, entretanto, nenhum
274 valor foi fixado para as amplitudes das ondas R e S em rV2, nem para ondas S em V2 e V4.

275 No presente estudo, todos os felinos apresentaram ondas R menores que 0,5 mV em rV2,
276 sugerindo critério de normalidade. Em 98,7% dos animais avaliados as ondas R em V2 e V4
277 apresentaram-se menor que 1mV, estando dentro do intervalo de referência já estabelecido em
278 literatura, e apenas um (1,3%) dos animais avaliados apresentou ondas R igual a 1 mV na
279 derivação V2 e maior que 1 mV na derivação V4 (figura 05), sem qualquer alteração do QRS na
280 derivação II (D2). Essa observação precordial pode sugerir sobrecarga ventricular esquerda,
281 reforçando a importância das derivações no plano transversal no direcionamento diagnóstico, no
282 momento em que ratificam os valores obtidos em D2 (FILIPPI, 2011).

283 Em relação as amplitudes da onda S nas precordiais, 16,25% dos animais apresentaram
284 ausência da mesma em rV2, 35% em V2 e 70% em V4. Seus valores máximos, média e desvio
285 padrão, respectivamente, foram: 0,44 mV ($0,12 \pm 0,10$) em rV2; 0,47 mV ($0,1 \pm 0,11$) em V2; 0,3
286 mV ($0,03 \pm 0,07$) em V4 (Tabela 3). Todos felinos avaliados apresentaram ondas S menores que
287 0,5 mV nas derivações rV2, V2 e V4, dados estes, que podem ser considerado um critério de
288 normalidade.

289 Os resultados para algumas das variáveis analisadas estatisticamente das derivações
290 precordiais (polaridade da onda T em rV2, V2 e V4 e polaridade do QRS e onda T em V10 estão
291 apresentados na Tabela 04.

292 No estudo da polaridade da onda T nas derivações pré cordiais foi possível verificar que a
293 maioria tinha onda T positiva em rV2 (82,5%), V2 (95,0%), V4 (93,7%) (tabela 4),
294 assemelhando-se a polaridade da onda T na derivação 2, a qual usualmente é positiva, segundo
295 Smith Jr et.al. (2016). Entretanto, 87,5% foram negativas em V10, achado que corrobora Tilley
296 (1992) e Smith Jr et.al. (2016) que referem polaridade negativa nesta derivação como achado
297 eletrocardiográfico normal e associam a polaridade positiva em V10 com hipertrofia ventricular
298 direita. A onda T representa a repolarização ventricular, e na ausência de padronização de suas
299 características nas derivações do plano transversal em felinos, pode-se fazer uso da
300 eletrocardiografia seriada afim de sinalizar para distúrbios da repolarização, sejam primários ou
301 secundários, quando se verifica principalmente mudanças em sua polaridade.

302 Com relação a polaridade do complexo QRS em V10, mais da metade dos felinos
303 apresentaram-se negativos (57,5%), 23,7% foram positivos e 18,8% isodielétricos ou
304 isodifásicos. Segundo Tilley (1992), Tilley e Smith Jr (2015) e Smith Jr et. al. (2016), em cães, a
305 polaridade do QRS nessa derivação é sempre negativa, exceto na raça Chihuahua, e configuração
306 em forma de “W” pode ser indicativo de aumento ventricular direito ou BRD, porém, a literatura
307 atual em felinos ainda carece de padrão quanto a polaridade do QRS nessa derivação.

308 **Conclusão**

309 Conclui-se que as alterações eletrocardiográficas foram frequentes na avaliação pré-
310 operatória de felinos hípidos atendidos no Hospital Veterinário Universitário da Unidade
311 Acadêmica de Garanhuns, sendo as alterações no intervalo QT as anormalidades mais
312 encontradas.

313 As derivações pré cordiais mostraram-se de grande importância na avaliação
314 eletrocardiográfica dos felinos, sendo imprescindíveis para ratificação dos achados em D2,
315 possibilitando um direcionamento diagnóstico adequado.

316 A polaridade da onda T foi predominantemente positiva nas derivações rV2, V2 e V4, e
317 negativa na derivação V10.

318 Todos animais avaliados apresentaram ondas R menores que 0,5 mV na derivação rV2, e
319 ondas S menores que 0,5 mV nas derivações rV2, V2 e V4, levantando uma hipótese provável,
320 que as referidas ondas nestas derivações, devem ser menores que este valor em felinos
321 domésticos.

322 **Conflito de interesse**

323 Os autores declaram não existir conflito de interesse.

324 **Comitê de ética**

325 O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais- CEUA da Universidade
326 Federal Rural de Pernambuco, sob a licença número 30/2017, e número do processo:
327 23082.006642/2017-10.

