

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

PAULA OTONI PEREIRA RONZANI SANTOS

**AVALIAÇÃO CARDIOVASCULAR DE CÃES EM TREINAMENTO DE BUSCA,
RESGATE E SALVAMENTO**

ALEGRE-ES

2017

PAULA OTONI PEREIRA RONZANI SANTOS

**AVALIAÇÃO CARDIOVASCULAR DE CÃES EM TREINAMENTO DE BUSCA,
RESGATE E SALVAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Diagnóstico e Terapêutica das Enfermidades Clínico-Cirúrgicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a.: Karina Preising Aptekmann

ALEGRE-ES

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

237a S Santos, Paula Otoni Pereira Ronzani, 1990-
Avaliação cardiovascular de cães em treinamento de busca, resgate e
salvamento / Paula Otoni Pereira Ronzani Santos. – 2017.
81 f. : il.

Orientador: Karina Preising Aptekmann.

Coorientador: Graziela Barioni.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal
do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Cão de trabalho. 2. Coração de atleta. 3. Exercícios físicos – aspectos
fisiológicos. 4. Eletrocardiografia. 5. Ecocardiografia. 6. Pressão arterial.
I. Aptekmann, Karina Preising. II. Barioni, Graziela. III. Universidade Federal
do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

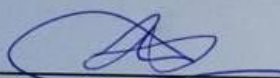
CDU: 619

**AVALIAÇÃO CARDIOVASCULAR DE CÃES EM TREINAMENTO DE BUSCA,
RESGATE E SALVAMENTO**

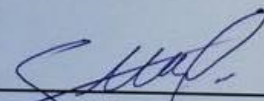
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Diagnóstico e Terapêutica das Enfermidades Clínico-Cirúrgicas.

Aprovado em 22 de Fevereiro de 2017

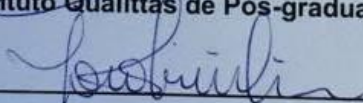
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.^a. Dr.^a. Karina Preising Aptekmann
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Prof. Dr. Felipp da Silveira Ferreira
Instituto Qualittas de Pós-graduação



Prof. Dr. Leonardo Oliveira Trivilin
Universidade Federal do Espírito Santo

Dedico aos meus pais que sempre me proporcionaram uma boa educação; a eles que juntamente com minha irmã, sempre me mantiveram de pé nas horas difíceis.

A Tuca e a Nica, que sempre fortaleceram o meu amor pelos animais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus e Nossa Senhora da Penha, por me darem força interior para superar todas as dificuldades, não me deixando nunca desistir, me mostrando o caminho nas horas incertas e por colocarem pessoas especiais em meu caminho durante essa jornada.

Aos meus pais, Rita e Keller, meu infinito agradecimento. Por sempre acreditarem em meus sonhos e na minha capacidade, e por terem me dado o privilégio de poder me dedicar, durante anos, apenas aos meus estudos. E a minha irmã Flavia, que juntos, sempre acreditaram em meu potencial, até mais do que eu mesma. Obrigada pelo amor incondicional.

A minha Orientadora, Prof.^a Dr.^a Karina Preising Aptekmann, pelo seu apoio e amizade, além de sua dedicação, pela motivação e por me ajudar a retirar os obstáculos que estavam ao seu alcance do meu caminho, para que todo esse período do mestrado fosse mais produtivo e, por especial atenção nas revisões e sugestões, fatores essenciais para a conclusão desse trabalho.

Ao Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo, ao Tenente Coronel Leonardo de Alcântara Meriguetti e toda equipe K9, por permitirem a realização desse estudo e por me acolherem como um membro dessa incrível equipe. Obrigada pelas oportunidades vividas com vocês durante esse período, e por terem possibilitado a realização de um sonho pessoal, o que me incentivou a correr cada dia mais atrás dos meus objetivos.

A Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pelo incentivo a pesquisa e ao apoio financeiro.

Aos meus amigos de faculdade e mestrado Afonso Cassa e Edina Alves, que fizeram parte da minha vida acadêmica e pessoal, e por terem me ajudado a crescer como profissional, superando juntos cada fase dessa jornada.

Aos meus amigos de Alegre, que vou levar para sempre em minha vida Mariana Furtado, Laís Policarpo (Vivis), Danielle Praxedes (Dandan), Julia de Paula, Taís Zocatelli, Eduardo Mancini, Victor Correa (Pestanhinha), Ricardo Rover, Afonso Cassa, Marieta Kuster, Kauann Silva e Dioener Pires. Obrigada por fazerem parte desse momento, me ajudando e incentivando. Obrigada principalmente, por estarem presentes em minha vida nos momentos mais difíceis, me escutando, me

aconselhando e me fazendo companhia, e também por todas as horas de diversão e descontração.

As minhas amigas de infância, meu Clan querido, que mesmo de longe, foram sempre presentes em minha vida, e a cada dia me lembram que amizades verdadeiras são para a vida toda.

A melhor equipe que a clínica de pequenos já teve, Afonso Cassa, Edina Alves, Marieta Kuster, Amanda Miranda e Franciely Mota, obrigada pelas horas de trabalho árduo, mas extremamente divertidos e satisfatórios que tivemos na realização de cada projeto que fizemos juntos.

Aos colegas de turma de mestrado pelo companheirismo que tivemos em nossa turma durante a realização das matérias.

A todos alunos, professores e funcionários do Departamento de Medicina Veterinária e do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Espírito Santo (Hovet), que com ensinamento, orientações e amizade, me ajudaram de forma ativa ou passiva neste projeto.

Ao colegiado de Pós-graduação e aos seus funcionários, pela disponibilidade, simpatia e gentileza.

Finalmente agradeço a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias por abrirem as portas para que eu pudesse realizar este meu projeto de vida. Proporcionaram-me mais que busca de conhecimento técnico, mas uma lição de vida.

“Ninguém vence sozinho, nem no campo, nem na vida. ” (Papa Francisco)

OBRIGADA A TODOS!

“Os cães são o nosso elo com o Paraíso. Eles não conhecem a maldade, a inveja ou o descontentamento. Sentar-se com um cão ao pé de uma colina numa linda tarde, é voltar ao Éden onde ficar sem fazer nada não era tédio, era paz. ”

Milan Kundera

RESUMO

SANTOS, PAULA OTONI PEREIRA RONZANI. **Avaliação cardiovascular de cães em treinamento de busca, resgate e salvamento.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2017.

Os cães podem ser utilizados nas atividades de busca, resgate e salvamento de pessoas vivas e/ou cadáveres. Durante os treinamentos e as ocorrências, os cães realizam atividade física intensa, que promove uma série de alterações adaptativas no organismo. O termo "coração de atleta" é usado para descrever as alterações morfológicas e funcionais cardíacas que ocorrem em atletas como resultado do exercício físico, onde os efeitos fisiológicos causados pelo exercício podem assemelhar-se a estados de doença. Objetivou-se com este estudo avaliar as respostas cardiovasculares causadas pelo treinamento de busca, resgate e salvamento em cães. Sete cães saudáveis não praticantes de atividade física (grupo sedentário) foram avaliados e comparados com nove cães saudáveis praticantes de treinamento de busca, resgate e salvamento (grupo treinamento) em repouso. Também foram realizadas avaliações com os cães do grupo treinamento antes e após a realização do treinamento de busca, resgate e salvamento. Os animais foram submetidos a exame ecocardiográfico, eletrocardiográfico e aferição da pressão arterial sistólica sistêmica (PASS). Os dados foram comparados estatisticamente entre os grupos; assim como foi realizada a comparação dos parâmetros avaliados nos diferentes momentos do grupo treinamento. Os resultados demonstraram que o esforço físico requerido pelo treinamento de busca, resgate e salvamento provocou alterações cardíacas em cães, observados pelo exame ecocardiográfico e não presentes nos exames eletrocardiográficos e de PASS. Como também as respostas agudas do organismo mediante ao exercício que não causaram prejuízo a função ventricular e nem arritmias cardíacas após a realização de 20 minutos de exercício físico. Indicando um bom condicionamento físico dos cães, tornando-os aptos a serem utilizados em ocorrências reais. Alterações essas, semelhantes as descritas em atletas humanos, sugerindo que este tipo de treinamento pode causar a "síndrome do coração de atleta" em cães.

Palavras-Chave: Cão de trabalho. Coração do atleta. Fisiologia do Exercício.

ABSTRACT

SANTOS, PAULA OTONI PEREIRA RONZANI. **Cardiovascular evaluation of dogs in search, rescue and rescue training.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2017.

Rescue-trained dogs are used as aid in search operations of living persons and/or corpses. Dogs perform intense physical activity during training sessions and operations, that promotes a series of adaptive changes in the body. The term "athlete's heart" is used to describe cardiac morphological and functional changes that occur in athletes as a result of physical exercise, and physiological effects caused by exercise can resemble disease states. The aim of this study was to evaluate the cardiovascular responses caused by rescue training in dogs. Seven healthy dogs not practicing physical activity (sedentary group) were evaluated and compared to nine healthy dogs practicing search and rescue training (training group) at rest. Evaluations were also performed with the dogs of the training group before and after the search and rescue training. The animals were submitted to echocardiographic, electrocardiographic and systemic systolic blood pressure (SBP) measurements. The data were statistically compared between the groups; as well as the comparison of the parameters evaluated in the different moments of the training group. The results demonstrate that the physical effort required by the training caused cardiac alterations in dogs, observed by the echocardiographic exam and not present in the electrocardiographic and SBP exams. As well as acute responses of the body through exercise that did not impair ventricular function nor cardiac arrhythmias after performing 20 minutes of physical exercise. Indicating a good physical conditioning of the dogs, making them apt to be used in real occurrences. These changes, similar to those described in human athletes, suggest that this type of training may cause "athlete's heart syndrome" in dogs.

Keywords: Working dog, Athlete's heart. Physiology of exercise

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
Capítulo 1		
Figura 1 -	Representação dos valores de frequência cardíaca (média \pm desvio padrão) de cães da raça Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois, em repouso (M0), imediatamente após a realização de uma sessão de treinamento de busca, resgate e salvamento por 20 minutos (M1), e cinco minutos após a sessão de treinamento (M2) (n=9). Diferença não significativa (p = 0,15).....	50
Figura 2 -	Representação da pressão arterial sistólica sistêmica (mediana \pm desvio padrão) de cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois praticantes de treinamento de busca, resgate e salvamento em repouso (M0) e imediatamente após uma sessão de treinamento de busca, resgate e salvamento por 20 minutos (n=9). Diferença não significativa (p = 0,32).....	56
Capítulo 2		
Figura 1 -	Representação dos valores médios e desvio padrão da frequência cardíaca, em batimentos por minuto (bpm) de cães da raça Pastor Alemão não praticantes de atividade física (GS, n=7) e cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois praticantes de treinamento de busca, resgate e salvamento (GT, n=9). Diferença não significativa (p = 0,15).....	66
Figura 2 -	Valores medianos e desvio padrão da pressão arterial sistólica sistêmica (PASS) de cães da raça Pastor Alemão não praticantes de atividade física (GS, n=7) e cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois utilizados para busca, resgate e salvamento (GT, n=9). Diferença não significativa (p= 0,95).....	68

LISTA DE SIGLAS E/OU ABREVIATURAS

AE	Átrio esquerdo
AE/Ao	Relação átrio esquerdo aorta
Ap-V_{máx}	Velocidade máxima do fluxo pulmonar
Ao	Artéria aorta
Ao-V_{máx}	Velocidade máxima do fluxo aórtico
ALT	Alanina aminotransferase
AST	Aspartato aminotransferase
BAV	Bloqueio atrioventricular
bpm	Batimentos por minuto
CEUA	Comitê de ética no uso de animais
CVP	Complexo ventricular prematuro
DC	Débito Cardíaco
DVE	Diâmetro interno do ventrículo esquerdo
DVE_d	Diâmetro interno do ventrículo esquerdo em diástole
DVE_s	Diâmetro interno do ventrículo esquerdo em sístole
ECG	Eletrocardiograma
ECO	Ecocardiograma
E-septo	Separação septal do ponto E
ESPAT	Excursão sistólica do plano anular tricúspide
FC	Frequência Cardíaca
FC_{máx}	Frequência Cardíaca máxima
FE	Fração de encurtamento
FE_j	Fração de Ejeção
GS	Grupo de cães sedentários
GT	Grupos de cães em treinamento de busca, resgate e salvamento
g/dL	Gramas por decilitro
Hb	Hemoglobina
Ht	Hematócrito
kg	Quilogramas
L/m	Litros por minuto
M0	Momento 0, antes do exercício

M1	Momento 1, após o exercício
M2	Momento 2, cinco minutos após o exercício
MAM	Movimento posterior mitral no septo intraventricular
mm	Milímetros
mmHg	Milímetros de mercúrio
ms	Milissegundos
mV	Milivolt
ml/min	Milímetros por minuto
m/s	Metros por segundos
O₂	Oxigênio
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PASS	Pressão arterial sistólica sistêmica
PLVE	Parede livre do ventrículo esquerdo
PLVEd	Parede livre do ventrículo esquerdo em diástole
PLVEs	Parede livre do ventrículo esquerdo em sístole
s	Segundos
SBP	Systemic systolic blood pressure
SIV	Septo intraventricular
SIVd	Septo interventricular em diástole
SIVs	Septo interventricular em sístole
SNC	Sistema nervoso central
VD	Ventrículo direito
VE	Ventrículo esquerdo
VO_{2máx}	Consumo de oxigênio
VVEs	Volume ventricular esquerdo sistólico
VVEd	Volume ventricular esquerdo diastólico
VS	Volume sistólico
TRIV	Tempo de relaxamento isovolumétrico

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
Tabela1	Média dos valores da frequência cardíaca (FC), antes e imediatamente após a realização da atividade física em cães, de acordo com a literatura consultada.....	29
Capítulo 1		
Tabela 1	Representação dos índices ecocardiográfico (média \pm desvio padrão) de cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois em repouso (M0) e após treinamento de busca, resgate e salvamento em repouso (M1) (n=9).....	51
Tabela 2	Parâmetros eletrocardiográficos (mediana \pm desvio padrão) de cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois, antes (M0) e após a realização de uma sessão de treinamento de busca, resgate e salvamento por 20 minutos (M1) (n=9).....	55
Capítulo 2		
Tabela 1	Representação dos parâmetros eletrocardiográficos (mediana \pm desvio padrão) de cães da raça Pastor Alemão não praticantes de atividade física (GS, n=7) e cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois utilizados para busca, resgate e salvamento (GT, n=9)....	65
Tabela 2	Representação dos índices ecocardiográficos (média \pm desvio padrão) de cães das raças Pastor Alemão não praticantes de atividade física (GS, n=7) e cães Pastor Belga Malinois praticantes de treinamento de busca, resgate e salvamento (GT, n=9).....	69

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Os cães de busca, resgate e salvamento.....	19
2.2 Dinâmica do sistema cardiovascular.....	21
2.3 Respostas e adaptações cardíacas decorrentes do exercício.....	24
2.3.1 O sangue e o fluxo sanguíneo.....	25
2.3.2 Frequência cardíaca.....	27
2.3.3 Débito cardíaco.....	31
2.3.4 Volume sistólico.....	32
2.3.5 Pressão arterial.....	33
2.3.6 Achados em exames complementares.....	35
2.3.6.1 Eletrocardiograma.....	35
2.3.6.2 Ecocardiograma.....	39
3 CAPÍTULO 1: Efeito do exercício sobre parâmetros cardiovasculares em cães em treinamento de busca, resgate e salvamento.....	44
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
INTRODUÇÃO.....	45
MATERIAIS E MÉTODOS.....	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
4 CAPÍTULO 2: “Coração de atleta” em cães de busca, resgate e salvamento.....	60
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
INTRODUÇÃO.....	61
MATERIAIS E MÉTODOS.....	62
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64

CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS.....	71
5 CONCLUSÕES GERAIS.....	73
6 REFERÊNCIAS GERAIS.....	74
7 ANEXO.....	80

1 INTRODUÇÃO

O trabalho de busca, resgate e salvamento com cães possui um grande impacto social, devido a sua ajuda inestimável na localização de pessoas vivas e/ou cadáveres em diferentes tipos de desastres (ROVIRA; MUÑOZ; BENITO, 2008). Os cães são utilizados como método auxiliar nas ocorrências, pois o olfato e a audição desses animais são bem desenvolvidos e permitem que as buscas e localizações se tornem mais rápidas e precisas (PIVA, 2011).

Para manter as atividades propostas no trabalho, os cães necessitam ter um condicionamento físico adequado para que possam percorrer grandes áreas, em diferentes tipos de terrenos e, normalmente em condições climáticas ruins (ROVIRA; MUÑOZ; BENITO, 2008). Quando não estão em trabalho, os cães realizam treinamentos rotineiros de atividade física intensa, envolvendo principalmente a corrida e passagem por obstáculos (MERIGUETI, 2014).

Existem diversos estudos sobre as respostas cardiovasculares ao exercício na espécie humana (PLUIM et al., 2000; SHARMA et al., 2002; PEIDRO, 2003; BRUM et al., 2004; KAŞIKÇIOĞLU, 2011) e em equinos (MUÑOZ et al., 2005; YOUNG; ROGER; WOOD, 2005; DUMONT et al., 2011; BELLO et al., 2012a; BINDA et al., 2016). Na medicina o termo "coração de atleta" é usado para descrever as alterações morfológicas e funcionais cardíacas que ocorrem em atletas, como resultado do exercício físico, onde os efeitos fisiológicos causados pela atividade física podem assemelhar-se a estados de doença tanto no exame físicos quanto nos exames complementares (PLUIM et al., 2000; SHARMA et al., 2002).

Em cães que praticam atividade física, o estudo das respostas cardiovasculares ainda é limitado, com poucas variáveis ecocardiográficas estudadas. Foram estudadas alterações em cães durante algumas atividades específicas, como competições de trenó (VAN CITTER; FRANKLIN, 1969; STEPIN et al., 1998; CONSTABLE et al., 2000), corridas (CAREW; COVELL, 1978; ILKIW; DAVIS; CHURCH, 1987; VÁZQUEZ et al., 1998), provas de agilidade (ROVIRA et al., 2010), ringue francês (MENDOZA et al., 2012) e mediante a diferentes níveis de atividade física (BARRETO et al., 2013).

A resposta cardiovascular ao esforço físico exigido dos cães praticantes de busca, regate e salvamento ainda não foi estudada, sendo os poucos estudos

existentes nestes tipos de cães, voltados à resposta metabólica (AHRENS et al., 2005; ROVIRA; MUÑOZ; BENITO, 2008; SPOO et al., 2015; DIVERIO et al., 2016). Propõe-se que cães de trabalho, como os de busca, resgate e salvamento possam apresentar alterações cardiovasculares devido ao esforço físico intenso, podendo apresentar achados compatíveis com o “coração de atleta”. O conhecimento da demanda fisiológica cardíaca destes cães, incluindo as suas adaptações crônicas e agudas, é extremamente importante, pois permite diferenciar as respostas fisiológicas de condições patológicas, que poderiam expor estes animais à desqualificação para o trabalho, lesões e até a morte.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o impacto cardiovascular de um treinamento físico de busca, resgate e salvamento em cães, utilizando-se parâmetros eletrocardiográficos, ecocardiográficos e de pressão arterial sistólica sistêmica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Os cães de busca, resgate e salvamento

Os cães podem ser utilizados pelos bombeiros militares como um método auxiliar nas operações de busca, resgate e salvamento de pessoas vivas e/ou cadáveres. A utilização desses animais oferece um menor risco para as equipes de socorro, uma vez que os cães entram em uma área de risco antes das equipes humanas. Além disso, há maior rapidez nas operações, devido ao olfato canino permitir identificar de forma mais precisa a localização da vítima. A utilização desse método gera menor custo ao Estado, pois com a utilização de cães, é necessário um menor efetivo de homens e uma menor quantidade de equipamentos deslocados para o local da ocorrência (PIVA, 2011; MERIGUETI, 2014).

O emprego dos cães nessa função é especialmente devido ao seu olfato, que chega a ser quarenta vezes mais aguçado que o humano, possuindo aproximadamente duzentos milhões de células olfativas (PIVA, 2011), possibilitando a localização das vítimas, pelo odor, mesmo que imóveis ou distantes da superfície (PARIZOTTO, 2013). E não menos importante, a audição também possui papel significativo, pois os cães conseguem ouvir 2,5 vezes mais que o ouvido humano, o que possibilita que alguns cães consigam escutar gemidos, choro e até o batimento cardíaco com até dez metros de profundidade (PIVA, 2011). Assim, a utilização dos cães mostra-se mais eficiente do que equipamentos modernos, que se baseiam em sensores de calor corporal e a amplitudes de sons como gemidos ou sussurros, mas que acabam sendo menos eficazes em caso de vítimas inconscientes, longe da superfície e extremamente presas aos destroços (PARIZOTTO, 2013).

