

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

FABIANE CASSOU

**ANÁLISE ESPECTRAL DOS SONS RESPIRATÓRIOS PARA DIAGNÓSTICO
DO DESLOCAMENTO DORSAL DO PALATO MOLE EM EQUINOS**

**CURITIBA
2008**

FABIANE CASSOU

**ANÁLISE ESPECTRAL DOS SONS RESPIRATÓRIOS PARA DIAGNÓSTICO
DO DESLOCAMENTO DORSAL DO PALATO MOLE EM EQUINOS**

**Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre em
Ciências Veterinárias, Curso de Pós-
Graduação em Ciências Veterinárias, Setor
de Ciências Agrárias, Universidade Federal
do Paraná
Orientador: Prof. Dr. Ivan Roque de Barros
Filho**

**CURITIBA
2008**

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

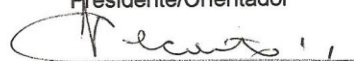


PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada "ANÁLISE ESPECTRAL DOS SONS RESPIRATÓRIOS PARA DIAGNÓSTICO DO DESLOCAMENTO DORSAL DO PALATO MOLE EM EQUÍNOS" apresentada pela Mestranda **FABIANE CASSOU**, declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 78 da Resolução nº 62/03-CEPE/UFPR, que considerou a candidata Aptz para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Patologia Veterinária.

Curitiba, 27 de fevereiro de 2008.


Prof. Dr. Ivan Roque de Barros Filho
Presidente/Orientador



Prof. Dr. Ivan Deconto
Membro


Prof. Dr. Antonio Felipe P. de F. Wouk
Membro

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar presente em todos os momentos,

à toda minha família, pai Edson, mãe Sylvia, Duca e Carol pelo apoio em todos os momentos,

ao Prof. Dr. Ivan Roque de Barros Filho por sua orientação, amizade, confiança e principalmente por ter abraçado comigo este projeto,

ao Prof. Dr. Antônio Felipe Figueiredo Wouk, pelo carinho, companheirismo, pelas palavras de otimismo e pelo apoio incondicional,

ao Prof. Dr. Ivan Deconto pelo carinho, pelas broncas e por todos os conselhos de todos esses anos,

ao amigo Gerson Dal-Cól, pela paciência comigo e com as intermináveis análises espectrais,

aos colegas e amigos Pedro Michelotto Jr, Alessandro Mercadante, Daniel Mendes Campos, Henriette Graf, Helena Abe, Regina Bürger, Peterson Triches, Leandro Lipinski, Janaina Biava, Renata Novack que participaram deste experimento direta ou indiretamente por meio de contribuições imprescindíveis,

aos treinadores, cavaleiros e jôqueis que contribuíram para esta pesquisa,

à Universidade Federal do Paraná pela oportunidade,

aos amigos Tania, Dani, Isa, Alceu, Luciana, Hugo, Leandro, Cris, Nilton e tantos outros pelos momentos alegres e de descontração,

a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e para meu crescimento pessoal e profissional,

e, principalmente, aos cavalos, motivos maiores de todo este esforço, que de forma muitas vezes inexplicável cooperaram e contribuíram em todos os momentos

**A TODOS,
MUITO OBRIGADA!!!!!!**

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	1
2.1. OBJETIVO GERAL.....	1
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3. JUSTIFICATIVA.....	2
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
4.1. IMPORTÂNCIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO NO CAVALO ATLETA.....	2
4.2. FUNÇÕES DO SISTEMA RESPIRATÓRIO NO CAVALO ATLETA.....	3
4.3. PARTICULARIDADES ESTRUTURAIS DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES DOS EQUINOS E SEUS IMPACTOS FUNCIONAIS.....	4
4.4. FLUXO E AR NAS VIAS AÉREAS SUPERIORES.....	6
4.5. REGULAÇÃO NEURO-MUSCULAR DA NASO-FARINGE.....	6
4.6. PALATO MOLE.....	7
4.6.1. Deslocamento Dorsal do Palato Mole.....	8
4.6.2. Diagnóstico do Deslocamento Dorsal do Palato Mole.....	10
4.6.3. Tratamento do Deslocamento Dorsal do Palato Mole.....	13
4.6.3.1. Conservativo.....	13
4.6.3.2. Cirúrgico.....	13
4.7. AVALIAÇÃO CARDIOVASCULAR E METABÓLICA DO CAVALO ATLETA DURANTE O EXERCÍCIO.....	14
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23