328

329 **Referências**

330 CAMACHO, A.A. et al. Comparison between conventional and computerized
331 electrocardiography in cats. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 62 (3):
332 1-4, 2010. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352010000300038&script=sci_arttext)
333 [09352010000300038&script=sci_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352010000300038&script=sci_arttext)>. Acessado em: 10 dezembro. 2017. doi:
334 10.1590/S0102-09352010000300038

335

- 336 CARVALHO, C.F. et al. Eletrocardiografia pré-operatória em 474 cães. **Arquivo Brasileiro**
337 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, 61 (3): 590-597, 2009.
338
- 339 FILIPPI, L. H. **O eletrocardiograma na Medicina Veterinária**. 1. ed. São Paulo: Roca. 2011.
340 p.86 -110.
341
- 342 GOMPF, R.E. A história e o exame físico. In: GOODWIN, J.K.; TILLEY, L.P. **Manual de**
343 **cardiologia para cães e gatos**. 3.ed. São Paulo: Roca, 2002. p.3-14.
344
- 345 KITTLESON, M.D. Signal, history and physical examination. In: KITTLESON, M.D.; KIENLE,
346 R.D. **Small animal cardiovascular medicine**. St. Louis: Mosby, 1998. p.36-46.
347
- 348 MARTIN, M. **ECG de pequenos animais**. 2 ed., São Paulo: Revinter. 2010. 140p.
349
- 350 RABELO, C. R. **A importância da avaliação eletrocardiográfica como exame pré operatório**
351 **em cães**. Boletim Informativo – Anclivepa- MG, 2004.p.8
352
- 353 SMITH JR., F.W.K.; TILLEY, L.P.; OYAMA, M.; SLEEPER, M.M. **Manual of canine and**
354 **feline cardiology**, 5 ed., St. Louis: Elsevier, 2016, p. 49-76.
355
- 356 STEPHENSON, R.B. **Fisiologia cardiovascular**. In: CUNNINGHAM, J.G. Tratado de
357 Fisiologia Veterinária, 5 ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. sec. III, p.158-262.
358

- 359 TILLEY, L. P. **Essential of Canine and feline electrocardiography**. 3. ed. Philadelphia: Lea e
360 Febiger, 1992. p. 470 - 494
361
362 TILLEY, L. P., SMITH JR, F. W. K. **Consulta veterinária em 5 minutos**. 5. ed. São Paulo:
363 Manole, 2015. p.476 – 487.

ANEXOS

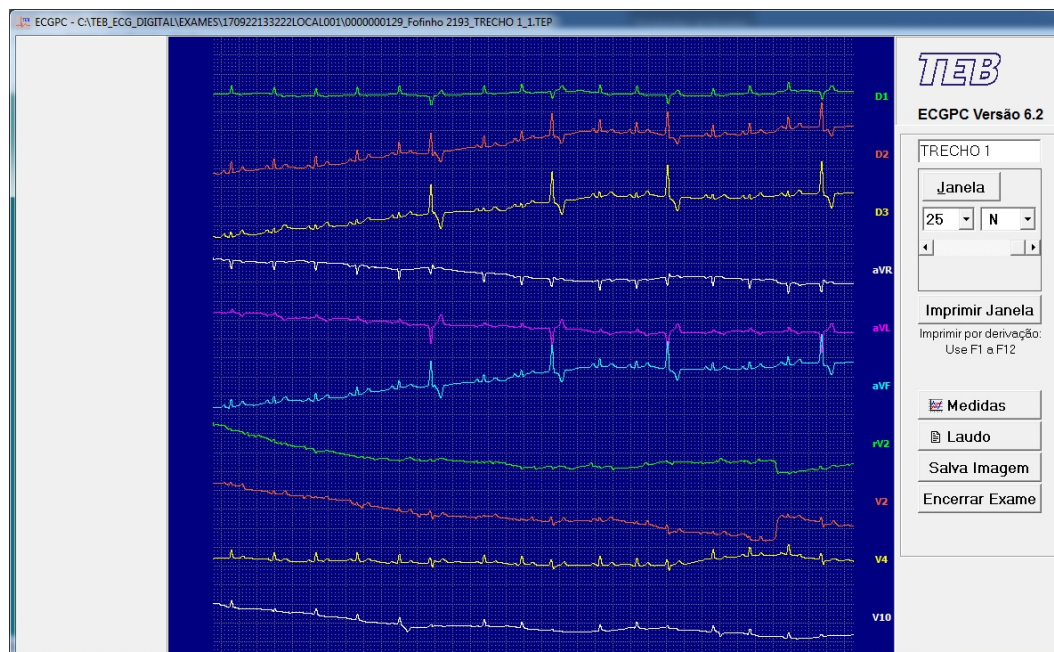


Figura 01: Eletrocardiograma de gato demonstrando complexos ventriculares prematuros isolados, monomórficos e positivos (origem em ventrículo direito), sensibilidade 1 mV = 1 cm, velocidade 25 mm/s, Garanhuns – PE, 2017.