O trabalho de busca, resgate e salvamento feito com a utilização de cães ganhou destaque após os atentados ao World Trade Center, em 11 de setembro de 2001 nos Estados Unidos da América (PARIZOTTO, 2013). Em locais de deslizamento, também comuns no Brasil, a utilização dos cães é importante, pois nesses casos as vítimas normalmente encontram-se totalmente soterradas, estando assim, fora do alcance visual e auditivo da equipe humana, como os acontecidos no Vale do Itajaí em 2008, em Angra dos Reis em 2009, região serrana do Rio de Janeiro em 2011 (PARIZOTTO, 2013) e em Mariana em 2015 (TADESCO, 2015).

Nos casos dos resgates subaquáticos a área a ser verificada normalmente é de grande proporção e mergulhadores conseguem cobrir apenas uma pequena extensão em um grande período de tempo. Nessas circunstâncias os cães são utilizados para indicar aonde a equipe de mergulhadores deve fazer a investigação, mostrando onde o odor da vítima é mais forte (PIVA, 2011).

A busca rural ou na mata é o tipo de busca mais comum no Brasil onde se empregam os cães (MERIGUETE, 2014), pois apresentam maior facilidade de locomoção nesses ambientes (PIVA, 2011). As técnicas empregadas neste tipo de busca são de rastreio e venteio. No rastreio, o cão segue uma trilha por onde o desaparecido passou, captando alterações no ambiente causados no caminho traçado pela vítima, porém, nessas situações, o cão necessita de um indicador de odor, como por exemplo, uma peça de roupa da vítima, por isso, é mais utilizada por polícias, para a captura de fugitivos. A técnica de venteio é, a mais utilizada pelo corpo de bombeiro militar, onde os cães buscam pelo odor exalado pelo corpo da vítima no ar, através do cone de odor, bastando ao condutor do cão direcionar a área a ser analisada (PIVA, 2011; MERIGUETI, 2014).

O treinamento dos cães para as atividades de busca, resgate e salvamento se inicia aos 45 dias de idade. Inicialmente, o treinamento visa melhorar o vínculo do cão com o seu guia, que será o bombeiro que irá conduzir esse animal nas buscas, e motivar que o cão descubra e explore seus sentidos, fazendo com que esse não desenvolva medos ou traumas. Para que os cães aprendam a conviver sem conflitos com os meios e situações presentes no trabalho de busca, eles são socializados com pessoas e introduzidos em áreas com diferentes tipos de circulação como passar por corredores largos e espaçosos a extremamente estreitos ou subir em escadas de diferentes tipos, de terrenos e de passagem por obstáculos (caixa de transporte, em lonas penduradas, corda de rapel, maca, etc.). Eles ainda são submetidos a diversas sensações, como luz do dia e da noite, chuva, frio, calor, e a vários sons como gritos, sirenes, explosões, motores, dentre outros. São também acostumados com vários meios de transporte como carro, caminhão, avião, helicóptero e barcos (MERIGUETI, 2014).

A partir dessa fase, se inicia o condicionamento próprio do trabalho de busca, despertando o instinto de caça nos cães, aonde ele é motivado a buscar, inicialmente os seus brinquedos, e depois a buscar figurantes “semiescondidos” com os brinquedos e, figurantes bem escondidos com os brinquedos e, finalmente, buscar

figurantes se passando por vítimas sem o brinquedo. As simulações são feitas em locais que reproduzem desastres como desmoronamento, soterramento, matas e buscas na água. Os cães buscam as suas vítimas não importando a distância a ser percorrida ou o terreno encontrado (MERIGUETI, 2014).

Após aproximadamente dois anos de treinamento inicial, os cães passam a realizar as operações de busca, resgate e salvamento junto ao Corpo de Bombeiros Militar. Os treinamentos com atividade física constante continuam sendo realizados rotineiramente até os cães completarem oito anos de idade, evoluindo principalmente a corrida (simulando busca em área rural e mata), passagem por obstáculos (simulando busca em escombros) e natação (MERIGUETI, 2014).

Ao contrário da maioria dos esportes praticados por cães, como a corrida de cães galgos, corrida de cães trenó e provas de agilidade; no trabalho de busca, resgate e salvamento a demanda fisiológica é variável, pois o trabalho e o treinamento se intercalam em momentos de menor e maior intensidade, onde os cães podem ir ao passo, trotes ou corridas mais ágeis, apresentando grandes mudanças de velocidade. Também há momentos onde estão buscando as vítimas e momentos de pausa (ROVIRA; MUÑOZ; BENITO, 2008), esforço esse, que afeta a sistema cardiovascular (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

2.2 Dinâmica do sistema cardiovascular

O sistema cardiovascular é dividido basicamente em três sistemas: distribuição (coração, artérias e arteríolas), perfusão (artérias, arteríolas e capilares) e coleta (vênulas, veias e coração). Para o equilíbrio destes sistemas, a pressão osmótica, pressão hidrostática, fluxo, diâmetro dos vasos e todos os sistemas teciduais devem funcionar de maneira simultânea e em perfeito modo (ENGE, 2006).

De modo genérico, a função primária do sistema cardiovascular é o transporte, por meio do fluxo de volume e a difusão. O sangue transporta numerosas e importantes substâncias, como oxigênio (O_2), hormônios e os nutrientes necessários para a manutenção das células do organismo. O sangue também é responsável pela remoção do dióxido de carbono e de outros metabólitos celulares, pois, é através dele que esses metabólitos são transportados para os seus devidos órgãos excretores (ENGE, 2006; STEPHENSON, 2014).

O fluxo de volume se caracteriza pelo deslocamento do sangue pelos vasos sanguíneos, de forma rápida para longas distâncias. Para que esse deslocamento seja possível precisa ocorrer uma diferença de pressão hidrostática, denominada pressão de perfusão. A difusão é o principal mecanismo em que as substâncias presentes no sangue se movem da corrente sanguínea para o líquido intersticial ou vice-versa. A difusão ocorre de forma rápida, mas apenas para pequenas distâncias (GUYTON; HALL, 2006; STEPHENSON, 2014).

A circulação sistêmica e a pulmonar estão dispostas em série, e permitem que, o volume de sangue bombeado pelo ventrículo direito (VD) seja igual ao bombeado pelo ventrículo esquerdo (VE) (ENGE, 2006; STEPHENSON, 2014). Esse volume bombeado pelos ventrículos esquerdo e direito é denominado volume sistólico (VS), que multiplicado pela frequência de contrações cardíacas que ocorrem em um minuto, chamada frequência cardíaca (FC), determina o débito cardíaco (DC) (o volume de sangue ejetado pelos ventrículos por minuto) (ENGE, 2006; RIEDESEL; KNIGHT, 2006; STEPHENSON, 2014).

Durante a sístole, o ventrículo não expulsa todo o sangue que está em seu interior (aproximadamente 30ml em cães de grande porte), e o volume restante é denominado volume sistólico final. E quando ocorre a diástole, um determinado volume de sangue também se encontra dentro dos ventrículos (aproximadamente 60ml de sangue em um cão de grande porte), sendo denominado volume diastólico final. Portanto, o VS é correspondente ao volume diastólico final menos o volume sistólico final (STEPHENSON, 2014). O VS é dependente de três variáveis fundamentais: a pré-carga, que determina o comprimento da fibra muscular no início da contração; a contratilidade miocárdica e a pós-carga, que caracteriza a dificuldade de ejeção do sangue enfrentada pelo ventrículo (ENGE, 2006; STEPHENSON, 2014).

O DC é o principal parâmetro responsável por proporcionar que as exigências teciduais de O₂ sejam supridas. Sendo o DC distribuído da seguinte forma 30% para a circulação esplênica, 20% para os rins, 10% para o cérebro, 15% para musculatura, 5% para o coração, 5% para a pele e os 15% restante para outras partes do corpo (ERICKSON; POOLE, 2006; STEPHENSON, 2014).

Mesmo que a quantidade de volume sanguíneo que flui pela circulação sistêmica e pulmonar seja a mesma, a pressão de perfusão da circulação sistêmica é muito maior do que a da circulação pulmonar, pois a resistência do fluxo sanguíneo é menor nos vasos pulmonares do que nos vasos sistêmicos. Quando o VE lança o

sangue para a artéria aorta, a pressão aórtica se eleva para um valor de pico, chamado pressão arterial sistólica (PAS) (aproximadamente 120 milímetros de mercúrio [mmHg]). O sangue então flui pelo interior da rede arterial baixa, reduzindo assim a pressão aórtica. Imediatamente antes da ejeção seguinte de sangue para a aorta, a pressão aórtica assume um valor mínimo, que se denomina pressão arterial diastólica (PAD) (por volta de 80 mmHg). Já na artéria pulmonar a PAS é por volta de 20 mmHg e a PAD é de 8 mmHg. Por isso a circulação sistêmica é chamada de lado de alta pressão e alta resistência e a circulação pulmonar de baixa pressão e baixa resistência (RIEDESEL; KNIGHT, 2006; STEPHENSON, 2014).

A pressão sanguínea sistêmica é regulada pelo sistema cardiovascular, no qual a frequência e o volume de ejeção são regulados por fatores intrínsecos e extrínsecos; e pelos sistemas endócrino, renal e neural, que controlam o tônus vascular e o volume sanguíneo (GUYTON; HALL, 2006).

A FC, também é regulada por fatores intrínsecos, dependentes da atividade elétrica originária do nodo sinoatrial, e por fatores extrínsecos, que dependem de uma ligação entre o sistema nervoso parassimpático e simpático com o coração. São as células nervosas presentes no coração que atuam sobre as células marca-passo, aumentando ou diminuindo a FC (ENGE, 2006; ROVIRA et al., 2010; STEPHENSON, 2014).

Para a determinação do desempenho cardíaco, deve-se avaliar a contratilidade de cada ventrículo, podendo ser indicado pela avaliação da frequência de alteração na pressão durante a fase contrátil do ventrículo. Essa contratilidade pode ser influenciada por dois sistemas fisiológicos diferentes, um de modo intrínseco e outro extrínseco (ENGE, 2006; RIEDESEL; KNIGHT, 2006).

O mecanismo intrínseco depende da adequação do comprimento pré-contrátil das miofibrilas (comprimento do sarcômero) e da lei do “tudo ou nada” (cada célula muscular está sempre totalmente contraída ou totalmente relaxada) da contração do miocárdio. Esse mecanismo é demonstrado pela lei de Frank-Starling, que estabelece que, “dentro de faixas fisiológicas, o coração ejetará em cada batimento o sangue que retorna ao ventrículo” (ENGE, 2006; GUYTON; HALL, 2006). Dessa forma, com a alteração do comprimento das miofibrilas ocorrerá um maior grau de força de contração pelas células miocárdicas. Essa regulação é influenciada pela FC (tempo de enchimento ventricular) e pela pré-carga, que depende diretamente do enchimento

ventricular na fase da diástole. Sendo assim, quanto maior a pré-carga, maior a força de contração (ENGE, 2006; RIEDESEL; KNIGHT, 2006).

O determinante da pós-carga para o VE é a pressão sistólica sistêmica, e da pós-carga para o VD é a pressão sistólica da artéria pulmonar. São as pressões arteriais que determinam a força que os ventrículos devem realizar na hora da sístole pela parede ventricular. Sendo assim, a pré-carga designa o quanto a fibra muscular deve ser distendida antes da contração, e a pós-carga determina a quantidade de trabalho fundamental para ejetar o sangue (RIEDESEL; KNIGHT, 2006). Entretanto, se as ligações do sarcômero se distendem além do considerado fisiológico, a força de contração irá se reduzir, reduzindo também as contrações cardíacas (ENGE, 2006; RIEDESEL; KNIGHT, 2006).

O ajuste extrínseco da contratilidade cardíaca envolve recursos humorais, exógenos e endógenos, ou neurais causando alteração dos estados moleculares e bioquímicos das células do coração. Como exemplo temos os fatores neuro-humorais (sistema nervoso simpático e parassimpático), compostos químicos ou fármacos (caféina, digitálicos entre outros) e até mesmo estados patológicos (hipocalcemia e isquemia) (ENGE, 2006; STEPHENSON, 2014).

Diretamente ligado à contração cardíaca está o volume de ejeção, que é referido como fração de ejeção (FEj%) do volume ventricular total. A FEj% demonstra que somente uma parte do volume contido no ventrículo é ejetada, normalmente, variando de metade a dois terços do volume ventricular. Assim, quando é necessário um leve aumento do DC, a contratilidade ventricular pode ser aumentada para elevar o volume de ejeção (RIEDESEL; KNIGHT, 2006; STEPHENSON, 2014).

2.3 Respostas e adaptações cardíacas decorrentes do exercício

Mesmo antes do início do exercício físico, apenas o preparo para a realização da atividade física, já causa mudanças no sistema nervoso central (SNC), que age para diminuir a atividade parassimpática e aumentar a atividade simpática (BUSS, 2006; STICKLAND et al., 2009; STEPHENSON, 2014). Porém, o tamanho dessa resposta está vinculado para qual atividade o animal está sendo preparado, como exemplo, cães que possuem treinamento para realizar atividade de corrida de moderada a alta intensidade, recebem estímulos distintos antes de cada nível de

corrida. Cães preparados para corridas de alta intensidade apresentarão uma elevação do fluxo sanguíneo, da pressão arterial e da FC mais intensa do que quando preparados para uma corrida de grau moderado (BUSS, 2006; GUYTON; HALL, 2006).

As adaptações cardiovasculares são as mais relevantes que ocorrem durante um treinamento físico e que, em sua maioria, contribuem para um acréscimo na capacidade de trabalho. Na cardiologia humana o exercício físico é bastante estudado devido à grande ocorrência de mortes súbitas de atletas, causada principalmente por alterações cardiovasculares (GUYTON; HALL, 2006; NEGRÃO; BARRETO, 2010).

O termo “coração de atleta” já é muito empregado na medicina e descreve as alterações estruturais, funcionais e elétricas do coração causados pelo treinamento físico, que podem imitar um estado de doença, tanto em exames físico e complementares (PLUIM et al., 2000; SHARMA et al., 2002; BRUM et al., 2004; SCHEFER et al., 2010; KAŞIKÇIOĞLU, 2011). Várias alterações podem ser encontradas nesses pacientes, detectadas no ecocardiograma (ECO) (MARR et al., 1999; SHARMA et al., 2002; PEIDRO, 2003; SCHEFER et al., 2010) e no eletrocardiograma (ECG) (SHARMA et al., 1999; PEIDRO, 2003; KAŞIKÇIOĞLU, 2011).

2.3.1 O sangue e o fluxo sanguíneo

Quando o animal está se exercitando, o sistema cardiovascular transporta uma grande quantidade de O₂ e substrato para os músculos. Nos cães, como em outras espécies, o baço funciona como uma espécie de reservatório de eritrócitos, e a liberação dos mesmos para a corrente sanguínea é regulada pelo sistema nervoso simpático e pelas catecolaminas circulantes. Qualquer fator que ative a atividade simpática ou aumente as catecolaminas circulantes, como é o caso de exercício físico, causam uma contração esplênica e assim aumentam o número de eritrócitos circulantes para o transporte de O₂. Há aumento do hematócrito (Ht) e da concentração de hemoglobina (Hb), sem alterar o volume plasmático (ENGE, 2006; ERICKSON; POOLE, 2006).

Um importante fator para um bom desempenho físico consiste na capacidade de transporte de O₂ pelo sangue, que é intensificado pelo aumento da quantidade de

eritrócitos. Entretanto, quando o treinamento é prolongado, o aumento da concentração de eritrócitos pode se tornar excessivo, causando um desempenho reduzido, pois o aumento da viscosidade do sangue pode causar uma diminuição da perfusão capilar, causando liberação inadequada de O₂ para os tecidos (ERICKSON; POOLE, 2006; GUYTON; HALL, 2006).

O Ht de equinos em repouso varia de 32% a 46% e a concentração de Hb varia de 12 gramas por decilitro (g/dL) a 14 g/dl. Após a atividade física, esses valores se elevam, apresentando Ht de 50% a 70% e concentração de Hb de 21g/dL a 24g/dl. Essas alterações também foram relatadas em cães galgos de corrida, que apresentaram valores de Hb variando de 19 g/dL a 20 g/dL e Ht de 50% a 55% durante o repouso; e após a realização da atividade física esses valores aumentaram para 23g/dL a 24 g/dL de Hb e 60% a 65% Ht (SHARP, 2012).

Com o início do exercício físico ocorre também um aumento no fluxo sanguíneo da musculatura esquelética, mas esse aumento não é distribuído de forma igual em todos os músculos, sendo direcionado preferencialmente para a musculatura com maior atividade. A atenuação da resistência vascular depende de mecanismos locais de controle vascular, como a produção de metabólitos que se acumulam no tecido muscular, a baixa concentração de O₂ local e por respostas neurais (BUSS, 2006; GUYTON; HALL, 2006; STICKLAND et al., 2009).

O aumento da atividade nervosa simpática acarreta na liberação de norepinefrina nos receptores α_1 e α_2 , e ainda que seja provável que essa atividade neural produzisse vasoconstrição, metabólitos locais produzidos na musculatura impedem esse efeito (BUSS, 2006; BOFFI, 2007; GERTH, 2009; STEPHENSON, 2014). Os adrenoceptores α_1 e α_2 respondem de forma diferente aos efeitos simpáticos, sendo os receptores α_2 inibidos até dez vezes mais que os receptores α_1 . Devido ao fato dos receptores α_2 estarem localizados em arteríolas terminais, na microcirculação, uma atividade física mais leve, pode causar uma inibição da vasoconstrição nessas arteríolas, aumentando a perfusão capilar; entretanto um exercício mais intenso expande esse efeito aos vasos maiores (BUSS, 2006; STICKLAND et al., 2009).

A atividade simpática causa uma vasoconstrição nos locais do organismo durante o exercício, que, juntamente com um incremento do DC que ocorre nessas situações, resultam em um aumento da pressão arterial sistêmica. O aumento da pressão arterial sistêmica, somada à vasodilatação local na musculatura, e a

ocorrência da “bomba muscular”, que promove o fluxo sanguíneo na musculatura devido as altas pressões internas produzida nos músculos durante a contração, ajudam a manter o fluxo sanguíneo elevado na musculatura em exercício durante a atividade física (BUSS, 2006; STEPHENSON, 2014).

Em animais que se exercem rotineiramente algum tipo de atividade física, a ação de mecanismos auto-reguladores é intensificada, produzindo alterações, estruturais e funcionais na circulação da musculatura esquelética. Focando no lado estrutural, ocorre um aumento da densidade de capilares na musculatura que está permanentemente em atividade (BUSS, 2006; GERTH, 2009), fato observado por Gerth et al. (2009), onde cães que possuíam um extenuante treinamento para corridas de trenó, apresentavam um maior número de capilares por fibra muscular, e mesmo após um tempo de repouso, esses capilares não foram inativados. Do ponto de vista funcional, esse aumento de capilares causa um aumento na capacidade do fluxo sanguíneo na musculatura treinada (BUSS, 2006).

Com esse aumento do fluxo sanguíneo na musculatura em atividade, o DC passa a ser redistribuído de maneira diferente de quando o animal se encontra em repouso, passando a ter a seguinte redistribuição: 3% para a circulação esplênica, 2% para o cérebro, 2% para os rins, 80% para a musculatura, mantendo os 5% para o coração e 5% para a pele e os 3% restantes para as outras partes do corpo (ERICKSON; POOLE, 2006).

2.3.2 Frequência cardíaca

A FC de um cão adulto de grande porte, em repouso, varia entre 70 a 120 batimentos por minuto (bpm) (STEPHENSON, 2014), porém antes mesmo do início da sessão de treinamento a FC pré-exercício se eleva antecipadamente a níveis significativamente superiores aos de repouso, o qual é chamado de resposta antecipada ao estímulo. Essa resposta é causada pela adrenalina liberada pelas glândulas adrenais e pela noradrenalina liberada pelo sistema nervoso simpático (BUSS, 2006; CHEN et al., 2011; STEPHENSON, 2014).