7. RESULTADOS.....	23
7.1. Teste a campo.....	23
7.2. Avaliação Cardiovascular e Metabólica.....	24
7.3. Análise dos Sons.....	25
8. DISCUSSÃO.....	33
8.1. Teste a campo.....	33
8.2. Avaliação Cardiovascular.....	34
8.3. Análise dos Sons.....	38
9. CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	42

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: PISTA DE CORRIDA DO HIPÓDROMO DO TARUMÃ, CURITIBA, PR.....	19
FIGURA 2: FREQUÊNCÍMETRO E LACTÍMETRO UTILZADOS PARA TESTES METABÓLICOS NOS CAVALOS.....	19
FIGURA 3: MICROFONE PROTEGIDO PELA SONDA DE SILICONE E GRAVADOR UTILIZADOS PARA GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS DE CAVALOS DURANTE EXERCÍCIO.....	20
FIGURA 4: COLOCAÇÃO DO MICROFONE PROTEGIDO POR SONDA DE SILICONE NUM CAVALO COM CONTENÇÃO FÍSICA ATRAVÉS DE CACHIMBO.....	20
FIGURA 5: FIXAÇÃO EXTERNA DA SONDA COM O MICROFONE NUM CAVALO PRONTO PARA GRAVAÇÃO DOS SONS REPIRATÓRIOS DURANTE EXERCÍCIO.....	21
FIGURA 6: FIXAÇÃO EXTERNA DA SONDA COM O MICROFONE NUM CAVALO PRONTO PARA GRAVAÇÃO DOS SONS REPIRATÓRIOS DURANTE EXERCÍCIO.....	21
FIGURA 7: ANIMAL PRONTO PARA O EXERCÍCIO – MICROFONE, GRAVADOR E FREQUÊNCÍMETRO.....	22
FIGURA 8: ANIMAL RETORNANDO DO EXERCÍCIO APÓS GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS.....	22
FIGURA 9: ESPECTRO DO SOM RESPIRATÓRIO DE UM CAVALO NORMAL (G I) REFERENTE A UM PERÍODO VENTILATÓRIO (COMPOSTO POR 4 CICLOS RESPIRATÓRIOS) OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS.....	27
FIGURA 10: ESPECTRO DO SOM RESPIRATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM (G II) REFERENTE A UM PERÍODO VENTILATÓRIO (COMPOSTO POR 4 CICLOS RESPIRATÓRIOS) OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRAPLUS.....	27
FIGURA 11: ESPECTRO DO SOM RESPIRATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM COM A LÍNGUA AMARRADA (G II TRATADO) REFERENTE A UM PERÍODO VENTILATÓRIO (COMPOSTO POR 4 CICLOS RESPIRATÓRIOS) OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRAPLUS.....	28
FIGURA 12: GRÁFICO EM CORES DO SOM RESPIATÓRIO CORRESPONDENTE A 3 SEGUNDOS DO CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO NORMAL (G I), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS.....	29