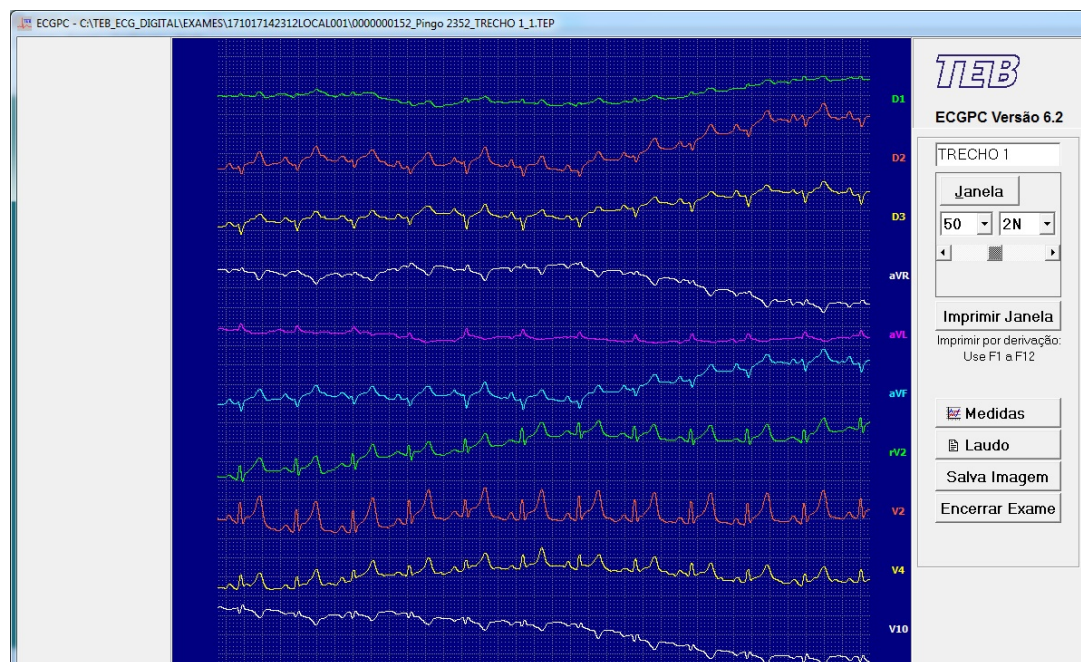


Figura 02: Eletrocardiograma de gato demonstrando padrão sugestivo de bloqueio fascicular anterior esquerdo, com ondas Q pequenas em D1 e aVL, e ondas S maiores que ondas R nas derivações II, III e aVF, sensibilidade 1 mV = 2 cm, velocidade 50 mm/s. Este animal apresentou EEM com desvio a esquerda, entre -60° a -30° , Garanhuns – PE, 2017.