Em média, um cão com a FC de 60 bpm, cada batimento dura um segundo, contendo uma sístole e uma diástole, sendo que a sístole tem tipicamente a duração de um terço do batimento. Com o aumento da FC para 120 bpm, cada batimento irá

durar apenas meio segundo e, nesse caso, se a sístole se mantiver em um terço de segundo, restará um menor tempo para o enchimento diastólico. Outro fator que auxilia na redução da fase diastólica pelo aumento da FC, é a contração atrial, que possui um importante papel para o enchimento ventricular (STEPHENSON, 2014). Porém, quando o aumento da FC ocorre por um aumento na atividade simpática, a sístole torna-se mais curta, favorecendo então o tempo de enchimento diastólico (STEPHENSON, 2014).

Uma redução na atividade parassimpática é um fator adicional para o aumento da FC durante o exercício físico, uma vez que a ativação parassimpática diminui a FC (CHEN et al., 2011; STEPHENSON, 2014). Existem outros fatores indiretamente relacionados com o exercício que podem provocar um aumento da FC, como por exemplo, temperatura ambiente elevada, desidratação, doenças respiratórias e até mesmo o estresse e ansiedade (BOFFI, 2007; ROVIRA et al., 2010).

Como a FC é o principal determinante do DC e consumo de O_2 , o seu aumento é esperado e considerado um índice de carga de trabalho cardiovascular (ROVIRA; MUÑOZ; BENITO, 2008; PICCIONE et al., 2012). Quando o exercício físico é iniciado, a FC pode elevar-se rapidamente, atingindo um máximo em 30 a 40 segundos, em função do aumento da intensidade do esforço, podendo também ser exibido pelo consumo de O_2 . À medida que os limites de exaustão se aproximam, a FC se estabiliza, mostrando que a FC máxima (FC_{max}) está sendo atingida, alcançando um platô, mantendo-se independente do grau da atividade realizada. O valor percentual da FC_{max} é considerado correspondente ao percentual do consumo de oxigênio (VO_{2max}), sendo eles bons indicativos de intensidade de esforço durante a atividade física na medicina. Se a FC não alcança o seu máximo, o valor mais alto registrado denomina-se FC submáxima (ROVIRA et al., 2010).

O aumento da FC foi relatado em estudos com cães, nos quais a FC foi avaliada antes e imediatamente após o término do exercício físico, conforme ilustrado na Tabela 1. As diferenças nos valores encontrados pelos diferentes estudos resultam de diferentes demandas de O_2 na musculatura durante a atividade física praticada (ROVIRA; MUÑOZ; BENITO, 2008).

Tabela 1 – Média dos valores da frequência cardíaca (FC), antes e imediatamente após a realização da atividade física em cães, de acordo com a literatura consultada.

Tipo de atividade física	Raça	FC média prévia ao exercício	FC média após exercício	Referência
Corrida	Galgo	60 bpm	245bpm	ILKIW et al., 1989
Corrida	Galgo	70bpm	180 bpm	VÁZQUEZ et al., 1998
Caça	Labrador	103 bpm	140bpm	STEISS et al., 2004
Corrida	Galgo	50 bpm	300 bpm	ERICKSON; POOLE, 2006
Pastoreio	Boiadeiro Australiano	120 bpm	237 bpm	HAMPSON; MCGOWAN, 2007
Busca, Resgate e Salvamento	Diversas Raças	88 bpm	132 bpm	ROVIRA; MUÑOZ; BENITO, 2008
Agilidade	Diversas Raças	96 bpm	160 bpm	ROVIRA et al., 2010
Ringue Frances	Pastor Belga Malinois e Pastor Holandes	105 bpm	150 bpm	MENDOZA al., 2012
Caminhada	Beagle	75 bpm	96 bpm	PICCIONE et al., 2012
Trote	Beagle	75 bpm	129 bpm	PICCIONE et al., 2012
Caminhada	Raças distintas	140 bpm	174 bpm	BARRETO et al., 2013
Atividade com bola	Raças distintas	118 bpm	148 bpm	BARRETO et al., 2013
Cooper	Raças distintas	95 bpm	165 bpm	BARRETO et al., 2013

Ao término da atividade física, a FC tende a cair rapidamente dentro dos primeiros minutos, e depois continua reduzindo de forma mais lenta (ERICKSON; POOLE, 2006). Deste modo, após a atividade física, a FC forma uma curva decrescente dividida em duas etapas. Sendo a primeira, com um decréscimo bem pronunciado, que ocorre com uma duração aproximada de um minuto, onde até 50% dos valores alcançados durante a atividade física são reduzidos. E a segunda etapa possui um decréscimo lento, com duração de aproximadamente meia hora, onde os valores basais são retomados (BOFFI, 2007).

O acompanhamento da FC no período de recuperação após o esforço físico é um procedimento importante para avaliar o condicionamento físico dos animais, principalmente em cães submetidos a trabalhos de resistência. Um animal que

apresenta uma boa redução dos valores de FC após um exercício prolongado possui uma melhor condição física que outro que apresente uma maior dificuldade em fazê-lo (MUÑOZ et al., 2006). Além disso, a recuperação da FC após o exercício está diretamente ligada ao controle do sistema nervoso autônomo sobre o coração, e uma recuperação prejudicada está ligada a um pior desempenho (CHEN et al., 2011), o que também indica exaustão, falta de condicionamento físico ou alguma situação de dor sofrida pelo cão (MUÑOZ et al., 2006; ROVIRA; MUÑOZ; BENITO, 2008).

A redução da FC após o exercício foi evidenciada por Stepien et al. (1998) e Constable et al. (2000) em cães de trenó. Estudos esses que evidenciaram que durante a recuperação da FC após o exercício, cães praticantes de atividade física apresentam uma recuperação para os valores basais mais rápida do que cães não praticantes. Cães da raça Pastor Alemão praticantes de atividades físicas quando comparados com cães da mesma raça não praticantes, apresentaram respectivamente FC média de 80 bpm e 112 bpm em repouso. Após a realização do exercício físico os dois grupos apresentaram um aumento semelhante na FC, porém durante a observação da recuperação da FC após o exercício o grupo praticante de atividade física teve uma recuperação para os valores observados inicialmente mais rápido do que o grupo não praticante, evidenciando o que acontece em outras espécies, a atividade física é benéfica ao funcionamento cardíaco nos cães (CAVALCANTE et al., 2009).

Equinos praticantes de prova de resistência que apresentaram um baixo desempenho durante a prova, por exemplo, evidenciaram a FC após o exercício maior do que os animais que demonstraram um bom desempenho. Indicando assim, que o treinamento físico adequado está essencialmente ligado a performance cardíaca (MARR et al., 1999). Em um estudo realizado com 20 equinos atletas, 5% apresentou bradicardia sinusal e o restante apresentou a FC dentro dos limites de normalidade, porém com valores próximos ao limite inferior, mostrando assim uma boa adaptação cardíaca e vascular em virtude do treinamento físico (DUMONT et al., 2010).

Resultados semelhantes aos que ocorrem com atletas humanos, em que a prática de exercícios gera também uma diminuição na FC em repouso (PEIDRO, 2003; CHEN et al., 2011; KAŞIKÇIOĞLU, 2011), este efeito pode ser atribuído a alterações na estimulação do sistema nervoso autonômico, onde um aumento do tônus vagal em repouso diminui a influência do sistema simpático e causa um menor

nível de catecolaminas circulantes (PEIDRO, 2003; BRUM et al., 2004; CHEN et al., 2011).

2.3.3 Débito cardíaco

O DC é definido como o volume de sangue ejetado pelo VE ou VD e usualmente expresso em litros por minuto (L/m), sendo um produto da FC pelo VS (ERICKSON; POOLE, 2006; GUYTON; HALL, 2006). Durante o exercício físico a ativação simpática leva a um aumento da FC, que por si só, já causa um aumento no DC. Além disso, a ativação simpática também é responsável por um aumento na contratilidade cardíaca, causando um esvaziamento dos ventrículos mais eficiente durante a sístole. Como o tempo da sístole também é reduzido nessas condições de aumento da FC, esse encurtamento ajuda então a preservar o tempo de enchimento diastólico, acarretando assim um maior aumento no DC (BRUM et al., 2004; ROVIRA et al., 2010; STEPHENSON, 2014).

Mecanismos não-neurais também contribuem para o incremento do DC durante a atividade física, como a “bomba muscular” e a “bomba respiratória”. A “bomba muscular” também contribui para o incremento do DC, no qual a ação de contração da musculatura causa uma pressão nos vasos sanguíneos contidos em seu interior, e a cada contração, ocorre a expulsão do sangue das veias musculares em direção às veias mais calibrosas da circulação central, e, desse modo aumenta a pré-carga (GUYTON; HALL, 2006; STEPHENSON, 2014).

A “bomba respiratória” é caracterizada pelo aumento da frequência e da profundidade dos movimentos respiratórios durante atividades físicas intensas. Durante a inspiração ocorre uma pressão negativa dentro do tórax, que é responsável pela expansão dos pulmões. Essa pressão traciona as paredes dos vasos centrais e cardíacos, causando suas distensões, de modo que a inspiração ajuda a “retirar” sangue das veias abdominais para as veias centrais e átrios. Além disso, o movimento realizado pelo diafragma durante a inspiração pressiona os órgãos abdominais, ajudando a direcionar o sangue das veias abdominais para as veias centrais. Sendo assim, a “bomba respiratória” ajuda no incremento do retorno venoso, do volume venoso central e da pré-carga ventricular no decorrer da atividade física (STEPHENSON, 2014).

A união da bomba muscular, bomba respiratória com as respostas simpáticas e parassimpáticas são responsáveis por um acréscimo no DC de até seis vezes durante o exercício físico se comparado ao nível em repouso (STEPHENSON, 2014).

A capacidade máxima para a atividade física nos animais e seres humanos é restringida pelo DC. Isso é, quando o DC chega ao seu nível máximo, o transporte de O₂ dos pulmões para a musculatura também já está no seu limite, marcando assim, o limiar superior do nível de exercício que pode ser realizado antes da exaustão (MARR et al., 1999; ERICKSON; POOLE, 2006; ROVIRA et al., 2010; STEPHENSON, 2014). Em cães, evidenciou-se que galgos de corrida com um bom condicionamento físico apresentaram um DC significativamente maior do que cães mestiços sem condicionamento físico (ERICKSON; POOLE, 2006).

2.3.4 Volume sistólico

O aumento na atividade simpática no decorrer da atividade física causa aumento da FC e redução do volume ventricular sistólico final pelo aumento na contratilidade miocárdica, promovendo assim um esvaziamento ventricular mais efetivo. Juntamente com um aumento no retorno venoso, causado pela mobilização da reserva esplênica, a bombas muscular e respiratória auxiliam na manutenção do VS (PEIDRO, 2003; ERICKSON; POOLE, 2006).

Em um cão de grande porte o VS pode aumentar de 30 ml para 40 ml durante a atividade física (STEPHENSON, 2014). Segundo Boffi (2007), o VS pode aumentar em até 50% em equinos em relação aos valores observados pré-treinamento físico, contudo, esse aumento ocorre principalmente quando o animal passa do estado de repouso para o passo e trote, sem uma maior elevação do trote para o galope.

Em um estudo com 18 cães de trenó altamente treinados, observou-se que 40% deles apresentaram sopro sistólico após a atividade física, causado pelo aumento na velocidade do sangue através da válvula aórtica do coração, que pode ocorrer devido ao aumento no VS, uma vez que os cães não apresentavam qualquer evidência de doença cardíaca primária (CONSTABLE et al., 1994). Resultado semelhante ao encontrado por Stepien et al. (1998) que observaram um aumento na incidência de sopro sistólico após a realização de atividade física em 77 cães avaliados (de 16% para 45%).

2.3.5 Pressão arterial

A resposta pressórica durante o exercício físico depende de qual tipo de atividade, isotônica ou isométrica, está sendo realizada. A atividade isotônica ocorre quando há, movimentação do corpo e contração muscular, como nos casos de ciclistas e jogadores de futebol. A atividade isométrica ocorre quando há contração muscular sem a movimentação do corpo, como exemplo o levantamento de peso (FORJAS; TINUCCI, 2000; BRUM et al., 2004; GUYTON; HALL, 2006).

No caso dos exercícios isotônicos, a necessidade de fluxo sanguíneo para a musculatura ativa é aumentada, causando um aumento no DC, FC e no VS, além da vasodilatação da musculatura ativa, o que acarreta em uma redução da resistência vascular periférica. Por esse motivo ocorrerá um ajuste hemodinâmico causando aumento da PAS e uma queda ou preservação da PAD. Nesses casos, quanto maior a intensidade do exercício físico, maior será a necessidade de sangue, maior o DC e assim, uma maior PAS. Entretanto, o aumento da intensidade promove uma maior vasodilatação periférica de modo que a PAD se mantém (FORJAS; TINUCCI, 2000).

No caso dos exercícios isométricos também ocorre um aumento da necessidade de suporte sanguíneo para os músculos, porém, a forte contração muscular causa um impedimento do aporte sanguíneo na região. A resistência vascular periférica não se altera, provocando um aumento acentuado da PAS e da PAD. Por isso, nessas atividades quanto maior a intensidade, maiores os níveis pressóricos da PAS e da PAD (FORJAS; TINUCCI, 2000).

Em cães foi descrito aumento dos valores de pressão arterial sistólica sistêmica (PASS) durante a competição de trenó. Os cães apresentaram valores de PASS pré-exercício entre 100-150 mmHg e durante a realização da prova os valores obtidos foram superiores a 300 mmHg (VAN CITTEER; FRANKLIN, 1969). Em equinos os valores pressóricos foram avaliados antes e após a realização de atividade física, mostraram que, imediatamente após a realização do esforço esses valores continuaram altos. Equinos submetidos à prova de marcha apresentaram aumento significativo nos valores de PASS imediatamente após o exercício (média de 147mmHg antes da prova de marcha e 169 mmHg após) (BINDA et al., 2013). Esse aumento da PASS ocorre devido a um efeito agudo imediato após a atividade física (NEGRÃO; RONDON, 2001), achados também relatados em humanos praticantes de musculação, onde os valores de PASS imediatamente após a realização da atividade

física foram significativamente maiores do que as observadas pré-exercício (MEDIANO et al., 2005).

Atletas praticantes de musculação apresentaram redução significativa dos valores de PAS 60 minutos após a realização de atividade física (MEDIANO et al., 2005), efeito esse denominado de agudo tardio (NEGRÃO; RONDON, 2001). Nesses casos, os níveis pressóricos caem e tende a permanecer abaixo dos valores basais, fenômeno denominado de hipotensão pós-exercício (FORJAZ et al., 1998; FORJAS; TINUCCI, 2000; NEGRÃO; RONDON, 2001; BRUM et al., 2004). Após a atividade física a vasodilatação se mantém na musculatura, decorrente de fatores como: a necessidade de excreção dos metabólitos produzidos pela musculatura, vasodilatação da pele para eliminar o calor produzido, redução da atividade simpática periférica e redução da excitabilidade alfa-adrenérgica (FORJAZ et al., 1998; FORJAS; TINUCCI, 2000; NEGRÃO; RONDON, 2001). A associação da vasodilatação com consequente redução da resistência vascular periférica juntamente com uma diminuição do DC causado pela redução da FC ao final do exercício, ocorre a diminuição da pressão arterial (FORJAZ et al., 1998; FORJAS; TINUCCI, 2000; NEGRÃO; RONDON, 2001).

Forjas et al. (1998) verificaram uma redução dos valores pressóricos após atividade física comparando pessoas que realizaram atividade aeróbica de baixa e moderada intensidade com um grupo controle. Também constataram que a intensidade e duração do exercício físico estão relacionadas com a queda pressórica pós-exercício, sendo que, a realização de exercícios dinâmicos com duração de 45 minutos provocou uma queda da pressão maior e mais duradoura do que com duração de 25 minutos. Uma única sessão de atividade física pode manter os valores pressóricos abaixo dos basais por até vinte e quatro horas (NEGRÃO; RONDON, 2001). Um estudo epidemiológico para verificar a pressão arterial de cães, onde 1903 animais foram examinados (animais sem queixa de problemas relacionados a pressão arterial), indicou que essa diminuição da pressão arterial também pode ocorrer nos animais, uma vez que, animais que se exercitavam regularmente apresentaram valores de pressão arterial mais baixos do que os animais que não são praticantes de atividades físicas rotineiras (BODEY; MICHELL, 1996).

2.3.6 Achados em exames complementares

2.3.6.1 Eletrocardiograma

O ECG é uma representação gráfica dos processos de despolarização e repolarização do miocárdio, e permite a obtenção de informações sobre a FC, o ritmo e a condução intracardíaca. Pode também sugerir a ocorrência de sobrecarga de alguma câmara cardíaca específica, doenças do miocárdio e pericárdio, isquemia, e desequilíbrios eletrolíticos (STEPHENSON, 2014).

Várias alterações no ECG podem ser encontradas em atletas humanos, que são interpretadas como ajustes cardíacos fisiológicos que ocorrem por decorrência do treinamento físico regular, caracterizados por uma hipertrofia ventricular e até mesmo por alterações das células de marca-passo do nodo sinusal (NEGRÃO; BARRETO, 2010). A bradicardia é a alteração mais observada em atletas durante o repouso e constantemente associada com o grau da atividade física (SHARMA et al., 1999; NEGRÃO; BARRETO, 2010).

O exercício físico é responsável por um aumento significativo na incidência de arritmias cardíacas, especialmente em três condições: quando o pré-aquecimento é inadequado, quando o exercício dinâmico se aproxima a capacidade máxima e durante uma recuperação rápida, chamado de período arritmogênico (VÁZQUEZ et al., 1998; NEGRÃO; BARRETO, 2010). Durante a recuperação rápida, o retorno venoso diminui devido a uma redução repentina da atividade muscular, juntando-se a vasodilatação já causada pelo exercício físico. Nessa situação, o volume por minuto e o fluxo sanguíneo do miocárdio podem ser reduzidos quando a demanda de O₂ do miocárdio ainda permanece alta, como consequência da taquicardia, que juntamente com as catecolaminas, podem ser responsáveis pela ocorrência das arritmias observadas durante a recuperação precoce (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

Além disso, durante a atividade física, ocorre um aumento da resistência coronariana, devido a um incremento da viscosidade do sangue, à constrição dos músculos lisos e dos capilares; e durante a sístole os vasos intramurais sofrem, prejudicando o fluxo coronariano. Todos esses fatores acabam causando, mesmo que de modo transitório, uma relativa isquemia do miocárdio, que pode levar a distúrbios

de ritmo cardíaco, como consequência de alterações no tempo de recuperação do tecido cardíaco (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

Além disso, o exercício dinâmico, produz uma mobilização de ácidos graxos livres, aumentando a sua concentração plasmática. Principalmente esportes onde há maior dependência de metabolismo anaeróbico, como exemplo a corrida, onde ocorre uma menor oxidação, e faz com que esses ácidos se acumulem. Esse aumento de ácidos graxos livres no sangue pode afetar a atividade elétrica cardíaca, especialmente em situações de hipóxia, aumentando o risco de arritmias durante o período de atividade intensa e de recuperação precoce (NEGRÃO; BARRETO, 2010). Portanto, a ocorrência das arritmias se justificam por isquemia do miocárdio, aumento de catecolaminas, alta concentração de ácidos graxos livres no sangue ou as suas combinações (VÁZQUEZ et al., 1998; NEGRÃO; BARRETO, 2010).

Na medicina, observa-se a ocorrência de bloqueio atrioventricular (BAV) de primeiro grau e BAV de segundo grau Mobitz tipo I principalmente em atletas de esporte de resistência, como corridas de longas distancias. A presença de BAV de segundo grau Mobitz tipo II e BAV total em atletas é mais comum do que em indivíduos não treinados (PEIDRO, 2003; KAŞIKÇIOĞLU, 2011). Como são várias as alterações que atletas podem apresentar, a Sociedade Europeia de Cardiologia criou uma lista de recomendações para a avaliação do ECG em repouso de atletas, onde separam as alterações mais frequentes encontradas em atletas, das menos frequentes observadas, dividindo essas alterações em grupo 1 e grupo 2 respectivamente. No grupo 1 estão a bradicardia sinusal, BAV de primeiro grau, bloqueio de ramo direito incompleto, repolarização precoce, e indicativos de hipertrofia ventricular esquerda. No grupo 2 estão as alterações na polaridade de onda T, depressão do segmento ST, bloqueio completo de ramo e QT curto ou longo (CORRADO et al., 2010).