FIGURA 13: GRÁFICO EM CORES DO SOM RESPIATÓRIO CORRESPONDENTE A 3 SEGUNDOS DO CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO PARA DDPM (G II), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS.....	29
FIGURA 14: GRÁFICO EM CORES DO SOM RESPIATÓRIO CORRESPONDENTE A 3 SEGUNDOS DO CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO PARA DDPM COM A LÍNGUA AMARRADA (G II TRATADO), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS.....	30
FIGURA 15: GRÁFICO DO SOM RESPIRATÓRIO CORRESPONDENTE A UM CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO NORMAL (G I), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRAPLUS.....	31
FIGURA 16: GRÁFICO DO SOM RESPIRATÓRIO CORRESPONDENTE A UM CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM (G II), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRAPLUS.....	31
FIGURA 17: GRÁFICO DO SOM RESPIRATÓRIO CORRESPONDENTE A UM CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM COM A LÍNGUA AMARRADA (G II TRATADO), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRAPLUS.....	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DA VELOCIDADE MÉDIA (m/s) EM CADA ETAPA DE VELOCIDADE DO TESTE METABÓLICO REALIZADO COM CAVALOS DE CORRIDA – CURITIBA – PR.....	24
TABELA 2: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES DO GRAU DE AJUSTAMENTO (r^2) DA REGRESSÃO POLINOMIAL PARA O CÁLCULO DO VL _{a4} NAS AVALIAÇÕES METABÓLICAS DOS CAVALOS SEM E COM A SONDA (MICROFONE) PARA GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS.....	24
TABELA 3: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES DE VL _{a4} (m/s) NAS ETAPAS DO TESTE DE VELOCIDADE DO TESTE METABÓLICO REALIZADO COM OS CAVALOS SEM E COM A SONDA (MICROFONE) PARA GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS.....	24
TABELA 4: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES DO GRAU DE AJUSTAMENTO (r^2) DA REGRESSÃO POLINOMIAL UTILIZADA PARA CÁLCULO DO V ₂₀₀ NAS AVALIAÇÕES CARDIOVASCULARES DOS CAVALOS SEM E COM A SONDA (MICROFONE) PARA GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS.....	25
TABELA 5: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES DE V ₂₀₀ (m/s) OBTIDOS NO TESTE CARDIOVASCULAR REALIZADO COM OS CAVALOS SEM E COM A SONDA (MICROFONE) PARA GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS.....	25
TABELA 6: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES PARA PICOS MÉDIOS DE FREQUÊNCIA (Hz) E DO NÍVEL DOS ESPECTROS (Db) DOS SONS RESPIRATÓRIOS DE CAVALOS NORMAIS (G I), COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM (G II) E COM DDPM COM LÍNGUA AMARRADA (GII tratado) OBTIDOS POR ANÁLISE ESPECTRAL ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRAPLUS.....	32
TABELA 7: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES PARA PICOS MÉDIOS DE FREQUÊNCIA (Hz) E DO NÍVEL DOS ESPECTROS (Db) DOS SONS RESPIRATÓRIOS DE CAVALOS NORMAIS (G I), COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM (G II) E COM DDPM COM LÍNGUA AMARRADA (GII tratado) OBTIDOS POR ANÁLISE ESPECTRAL ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTROGRAM.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS

bpm: batimentos por minuto
cm: centímetro (s)
dB: decibéis
DDPM: deslocamento dorsal do palato mole
FC: frequência cardíaca
FC Max: frequência cardíaca máxima
GPS: sistema de posicionamento global
Hz: hertz
Km/h: quilômetros por hora
l: litro (s)
m: metro (s)
ml: mililitros
m/s: metro (s) por segundo
mmol/l: milimol (es) por litro
NC: nervo craniano
Kg: quilograma (s)
V200: velocidade na qual a FC é igual a 200 bpm
VLa4: velocidade na qual o valor de lactato é igual a 4 mmol/l
VFCmáx: velocidade na qual se atinge a FCmáx