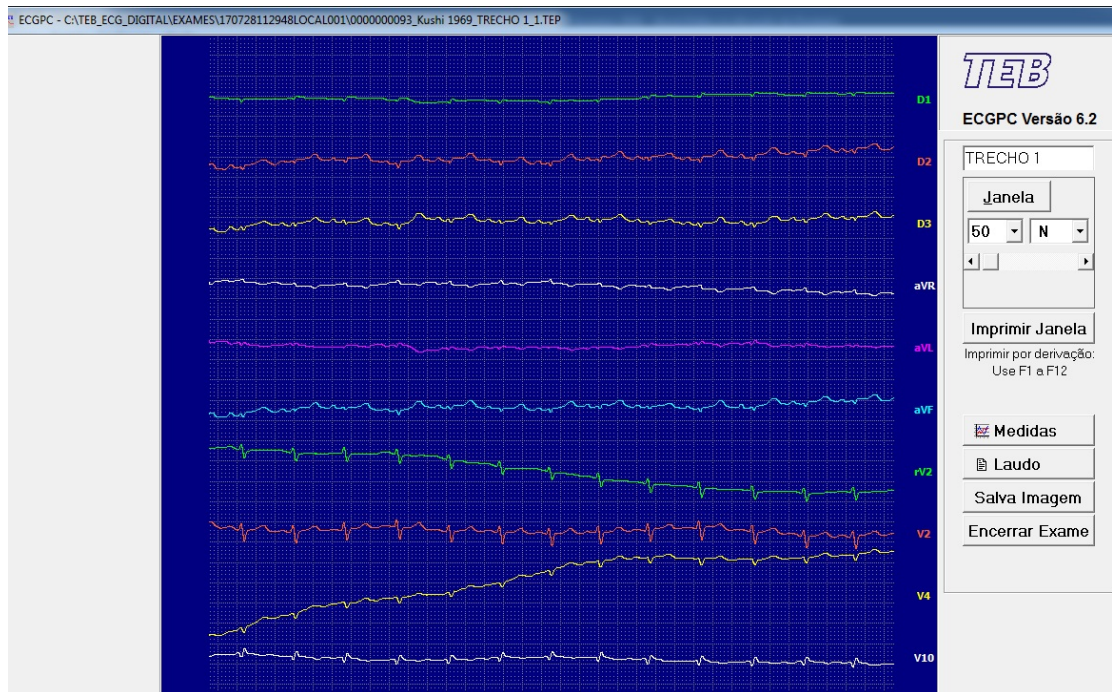


Figura 03: Eletrocardiograma de gato demonstrando padrão sugestivo de bloqueio de ramo direito do feixe de His e/ou hipertrofia ventricular direita, com supradesnível do segmento ST, ondas S alargadas e profundas nas derivações II, III e aVF, sensibilidade 1 mV = 2 cm, velocidade 50 mm/s. Este animal apresentou EEM com desvio a direita, -90° , Garanhuns – PE, 2017.

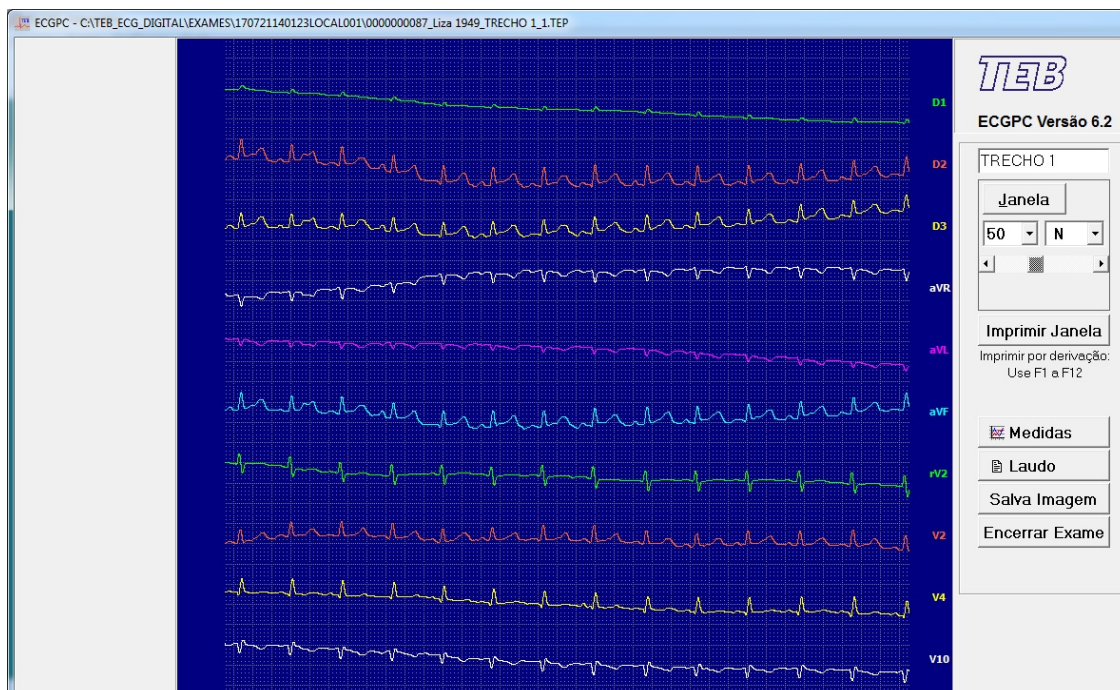


Figura 04: Eletrocardiograma de gato demonstrando ritmo sinusal com segmento ST acima da linha base do traçado (0,2 mV) e onda T maior que 0,3 mV, derivação II, sensibilidade 1 mV = 1 cm, velocidade 50 mm/s), Garanhuns – PE, 2017.