Atletas humanos podem apresentar complexo ventricular prematuro (CVP) em repouso ou em atividade (NEGRÃO; BARRETO, 2010; YAÑES, 2012). A ocorrência de CVP também foi observada em animais. Em equinos, Buhl, Meldgaard e Barbesgaard (2010) observaram que, 18% dos 34 cavalos de salto apresentaram CVP durante a atividade física e 7% durante a recuperação. Cães também apresentam CVP durante a realização de atividade física. Dos 23 animais saudáveis que foram observados com Holter durante a realização de atividade física, três animais apresentaram essa alteração, onde um apresentou apenas um CVP isolado durante a atividade física, e ou outros dois cães, apresentaram as alterações principalmente

após a realização da atividade física, porém, os cães desse estudo não eram atletas, podendo essa arritmia ser devido a alguma alteração gerada pelo exercício devido à falta de condicionamento físico (BARRETTO et al., 2013). Vázquez et al. (1998) observaram a ocorrência de 15 casos de CVP em galgos de corrida, sendo sete antes e oito após a prova dos 399 animais observados. A ocorrência dos CVP's foi diminuindo durante a monitorização eletrocardiográfica durante 5 minutos, mostrando possivelmente sua natureza transitória. Em todos estes estudos foram descartadas doenças cardíacas primárias que justificassem a presença dos CVP's.

Com relação a conformidade das ondas, distintas alterações são observadas nas diferentes espécies. Em humanos é comum ocorrer alterações no segmento ST, indicando uma repolarização ventricular precoce e um indicador de isquemia, sendo que esse achado está diretamente ligado com a duração e intensidade da atividade física (NEGRÃO; BARRETO, 2010; KAŞIKÇIOĞLU, 2011). Em equinos, observou-se que dentre os cavalos finalistas da prova de enduro, nenhum apresentou alteração no segmento ST (DUMONT et al., 2010), porém, 43% (de 14 animais) dos equinos que foram desclassificados durante a prova por exaustão, apresentaram alteração no segmento. Foi proposto pelos autores que, a desidratação pode ter causado um choque hipovolêmico, diminuindo o tempo e volume diastólico, assim como o suprimento de sangue e O₂ ao miocárdio, causando a alteração em ST (DUMONT et al., 2011).

Com relação a onda P, relativa à despolarização atrial, foi observado em equinos uma redução de duração de onda P após a realização de atividade física nos casos de equinos praticantes de polo (BELLO et al., 2012a), enduro (DUMONT et al., 2010), salto (PICCIONE et al., 2003) e três tambores (BINDA et al., 2016). Essa redução pode ser devido ao aumento da FC (NEGRÃO; BARRETO, 2010). O aumento na amplitude da onda P foi reportada em equinos após a realização de prova dos três tambores (BINDA et al., 2016). Resultado semelhante foi encontrado em cães participantes de prova de resistência após a realização do exercício físico (CONTABLE et al., 2000). O aumento da onda P pode ser sugestivo de sobrecarga de átrio esquerdo (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

Como é esperado que ocorra uma hipertrofia cardíaca fisiológica em atletas (NEGRÃO; BARRETO, 2010), pessoas e animais praticantes de atividade física podem apresentar um aumento de duração de complexo QRS. Constable et al. (1994) observaram aumento de duração do complexo QRS quando compararam cães de

trenó com cães mestiços que não praticavam nenhum tipo de atividade física; assim como Sharma et al. (1999) atletas com pessoas sedentárias.

Outros achados comuns em equinos de diferentes modalidades esportivas como salto (PICCIONE et al., 2003), enduro (DUMONT et al., 2010), polo (BELLO et al., 2012a) e prova dos três tambores (BINDA et al., 2016) foi a redução dos intervalos PR e QT. Achados esses que são causados devido a uma condução átrio ventricular acelerada, para permitir que ocorra uma elevação na FC. A redução da duração do potencial de ação diminuindo o período refratário, levando a um encurtamento do intervalo QT (GILMOUR JR.; MÖISE, 2006). Ao contrário, foi observado o aumento do intervalo QT em cães de trenó quando comparado com cães controle não treinados (CONSTABLE et al., 1994) e em cães participantes de prova de resistência após a realização do exercício (CONTABLE et al., 2000). O prolongamento de QT pode ser causado por alterações no ritmo cardíaco, tamanho do coração, concentração sérica de eletrólitos (principalmente íons de cálcio e potássio) e administração de medicamentos que alterem a duração do potencial de ação cardíaco (CONSTABLE et al., 1994; CONTABLE et al., 2000).

Alterações de onda T podem ser ligadas a condições fisiológicas sistêmicas e patológicas, sendo elas decorrentes de esforço físico, excitação, hipóxia do miocárdio, distúrbios eletrolíticos, miocardite, doenças infecciosas e uso de determinados fármacos (GILMOUR JR.; MÖISE, 2006). Casos de alterações de polaridade de onda T ocorrem com frequência em atletas humanos, mesmo sem a pessoa apresentar qualquer doença cardíaca (KAŞIKÇIOĞLU, 2011). Alterações da onda T, encontradas durante e depois da atividade física isoladas não possuem valor diagnóstico para isquemia miocárdica, sendo necessários outros exames complementares nesses atletas (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

Equinos, antes da realização de prova de três tambores, apresentavam polaridade de onda T variadas, sendo 46,4% monofásica positiva, 3,6% monofásica negativa e 50% bifásica. Após a realização da prova esses valores mudaram para 53,5% monofásica positiva, 7,1% monofásica negativa e 39,2% bifásica. Essa mudança de polaridade pode estar associada ao estresse físico sofrido pelos animais nessa ocasião (BINDA et al., 2016).

Dumont et al. (2010) e Dumont et al. (2011) observaram que equinos praticantes de provas de resistência apresentaram desvio de eixo cardíaco, tanto antes, quanto depois da realização do exercício, sendo alguns com desvio de eixo

para esquerda, sugestivo de sobrecarga do ventrículo esquerdo, e outros com desvio para a direita, sugestivo de sobrecarga de ventrículo direito. Nesses casos, os achados são compatíveis com as alterações possíveis de serem encontradas em casos de ocorrência de hipertrofia cardíaca (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

2.3.6.2 Ecocardiograma

O ECO é um exame complementar não invasivo que permite a visualização do coração e suas estruturas adjacentes. Sua utilização permite realizar uma avaliação das câmaras cardíacas, espessura e movimentação das paredes miocárdicas, configuração e movimentação das válvulas e da porção proximal dos grandes vasos. Também é possível se obter informações sobre a função sistólica e função diastólica do ventrículo esquerdo (BOON, 2011).

Por meio do ECO também é possível fazer a avaliação de alterações que ocorrem em indivíduos submetidos a treinamento físico intenso, evidenciando o processo de remodelamento adaptativo do coração, bem como as respostas agudas do miocárdio, que podem influir no funcionamento cardíaco. Mesmo que, na maioria dos casos, os limites das alterações ainda permaneceram dentro dos parâmetros considerados normais, em alguns casos esses limites são extrapolados. A avaliação ecocardiográfica, associada com uma avaliação geral dos atletas, permite diferenciar as alterações encontradas na “síndrome do coração de atleta” de alterações patológicas (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

O treinamento físico realizado por períodos longos e com uma alta intensidade, como os treinos de longa duração, causam um aumento do volume diastólico, provocando o aumento compensatório da dimensão da câmara cardíaca diastólica (CAREW; COVELL, 1978; PELLICCIA et al., 1999; PEIDRO, 2003). Pessoas com a “síndrome do coração de atleta” apresentam dimensões das câmaras e as espessuras das paredes dos ventrículos que variam de acordo com o esporte realizado. Atletas que praticam atividades isométricas apresentam maiores alterações em espessura de parede em relação ao diâmetro das câmaras cardíacas. Nas atividades isotônicas ocorre aumento tanto de câmaras cardíacas como das paredes. Sendo que, nos dois casos, os valores aumentados ainda podem estar dentro dos padrões de normalidade,

mas apresentando média maior do que da população em geral que não pratica atividade física (PLUIM et al., 2000; PEIDRO, 2003).

Para diferenciar da hipertrofia patológica, na hipertrofia fisiológica que ocorre nos atletas, a relação entre espessura do septo intraventricular em sístole (SIVs) e o diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole (DVEs), a função diastólica e a sistólica encontram-se normais (PEIDRO, 2003). Embora Whyte et al. (2000) tenham observado que logo após a realização de provas de alta intensidade atlética, todos os 14 atletas avaliados, apresentaram imediatamente após o término da prova, sinais de disfunção sistólica e diastólica, com normalização após 48 horas.

Em relação as estruturas do VE em atletas humanos, praticantes de triátlon apresentaram menor diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole (DVEd) após a realização da atividade física, quando comparados com os exames realizados pré-atividade. Os valores de septo intraventricular em diástole (SIVd) e parede livre do ventrículo esquerdo em diástole (PLVEd) não diferiram. Os autores sugerem que esta alteração possa ser resultante de uma diminuição da pré-carga ou alteração nas características de relaxamento ventricular esquerdo, devido a alteração do índice de enchimento diastólico. Também observou-se aumento significativo DVEd, PLVEd e SIVd nos atletas quando comparado com a população controle que não era praticante de atividade física (WHYTE et al., 2000).

Dados de uma meta-análise revelam que os valores de espessura da parede livre do ventrículo esquerdo (PLVE), do septo intraventricular (SIV) e do diâmetro interno do ventrículo esquerdo (DVE) de atletas de resistência e/ou força são significativamente maiores do que a média geral observada em pessoas não praticantes de atividade física (PLUIM, et al., 2000), assim como observado em atletas que realizavam distintos esportes, quando comparados com pessoas sedentárias (SHARMA et al., 2002). Apesar dos resultados estarem significativamente diferente dos controles, todos os valores estavam dentro dos limites de normalidade, indicando um aumento cardíaco fisiológico (WHYTE et al., 2000).

Em cães de trenó, avaliados antes e depois da atividade física, observou-se aumento significativo do DVEd, SIVd, SIVs e PLVEd (STEPIEN et al., 1998). Já cães galgos de corrida, quando comparados com galgos não treinados, os valores referentes a PVEd, parede livre do ventrículo esquerdo em sístole (PLVEs), DVEd, DVEs e SIVs foram significativamente maiores (LONSDALE; LABUC; ROBERTSON, 1998). Esse aumento da câmara cardíaca é atribuído a um aumento no volume de

sangue causado pela maior demanda da musculatura esquelética, causando, secundariamente, o espessamento das paredes ventriculares (STEPIEN et al., 1998).

Equinos que realizam provas de corrida e de corrida com obstáculos apresentaram um aumento significativo de PLVEd e DVEd após a realização da prova quando comparados com os exames realizados previamente, evidenciando uma hipertrofia cardíaca fisiológica decorrente da atividade física (YOUNG, 1999; YOUNG 2005). Todavia, equinos que realizaram prova de pólo, apresentaram uma redução nos valores de PLVEd e PLVEs e aumento de DVEd após a prova (BELLO et al., 2012b). Schefer et al. (2010), avaliaram equinos após cinco minutos em esteira rolante, observaram diminuição nos valores de PLVEd e PLVEs, evidenciando um possível comprometimento da contratilidade do miocárdio após essas atividades, já que o esperado seria um aumento da mesma devido a estimulação simpática, que deveria causar um aumento da PLVE e do SIV, mostrando que a resposta do miocárdio pode ser variável entre diferentes modalidades de exercício e/ou ao período em que foi realizada a avaliação (SCHEFER et al., 2010; BELLO et al., 2012b).

Bello et al. (2011) não encontraram modificação na PLVE em equinos de prova de resistência com três distintas distâncias; um aumento do SIVd somente foi detectado em equinos que percorreram a maior distância. Ainda observaram diminuição dos valores de DVEd e DVEs, independente da distância percorrida, que pode estar relacionada a desidratação ou distúrbios metabólicos (BELLO et al., 2011). Equinos avaliados antes e após a realização de exercício físico em esteira em condições frias e quente/úmido, apresentaram diminuição dos valores de DVEd e DVEs somente em condições quente/úmido, que pode ter sido causada por uma redução na pré-carga decorrente de desidratação ou redistribuição sanguínea causados pelas condições quente/úmido (MARR et al., 1999).

Em relação ao diâmetro de átrio esquerdo (AE) cães de trenó avaliados antes e após a realização da corrida, valores superiores de AE foi observado após a realização da prova, achado consistente com um aumento da pré-carga, mas a insuficiência de mitral nesse caso não pode ser descartada como causa do aumento do AE nestes cães, mesmo não tendo sido observado anormalidades de válvula no ECO realizado (STEPIEN et al., 1998).

Segundo Negrão e Barreto (2010), a FE é o índice cardíaco mais usado e confiável na avaliação da função ventricular esquerda em resposta ao exercício. A pré-carga, pós-carga e a contratilidade são fatores que de forma individual ou em

conjunto, podem influenciar neste parâmetro, pois a FE depende das condições de preenchimento ventricular. Assim, se o animal apresentar uma FE baixa, pode ser devido a uma baixa pré-carga, alta pós-carga ou a uma redução na contratilidade (RIEDESEL; KNIGHT, 2006). Atletas praticantes de triátlon com 42 quilômetros (Km) de corrida, 180 Km de ciclismo e 3,8 Km de natação, apresentaram uma redução significativa de FE e FEj imediatamente após a prova, quando comparados os seus valores com os obtidos anterior a prova. Sendo que nesse estudo a pós-carga estava reduzida (diminuição da PAS) e a pré-carga se manteve inalterada (DVEs inalterado) após o exercício, o que sugere que essas reduções possam estar relacionadas à disfunção sistólica associado com um estado inotrópico reduzido. Entretanto, todos os valores voltaram a sua normalidade após 48 horas da prova, o que sugere que a alteração ocorrida se deve a atividade física extenuante (WHYTE et al., 2000). Contudo, outros estudos não revelaram alterações nesses parâmetros (PELLICCIA et al., 1999; PLUIM et al., 2000).

Em equinos, também houve redução da FE após atividade física em provas de corrida (YOUNG, 1999), enduro (BELLO et al., 2011) e pólo (BELLO et al., 2012b). Estes autores destacam que a diminuição da FE após a atividade física pode refletir mudanças da pré-carga, juntamente com uma redistribuição sanguínea após o exercício exaustivo.

Em relação a FEj Schefer et al. (2010) e Bello et al. (2012b) verificaram uma redução após a prova de pólo e esteira respectivamente. Esses achados podem estar relacionados a uma alta demanda de atividade cardíaca durante esses exercícios, contribuindo para um episódio de fadiga miocárdica transitória.

Em cães de trenó, que apesar dos mesmos terem apresentados evidente aumento de tamanho de VE, a FE dos cães permaneceu inalterada após a atividade física, podendo refletir a capacidade fisiológica de adaptação desses cães em manter o DC em repouso com uma redução da FC devido a esse aumento do VE (STEPIEN et al., 1998).

Whyte et al. (2000) observaram que logo após a realização de provas de alta intensidade, os atletas apresentaram sinais de disfunção sistólica e diastólica imediatamente após o termino da prova, com normalização após 48 horas. Foi observado em atletas participantes do "Ironman" um enchimento diastólico precoce (onda E) reduzido, e um aumento do enchimento diastólico final (onda A). Essa redução na onda E pode ser resultante de uma rigidez diastólica do VE, que é

comumente observada em condições patológicas, como a cardiomiopatia hipertrófica. Porém como nessa situação os valores voltaram a normalidade depois de 48 horas da realização da atividade física, essa alteração observada provavelmente está ligada a realização do exercício físico extenuante (WHYTE et al., 2000). Estudos comparando atletas com pessoas não praticantes de atividade física revelaram melhora ou manutenção da função diastólica normal (PLUIM et al., 2000; SHARMA et al., 2002).

CAPÍTULO I

Efeito do exercício sobre parâmetros cardiovasculares em cães em treinamento de busca, resgate e salvamento

[Effect of the exercise on cardiovascular parameters in search and rescue-trained dogs]

Paula Otoni Pereira Ronzani Santos¹, Edina Alves dos Santos¹, Afonso Cassa Reis¹,
Amanda Maria Miranda Rodrigues dos Santos¹, Marieta Cristina Couto Kuster¹,
Leonardo Oliveira Trivilin¹, Karina Preising Aptekmann^{1*}

*kapreising@gmail.com

¹Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias - Alegre, ES

RESUMO: A atividade física acarreta diversas mudanças no sistema cardiovascular dos cães, dependendo das características do exercício realizado e do condicionamento físico do animal. Pouco se sabe sobre as alterações cardiovasculares causadas pelo treinamento de busca, resgate e salvamento. Objetivou-se com este estudo avaliar as respostas cardiovasculares após uma sessão deste tipo de treino para diferenciar estas alterações de casos de exaustão ou de alguma possível patologia. Foram utilizados nove cães saudáveis em treinamento de busca, resgate e salvamento há pelo menos um ano, sendo sete da raça Pastor Alemão e dois da raça Pastor Belga Malinois. Os cães foram submetidos a dois momentos de avaliação, M0 imediatamente antes do exercício, e M1 imediatamente após um treinamento de 20 minutos. Em cada avaliação foi realizado o exame eletrocardiográfico, ecocardiográfico e aferição da pressão arterial sistólica sistêmica. Apenas a frequência cardíaca foi avaliada em três momentos, em M0, M1 e após 5 minutos do término da atividade física (M2). Os resultados obtidos indicam que o treinamento causa um aumento na demanda de oxigênio, provocando um aumento significativo no débito cardíaco, no volume ventricular esquerdo em diástole e no diâmetro da artéria aorta, assim como um aumento em um dos parâmetros de contratilidade cardíaca (movimento anular de mitral) sem causar prejuízo as funções cardíacas sistólicas e diastólicas. Os valores da FC imediatamente após e cinco minutos após o exercício foram similares valores basais. A PASS e os parâmetros

eletrocardiográficos não se alteraram após o treinamento. Os achados encontrados indicam um bom desempenho cardíaco ao esforço físico dos cães de busca, resgate e salvamento, reduzindo as chances de má performance e ocorrência de morte súbita causada pelo exercício, em resposta ao padrão da atividade realizada.

Palavras-Chave: Cão de trabalho, Ecocardiografia, Eletrocardiografia, Fisiologia do Exercício, Pressão Arterial

ABSTRACT: Physical activity leads to changes in the cardiovascular system of dogs, depending on the characteristics of the exercise and the physical conditioning of the animals. Little is known about the cardiovascular changes caused in rescue-trained dogs. The aim of this study was to evaluate the cardiovascular responses to a search and rescue exercise session to differentiate these alterations from cases of exhaustion or some possible pathology. Nine healthy rescue-trained dogs, that practiced training for at least one year, were used. Seven German Shepherd and two Belgian Shepherd Malinois were submitted to two moments of evaluation, immediately before exercise (M0) and immediately after a 20 minutes training (M1). Echocardiographic, echocardiographic, and systemic systolic blood pressure (SBP) measurements were performed at each evaluation. Only the heart rate was evaluated in three moments, in M0, M1 and after five minutes of the end of the physical activity (M2). The results indicate that the training causes an increase in oxygen demand, causing a significant increase in cardiac output, left ventricular volume in diastole and aortic artery diameter, as well as an increase in the contraction force observed with the increased mitral annular motion, without impairing systolic and diastolic cardiac functions. Heart rate values immediately after and five minutes after exercise are similar to baseline values. The SBP and the electrocardiographic parameters do not change after training. The findings found by the present study indicate a good cardiac performance to the physical effort of rescue-trained dogs, reducing the chances of poor performance and the occurrence of sudden death caused by exercise, in response to the pattern of the activity performed.

Keywords: Working Dog, Echocardiography, Electrocardiography, Exercise Physiology, Blood Pressure.

INTRODUÇÃO

O trabalho de busca, resgate e salvamento com cães possui um grande

impacto social devido a sua inestimável ajuda na busca de pessoas vivas e/ou cadáveres desaparecidos em diferentes tipos de desastres (ROVIRA et al., 2008). Devido ao seu olfato apurado, os cães são capazes de detectar com maior precisão e rapidez a localização das vítimas (MERIGUETI, 2014).

O sucesso das ocorrências depende de inúmeros fatores como a direção do vento, profundidade do soterramento, umidade do ar (DIVERIO et al., 2016), obediência do cão, ligação condutor cão (ROVIRA et al., 2008), e sobretudo um bom condicionamento físico, pois os mesmos precisam percorrer grandes áreas a procura das vítimas, que geralmente apresentam más condições climáticas e terrenos de difícil acesso e de locomoção (ROVIRA et al., 2008; DIVERIO et al., 2016).