ANÁLISE ESPECTRAL DOS SONS RESPIRATÓRIOS PARA DIAGNÓSTICO DO DESLOCAMENTO DORSAL DO PALATO MOLE EM EQUINOS

RESUMO: O deslocamento dorsal do palato mole (DDPM) em cavalos atletas é uma alteração importante e tem como consequência a produção de ruído respiratório anormal e intolerância ao exercício. O diagnóstico presuntivo é baseado em resultados da endoscopia em repouso e em esteira, sendo este de difícil execução. A análise espectral dos sons respiratórios pode ser utilizada como auxílio diagnóstico. O objetivo do estudo foi de submeter os sons das vias aéreas superiores gravados a partir de microfone posicionado na nasofaringe de cavalos normais e de cavalos clinicamente suspeitos para o deslocamento dorsal do palato mole à análise espectral como possível método de auxílio diagnóstico. Foram gravados e analisados os sons obtidos da nasofaringe de cinco cavalos clinicamente normais e cinco cavalos clinicamente suspeitos para o DDPM. Os animais suspeitos para o DDPM mostraram espectros sonoros heterogêneos e com frequências (em Hz) superiores aos cavalos clinicamente normais ($p < 0,05$). Além disso, a amarração da língua em cavalos com DDPM aproximou os espectros sonoros aos dos normais. Assim, a técnica utilizada possibilitou determinar espectros sonoros para cavalos normais e para cavalos com DDPM, além de avaliar a eficácia do tratamento através da amarração da língua na redução dos sons respiratórios associados a tal condição obstrutiva das vias aéreas superiores.

Palavras chaves: eqüino atleta, deslocamento dorsal de palato mole, diagnóstico, análise espectral de sons.

SPECTRAL SOUND ANALYSIS OF RESPIRATORY SOUND TO DIAGNOSE DORSAL DISPLACEMENT OF SOFT PALATE IN HORSES

ABSTRACT: Dorsal displacement of soft palate (DDSP) is a limiting factor for performance in athletic horses and produces abnormal sounds. Diagnosis is based on rest endoscopy or on treadmill videoendoscopy. Sound analysis can also be used. This present study had submitted upper airway sounds recorded in nasopharynx of five clinically normal horses and five horses with clinical diagnosis for DDSP to spectral analysis as a possible diagnosis test. Horses considered positive for DDSP had higher frequency ($p < 0,05$) and heterogeneous spectral graphics when compared with normal horses. The results of the positive horses became nearly for the results of normal horses when they had their tongues tied. So, the applied technique distinguished respiratory sounds of normal and SPDD horses and could evaluate the efficacy of control techniques used to reduce respiratory sounds associated with upper airway obstructive conditions.

Key words: Athletic horses, dorsal displacement of soft palate, diagnose spectral sound analysis.

1. INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos de cavalos como atletas datam do final do século IX e até a metade dos anos 30 eram focados basicamente no metabolismo energético, principalmente no cavalo de trabalho. A mecanização mundial resultou no desvio do cavalo de trabalho para o lazer e para o esporte, o que deu grande impulso para o crescimento da indústria do cavalo em países desenvolvidos. Entre 1950 e 1960 surgiu grande interesse na fisiologia do cavalo de esporte e, a partir daí, houve um grande crescimento em estudos e divulgação dos resultados de tais estudos (ROSE & HOGDSON, 1994).

Várias pesquisas em cavalos de esporte têm provado que o sistema respiratório pode ser um fator limitante de rendimento esportivo máximo, mesmo em cavalos saudáveis. Qualquer disfunção respiratória, mesmo moderada ou sub-clínica, pode alterar significativamente o metabolismo aeróbico durante o exercício. A observação de que anormalidades respiratórias são freqüentes causas da Síndrome de Má Performance em eqüinos confirma a importância de uma função respiratória ótima no cavalo atleta (HODGSON & ROSE, 1994). É comum que veterinários sejam chamados para examinar cavalos atletas com suspeita de problemas nas vias aéreas superiores (PARENTE *et al.*, 2002). Porém, de todas as condições relacionadas ao sistema respiratório superior que afetam o rendimento atlético, o deslocamento dorsal do palato mole é a menos entendida (FEROAH *et al.*, 2000).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

A pesquisa objetivou investigar e submeter os sons das vias aéreas superiores de cavalos normais e de cavalos clinicamente suspeitos de apresentarem deslocamento dorsal do palato mole em exercício a campo à análise espectral como possível método de auxílio diagnóstico do deslocamento dorsal do palato mole.