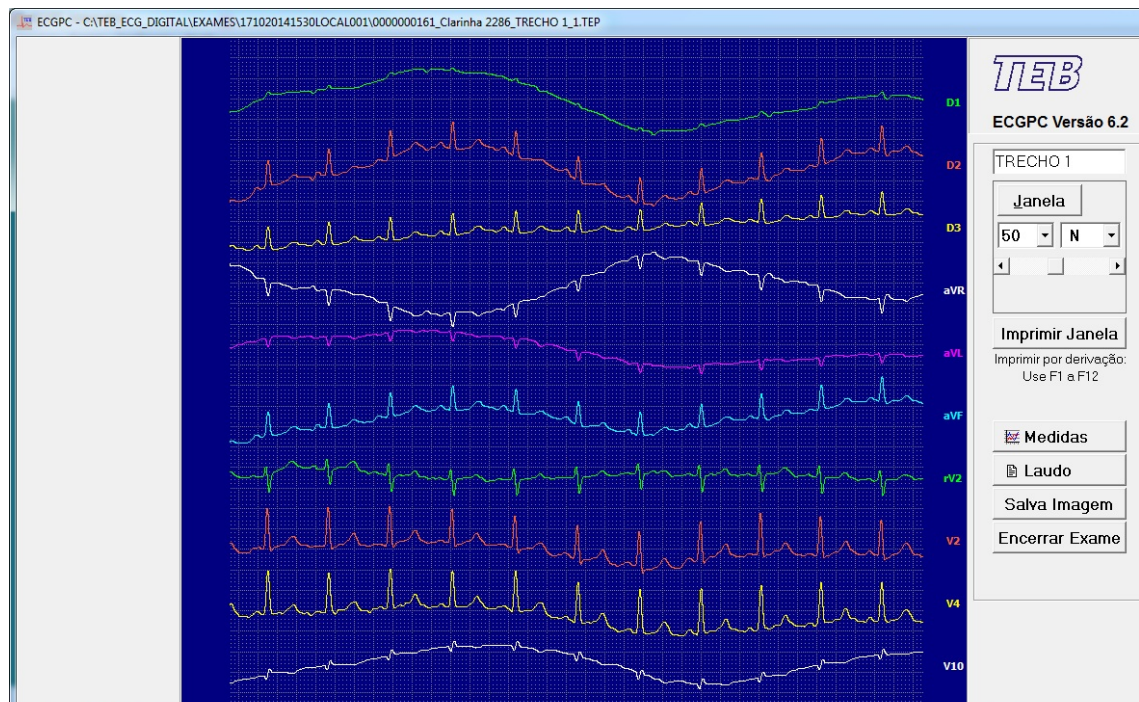


Figura 05: Eletrocardiograma de gato demonstrando ritmo sinusal com amplitudes normais do QRS na derivação 2, porém apresentando onda R com amplitudes iguais ou maiores que 1 mV em V2 (1 mV) e V4 (1,1 mV), sugerindo sobrecarga em ventrículo esquerdo, sensibilidade 1 mV = 1 cm, velocidade 50 mm/s), Garanhuns – PE, 2017.

Tabela 1 – Resultados das variáveis, Ritmo cardíaco, Eixo cardíaco, Segmento S-T e onda T polaridade (derivação II, 1 mV = 1 cm, N) em felinos domésticos atendidos no Hospital Veterinário Universitário da UFRPE/UAG.

| Variável | N | % |
|--|-----------|--------------|
| TOTAL | 80 | 100,0 |
| Ritmo Cardíaco | - | - |
| Sinusal | 74 | 92,5 |
| Taquicardia sinusal | 3 | 3,7 |
| Sinusal; Bloqueio do ramo direito do feixe de His e/ou hipertrofia do ventrículo direito | 1 | 1,3 |
| Sinusal; Contrações ventriculares prematuras (origem VD) | 1 | 1,3 |
| Sinusal; Bloqueio do Fascículo anterior esquerdo | 1 | 1,3 |
| Eixo cardíaco | - | - |
| +90° a +110° | 1 | 1,3 |
| +90° | 45 | 56,3 |
| -120° | 1 | 1,3 |
| +60° | 11 | 13,8 |
| +90° a +120° | 4 | 5,0 |
| 0° | 1 | 1,3 |
| +60° a +90° | 8 | 10,0 |
| +120° | 2 | 2,5 |
| +120° a +150° | 1 | 1,3 |
| ± 180° a -150° | 2 | 2,5 |
| - 60° a -30° | 1 | 1,3 |
| -120 a -90° | 1 | 1,3 |
| ± 180° | 2 | 2,5 |
| Classificação do eixo cardíaco | - | - |
| Fora dos parâmetros de referência | 7 | 8,8 |
| Dentro dos parâmetros | 73 | 91,2 |
| Segmento S-T | | |
| Isoelétricos | 74 | 92,5 |
| Supradesnivelados | 6 | 7,5 |
| Onda T - Polaridade | - | - |
| Positivo | 70 | 87,5 |
| Negativo | 9 | 11,2 |
| Bifásico | 1 | 1,3 |

Tabela 02. Resultados das variáveis, FC, amplitude e duração da onda P, duração do intervalo PR, amplitude e duração do complexo QRS, e duração do intervalo QT (derivação II, 1 mV = 1 cm, N) em felinos domésticos atendidos no Hospital Veterinário Universitário da UFRPE/UAG.

| Variável | Média ± | Valor | Valor | Amplitude |
|-------------------|----------------|--------|--------|-----------|
| | desvio-padrão | Mínimo | Máximo | Total |
| FC (bpm) | 194,20 ± 31,48 | 140,00 | 290,00 | 150 |
| P (mV) | 0,11 ± 0,00 | 0,03 | 0,20 | 0,17 |
| P (seg.) | 0,04 ± 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,01 |
| PR (seg.) | 0,07 ± 0,01 | 0,05 | 0,09 | 0,04 |
| QRS (mV) | 0,34 ± 0,21 | 0,04 | 1,13 | 1,09 |
| QRS (seg.) | 0,04 ± 0,00 | 0,03 | 0,06 | 0,03 |
| QT (seg.) | 0,16 ± 0,02 | 0,09 | 0,21 | 0,12 |

*(s) Segundos; (mV) millivolts.