Enquanto estes cães não estão trabalhando em ocorrências reais, realizam treinamentos diários, onde simulações de situação reais são realizadas, para manter o preparo físico dos cães. Na maioria das vezes o esforço realizado envolve principalmente passagem por obstáculos e corrida, com duração de 20 a 60 minutos por dia (Merigueti, 2014).

Os estudos com cães relacionados com a resposta cardiovascular ao exercício físico são focados principalmente para esportes específicos, como, cães de trenó (VAN CITTER; FRANKLI, 1996; CONSTABLE, 2000), cães de corrida (CAREW; COVELL, 1978; VÁZQUES et al., 1998) e cães de agilidade (ROVIRA et al., 2010). A frequência cardíaca (FC) tem sido indicada como um importante fator da avaliação de animais atletas, onde a sua recuperação após a realização da atividade física está diretamente relacionada com um bom condicionamento físico (MUÑOZ et al., 2006). Além disso, na avaliação eletrocardiográfica e ecocardiográfica revelam a ocorrência de arritmias cardíacas (VÁZQUES et al., 1998) e de disfunções sistólicas e diastólicas após a realização do exercício, que podem ser fisiológicos ou relacionados a doença cardíaca primárias (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

No entanto, poucos estudos são direcionados aos cães que realizam o trabalho de busca, resgate e salvamento, sendo direcionados especialmente para a resposta metabólica ao exercício (ROVIRA et al., 2008; DIVERIO et al., 2016). É importante o conhecimento da demanda fisiológica cardíaca destes cães, de forma que seja possível diferenciar uma resposta fisiológica de uma patológica, que podem levar a quadros de insuficiência cardíaca e até o óbito. Portanto, objetivou-se com este estudo avaliar as respostas cardiovasculares dos cães em treinamento de busca, resgate e salvamento antes e após a realização de treinamento, por meio de exames

eletrocardiográficos, ecocardiográficos e aferição de pressão arterial sistólica sistêmica (PASS).

MATERIAL E MÉTODOS

A utilização de animais para este estudo foi avaliada e aprovada pelo comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Espírito Santo sob o protocolo nº 72/2015. Os cães utilizados no estudo, eram acostados ao Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo, sendo o comandante do Corpo de Bombeiros Militar responsável pelos animais foi esclarecido sobre o estudo, e autorizou a participação dos cães no projeto ao assinar um termo livre de esclarecimento.

Foram utilizados nove cães adultos, sendo sete cães da raça Pastor Alemão e dois da raça Pastor Belga Malinois; seis fêmeas e três machos; pesando entre 24 a 33,4 Kg ($27,98 \pm 2,85$ Kg); com idades entre 1 ano e 2 meses a 8 anos de idade (43 meses $\pm 31,28$ Kg) e que praticavam treinamento de obediência, e de busca, resgate e salvamento com pelo menos um ano de duração.

Para a inclusão dos animais no estudo, foi realizado o levantamento do histórico clínico dos cães e o exame físico completo (palpação abdominal, palpação de linfonodos, temperatura retal, auscultação cardiopulmonar, FC, frequência respiratória, turgor cutâneo, aferição de pulso, tempo de preenchimento capilar). Foi realizado coleta de sangue para a realização do hemograma e análise bioquímica (uréia, creatinina, alanina aminotransferase [ALT], aspartato aminotransferase [AST], albumina e proteínas totais). Além disso, todos foram avaliados pelo exame eletrocardiográfico, ecocardiográfico e aferição de PASS. Os animais que apresentaram qualquer evidência de doença foram excluídos do estudo.

Os cães foram submetidos à avaliação cardiovascular em dois momentos distintos, denominados de momento 0 (M0) e momento 1 (M1), sendo todos os exames realizados pelo mesmo examinador. O M0 foi realizado com os cães em repouso e o M1 imediatamente após a realização de um treinamento de 20 minutos de busca, resgate e salvamento. Para o treinamento, três figurantes foram dispostos em esconderijos, simulando situações reais de desaparecimento, e os cães realizavam a busca, se exercitando, e alternando momentos de caminhada, corrida e passagem por obstáculos. Apenas a FC foi avaliada em três momentos, em M0, M1 e após 5 minutos do término da atividade física (M2). Todos os cães foram pesados e examinados fisicamente nos momentos M0 e M1 para avaliar o estado de hidratação.

Além disso, a temperatura ambiente foi determinada anterior à realização dos exames, pois poderia influenciar no estado de hidratação dos animais.

Para a realização do ecocardiograma (ECO), um aparelho ultrassonográfico (Esaote Mylab TM 30VET Gold, Brasil), com transdutor setorial PA240 na frequência de 1 a 4 MHz foi utilizado. Foram realizados cortes longitudinais e transversais do coração, de acordo com recomendações de Boon (2011). Os parâmetros ecocardiográficos para cada cão foram indexados, dividindo as medidas ecocardiográficas pela área de superfície corpórea de cada indivíduo (BOON, 2011).

Na janela paraesternal direita, no eixo transversal, foram avaliados os seguintes parâmetros no modo M: espessura do septo interventricular em diástole (SIVd) e sístole (SIVs), diâmetro interno do ventrículo esquerdo em diástole (DIVEd) e sístole (DIVEs), parede livre do ventrículo esquerdo em diástole (PLVEd) e sístole (PLVEs) e distância do septo ao ponto E (E-septo) da válvula mitral. A fração de encurtamento (FE) foi calculada automaticamente pelo equipamento; e no modo B: diâmetro de AE e aorta (Ao). A relação átrio esquerdo e aorta (AE/Ao) foi determinada pelo equipamento. Na imagem de base cardíaca foi realizada a avaliação do Doppler espectral da velocidade máxima do fluxo pulmonar (Ap- Vmáx) e Doppler colorido da artéria pulmonar. No eixo longo foi realizado o método de Simpson para cálculo do volume ventricular esquerdo sistólico (VVEs) e volume ventricular esquerdo diastólico (VEEd), fração de ejeção (FEj), débito cardíaco (DC) e volume sistólico (VS) (SERRES et al., 2008).

Na janela paraesternal esquerda foram obtidas imagens nas janelas apical, onde foram obtidos os valores de Doppler espectral de fluxo mitral – onda A (Mitral A) e onda E (Mitral E), velocidade máxima do fluxo aórtico (Ao-Vmáx), tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), Doppler colorido de mitral e aorta. No modo M foram obtidos os valores de movimento anular de mitral (MAM) no septo intraventricular (SCHOBER; FUENTES, 2001) e da excursão sistólica do plano anular tricúspide (ESPAT) (PARIAUT et al., 2012).

Os exames eletrocardiográficos foram realizados utilizando-se um eletrocardiógrafo portátil computadorizado (ECG PC Veterinário – TEB – Tecnologia Eletrônica Brasileira®). Os animais foram posicionados em decúbito lateral direito e os eletrodos posicionados de acordo com recomendações de Tilley (1992). A monitorização eletrocardiográfica teve duração média de dois minutos. Foram avaliadas as derivações bipolares (I, II, III) e unipolares de membros (aVR, aVL, aVF).

Foi determinado as durações em segundos (s) de P, PR, QRS, QT e as amplitudes em milivolts (mV) de P, Q e R. A amplitude da onda T também foi determinada, independente da sua polaridade. Além disso, avaliou-se o e desvio do segmento ST em relação à linha de base, ritmo cardíaco, a FC e o eixo cardíaco de acordo com método das tabelas de Tilley (1992).

A obtenção da PASS foi realizada por método não invasivo com Doppler ultrassônico vascular (Doppler Vascular Veterinário tipo Pastilha, Medmega, Brasil), na região palmar metacarpal no membro torácico esquerdo, com o animal em decúbito lateral direito de acordo com Brown et al. (2007). Para uma melhor padronização dos resultados, foram realizadas cinco medidas da PASS em cada animal, sendo em seguida obtida a média de cada medida.

Os dados obtidos foram submetidos a análise descritiva para obtenção das médias, medianas e do desvio padrão, e em seguida, foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. As médias das variáveis com distribuição normal (parâmetros ecocardiográficos) foram comparadas nos diferentes momentos por meio do Teste “t” de Student para amostras relacionadas. Quando não houve distribuição normal (parâmetros eletrocardiográficos, PASS, peso e temperatura ambiente), utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon para a comparação de diferentes momentos. Para a análise dos valores de FC, os dados foram submetidos a análise de variância de Friedman para as comparações entre os diferentes momentos do grupo experimental. Todos os testes foram realizados com nível de significância de 5%. Foi realizado também uma análise descritiva da polaridade da onda T, segmento ST, ritmo e do eixo elétrico cardíaco no ECG, e da avaliação Doppler no ECO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No M0, o valor médio da FC (138 ± 44.05 bpm) (Fig.1) apresentou-se superior ao esperado para um cão de grande porte em repouso, fato esse que está pode estar diretamente relacionado com uma resposta antecipada ao estímulo, já que os exames foram realizados no local habitual de treinamento dos cães, onde a FC pré-exercício se elava, devido a liberação de adrenalina pelas adrenais e de noradrenalina pelo sistema nervoso simpático (STEPHENSON, 2014).

Apesar de não ter sido observado diferença significativa entre M0 e M1 nos valores de FC, foi possível verificar um aumento da sua média (144 ± 29.16 bpm), além disso, a FC pode ter atingido o seu valor máximo (FCmáx) durante a atividade

física, o que não foi possível de ser determinado. Como a FC é o principal determinante do DC e consumo de oxigênio (O_2) durante a realização do exercício físico, o seu aumento é esperado e considerado um índice de carga de trabalho cardiovascular (ROVIRA et al., 2008). Vários estudos revelaram o aumento da FC imediatamente após a realização do esforço físico em cães (VÁZQUEZ et al., 1989; ERICKSON; POOLE, 2006; ROVIRA et al., 2008; ROVIRA et al., 2010).

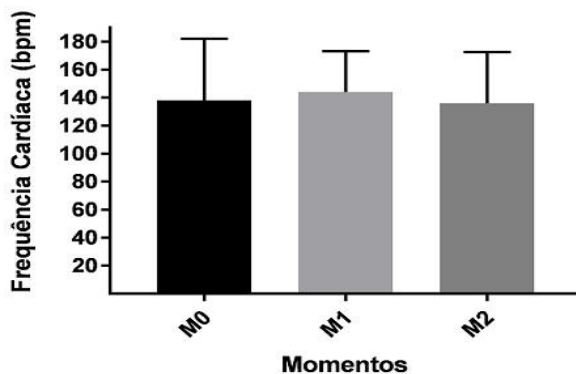


Figura 1. Representação dos valores de frequência cardíaca (média \pm desvio padrão) de cães da raça Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois, em repouso (M0), imediatamente após a realização de uma sessão de treinamento de busca, resgate e salvamento por 20 minutos (M1), e cinco minutos após a sessão de treinamento (M2) (n=9). Diferença não significativa ($p = 0,15$).

Mesmo que imediatamente após a realização do exercício físico a FC não tenha sido diferente significativamente entre os momentos, o maior valor observado em M1, sendo esse submáximo, possibilitou o aumento significativo do DC no M1 como foi observado com a realização do ECO (Tab. 1), fator esse, que é um bom indicativo do condicionamento físico destes cães. Esse aumento da FC causado pela atividade simpática é responsável por uma redução no tempo da sístole, o que possibilita a preservação no tempo de enchimento diastólico, e acarreta em um aumento no DC (ROVIRA et al., 2010).

Tabela 1. Parâmetros ecocardiográficos (média \pm desvio padrão) de cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois em repouso (M0) e após treinamento de busca, resgate e salvamento (M1) (n=9).

Parâmetros	M0	M1	p-valor
SIVd (mm)	12,04 \pm 2,43	11,42 \pm 1,45	0,376
DIVEd(mm)	42,12 \pm 3,91	40,58 \pm 6,51	0,481
PLVEd (mm)	11,08 \pm 1,63	11,18 \pm 1,86	0,895
SIVs (mm)	16,56 \pm 3,49	15,66 \pm 3,03	0,608
DIVEs (mm)	26,55 \pm 3,79	25,47 \pm 5,52	0,607
PLVEs (mm)	12,63 \pm 3,76	12,42 \pm 1,78	0,887
FE(%)	37,33 \pm 4,44	38,00 \pm 4,58	0,772
FEj (%)	73,11 \pm 5,18	71,44 \pm 8,60	0,588
E-septo (mm)	3,06 \pm 0,67	2,58 \pm 1,20	0,359
AE (mm)	23,78 \pm 2,90	25,83 \pm 2,17	0,164
Ao (mm)	22,19 \pm 2,08*	24,81 \pm 2,17*	0,001*
AE/Ao (mm)	1,10 \pm 0,10	1,06 \pm 0,13	0,426
Ap-máx (m/s)	0,93 \pm 0,16	0,97 \pm 0,17	0,446
Ao-máx (m/s)	1,18 \pm 0,23	1,13 \pm 0,11	0,549
Mitral-A (m/s)	0,65 \pm 0,07	0,67 \pm 0,12	0,718
Mitral-E (m/s)	0,73 \pm 0,12	0,74 \pm 0,10	0,853
E/A (m/s)	1,11 \pm 0,13	1,12 \pm 0,17	0,939
TRIV (ms)	48,00 \pm 6,18	49,56 \pm 4,50	0,435
MAM (cm)	0,96 \pm 0,06*	1,02 \pm 0,09*	0,016*
ESPAT (cm)	16,67 \pm 2,70	17,04 \pm 2,46	0,673
VVEd (ml)	27,28 \pm 13,9*	34,07 \pm 16,97*	0,040*
VVEs (ml)	7,85 \pm 3,04	10,24 \pm 3,77	0,057
VS (ml)	24,68 \pm 12,83	22,63 \pm 11,93	0,129
DC (ml/min)	2,85 \pm 1,18*	3,62 \pm 1,67*	0,038*

Legenda: Exames realizados com cães em repouso (M0); Exames realizados após um treinamento de 25 minutos de busca e resgate (M1); Septo intraventricular em diástole (SIVd); Diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole (DIVEd); Parede livre do ventrículo esquerdo em diástole (PLVEd); Septo intraventricular em sístole (SIVs); Diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole (DIVEs); Parede livre do ventrículo esquerdo em sístole (PLVEs); Fração de encurtamento (FE); Fração de ejeção (FEj); Separação septal do ponto E (E-septo); Átrio esquerdo (AE); Artéria aorta (Ao); Relação átrio esquerdo e artéria aorta (AE/Ao); Velocidade máxima do fluxo pulmonar (Ap-máx); Velocidade máxima do fluxo aórtico (Ao-máx); fluxo de mitral onda E (E); Fluxo de mitral A (A); Relação de E por A (E/A); Tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV); Movimento posterior mitral no septo intraventricular (MAM); Excursão sistólica do plano anular tricúspide (ESPAT); volumes ventriculares esquerdos em diástole (VVEd); volumes ventriculares esquerdos em sístole (VVEs); Volume sistólico (VS); Debito cardíaco (DC); Mililitro (ml); Centímetro (cm); Milissegundo (ms); Metros por segundo (m/s); Milímetro (mm); Por cento (%). Mililitros por minuto (ml/min).

Valores com sobrescritos* em uma mesma linha são estatisticamente diferentes, apresentando p-valor menores que 5%.

Nesse estudo não foi possível observar de forma significativa a redução da FC após cinco minutos do término do exercício físico (M2) (Fig. 1), porém, foi possível identificar uma redução na média no M2 (136 \pm 36.50 bpm), com valores chegando a ser menores do que a média de M0, podendo indicar que estes cães apresentaram um condicionamento físico satisfatório. Ao término da atividade física, a FC tende a cair rapidamente dentro dos primeiros minutos, e depois continuar reduzindo de forma mais lenta (ERICKSON; POOLE, 2006). O acompanhamento da FC no período de

recuperação após o esforço físico é importante para avaliar o condicionamento físico dos animais, principalmente em cães submetidos a trabalho de resistência. Um animal que apresenta uma boa redução dos valores de FC após exercício, possui melhor condição física que outros que não possuem (MUÑOZ et al., 2006). Além disso, a recuperação da FC após o exercício está diretamente ligada ao controle do sistema nervoso autônomo sobre o coração, e uma recuperação prejudicada está ligada a um pior desempenho (CHEN et al., 2011), o que também pode indicar exaustão ou falta de condicionamento (MUÑOZ et al., 2006; ROVIRA et al., 2008).

Os parâmetros ecocardiográficos avaliados estão ilustrados na Tabela 1. Além do aumento significativo do DC, os valores médios de VVEd, Ao e MAM também aumentaram significativamente após a realização do treinamento (Tab. 1). Nenhum cão deste estudo apresentou alterações na avaliação do Doppler em cores nem alterações valvulares.

O aumento do VVEd após o exercício pode ser explicado pela pré-carga aumentada, causado pela união da bomba muscular e bomba respiratória e com as respostas simpáticas, que juntas possibilitam um maior enchimento diastólico, causando um maior DC. Na bomba muscular ocorre a contração da musculatura, que pressiona os vasos sanguíneos contidos no seu interior e direciona o sangue para as veias calibrosas da circulação central, e, assim contribuindo para o aumento da pré-carga. A bomba respiratória ocorre devido ao aumento da profundidade dos movimentos respiratórios durante o exercício. Assim, a pressão negativa formada no tórax provoca uma distensão dos vasos centrais e ajuda a direcionar o sangue das veias abdominais para as centrais, incrementando o retorno venoso e a pré-carga (STEPHENSON, 2014).

O maior aumento de Ao observado em M1 também ocorreu devido ao aumento do DC durante a atividade física. O coração necessita direcionar um maior volume de sangue para a musculatura ativa, e isso é possibilitado pelo aumento da Ao (ENGE, 2006), que não funciona apenas como um canal para a distribuição de sangue, mas tem importante papel na função ventricular esquerda, evitando um prejuízo na função ventricular esquerda pela sua distensão. Em pessoas também foi observada dilatação da Ao após a realização do exercício físico (KAŞIKÇIOĞLU et al., 2005).

Os cães deste estudo apresentaram aumento na demanda sanguínea representados pelo aumento do DC e VVEd, entretanto, não foi suficiente para causar alterações secundárias significativas na estrutura do VE, como observado em cães de

trenó, que apresentaram aumentos significativos de DIVEd, SIVd, SIVs e PLVEd após a atividade física (STEPIEN et al., 1998).

Dentre os parâmetros de função ventricular sistólica, foi possível observar o aumento significativo do MAM, e aumento não significativo do ESPAT e da FE, sugerindo um aumento de contratilidade cardíaca. A pré-carga influencia diretamente na contração cardíaca, e o seu aumento observado após o exercício físico, associado ao leve aumento da FC, levou ao aumento na força de contração cardíaca de acordo com a lei de Frank-Starling (ENGE, 2006). Além disso, a liberação de adrenalina, que ocorre mediante a atividade física também possui efeito inotrópico positivo (Stephenson, 2014).

A manutenção da FE e FEj dos cães deste estudo após o treinamento reflete a capacidade fisiológica de adaptação cardíaca dos cães para manter a função ventricular esquerda em resposta ao exercício, como descrito por Negrão e Barreto (2010). Cães de trenó que apresentaram evidente aumento de VE após a atividade física, não apresentaram modificação na FE iguais antes e após exercício, também demonstrando a capacidade fisiológica de adaptação desses cães em manter o DC (STEPIEN et al., 1998).

Os cães foram pesados na tentativa de avaliar o estado de hidratação de forma mais objetiva e mais sensível que o exame físico. Foi notada uma redução significativa do peso corporal médio dos cães, de 28,10 Kg para 27,50 Kg. A perda de peso sugere uma perda de líquido devido à desidratação dos animais. Contudo, essa perda não foi suficiente para diminuir a pré-carga dos animais após o treinamento. Naylor et al. (1993) verificaram uma diminuição no DC em cavalos após o exercício físico, decorrente da desidratação, fator não observado neste estudo, já que o DC se elevou após a atividade física. A média da temperatura ambiente se manteve em 24°C, não influenciando no estado de hidratação por calor.