2.2. Objetivos Específicos

- determinar V_{200} (velocidade na qual a frequência cardíaca do animal é igual a 200 batimentos por minuto) e V_{La4} (ponto de acúmulo de lactato ou a velocidade em que o valor de lactato é igual 4mmol/l) dos animais do experimento.
- determinar padrão espectral dos sons respiratórios durante o exercício em cavalos da raça Puro Sangue Inglês clinicamente normais.
- determinar padrão espectral dos sons respiratórios durante o exercício em cavalos da raça Puro Sangue Inglês clinicamente suspeitos de apresentarem deslocamento dorsal do palato mole.
- determinar padrão espectral dos sons respiratórios em cavalos clinicamente suspeitos de apresentarem deslocamento dorsal do palato mole com a língua amarrada durante o exercício.

3. JUSTIFICATIVAS

- Baixo rendimento atlético dos cavalos com deslocamento dorsal do palato mole
- Dificuldade do diagnóstico do deslocamento dorsal do palato mole
- Alto custo e pouca disponibilidade de esteiras de alta performance
- Dificuldade de adaptar animais à esteira
- Resultados experimentais de esteira são diferentes dos obtidos a campo
- Ausência de um método diagnóstico conclusivo a campo

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. IMPORTÂNCIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO NO CAVALO ATLETA

O cavalo é um respirador nasal obrigatório e todo o ar necessário para as trocas gasosas em repouso e durante o exercício obrigatoriamente passa pelas vias aéreas superiores. Estas vias provocam grande resistência ao fluxo de ar e podem ser um fator limitante

para a capacidade atlética (ART *et al.*, 1998). Assim sendo, qualquer profissional interessado em cavalos atletas deve ter conhecimento da função das vias aéreas superiores, visto que são locais comuns de alterações que limitam a capacidade atlética (MARTIN *et al.*, 2000).

4.2. FUNÇÕES DO SISTEMA RESPIRATÓRIO EM EQUINOS

A principal função dos pulmões é a realização das trocas gasosas, que incluem transporte de O₂ do ar ao sangue e de CO₂ na direção contrária. Algumas partes do sistema respiratório tem ainda outras funções não respiratórias como umidificação, aquecimento e filtração do ar inalado, deglutição, fonação, olfação, reserva sangüínea, filtração sangüínea, mecanismo de defesa contra agressores ambientais, produção de surfactante, equilíbrio ácido-básico, termorregulação, e síntese, liberação, modificação, inativação ou remoção de substâncias bioativas como aminas, serotonina, histamina, nor-epinefrina, caliceína, eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanas, leucotrienos), neuropeptídeos (polipeptídeo intestinal vasoativo, substância P, etc), enzimas (bradiquinase, enzimas conversoras, etc), citocinas (fator de necrose tumoral, interleucina 2, entre outros.) (HODGSON & ROSE, 1994).

Se o sistema respiratório é capaz de influenciar funções não respiratórias, o oposto também é verdadeiro. A função respiratória pode ser alterada por fatores não relacionados diretamente com a sua integridade, como a qualidade do ar inspirado, a posição da cabeça e do pescoço, a massa abdominal, o acoplamento locomoção-respiração, a função cardíaca, os equipamentos utilizados, e vários outros fatores. Todos esses fatores devem ser considerados quando se avalia a função respiratória (JONES, 1989).

4.3 PARTICULARIDADES ESTRUTURAIS DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES DOS EQÜINOS E SEUS IMPACTOS FUNCIONAIS

A principal função das vias aéreas é conduzir o ar das narinas às áreas de trocas durante a inspiração e no sentido contrário durante a expiração. Qualquer alteração estrutural que modifique a perviosidade das vias aéreas ao ar tem um impacto direto na função pulmonar (LEKEUX & ART, 1994).

1. Narinas: as narinas dos eqüinos são grandes e móveis. Sua estrutura particular permite expansão durante a inspiração através da ativação de alguns músculos, resultando na abertura das narinas e no colapso do divertículo nasal (LEKEUX & ART, 1994).