Tabela 03 – Resultado das variáveis, amplitude das ondas R e S em rV2, V2 e V4 (derivações pré cordiais, 1 mV = 1 cm, N) em felinos domésticos atendidos no Hospital Veterinário Universitário da UFRPE/UAG.

| Variável | Média ± DP | Valor | Valor |
|--------------------------------|--------------------|--------|--------|
| | (mediana) | Mínimo | Máximo |
| Derivações pré-cordiais | | | |
| rV2-R | 0,17 ± 0,10 (0,16) | 0,00 | 0,41 |
| rV2-S | 0,12 ± 0,10 (0,10) | 0,00 | 0,44 |
| V2-R | 0,30 ± 0,21 (0,27) | 0,00 | 1,0 |
| V2-S | 0,10 ± 0,11 (0,06) | 0,00 | 0,47 |
| V4-R | 0,22 ± 0,21 (0,16) | 0,00 | 1,1 |
| V4-S | 0,03 ± 0,07 (0,00) | 0,00 | 0,30 |

Tabela 04 – Resultado das variáveis, polaridade da onda T em rV2, V2, V4 e V10 (derivações pré cordiais, 1 mV = 1 cm, N) em felinos domésticos atendidos no Hospital Veterinário Universitário da UFRPE/UAG.

| Variável | N | % |
|--------------------------------|-----------|--------------|
| TOTAL | 80 | 100,0 |
| Derivações pré-cordiais | - | - |
| rV2-T (Polaridade) | - | - |
| Positivo | 66 | 82,5 |
| Negativo | 13 | 16,3 |
| Ausente | 1 | 1,3 |
| V2-T (Polaridade) | - | - |
| Positivo | 76 | 95,0 |
| Negativo | 3 | 3,8 |
| Ausente | 1 | 1,3 |
| V4-T (Polaridade) | - | - |
| Positivo | 75 | 93,7 |
| Negativo | 3 | 3,7 |
| Bifásica | 1 | 1,3 |
| Ausente | 1 | 1,3 |
| V10-T (Polaridade) | - | - |
| Positivo | 9 | 11,2 |
| Negativo | 70 | 87,5 |
| Ausente | 1 | 1,3 |

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J.A. Doença valvular adquirida. In: TILLEY, L.P.; GOODWIN, J.K. **Manual de cardiologia para cães e gatos**.3.ed. São Paulo: Roca, 2002. p.109-132.

ARAÚJO, G. R. S.; FIORAVANTI, M. C. S. **Avaliações eletrocardiográficas, ecocardiográficas e radiográficas da silhueta cardíaca pelo método de mensuração vhs (vertebral heart size) de gatos persa hípidos**. Disponível em:

<https://projetos.extras.ufg.br/conpeex/2006/porta_arquivos/posgraduacao/1572674-GabrielaReginaSeverianoAra%C3%BAjo.pdf>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.

ATKINS, C. E. **Cardiac manifestations of systemic and metabolic disease**. In: FOX P. R.; SISSON, D. J.; MOÏSE, S. N. *Canine and feline cardiology*. 2 ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1999. p. 757-780.

BEARDOW, A.W. Eletrocardiografia. In: ABBOTT, J.A. **Segredos em Cardiologia de Pequenos Animais: respostas necessárias ao dia-a-dia em rounds, na clínica, em exames orais e escritos**, 1 ed., Porto Alegre: Artemed, 2006. cap. 19, p. 151-162.

BIRCHARD, S. J. & SHERDING, R. G. **Manual Saunders: clínica de pequenos animais**, São Paulo, 2008.

BULLOCK, J.; BOYLE, J.; WANG, M.B. Eventos elétricos. In: **__Fisiologia - NMS-National medical Series para estudos independentes**, 3 ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 1998, 683p.

CAMACHO, A.A. **Aspectos clínicos e fisiopatológicos da insuficiência cardíaca congestiva (ICC)**. In: BELERENIAN, G.C.; MUCHA, C.J.; CAMACHO, A.A. *Afecções cardiovasculares em pequenos animais*. São Caetano do Sul, SP.: Ed. Interbook, 2003. p.72-77.