No exame eletrocardiográfico, nenhum cão desse estudo apresentou distúrbio de ritmo ou condução. Estas alterações podem estar presentes após a realização de exercício físico quando o pré-aquecimento é inadequado, quando o exercício dinâmico se aproxima a capacidade máxima ou durante a recuperação rápida, chamada de período arritmogênico (VÁZQUEZ et al., 1998; NEGRÃO; BARRETO, 2010). Já foi observada a ocorrência de complexo ventricular prematuro (CVP) em cães não atletas, durante e após a realização de atividade física, possivelmente relacionada com a falta de condicionamento físico dos animais (BARRETTO et al., 2013). Vázquez

et al. (1998) também relataram a ocorrência de 15 casos de CVP em galgos de corrida, sendo sete antes e oito após a prova dos 399 animais estudados, com diminuição da ocorrência após cinco minutos de monitorização, demonstrando a natureza transitória dessa arritmia. Assim, entende-se que os cães do presente estudo apresentaram um bom condicionamento físico mediante a atividade física proposta.

No M0, cinco cães apresentaram ritmo sinusal (5/9; 55,5%), um apresentou arritmia sinusal respiratória (1/9; 11,1%) e três taquicardia sinusal (3/9; 33,3%); no M1, sete cães apresentaram ritmo sinusal (7/9; 77,7%) e dois taquicardia sinusal (2/9; 22,2%). Dois dos cães que apresentaram taquicardia sinusal no M0 passaram a apresentar ritmo sinusal no M1, provavelmente por estarem menos estressados e apreensivos com a realização dos exames na segunda avaliação. A arritmia sinusal é considerada uma variação normal do ritmo em cães, sendo esta influenciada pelo tônus vagal, desaparecendo após a realização do exercício físico devido à liberação de catecolaminas como resposta ao estresse simpático com inibição do tônus vagal (VÁZQUEZ et al., 1998).

Os parâmetros eletrocardiográficos estão representados na Tabela 2. Embora não tenham sido verificadas diferenças significativas destes parâmetros entre os momentos avaliados neste estudo, Constable et al. (2000) verificaram um prolongamento de intervalo QT após o exercício em cães praticantes de prova de resistência. Os autores sugerem que esta alteração pode ser causada por modificação no ritmo cardíaco, tamanho do coração e concentração sérica de eletrólitos (principalmente íons de cálcio e potássio) (CONSTABLE et al., 2000). Foi também relatado um aumento de duração de complexo QRS em cães praticantes de atividade física rotineira devido a uma hipertrofia cardíaca fisiológica ocasionada pelo exercício (CONSTABLE et al., 1994).

Na avaliação do segmento ST, não foi observado infra ou supradesnível em nenhum cão do presente estudo. Em humanos é comum ocorrer alterações no segmento ST, indicando uma repolarização ventricular precoce e também pode ser usado como indicador de isquemia, sendo que estes achados estão diretamente ligados com a duração e intensidade do exercício (NEGRÃO; BARRETO, 2010). Em equinos, observou-se que dentre os cavalos finalistas da prova de enduro, nenhum apresentou alteração no segmento ST (DUMONT et al., 2010), indicando um bom condicionamento destes animais, coincidindo com encontrado nos cães deste estudo.

Tabela 2. Parâmetros eletrocardiográficos (mediana \pm desvio padrão) de cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois, antes (M0) e após a realização de uma sessão de treinamento de busca, resgate e salvamento por 20 minutos (M1) (n=9).

Parâmetros	M0	M1	p-valor
Onda P (s)	0,045 \pm 0,008	0,040 \pm 0,009	0,600
Onda P (mV)	0,180 \pm 0,092	0,190 \pm 0,091	0,812
Intervalo PR (s)	0,093 \pm 0,014	0,095 \pm 0,016	0,888
Onda R (mV)	1,410 \pm 0,305	1,410 \pm 0,348	0,313
Onda Q (mV)	0,210 \pm 0,214	0,180 \pm 0,180	0,952
Onda S (mV)	0,000 \pm 0,052	0,000 \pm 0,062	0,593
Complexo QRS (s)	0,060 \pm 0,012	0,055 \pm 0,012	0,262
Intervalo QT (s)	0,190 \pm 0,022	0,192 \pm 0,010	0,888
Onda T (mV)	0,192 \pm 0,105	0,250 \pm 0,131	0,952
Eixo cardíaco (°)	78,00 \pm 15,59	79,00 \pm 8,39	0,051

Legenda: Cães em repouso (M0); Cães após a realização de uma sessão de treinamento de busca, resgate e salvamento (M1); Segundos (s); Milivolt (mV); Graus (°).

Foi observado que seis cães (6/9; 66,6%) apresentaram mudança de polaridade de onda T, sendo três casos em que as ondas eram positivas e se tornaram bifásicas; um caso em que a onda era negativa e se tornou bifásica; um caso de onda bifásica que se tornou positiva e um caso em que a onda era positiva e se tornou negativa. Alterações na onda T podem estar associadas a diversos fatores fisiológicos e patológicos, como esforço físico, excitação, fármacos, tônus vagal, hipóxia do miocárdio, distúrbios eletrolíticos e miocardite (GILMOUR JR.; MÖISE, 2006). Neste estudo, a ocorrência de inversão de polaridade de onda T foi associada com a realização do exercício físico, assim como o observado em humanos (NEGRÃO; BARRETO, 2010) e equinos (BINDA et al., 2016). Entretanto, a influência de alterações de polaridade de onda T sobre o desempenho atlético ainda é inespecífica e sem valor diagnóstico para isquemia do miocárdio (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

Todos os cães do presente estudo apresentaram eixo cardíaco dentro da normalidade, segundo Tilley (1992), sem alteração significativa após a realização da atividade física. Equinos praticantes de prova de resistência apresentaram desvio de eixo cardíaco, tanto antes quanto depois da realização do exercício, desvios para a direita e para a esquerda, sugerindo-se assim sobrecarga de ventrículo direito e esquerdo respectivamente. Achados esses compatíveis com a hipertrofia cardíaca causada pela atividade física (DUMENT et al., 2010).

Os valores obtidos por meio da aferição da PASS dos cães do presente estudos estão ilustrados nas Figura 2 e, mesmo não sendo observada diferença significativa

entre os momentos avaliados (M0 = 116 ± 17.49 mmHg e M1 = 130 ± 17.60 mmHg), foi possível observar um aumento na mediana após a realização do treinamento.

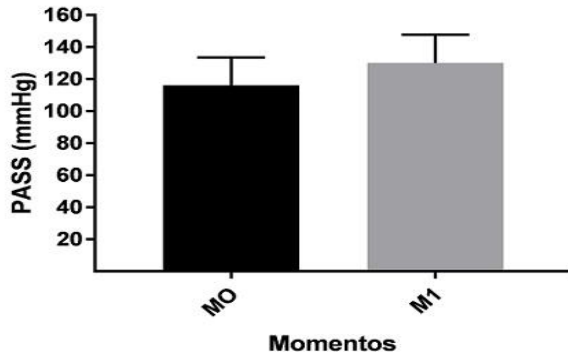


Figura 2. Representação da pressão arterial sistólica sistêmica (mediana \pm desvio padrão) de cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois praticantes de treinamento de busca, resgate e salvamento em repouso (M0) e imediatamente após uma sessão de treinamento de busca, resgate e salvamento por 20 minutos (n=9). Diferença não significativa ($p = 0,32$).

É esperado que ocorra um aumento de PASS durante a realização da atividade física devido a necessidade de aumento do fluxo sanguíneo para a musculatura ativa, causando um aumento no DC, FC e VS, além de vasodilatação da musculatura ativa, acarretando numa diminuição da resistência vascular periférica. Por esse motivo ocorre um ajuste hemodinâmico causando um aumento da pressão arterial sistólica e uma preservação da pressão arterial diastólica. Nesses casos, quanto maior a intensidade do exercício físico, maior será a necessidade de sangue, maior o DC e assim uma maior pressão arterial sistólica (FORJAS; TINUCCI, 2000). O aumento da PASS foi relatado em cães de trenó quando comparados antes e depois da realização de corrida, indicando que em cães a elevação da PASS ocorre de maneira semelhante a observada em humanos (VAN CITTER; FRANKLIN, 1996).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o treinamento de busca, resgate e salvamento acarreta um aumento significativo dos parâmetros ecocardiográficos de DC, Ao, VVEd e MAM após a realização da atividade física, sem prejuízo a função cardíaca. Os valores da FC imediatamente após e cinco minutos

depois do exercício se assemelham aos valores basais. Dessa forma, os achados da avaliação cardiovascular indicam um bom condicionamento físico dos cães de busca, resgate e salvamento, frente a realização de treinamentos com duração de 20 minutos.

REFERÊNCIAS

BARRETTO, F.L. et al. Eletrocardiográfica contínua (holter) em cães saudáveis submetidos a diferentes exercícios físicos. **Arq Bras de Med Vet Zootec**, v.65, n.6, p.1625-1634, 2013.

BINDA, M.B. et al. Effects of 3-barrel racing exercise on electrocardiographic and on blood parameters of quarter horses. **J Equine Vet Sci**. v. 47, p.71-76, 2016.

BOON, J. A. **Veterinary Echocardiography**. Iowa: Blackwell Publishing, 2011. 2v. 632p.

BROWN S. et al. Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. **J. Vet. Intern. Med**. v.21, p.542-558, 2007.

CAREW, T.E.; COVELL, J.W. Left ventricular function in exercise-induced hypertrophy in dogs. **Am J Cardiol**, v.42, p. 82-88, 1978.

CONSTABLE, P.D. et al. Athletic heart syndrome in dogs competing in a long-distance sled race, **J Appl Physiol**, v.76, n.1, p.433, 1994.

CONSTABLE, P.D. et al. Effects of endurance training on standard and signal-average electrocardiograms of sled dog. **AJVR**. V. 61, n.5, p. 581-588, 2000.

DIVERIO, S. et al. A simulated avalanche search and rescue mission induces temporary physiological and behavioural changes in military dogs. **Physiol Behav**, v.163, p.193-202, 2016.

DUMONT, C.B.S. et al. Parâmetros eletrocardiográficos de equinos puro sangue árabe submetidos a exercício de enduro. **Cien Rural**, v. 40, n.9, p.1966-1973, 2010.

ENGE, R.L. Dinâmica do sistema cardiovascular. In: REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogani, 2006, cap.10, p.163-172.

ERICKSON, H.H.; POOLE, D.C. Fisiologia do exercício. In: REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogani, 2006, cap.22, p.330-350.

FORJAS, C.L.M.; TINUCCI, T. A medida da pressão arterial no exercício. **Rev Bras Hipertens**, v.1, p.79-87, 2000.

GILMOUR JR., R.F.; MÖISE, N.S. Eletrocardiograma e arritmias cardíacas. In: REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12. Ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2006, cap.13, p.197-207.

KAŞIKÇIOĞLU, E. et al. Aortic distensibility and left ventricular diastolic functions in endurance athletes, **Int J Sports Med**, v.26, n.3, p.165-170, 2005.

MERIGUETI, L.A. **Manual Técnico de Resgate com Cães**. Vitória. Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo, 2014, 82p.

MUÑOZ A. et al. Trot asymmetry in relation to physical performance and metabolism in equine endurance rides. **Equine Vet J Supl**, v.36, p.50–54, 2006.

NAYLOR J.R., BAYLY W.M., GOLLNICK P.D., Brengelmann G.L. & Hodgson D.R. Effects of dehydration on thermoregulatory responses of horse during low-intensity exercise. **J. Appl. Physiol.** v.75, p.994-1001, 1993.

NEGRÃO, C.E.; BARRETO, A.C.P. **Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata**. 3.ed. São Paulo: Manole, 2010, 725p.

PARIAUT, R. et al. Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE) in Dogs: Reference Values and Impact of Pulmonary Hypertension. **J Vet Intern Med**, v.26, p.1148-1154, Set, 2012.

ROVIRA, S.; MUÑOZ, A.; BENITO, M. Effect of exercise on physiological, blood and endocrine parameters in search and rescue-trained dogs. **Vet Med**, v. 53, p. 333-346, 2008.

ROVIRA, S. et al. Heart rate, electrocardiographic parameters and arrhythmias during agility exercises in trained dogs. **Revue Méd. Vét.**, v.161, n. 7, p. 307-313, 2010.

SCHOBER, K. E.; FUENTES, V. L. Mitral Annulus motion as determined by M-Mode echocardiography in normal dogs and dogs with cardiac disease. **Vet Radiol Ultrasound**, v.42, n.1, p.52-61, 2001.

SERRES, F. et al. Comparison of 3 ultrasound methods for quantifying left ventricular systolic function: correlation with disease severity and prognostic value in dogs with mitral valve disease. **J Vet Intern Med**, v.22, n.3, p.566-577, 2008.

STEPHENSON, R.B. Fisiologia cardiovascular. In: KLEIN, B.G. **Cunningham – Tratado de Fisiologia Veterinária**. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, seção III, p.158-262.

TILLEY, L.P. **Essentials of Canine and Feline Electrocardiography: Interpretation and Treatment**. 3.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1992, 470p.

VAN CITTER, R.L.; FRANKLIN, D.L. Cardiovascular Performance of Alaska sled dog during exercise. **Circulation Research**, v.24, p.33-42, 1969.

VÁZQUEZ, J.P. et al. Arritmias cardíacas inducidas por el ejercicio dinámico máximo de corta duración (sprint): estudio en el galgo greyhound. **Rev Esp Cardiol**, v.51, p.559-565, 1998.

WHYTE, G.P. et al. Cardiac fatigue following prolonged endurance exercise of differing distances. **Med Sci Sports Exerc**, v.32, p.1067-1072, 2000.

CAPITULO II

“Coração de atleta” em cães de busca, resgate e salvamento

["Athlete's heart" in search, rescue and rescue dogs]

Paula Otoni Pereira Ronzani Santos¹, Edina Alves dos Santos¹, Afonso Cassa Reis¹, Amanda Maria Miranda Rodrigues dos Santos¹, Marieta Cristina Couto Kuster¹, Leonardo Oliveira Trivilin¹, Karina Preising Aptekmann^{1*}

*kapreising@gmail.com

¹Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias - Alegre, ES

RESUMO: Os cães são utilizados nas atividades de busca, resgate e salvamento, auxiliando na localização de pessoas vivas e/ou cadáveres, e para tal, são submetidos a um treinamento físico intenso. O termo "coração de atleta" é empregado para descrever as alterações morfológicas e funcionais cardíacas que ocorrem em atletas como resultado ao exercício físico. Assim, objetivou-se comparar os achados cardiovasculares de cães em treinamento de busca, resgate e salvamento com cães sedentários. Utilizou-se 16 cães adultos e saudáveis distribuídos em dois grupos: grupo treinamento (GT) (n=9) e grupo sedentário (GS) (n=7). Os animais foram submetidos aos exames ecocardiográfico, eletrocardiográfico e aferição de pressão arterial sistólica sistêmica (PASS). Os dados foram comparados estatisticamente entre os grupos. Os parâmetros eletrocardiográficos e de PASS não apresentaram diferenças significativas entre os grupos, porém, na avaliação ecocardiográfica foi possível observar valores significativamente maiores do diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole, parede livre do ventrículo esquerdo em diástole, diâmetro de artéria aorta e fluxo de mitral A nos cães do GT em relação ao GS. As alterações encontradas são condizentes com as alterações fisiológicas provocadas pela atividade física e semelhante às descritas em pessoas atletas, demonstrando que este tipo de treinamento pode causar a “síndrome do coração de atleta” em cães.

Palavras-Chave: Cão de Trabalho, Ecocardiografia, Eletrocardiografia, Fisiologia do Exercício, Pressão Arterial.

ABSTRACT: Rescue-trained dogs are used as aid in search operations of living persons and/or corpses, and these dogs perform intense physical training. The term "athlete's heart" is used to describe the morphological and functional cardiac changes that occur in athletes as a result of physical exercise. The aim of this study was to compare cardiovascular findings in search and rescue-trained dogs with sedentary. Sixteen healthy adult dogs were divided into two groups: training group (GT) (n = 9) and sedentary group (GS) (n = 7). The animals were submitted to echocardiographic, electrocardiographic and systemic systolic blood pressure (SBP) measurements. Data was compared statistically between groups. The electrocardiographic and PASS parameters did not show significant differences between the groups; however, in the echocardiographic evaluation observations included significantly higher values of the left ventricular diameter in diastole, left ventricular free wall in diastole, aortic artery diameter, flow of mitral A in GT dogs compared to GS. The alterations found are consistent with physiological changes caused by physical activity and similar to those described in human athletes, demonstrating that this type of training can cause "athlete's heart syndrome" in dogs.

Keywords: Working Dog, Echocardiography, Electrocardiography, Exercise Physiology, Blood Pressure.

INTRODUÇÃO

O trabalho de busca, resgate e salvamento com cães possui um grande impacto social, devido a sua ajuda na localização de pessoas vivas e/ou cadáveres (ROVIRA et al., 2008). Os cães são utilizados como método auxiliar nas ocorrências, pois o olfato e a audição desses animais são bem desenvolvidos e permitem que as buscas se tornem mais rápidas e precisas na localização das vítimas (MERIGUETI, 2014). Para manter as atividades propostas, os cães necessitam ter um condicionamento físico adequado; uma vez que percorrem grandes áreas e em diferentes tipos de terrenos (ROVIRA et al., 2008). Quando não estão em trabalho, os cães realizam treinamentos rotineiros de atividade física intensa, envolvendo, principalmente, a corrida e passagem por obstáculos (MERIGUETI, 2014).

Na medicina, o termo "coração de atleta" é usado para descrever as alterações morfológicas e funcionais cardíacas que ocorrem em atletas como resultado do exercício físico, onde os efeitos fisiológicos causados pelo exercício podem assemelhar-se a estados de doença (SHARMA et al., 2002). Em cães, o estudo das

respostas cardiovasculares ainda é bastante limitado a atividades específicas, como competições de trenó (VAN CITTER; FRANKLIN, 1969; STEPIN et al., 1998; CONSTABLE et al., 2000), CORRIDAS (CAREW; COVELL, 1978; VÁZQUEZ et al., 1998), provas de agilidade (ROVIRA et al., 2010) e ringue francês (Mendoza et al., 2012).

Sugere-se que cães de trabalho, como os de busca, resgate e salvamento apresentem alterações cardiovasculares devido ao esforço físico intenso, podendo apresentar achados compatíveis com o “coração de atleta”. O conhecimento da demanda fisiológica cardíaca destes cães, incluindo as suas adaptações crônicas e agudas, é extremamente importante, pois permite diferenciar as respostas fisiológicas de condições patológicas, que poderiam expor estes animais à desqualificação para o trabalho, lesões e até a morte.

Dessa forma, objetivou-se comparar os achados cardiovasculares de cães em treinamento de busca, resgate e salvamento com cães sedentários, por meio dos exames ecocardiográfico, eletrocardiográfico e determinação da pressão arterial sistólica sistêmica (PASS).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal do Espírito Santo sob o protocolo nº 72/2015. O comandante do Corpo de Bombeiros Militar responsável pelos cães em treinamento de busca, resgate e salvamento, e os tutores, responsáveis pelos cães não praticantes de atividade física, foram esclarecidos sobre o estudo e assinaram um termo livre de esclarecimento, permitindo a participação dos animais no projeto.

O grupo de animais praticantes de atividade física, denominados de grupo treinamento (GT), foi composto por nove cães adultos, saudáveis, sendo sete cães da raça Pastor Alemão e dois da raça Pastor Belga Malinois, que praticavam treinamento de busca, resgate e salvamento há pelo menos um ano. Eram seis fêmeas e três machos, pesando entre 24 a 33,4 Kg ($27,98 \pm 2,85$), com idades entre 1 ano e 2 meses a 8 anos (43 meses $\pm 31,28$ meses). O grupo dos cães que não praticavam atividade física foi denominado de grupo sedentário (GS), e foi constituído por sete cães da raça Pastor Alemão, sendo quatro fêmeas e três machos; com idade variando entre 2 anos e 8 anos (58 meses $\pm 30,17$ meses); e peso entre 25 e 41,5 kg ($32,73 \pm 6,14$ meses).

Para a inclusão no estudo, foi realizada avaliação do histórico clínico do animal e exame físico completo (palpação abdominal, palpação de linfonodos, temperatura retal, auscultação cardiopulmonar, frequência cardíaca (FC), frequência respiratória, turgor cutâneo, aferição de pulso, tempo de preenchimento capilar), hemograma e bioquímico (uréia, creatinina, alanina aminotransferase [ALT], aspartato aminotransferase [AST], albumina e proteínas totais). Além disso, todos os cães foram submetidos à avaliação cardiovascular por meio da realização do eletrocardiograma (ECG), ecocardiograma (ECO) e aferição da PASS. Os animais que apresentaram evidências de qualquer alteração clínica, foram excluídos do estudo.