2. Cavidades nasais: por causa das grandes turbinas e importante vascularização, as cavidades nasais garantem uma grande superfície de troca de calor e água, mas também garante uma grande área de resistência ao ar (LEKEUX & ART, 1994). Fibras simpáticas e para-simpáticas estão distribuídas nas cavidades nasais. A estimulação pode promover, respectivamente, vasoconstrição e vasodilatação, o que induz diminuição ou aumento da resistência à passagem do ar (HODGSON & ROSE, 1994).

3. Faringe: o palato mole divide a faringe em nasofaringe e orofaringe. Vários folículos linfóides estão presentes nas membranas mucosas das paredes dorsal e laterais da nasofaringe e na face dorsal do palato mole. O número e o tamanho desses folículos são importantes em animais jovens e tendem a regredir em adultos (LEKEUX & ART, 1994; SISSON, 1975).

4. Bolsas guturais: As bolsas guturais são um par de divertículos das tubas de Eustachio que se comunicam com a faringe através de aberturas. Não parecem ter influência direta na passagem de ar, mas contém estruturas importantes como vasos sanguíneos (artérias carótidas interna e externa), nervos cranianos (vago, tronco cervical simpático, glossofaringeo, hipoglosso, e nervos espinhais acessórios), e linfonodos retrofaringeanos. Anormalidades nas bolsas guturais podem induzir

disfunção de qualquer uma dessas estruturas (HODGSON & ROSE, 1994).

5. Óstio intrafaringeano: Funcionalmente, a estrutura mais importante é o óstio intrafaringeano que é uma abertura no palato mole formada caudodorsalmente pela parede palatofaringeana, lateralmente pelos pilares do palato mole e rostralmente pelo bordo visível do palato mole. As estruturas laringeanas, as cartilagens corniculadas e a epiglote articulam-se com o óstio. Este arranjo particular explica porque o cavalo é um respirador nasal compulsório. Assim sendo, por causa de tal anatomia, o cavalo, diferentemente dos seres humanos e dos cães, não é capaz de mudar de respiração nasal para oronasal quando a resistência à passagem de ar aumenta muito, o que ocorre durante a hiperpnéia induzida por exercício (LEKEUX & ART, 1994; BUDRAS, 1994).

6. Laringe: particularidades estruturais e funcionais da laringe dos eqüinos fazem dela uma importante estrutura das vias aéreas superiores. A protrusão rostral das cartilagens laringeanas através do óstio intrafaringeano constitui o *aditus laryngis*. Tal abertura laringeana é formada dorsalmente pelas cartilagens corniculadas, lateralmente pelas cordas vocais e ventralmente pela epiglote. O *aditus laryngis* varia de uma condição absolutamente fechada, adução total das estruturas laringeanas durante a deglutição para proteger as vias aéreas baixas da ingesta, a uma abertura máxima, abdução total das estruturas durante a hiperpnéia induzida por exercício para diminuir a resistência ao fluxo de ar. Tal abdução é completada pela dilatação da laringe através da contração de músculos intrínsecos, que eliminam a abertura dos ventrículos laringeanos. Qualquer alteração dessa dilatação da laringe relacionada com fatores estruturais (como o deslocamento rostral do arco palatofaringico) ou a fatores funcionais (como hemiparesia de laringe) serão responsáveis por uma ventilação inadequada durante exercício intenso, o que geralmente induz ruídos respiratórios anormais relacionados ao aumento da resistência ao fluxo de ar (HODGSON & ROSE, 1994).

4.4. FLUXO DE AR NAS VIAS AÉREAS SUPERIORES

A frequência respiratória média normal do cavalo adulto em repouso é de 20 movimentos por minuto com um volume corrente de 5 litros, o que leva a uma taxa de ventilação de 100 litros por minuto. Este mesmo cavalo em exercício aumenta a frequência respiratória e o volume corrente para atingir aproximadamente 1500 litros por minuto (DERKSEN *et al.*, 2001). Para acomodar esse grande aumento de fluxo de ar são necessários aumento do calibre, da rigidez e da forma das estruturas das vias aéreas. Evidências sugerem que durante o exercício, grande parte da resistência ao fluxo de ar é determinada pelas vias aéreas superiores, e tal aumento de resistência limita a performance (ART *et al.*, 1998).