CAMACHO, A.A. et al. Comparison between conventional and computerized electrocardiography in cats. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, v.

3, p. 1-4, 2010. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352010000300038&script=sci_arttext>. Acessado em: 10 dezembro. 2017. doi: 10.1590/S0102-09352010000300038

CARVALHO, C.F. et al. Eletrocardiografia pré-operatória em 474 cães. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 3, p. 590-597, 2009.

DARKE, P.; BONAGURA, J.D.; KELLY, D.F. **Atlas Ilustrado de Cardiologia Veterinária**, 1 ed., São Paulo: Manole, 2000, 186p.

DUERR, F.M.; CARR, A.P.; DUKE, T.; SHMON, C.L.; MONNET, E. Prevalence of perioperative arrhythmias in 50 young, healthy dogs. **The Canadian Veterinary Journal**. v.48, n. 2, p. 169-177, 2007.

ERICKSON, H.H. **Eletrofisiologia do coração**. In:REECE, W.O. *Dukes' Physiology of Domestic Animals*, 13 ed., Massachusetts: John Wiley & Sons, 2015. cap.31, p.304-314.

FELIPPE, P.A.N. Eletrocardiografia. In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de Animais Selvagens. Medicina Veterinária**, São Paulo: Roca, 2007. cap. 57, p. 920-929.

FERREIRA, W.L.; SOUZA, R.C.; CAMACHO, A.A. A eletrocardiografia na medicina veterinária. **Revista de Educação Continuada**. São Paulo, São Paulo: CRMV-SP, v. 1, n. 1, p. 54-57, 1998.

FERRI, R. C. (2007). **Eletrocardiografia em quatis (*Nasua nasua*–Linnaeus, 1766) mantidos em ativeiro e contidos quimicamente com quetamina e xilazina**. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/5850/2/Rinaldo%20Cavalcante%20Ferri.pdf>>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.

FIGUEIREDO, V. C. et al. Importância da eletrocardiografia como um exame pré-cirúrgico em cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 11, p. 1091-1094, Nov. 2016.

FILIPPI, L. H. **O eletrocardiograma na Medicina Veterinária**. 1. ed. São Paulo: Roca. 2011. 254p.

FOUST, H.L.; GETTY, R. **Atlas and dissection guide for the study of the anatomy of domestic animals**. 7 ed. Iowa: University Press, 1996.

FOWLER, M.E. **Zoo & Wild animal medicine**. 2 ed. Philadelphia: Saunders, 1986.

FUTEMA, F. **Avaliação pré-anestésica**. In: FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G. Anestesia em cães e gatos. São Paulo: Roca, 2002. p. 59-63.

GHOSHAL, N.G. **Coração e artérias do carnívoro**. In: Getty, R. Anatomia dos animais domésticos. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara. 1986, v.2. p. 1497-1549.

GOMPF, R.E. A história e o exame físico. In: GOODWIN, J.K.; TILLEY, L.P. **Manual de cardiologia para cães e gatos**. 3.ed. São Paulo: Roca, 2002. p.3-14.

GOODWIN, J. K. **Eletrocardiografia**. In: GOODWIN, J. K.; TILLEY, L. P. Manual de Cardiologia para Cães e Gatos. 3. ed. São Paulo: Roca, 2002. p. 39-65.

GUBERMAN, Úrsula Chaves et al. Avaliação radiográfica, eletrocardiográfica e da pressão arterial sistêmica em gatos no período pediátrico. **Veterinária e Zootecnia**, [S.l.], v. 22, n. 3, p. 400-407, mar. 2015. ISSN 2178-3764.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Textbook of medical physiology**, 13 ed., Philadelphia: Elsevier, 2016, un. III, p. 106-166.

HARVEY, N.L.; SRINIVASAN, R.S.; DILLARD, M.E.; JOHNSON, N.C.; WITTE, M.H.; BOYD, K.; SLEEMAN, M.W.; OLIVER, G. Lymphatic vascular defects promoted by

Prox1 haploinsufficiency cause adult-onset obesity. **National Genetic**. v. 37, n.10,p.1072-1081, 2005. DOI: 10.1038/ng1642

JERICÓ, M.M.; SILVA, M.B.F.P.; MACHADO, F.L.A., Avaliação cardiovascular em cães obesos: mensuração da pressão arterial e achados eletrocardiográficos. **Clinica Veterinária**, v.61, p.66-72, 2006.

KITTLESON, M.D. Signal, history and physical examination. In: KITTLESON, M.D.; KIENLE, R.D. **Small animal cardiovascular medicine**. St. Louis: Mosby, 1998. p.36-46.

LAWRENCE, K.A. et al. **Manual Merck de informação médica – saúde para a família**. São Paulo: Roca, 2007.