Os exames eletrocardiográficos foram realizados utilizando-se um eletrocardiógrafo portátil computadorizado (ECG PC Veterinário – TEB – Tecnologia Eletrônica Brasileira®) e realizados pelo mesmo examinador. Os animais foram posicionados em decúbito lateral direito e os eletrodos posicionados de acordo com recomendações de Tilley (1992). A monitorização eletrocardiográfica teve duração média de dois minutos e foram avaliadas as derivações bipolares (I, II, III) e unipolares de membros (aVR, aVL, aVF). Foram determinadas as durações em segundos (s) de P, PR, QRS, QT e as amplitudes em milivolts (mV) de P, Q e R. A amplitude da onda T também foi determinada, independente da sua polaridade. Além disso, avaliou-se o e desvio do segmento ST em relação à linha de base, ritmo cardíaco, a FC e o eixo cardíaco de acordo com método das tabelas de Tilley (1992).

Para a realização do exame ecocardiográfico, um aparelho ultrassonográfico (Esaote Mylab TM 30VET Gold, Brasil), com transdutor setorial PA240 na frequência de 1 a 4 MHz foi utilizado. Foram realizados cortes longitudinais e transversais do coração, de acordo com recomendações de Boon (2011). Os parâmetros ecocardiográficos para cada cão foram indexados dividindo as medidas ecocardiográficas pela área de superfície corpórea de cada indivíduo (BOON, 2011) e também foram realizados por um único examinador.

Na janela paraesternal direita, no eixo transversal, foram avaliados os seguintes parâmetros no modo M: espessura do septo interventricular em diástole (SIVd) e sístole (SIVs), diâmetro interno do ventrículo esquerdo em diástole (DIVEd) e sístole (DIVEs), parede livre do ventrículo esquerdo em diástole (PLVEd) e sístole (PLVEs) e distância do septo ao ponto E (E-septo) da válvula mitral. A fração de encurtamento (FE) foi calculada automaticamente pelo equipamento; e no modo B: diâmetro de AE e aorta (Ao). A relação átrio esquerdo aorta (AE/Ao) foi determinada pelo

equipamento. Na imagem de base cardíaca foi realizada a avaliação do Doppler espectral da velocidade máxima do fluxo pulmonar (Ap-Vmáx) e Doppler colorido da artéria pulmonar. No eixo longo foi realizado o método de Simpson para cálculo do volume ventricular esquerdo sistólico (VVEs) e volume ventricular esquerdo diastólico (VEEd), fração de ejeção (FEj), débito cardíaco (DC) e volume sistólico (VS) (SERRES et al., 2008).

Na janela paraesternal esquerda foram realizadas imagens nas janelas apical, onde foram obtidos os valores de Doppler espectral de fluxo mitral – onda A (Mitral A) e onda E (Mitral E), velocidade máxima do fluxo aórtico (Ao-Vmáx), tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), Doppler colorido de mitral e aorta. No modo M foram feitos os valores de movimento anular de mitral (MAM) no septo intraventricular (SCHOBER; FUENTES, 2001), excursão sistólica do plano anular tricúspide (ESPAT) (PARIAUT et al., 2012).

A obtenção da PASS foi realizada por método não invasivo com Doppler ultrassônico vascular (Doppler Vascular Veterinário tipo Pastilha, Medmega, Brasil), na região palmar metacarpal no membro torácico esquerdo, com o animal em decúbito lateral direito de acordo com Brown et al. (2007). Para uma melhor padronização dos resultados, foram realizadas cinco medidas da PASS em cada animal, sendo em seguida obtida a média de cada medida.

Para a análise estatística os dados foram inicialmente submetidos a análise descritiva para obtenção das médias, medianas e do desvio padrão. Em seguida, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido pela comparação entre os grupos por meio de teste “t” de Student para dados normais (parâmetros ecocardiográficos e FC) ou do teste de Mann-Whitney para dados não normais (parâmetros eletrocardiográficos e PASS). Todos os testes foram realizados com nível de significância de 5%. Foi realizada também uma análise descritiva da polaridade da onda T, do segmento ST, do ritmo e do eixo elétrico cardíaco no ECG, e da avaliação Doppler no ECO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros eletrocardiográficos estão ilustrados na Tabela 1. Nenhum cão deste estudo apresentou distúrbio de ritmo ou condução, embora tenha sido relatado na literatura a ocorrência transitória de complexos ventriculares prematuros (CVP) em galgos de corrida (VÁZQUES et al, 1998). Em pessoas, observa-se ocorrência de

bloqueio atrioventricular (BAV) de primeiro grau e BAV de segundo grau Mobitz tipo I principalmente em atletas de esporte de resistência, como corridas de longas distâncias. BAV de segundo grau Mobitz tipo II e BAV total ocorrem com mais frequência em atletas do que em indivíduos não treinados (KAŞIKÇIOĞLU, 2011).

Seis cães (6/7; 85,7%) do GS apresentaram ritmo sinusal, e apenas um (1/7; 14,2%) apresentou arritmia sinusal respiratória. Os cães do GT apresentaram ritmo sinusal (6/9; 66,6%), arritmia sinusal respiratória (1/9; 11,1%) e taquicardia sinusal (3/9; 33,3%). O ritmo sinusal é o mais comum encontrado nos cães, e a arritmia sinusal respiratória é considerada dentro de padrão de normalidade para cães (TILLEY, 1992). Acredita-se que a taquicardia observada nos cães do GT pode ter sido consequência da agitação dos mesmos no momento da realização dos exames, ou, devido ao pré-estímulo ao exercício. Esse pré-estímulo ocorre antes da realização de atividades físicas, devido a um aumento da atividade simpática e uma diminuição da atividade parassimpática causada pelo manejo habitual de seus condutores com os cães anterior ao treinamento (STHEPHENSON, 2014).

Tabela 1. Parâmetros eletrocardiográficos (mediana \pm desvio padrão) de cães da raça Pastor Alemão não praticantes de atividade física (GS, n=7) e cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois treinados para busca, resgate e salvamento (GT, n=9).

Parâmetros	GS	GT	p-valor
Onda P (s)	0,042 \pm 0,005	0,045 \pm 0,008	0,79
Onda P (mV)	0,130 \pm 0,049	0,180 \pm 0,091	0,24
Intervalo PR (s)	0,098 \pm 0,023	0,093 \pm 0,014	0,16
Onda R (mV)	1,020 \pm 0,256	1,410 \pm 0,304	0,14
Onda Q (mV)	0,180 \pm 0,210	0,210 \pm 0,214	0,49
Onda S (mV)	0,000 \pm 0,020	0,000 \pm 0,052	0,99
Complexo QRS (s)	0,057 \pm 0,003	0,060 \pm 0,012	0,33
Intervalo QT (s)	0,198 \pm 0,047	0,190 \pm 0,022	0,16
Onda T (mV)	0,160 \pm 0,040	0,170 \pm 0,105	0,79
Eixo cardíaco (°)	73,00 \pm 18,402	116,00 \pm 15,589	0,91

Legenda: Grupo sedentário (GS); Grupo treinamento (GT); Segundos (s); Milivolt (mV); graus (°).

No presente estudo não foi observada diferença significativa entre a FC dos grupos GT e GS (Fig. 1). Em pessoas, comumente observa-se uma FC menor em atletas e a bradicardia é regularmente observada durante o repouso, constantemente associada com o grau da atividade física realizada (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

Efeito esse que pode ser atribuído a alteração na estimulação do sistema nervoso autonômico, onde um aumento do tônus vagal em repouso diminui a influência do sistema nervoso simpático e causa um menor nível de catecolaminas circulantes (CHEN et al., 2011). A ausência da bradicardia ou de menores valores de FC nos cães do GT poderiam estar associados ao condicionamento para a realização do treinamento, pois o manejo dos condutores dispara o pré-estímulo para a atividade.

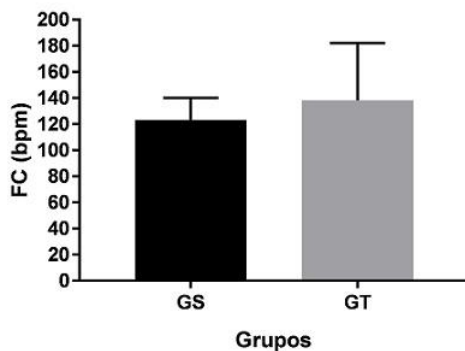


Figura 1. Representação dos valores médios e desvio padrão da FC, em batimentos por minuto (bpm) de cães da raça Pastor Alemão não praticantes de atividade física (GS, n=7) e cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois praticantes de treinamento de busca, resgate e salvamento (GT, n=9). Diferença não significativa ($p = 0,15$).

Todos os cães deste estudo apresentaram eixo cardíaco dentro da normalidade para a espécie (TILLEY, 1992). Em equinos foi observado a ocorrência de desvio de eixo tanto para esquerda, o que poderia indicar hipertrófica do ventrículo esquerdo, quanto desvio para a direita, caracterizando ocorrência de desvio para a direita, desvios estes considerados compatíveis como treinamento de enduro (DUMONT et al., 2011).

Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas nos parâmetros eletrocardiográficos entre os cães do GT e GS, foi possível observar o aumento de alguns parâmetros no GT em relação ao GS, assim como em outros estudos realizados com cães atletas, onde as alterações eletrocardiográficas foram interpretadas como ajustes cardíacos fisiológicos que ocorrem em decorrência do treinamento físico regular, como a hipertrofia cardíaca, chamada na medicina de “coração de atleta” (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

Foi possível a observação de um aumento, mesmo que não significativo, de amplitude de onda P, duração de onda P, duração de complexo QRS, amplitude de onda R e onda Q, alterações que podem ser interpretadas como sugestivo de sobrecarga ventricular e atrial (TILLEY, 1992). Outros estudos realizados observaram de forma significativa esse aumento como o aumento de amplitude de onda P, encontrada em cães praticantes de provas de resistência (CONSTABLE et al., 2000) e aumento de duração de complexo QRS, observado em cães de trenó quando comparados a mestiços não praticantes de atividade física (CONSTABLE et al., 1994). Também foi relatado um aumento de intervalo QT em cães de trenó (CONSTABLE et al., 1994) e cães de provas de resistência (CONSTABLE et al., 2000), causado por alguma alteração no ritmo cardíaco, ou devido ao aumento do tamanho do coração (CONSTABLE et al., 1994; CONSTABLE et al., 2000).

A conformação da onda T foi semelhante em todos os animais do GS, sendo todas as ondas positivas e com a sua amplitude menor do que 25% da amplitude da onda R. No GT observou-se uma variação na polaridade da onda T, sendo observado a ocorrência de um caso de onda negativa (1/9; 11,1%), três casos de ondas bifásicas (3/9; 33,3%) e cinco casos de ondas T positiva (5/9; 55,5%). Ainda verificou-se que dois animais (2/9; 22,2%) apresentavam valores de onda T superiores a 25% de onda R, que pode ser sugestivo de hipóxia de miocárdio, distúrbio eletrolítico, sobrecarga ventricular ou doenças metabólicas (TILLEY, 1992), porém, os dois cães deste estudo também apresentaram um aumento de duração de complexo QRS, podendo então este aumento de amplitude de onda T estar relacionado a esta sobrecarga ventricular.

Nenhum cão deste estudo apresentou alterações no segmento ST. Em pessoas atletas é comum ocorrer alterações no segmento ST, indicando uma repolarização ventricular precoce e sendo um indicador de isquemia, achado esse diretamente ligado a intensidade da atividade física (NEGRÃO; BARRETO, 2010; KAŞIKÇIOĞLU, 2011). Em equinos observou-se que dentro dos eliminados de uma prova de enduro por exaustão, 43% (de 14 animais), apresentaram alteração no segmento ST, variação essa causada, segundo os autores, por desidratação, seguido de choque hipovolêmico, diminuindo o tempo de volume diastólico e o suprimento de sangue e oxigênio (O₂) para o miocárdio (DUMONT et al., 2011).

A média e o desvio padrão da PASS dos animais estão ilustrados na Figura 2. Apesar de não ter sido observada diferença significativa entre os grupos, foi possível observar uma menor mediana no GT ($116 \pm 17,49$ mmHg) do que no GS ($130 \pm 25,07$

mmHg), assim como em um estudo epidemiológico em que animais que se exercitavam regularmente apresentavam valores de pressão arterial menores do que os que não praticavam atividades físicas rotineiras (BODEY; MICHELL, 1996).

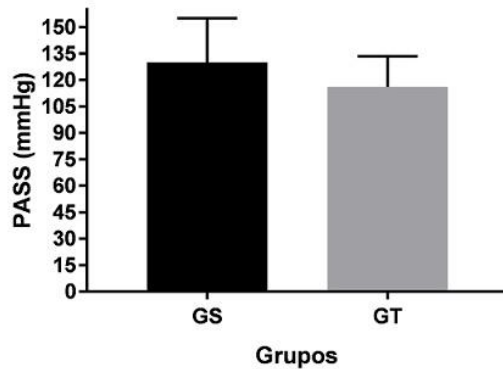


Figura 2. Valores médios e desvio padrão da pressão arterial sistólica sistêmica (PASS) de cães da raça Pastor Alemão não praticantes de atividade física (GS, n=7) e cães das raças Pastor Alemão e Pastor Belga Malinois utilizados para busca, resgate e salvamento (GT, n=9). Diferença não significativa ($p=0,95$).

Os parâmetros ecocardiográficos estão ilustrados na Tabela 2. Nenhum animal deste estudo apresentou alterações na avaliação do Doppler em cores nem alterações valvulares.

Analisando as estruturas do ventrículo esquerdo (VE), os cães do GT apresentaram valores de DIVEd e PLVEd significativamente maiores do que os cães do GS, semelhante ao encontrado em galgos de corrida quando comparados a galgos não treinados (LONSDALE et al., 1998). Pessoas com “síndrome do coração de atleta” apresentam uma hipertrofia cardíaca, que está diretamente relacionada a realização de treinamento físico de alta intensidade, realizado por longos períodos. Esses treinos causam um aumento do volume diastólico, atribuído a uma demanda aumentada da musculatura esquelética, provocando o aumento compensatório da dimensão e espessura das câmaras cardíacas (PEIDRO, 2003). Para diferenciar essa hipertrofia fisiológica de uma hipertrofia patológica, outros parâmetros, como a relação entre SIVs e o DIVEs, a função diastólica e a sistólica devem estar normais nos casos de hipertrofia fisiológica (PEIDRO, 2003), assim como foi possível observar nos cães do GT, que não apresentaram anormalidades nestes outros parâmetros.

Tabela 2. Parâmetros ecocardiográficos (média \pm desvio padrão) de cães das raças Pastor Alemão não praticantes de atividade física (GS, n=7) e cães Pastor Belga Malinois praticantes de treinamento de busca, resgate e salvamento (GT, n=9).

Parâmetros	GS	GT	p-valor
SIVd (mm)	11,80 \pm 0,81	12,04 \pm 2,43	0,18
DIVEd (mm)	38,68 \pm 0,89*	42,12 \pm 3,91*	0,03*
PLVEd (mm)	8,68 \pm 0,83*	11,08 \pm 1,63*	0,00*
SIVs (mm)	15,81 \pm 1,50	16,56 \pm 3,49	0,57
DIVEs (mm)	24,20 \pm 1,17	26,55 \pm 3,79	0,14
PLVEs (mm)	14,16 \pm 0,77	12,55 \pm 3,76	0,29
FE (%)	37,28 \pm 3,19	37,33 \pm 4,44	0,98
FEj (%)	73,14 \pm 11,72	73,11 \pm 5,18	0,99
E-septo (mm)	3,70 \pm 1,35	3,06 \pm 0,67	0,28
AE (mm)	24,64 \pm 2,50	23,78 \pm 2,90	0,63
Ao (mm)	19,55 \pm 2,39*	22,19 \pm 2,08*	0,03*
AE/Ao (mm)	1,28 \pm 0,21	1,10 \pm 0,10	0,06
Ap-máx (m/s)	0,86 \pm 0,10	0,93 \pm 0,16	0,30
Ao-máx (m/s)	1,25 \pm 0,19	1,18 \pm 0,23	0,50
Mitral-A (m/s)	0,57 \pm 0,07*	0,65 \pm 0,07*	0,03*
Mitral-E (m/s)	0,75 \pm 0,13	0,73 \pm 0,12	0,71
E/A (m/s)	1,33 \pm 0,18*	1,11 \pm 0,13*	0,02*
TRIV (ms)	48,43 \pm 6,55	48,00 \pm 6,18	0,90
MAM (cm)	1,04 \pm 0,10	0,96 \pm 0,06	0,10
ESPAT (cm)	15,75 \pm 2,31	16,67 \pm 2,70	0,52
VVEd (ml)	37,82,00 \pm 14,49	27,28 \pm 13,90	0,17
VVEs (ml)	8,98 \pm 2,77	7,85 \pm 3,04	0,44
VS (ml)	27,86 \pm 13,02	24,68 \pm 12,83	0,64
DC (ml/min)	3,47 \pm 1,67	2,85 \pm 1,18	0,61

Legenda: Grupo sedentário (GS); Grupo treinamento (GT); Septo intraventricular em diástole (SIVd); Diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole (DIVEd); Parede livre do ventrículo esquerdo em diástole (PLVEd); Septo intraventricular em sístole (SIVs); Diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole (DIVEs); Parede livre do ventrículo esquerdo em sístole (PLVEs); Fração de encurtamento (FE); Fração de ejeção (FEj); Separação septal do ponto E (E-septo); Átrio esquerdo (AE); Artéria aorta (Ao); Relação átrio esquerdo e artéria aorta (AE/Ao); Velocidade máxima do fluxo pulmonar (Ap-máx); Velocidade máxima do fluxo aórtico (Ao-máx); fluxo de mitral onda E (Mitral-E); Fluxo de mitral A (Mitral-A); Relação de E por A (E/A); Tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV); Movimento posterior mitral no septo intraventricular (MAM); Excursão sistólica do plano anular tricúspide (ESPAT); volumes ventriculares esquerdos em diástole (VVEd); volumes ventriculares esquerdos em sístole (VVEs); Volume sistólico (VS); Debito cardíaco (DC); Mililitro (ml); Centímetro (cm); Milissegundo (ms); Metros por segundo (m/s); Milímetro (mm); Por cento (%); Mililitros por minuto (ml/min). Valores com sobrescritos* em uma mesma linha são estatisticamente diferentes, apresentando p-valor menores que 5%.

Foi possível a identificação de valores significativamente maiores da onda Mitral-A nos cães do GT em relação ao GS, com conseqüente menor relação E/A. O aumento da onda Mitral-A pode estar relacionado com o aumento da FC observado no GT, mesmo na ausência de diferença significativa (Fig. 1). O aumento da FC pode ocasionar uma diminuição do tempo de enchimento atrial, diminuindo o tempo de passagem passiva do sangue através da válvula mitral do átrio para o ventrículo, de forma que o sangue será direcionado ao ventrículo de forma mais significativa por

meio da forma ativa (contração atrial), causando um aumento da onda A (BOON, 2011). Apesar destas diferenças significativas entre os GT e GS, estes valores se encontram dentro do valor de normalidade, indicando uma função diastólica preservada (BOON, 2011), assim como o observado em atletas humanos quando comparados a não praticantes de atividade física, onde os atletas apresentavam função diastólica preservada (SHARMA et al., 2002).

O diâmetro da Ao foi significativamente maior nos cães do GT em relação aos cães do GS, podendo estar relacionado a uma alteração fisiológica dos cães que praticam atividade física rotineira. Assim como observado em pessoas praticantes de exercício aeróbico quando comparadas a indivíduos não praticantes de atividades físicas (KAŞIKÇIOĞLU et al., 2005); e em atletas de elite do levantamento de peso quando comparados a pessoas não praticantes, de mesma idade e altura (BABAE E BIGI; ASLANI, 2007). As forças geradas pelo aumento crônico do volume ejetado pelo VE e o discreto aumento da pressão arterial durante a prática rotineira do exercício físico podem provocar um aumento do diâmetro aórtico (BABAE E BIGI; ASLANI, 2007), justificando os achados deste estudo.

Neste estudo foi possível identificar que a FE dos dois grupos não apresentou diferença significativa. Segundo Negrão e Barreto (2010), a FE é o índice cardíaco mais usado e confiável na avaliação da função ventricular esquerda em resposta ao exercício. Além disso, não foi observada diferença significativa em outros parâmetros de avaliação sistólica ou de performance ventricular esquerda, como a FE, FEj, VVE_d, VVE_s, VS, E-septo, MAM, Ao-máx, indicando uma adequada função sistólica dos cães do GT, assim como observado por Ghorayeb et al. (2005) ao comparar estes parâmetros em ciclistas e pessoas sedentárias. O ESPAT foi o único parâmetro de avaliação de função ventricular direita realizado neste estudo. Não observou-se diferença entre os grupos, podendo indicar uma efetiva função ventricular direita.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que cães praticantes de treinamento de busca, resgate e salvamento apresentam valores significativamente maiores nos parâmetros ecocardiográficos de DIVE_d, PLVE_d, Ao, mitral-A e diminuição de relação E/A; e aumento, mesmo que não significativo, de amplitude e duração de onda P, duração de complexo QRS e amplitude das ondas R e Q, quando comparados a cães não praticantes de atividade física. Os achados encontrados são condizentes com as

alterações fisiológicas provocadas pela atividade física e semelhantes aos descritos em pessoas atletas, demonstrando que o treinamento de busca, resgate e salvamento pode causar a “síndrome do coração de atleta” em cães.

REFERÊNCIAS

BABAEI BIGI, M.A.; ASLANI, A. Aortic root size and prevalence of aortic regurgitation in elite strength trained athletes. **Am J Cardiol**, v.100, n.3, p.528-530, 2007.

BODEY, A.R.; MICHELL, A.R. Epidemiological study of blood pressure in domestic dogs. **J Small Anim Pract.**, v.37, p.116-125, 1996.

BOON, J. A. **Veterinary Echocardiography**. Iowa: Blackwell Publishing, 2011. 2v. 632p.

BROWN S. et al. Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. **J. Vet. Intern. Med.** v.21, p.542-558, 2007.

CAREW, T.E.; COVELL, J.W. Left ventricular function in exercise-induced hypertrophy in dogs. **Am J Cardiol**, v.42, p. 82-88, 1978.

CHEN, J. et al. Cardiac autonomic functions derived from short-term heart rate variability recordings associated with heart rate recovery after treadmill exercise test in young individuals. **Heart Vessels**, v.16, p.282-288, 2011.

CONSTABLE, P.D. et al. Athletic heart syndrome in dogs competing in a long-distance sled race, **J Appl Physiol**, v.76, n.1, p.433, 1994.

CONSTABLE, P.D. et al. Effects of endurance training on standard and signal-averaged electrocardiograms of sled dog, **AJVR**. V. 61, n.5, p. 581-588, 2000.

DUMONT, C.B.S. et al. Parâmetros eletrocardiográficos de equinos desclassificados por exaustão em competição de enduro. **Arq Bras Med Vet Zootec**, v.63, n.1, p.29-27, 2011.

GHORAYEB, N. et al. Hipertrofia ventricular esquerda do atleta. Resposta adaptativa fisiológica do coração. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.85, n.3, p.191-197, 2005.

KAŞIKÇIOĞLU, E. et al. Aortic distensibility and left ventricular diastolic functions in endurance athletes, **Int J Sports Med**, v.26, n.3, p.165-170, 2005.

KAŞIKÇIOĞLU, E. The incognita of the known: the athlete's heart syndrome. **Review Derleme**, v.11, p. 351-359, 2011.

LONSDALE, R.A.; LABUC, R.H.; ROBERTSON, I.D. Echocardiographic parameters in training compared with non-training greyhounds. **Vet Radiol Ultrasound**, v.39, n.4, p.325-330, 1998.

MENDOZA, L.M.; OROZCO, G.H.; RAMÍREZ, N.R. et al. Perfil fisiometabólico de perros Pastor Belga Malinois y Pastor Holandés de alto rendimiento en respuesta a una sesión de entrenamiento para ring francés. **Arch. Med. Vet.**, v.44, p.137-144, 2012.

MERIGUETI, L.A. **Manual Técnico de Resgate com Cães**. Vitória. Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo, 2014, 82p.

NEGRÃO, C.E.; BARRETO, A.C.P. **Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata**. 3.ed. São Paulo: Manole, 2010, 725p.

PARIAUT, R. et al. Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE) in Dogs: Reference Values and Impact of Pulmonary Hypertension. **J Vet Intern Med**, v.26, p.1148-1154, Set, 2012.

PEIDRO, R.M. Cardiología Del deporte: El corazón Del desportista. Hallazgos clínicos, electrocardiográficos y ecocardiográficos. **Rev Argent Cardiol**, v.71, p. 126-137, 2003.

ROVIRA, S.; MUÑOZ, A.; BENITO, M. Effect of exercise on physiological, blood and endocrine parameters in search and rescue-trained dogs. **Vet Med**, v. 53, p. 333-346, 2008.

ROVIRA, S.; et al. Heart rate, electrocardiographic parameters and arrhythmias during agility exercises in trained dogs. **Revue Méd. Vét.**, v.161, n. 7, p. 307-313, 2010.

SCHOBER, K. E.; FUENTES, V. L. Mitral Annulus motion as determined by M-Mode echocardiography in normal dogs and dogs with cardiac disease. **Vet Radiol Ultrasound**, v.42, n.1, p.52-61, 2001.

SERRES, F. et al. Comparison of 3 ultrasound methods for quantifying left ventricular systolic function: correlation with disease severity and prognostic value in dogs with mitral valve disease. **J Vet Intern Med**, v.22, n.3, p.566-577, 2008.

SHARMA, S. et al. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopath. **J Am Coll Cardiol**, v.40, n.8, p.1431-1436, 2002.

STEPIN, R.L. et al. Effect of endurance training cardiac morphology in alaskan sled dog. **J APPL PHYS**, v. 85, p.1368-1375, 1998.

TILLEY, L.P. **Essentials of Canine and Feline Electrocardiography: Interpretation and Treatment**. 3.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1992, 470p.

VAN CITTER, R.L.; FRANKLIN, D.L. Cardiovascular Performance of Alaska sled dog during exercise. **Circulation Research**, v.24, p.33-42, 1969.

VÁZQUEZ, J.P. et al. Arritmias cardíacas inducidas por el ejercicio dinámico máximo de corta duración (sprint): estudio en el galgo greyhound. **Rev Esp Cardiol**, v.51, p.559-565, 1998.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Cães de busca, resgate e salvamento possuem alterações fisiológicas provocadas pela atividade física constante semelhantes as descritas em atletas humanos, sugerindo que este tipo de treinamento pode causar a “síndrome do coração de atleta” em cães. Os resultados indicam que a demanda cardíaca exigida pelo treinamento, não causa arritmias e nem prejuízo a função ventricular esquerda com os cães em repouso ou após a realização de 20 minutos de exercício físico.

Tais achados indicam um bom condicionamento físico dos animais de busca, resgate e salvamento tornando-os aptos a serem utilizados em ocorrências reais, diminuindo as chances de má performance. Novos estudos referentes a esse tema são importantes para que se alcance uma melhor compreensão da adaptabilidade dos cães ao exercício de busca, resgate e salvamento, visando uma melhor seleção de animais aptos ao trabalho, melhorando assim seu desempenho nas ocorrências reais.

6 REFERÊNCIAS GERAIS

- AHRENS, F. et al. Influence of different training and outdoor conditions on plasma histamine and cortisol concentrations in search-and-rescue dogs. **Inflammation Research**, v.54, p.S34-S35, 2005.
- BABAEI BIGI, M.A.; ASLANI, A. Aortic root size and prevalence of aortic regurgitation in elite strength trained athletes. **American Journal of Cardiology**, v.100, n.3, p.528-530, 2007.
- BARRETTO, F.L. et al. Eletrocardiográfica contínua (holter) em cães saudáveis submetidos a diferentes exercícios físicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.6, p.1625-1634, 2013.
- BELLO C.A.O., et al. Ecocardiografia de equinos Puro Sangue Árabe após exercício de enduro de diferentes intensidades. **Ciência Rural**, v.41, n.1, p.132- 136, 2011.
- BELLO, C.A.O. et al. Avaliação eletrocardiográfica de equinos após exercício de polo (baixo handicap). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, p.47-52, 2012. (a)
- BELLO, C.A.O. et al. Avaliação ecocardiográfica de equinos após exercício de polo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, p.1191-1195, 2012. (b)
- BINDA, M.B. Avaliação da pressão arterial sistólica em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. **Ars Veterinária**, v.29, n.3, p.132-138, 2013.
- BINDA, M.B. et al. Effects of 3-barrel racing exercise on electrocardiographic and on blood parameters of quarter horses. **Journal of Equine Veterinary Science**. v. 47, p.71-76, 2016.
- BODEY, A.R.; MICHELL, A.R. Epidemiological study of blood pressure in domestic dogs. **Journal of Small Animal Practice**., v.37, p.116-125, 1996.
- BOFFI, F.M. **Fisiologia del Ejercicio en Equinos**. Buenos Aires: Intermédica, 2007, 302p.
- BOON, J. A. **Veterinary Echocardiography**. Iowa: Blackwell Publishing, 2ªed. p863, 2011.
- BROWN S. et al. Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**. v.21, p.542-558, 2007.
- BRUM, P.C. et al. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Revista Paulista de Educação Física**. v.18, p.21-31, 2004.
- BUHL, R.; MELDGAARD, C.; BARBESGAARD, G. Cardiac arrhythmias in clinically healthy showjumping horses. **Equine Veterinary Journal**, v.38, p.196-201, 2010.

BUSS, D.D. Circulações especiais. In: REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogani, 2006, cap. 20, p.299-315.

CAREW, T.E.; COVELL, J.W. Left ventricular function in exercise-induced hypertrophy in dogs. **The American Journal of Cardiology**, v.42, p. 82-88, 1978.

CAVALCANTI, G.A.O et al. Avaliação por eletrocardiografia contínua (holter) em cães da raça Pastor Alemão praticantes de atividade física regular. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.1446-1449, 2009.

CHEN, J. et al. Cardiac autonomic functions derived from short-term heart rate variability recordings associated with heart rate recovery after treadmill exercise test in young individuals. **Heart Vessels**, v.16, p.282-288, 2011.

CONSTABLE, P.D. et al. Athletic heart syndrome in dogs competing in a long-distance sled race, **Journal of Applied Physiology**, v.76, n.1, p.433, 1994.

CONSTABLE, P.D. et al. Effects of endurance training on standard and signal-average electrocardiograms of sled dog, **American Journal of Veterinary Research**. V. 61, n.5, p. 581-588, 2000.

CORRADO, D. et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. **European Heart Journal April**, v. 31, n.2, p. 243-259, 2010.

CRUZ, C.D. GENES-a software in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, p.271-276, 2013.

DIVERIO, S. et al. A simulated avalanche search and rescue mission induces temporary physiological and behavioural changes in military dogs. **Physiology & Behavior**, v.163, p.193-202, 2016.

DUMONT, C.B.S. et al. Parâmetros eletrocardiográficos de equinos puro sangue árabe submetidos a exercício de enduro. **Ciência Rural**, v. 40, n.9, p.1966-1973, 2010.

DUMONT, C.B.S. et al. Parâmetros eletrocardiográficos de equinos desclassificados por exaustão em competição de enduro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.29-27, 2011.

ENGE, R.L. Dinâmica do sistema cardiovascular. In: REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogani, 2006, cap.10, p.163-172.

ERICKSON, H.H.; POOLE, D.C. Fisiologia do exercício. In: REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogani, 2006, cap.22, p.330-350.

FORJAS, C.L.M. et al. A duração do exercício determina a magnitude e a duração da hipotenção pós-exercício. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v.90, n.2, p.99-104, 1998.

FORJAS, C.L.M.; TINUCCI, T. A medida da pressão arterial no exercício. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v.1, p.79-87, 2000.

GERTH, N. Muscle plasticity of Inuit sled dogs in Greenland. **The Journal of Experimental Biology**, v.212, p.1131-1139, 2009.

GHORAYEB, N. et al. Hipertrofia ventricular esquerda do atleta. Resposta adaptativa fisiológica do coração. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v.85, n.3, p.191-197, 2005.

GILMOUR JR., R.F.; MÖISE, N.S. Eletrocardiograma e arritmias cardíacas. In: REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2006, cap.13, p.197-207.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. O coração. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2006, Unidade III, p.103-156.

HAMPSON, B.; MCGOWAN, C. Physiological responses of the Australian cattle dog to mustering exercise. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.4, n.1, p.37-41, 2007.

ILKIW J.E.; DAVIS P.E.; CHURCH D.B. Hematologic, biochemical, blood-gas, and acid-base values in greyhounds before and after exercise. **American Journal of Veterinary Research**, v.50, p. 583–586, 1989.

KAŞIKÇIOĞLU, E. et al. Aortic distensibility and left ventricular diastolic functions in endurance athletes, **International Journal of Sports Medicine**, v.26, n.3, p.165-170, 2005.

KAŞIKÇIOĞLU, E. The incognita of the known: the athlete's heart syndrome. **Review Derleme**, v.11, p. 351-359, 2011.

LONSDALE, R.A.; LABUC, R.H.; ROBERTSON, I.D. Echocardiographic parameters in training compared with non-training greyhounds. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.39, n.4, p.325-330, 1998.

MARR, C.M. et al. Pre-and post exercise echocardiography in horses performing treadmill exercise in cool and hot/humid conditions. **Equine Veterinary Journal**, v. 31, p.131-136, 1999.

MEDIANO, M.F.F. et al. Comportamento subagudo da pressão arterial após treinamento de força em hipertensos controlados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.11, n.6, p.337-340, 2005.

MENDOZA, L.M. et al. Perfil fisiometabólico de perros Pastor Belga Malinois y Pastor Holandés de alto rendimento em resposta a uma sesión de entrenamiento para ring francés. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.44, p.137-144, 2012.

MERIGUETI, L.A. **Manual Técnico de Resgate com Cães**. Vitória. CBMES, 2014, 82p.

MUÑOZ A. et al. Trot asymmetry in relation to physical performance and metabolism in equine endurance rides. **Equine Veterinary Journal**, v.36, p.50–54, 2006.

Naylor J.R. et al., Effects of dehydration on thermoregulatory responses of horse during low-intensity exercise. **Journal of Applied Physiology**. v.75, p.994-1001, 1993.

NEGRÃO, C.E.; RONDON, M.U.P.B. Exercício físico, hipertensão e controle barorreflexo da pressão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v.8, n.1, p.89-95, 2001.

NEGRÃO, C.E.; BARRETO, A.C.P. **Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata**. 3.ed. São Paulo: Manole, 2010, 725p.

PARIAUT, R. et al. Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE) in Dogs: Reference Values and Impact of Pulmonary Hypertension. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.26, p.1148-1154, Set, 2012.

PARIZOTTO, W. **Parâmetros Técnicos para a Aprendizagem dos Cães de Busca; Resgate e Salvamento**. 2013. Monografia (Especialização em Gestão Pública com Ênfase de Bombeiro Militar) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

PEIDRO, R.M. Cardiología Del deporte: El corazón Del desportista. Hallazgos clínicos, electrocardiográficos y ecocardiográficos. **Revista Argentina de Cardiología**, v.71, p. 126-137, 2003.

PELLICCIA, A. et al. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes. **Annals of Internal Medicine**, v.130, p.23-31, 1999.

PICCIONE, G. et al. Electrocardiographic changes induced by physical exercise in the jumper horse. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.4, p.397-404, 2003.

PICCIONE, G. et al. Effect of moderate treadmill exercise on some physiological parameters in untrained Beagle dogs. **Experimental Animals**, v.61, n.5, p.511-515, 2012.

PIVA, I.M. **A certificação dos Cães de Busca e Resgate do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**. 2011. Monografia (Curso de Formação de Oficiais) - Florianópolis: CEBM, 2011.

PLUIM, B.M. et al. The athlete's heart: A meta-analysis of cardiac structure and function, **Circulation - American Heart Association**, v. 101, p. 336-344, 2000.

RIEDESEL, D.H. O coração: estrutura macroscópica e propriedades básicas. In: REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2006, cap.11, p.173-186.

RIEDESEL, D.H.; KNIGHT, D.H. Atividade mecânica do coração. In: REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2006, cap.14, p.208-228.

ROVIRA, S.; MUÑOZ, A.; BENITO, M. Effect of exercise on physiological, blood and endocrine parameters in search and rescue-trained dogs, **Veterinarni Medicina**, v. 53, p. 333-346, 2008.

ROVIRA, S. et al. Heart rate, electrocardiographic parameters and arrhythmias during agility exercises in trained dogs. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v.161, n. 7, p. 307-313, 2010.

RUBAL, B.J.; AL-MNHAILANI A.R.; ROSENTSWIEG, J. Effects of physical conditioning on the heart size and wall thickness of college women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.19, n.5, p.423-429,1987.

SCHEFER, K.D. et al. Quantitative analysis of stress echocardiograms in healthy horses with 2-dimensional (2D) echocardiography, anatomical M-mode, tissue Doppler imaging, and 2D speckle tracking. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.24, p.918-931, 2010.

SCHOBBER, K. E.; FUENTES, V. L. Mitral Annulus motion as determined by M-Mode echocardiography in normal dogs and dogs with cardiac disease. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.42, n.1, p.52-61, 2001.

SERRES, F. et al. Comparison of 3 ultrasound methods for quantifying left ventricular systolic function: correlation with disease severity and prognostic value in dogs with mitral valve disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.22, n.3, p.566-577, 2008.

SHARMA S. et al. Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes. **British Journal of Sports Medicine**,v.33,p.319-324,1999.

SHARMA, S. et al. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopath. **Journal of the American College of Cardiology**, v.40, n.8, p.1431-1436, 2002.

SHARP, N.C.C. Animal athletes: a performance review. **Veterinary Record**, v.171, n.4, p.87-94, 2012.

SPOO, J.W. et al. Serum biochemical, blood gas and antioxidant status in search and rescue dogs before and after simulated fieldwork. **The Veterinary Journal**, v.206, p.47-53, 2015.

STEISS J. et al. Physiologic responses in healthy Labrador Retrievers during field trial training and competition. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.18, p.147–151, 2004.

STEPHENSON, R.B. Fisiologia cardiovascular. In: KLEIN, B.G. **Cunningham – Tratado de Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2014, seção III, p.158-262.

STEPIN, R.L. et al. Effect of endurance training cardiac morphology in alaskan sled dog. **Journal of Applied Physiology**, v. 85, p.1368-1375, 1998.

STICKLAND, M.K. et al. Sympathetic restraint of muscle blood flow during hypoxic exercise. **Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.296, p. R1536-R1546, 2009.

TADESCO, L. Bombeiro do ES voltam ao estado após buscas em Mariana, MG. **Diário do Noroeste**, Colatina-ES, p.1, 21 e 22 nov. 2015.

TILLEY, L.P. **Essentials of Canine and Feline Electrocardiography: Interpretation and Treatment**. Philadelphia: Lea &Febiger, 3.ed. p470, 1992.

VAN CITTER, R.L.; FRANKLIN, D.L. Cardiovascular Performance of Alaska sled dog during exercise. **Circulation Research**, v.24, p.33-42, 1969.

VÁZQUEZ, J.P. et al. Arritmias cardíacas inducidas por el ejercicio dinámico máximo de corta duración (sprint): estudio en el galgo greyhound. **Revista Española de Cardiología**, v.51, p.559-565, 1998.

WHYTE, G.P., et al. Cardiac fatigue following prolonged endurance exercise of differing distances. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.32, p.1067-1072, 2000.

YOUNG, L.E. Cardiac responses to training in 2-year-old thoroughbreds: an echocardiographic study. **Equine Veterinary Journal**, v.30, p.195-198, 1999.

YOUNG, L.E.; ROGER, K.; WOOD, J.L.N. Left ventricular size and systolic function in thoroughbred racehorses and their relationships to race performance. **Journal of Applied Physiology**, v.99, p.1278-1285, 2005.

5 ANEXO

Anexo 1 – Aprovação do comitê de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal do Espírito Santo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS - CEUA



CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Avaliação Cardiovascular e Metabólica de Cães em Treinamento de busca, resgate e salvamento", Protocolo nº.72/2015, sob a responsabilidade de Karina Preising Aptkmann que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO(A) Centro de Ciências da Saúde-Maruípe-Vitória-ES em reunião de 06/11/2015.

Vigência do Projeto	Início: Novembro/2015 Término: Junho/2018
Espécie/Linhagem	Cães
Nº de Animais	Experimento Piloto: 0 Protocolo Experimental: 14 Total: 14
Peso/Idade	Peso: sem distinção Idade: Adultos
Sexo	Ambos
Origem	Mamíferos

Vitória (ES), 06 de novembro 2015.