LIMA JUNIOR, F. F. **Eletrocardiografia dinâmica ambulatorial (sistema Holter) em gatos Maine Coon**. 2014. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, University of São Paulo, São Paulo, 2014.

MARTIN, M. **ECG de pequenos animais**. 2 ed.,São Paulo: Revinter. 2010. 140p.

MATHIAS, L. A. S. T.; GOZZANI, J. L.; RIVETTI, L. A; GUARATINI, Á. A. Exames complementares pré-operatórios: análise crítica. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 56, p.658-666, 2006.

MAZZO, F.R.R.; FANTAZZINI, M.M. O exame eletrocardiográfico – indicações, limitações, principais arritmias e distúrbios de condução na prática clínica de pequenos animais. **Nosso Clínico**, v. 7 n. 39, p. 6-20, 2004.

MUZZI, R.A.L.; MUZZI, L.A.L.; ARAÚJO, R.B.; PENA, J.L.B. Endocardiose da valva mitral: métodos de diagnóstico – revisão. **Clinica Veterinária**, v. 5, n. 27, p. 29-34, 2000.

OLIVEIRA, A.R. et al. Eletrocardiografia em onças-pardas (*Puma concolor*) anestesiadas com sevoflurano ou isoflurano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 68, n. 6, p. 1613-1620, Dec. 2016.

ORTENZI, A. V. 2006. **Avaliação pré-anestésica**. Organização Sociedade de Anestesiologia do Estado de São Paulo. São Paulo.

ORVALHO, J.S. **Electrocardiographic Techniques**. In: ETTINGER, S.J., FELDMAN, E.C. *Textbook of Veterinary Internal Medicine*, 7 ed., St. Louis: Elsevier, 2009.

PADDLEFORD, R. R. **Drogas anestésicas** In: PADDLEFORD, R. R. *Manual de anestesia em pequenos animais*. 2.ed. São Paulo: Roca, 2001. p. 15-88.

PELLEGRINO, Arine et al. Sensibilidade e especificidade do exame eletrocardiográfico na detecção de sobrecargas atriais e/ou ventriculares em gatos da raça Persa com cardiomiopatia hipertrófica. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 3, p. 187-196, 2016 .

RABELO, C. R. **A importância da avaliação eletrocardiográfica como exame pré operatório em cães**. Boletim Informativo – Anclivepa- MG, 2004.p.8

ROCHA, V. M. **Parâmetros eletrocardiográficos de felídeos selvagens da Amazônia** (*Panthera onca*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Herpailurus yagouaroundi*) criados em cativeiro no estado do Pará, tranquilizados com ketamina e cloridrato de xilazina. 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

RODRIGUES, N. M., QUESSADA, A. M., MORAES, A. C., DANTAS, S. S. B., & DA SILVA SALES, K. D. K. (2017). Estado físico e risco anestésico em cães e gatos: Revisão. **PUBVET**, v. 11, p. 744-839.

SILVERTHORN, D.U. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 493.

SMITH JR., F.W.K.; TILLEY, L.P.; OYAMA, M.; SLEEPER, M.M. **Manual of canine and feline cardiology**, 5 ed., St. Louis: Elsevier, 2016, p. 49-76.

SOUZA, F. S.; PINOTTI, J. R. P.; VIEIRA, J. E.; SEGURADO, A. V. R.; BOTELHO, M. P. F.; MATHIAS, L. A. S. T. Validade da rotina de realização do eletrocardiograma na avaliação pré-operatória de idosos. Campinas: **Revista Brasileira de Anestesiologia**. 2005.

STEPHENSON, R.B. **Fisiologia cardiovascular**. In: CUNNINGHAM, J.G. Tratado de Fisiologia Veterinária, 5 ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. sec. III, p.158-262.

TILLEY, L. P. **Essential of Canine and feline electrocardiography**. 3. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1992. p. 470.

TILLEY, L. P., SMITH JR, F. W. K. **Consulta veterinária em 5 minutos**. 5. ed. São Paulo: Manole, 2015. p. 476 – 487.

TILLEY, L. P.; GOODWIN, J. In: STRICKLAND, K. N. Livro **Manual de Cardiologia para Cães e Gatos**. Capítulo 17 pág 323, 345, 2002.

TILLEY, L.P.; BURTINICK, N. L. Eletrocardiografia para o clínico de pequenos animais. São Paulo: Roca, 2004. 99p.

TUDURY, E. A.; CAMACHO, A. A.; LAGÊDO, C. M. G.; VIDAL, I. M. **Diagnóstico e Tratamento das Arritmias de Cães e Gatos**, Observadas no Monitor Cardíaco. Revista CFMV-Brasília/DF-Ano IX, n. 30, p. 25-38, 2003.

WOLF, R.; CAMACHO, A.A.; SOUZA, R.C.A. Eletrocardiografia computadorizada em cães. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 6, 2000.