Durante exercício extremo, a pressão parcial de oxigênio diminui e a de gás carbônico aumenta (BAYLI *et al.*, 1989). Como a substituição do ar por uma mistura de oxigênio e hélio, o que reduz a resistência das vias aéreas ao fluxo de ar, aumenta a oxigenação sanguínea (ERICKSON *et al.*, 1994), conclui-se, então, que a resistência ao fluxo do ar nas vias aéreas superiores limita a oxigenação arterial durante o exercício, limitando também a chegada de oxigênio aos tecidos e conseqüentemente a performance.

Outros fatores também estão envolvidos na resistência ao ar das vias aéreas superiores, como: narinas, bolsas guturais e posição da cabeça (PETSCHÉ *et al.*, 1995).

4.5. REGULAÇÃO NEUROMUSCULAR DA NASOFARINGE

Apesar da nasofaringe poder ser conceituada simplesmente como um tubo muscular, anatomicamente e funcionalmente é uma estrutura complexa composta por vários grupos musculares, incluindo músculos constritores e dilatadores dorsais da faringe, músculos hióideos, músculos do palato mole e da língua, e innervada por vários nervos cranianos, incluindo ramos dos pares V (trigêmeo), IX (glossofaríngeo), X (vago) e XII (hipoglosso) (SISSON, 1975).

Microscopicamente a mucosa nasofaringeana é composta por um epitélio colunar pseudoestratificado, folículos linfóides e receptores sensitivos dos nervos glosso-faríngeo (NC IX) e trigêmio (NC V). Tais receptores são principalmente táteis e são importantes para proteção das vias aéreas por estimularem reflexo da tosse, e por detectarem o fluxo de ar para dilatação das vias aéreas durante a inspiração. Existem ainda mecanorreceptores na mucosa da laringe que respondem a estímulos de aumento de pressão provocando dilatação e estabilização dos músculos da nasofaringe que previnem colapso dinâmico das vias aéreas (FEROAH *et al.*, 2000)

A ação dos músculos constritores dorsais da faringe e do músculo estilofaringeano é responsável pela constrição e dilatação da nasofaringe. O músculo hiofaringeano e os músculos palatofaringeano e pterigofaringeano formam as paredes dorsal e caudolateral da faringe, e sua contração provoca formação de um esfíncter que conduz o bolo alimentar ao esôfago durante a deglutição (VAN der TOUW *et al.*, 1994).

O maior responsável pela dilatação dorsal da nasofaringe é o músculo estilofaringeano, que tem sua origem no aspecto axial da porção distal do osso estilohióide e se estende rostroventralmente até se ramificar entre os músculos pterigofaringeano e palatofaringeano. A contração do músculo estilofaringeano traciona a faringe dorsalmente para receber o bolo alimentar durante a deglutição. Da mesma forma, sua contração durante a respiração puxa a parede da nasofaringe dorsalmente prevenindo colapso dinâmico desta área durante a inspiração. (TESSIER *et al.*, 2004)

4.6. PALATO MOLE

A nasofaringe é demarcada pelo palato mole que divide a faringe nos compartimentos oral e nasal. Como o cavalo é um respirador nasal obrigatório, é extremamente importante que o palato mole permaneça ventralmente em relação à epiglote, exceto durante a deglutição, para permitir respiração nasal (ROBINSON & DUCHARME, 2005).

O palato mole se estende caudalmente desde o palato duro até a base da faringe. Consiste de uma membrana mucosa oral que contém ductos das glândulas palatinas, glândulas palatinas, aponeurose palatina, músculos palatino e palatofaríngeo e a membrana mucosa da nasofaringe. A margem caudal livre do palato mole estende-se dorsalmente, em cada lado da laringe, formando os pilares laterais do palato mole, que se unem para formar o arco palatofaríngeo (SISSON, 1975).

A posição do palato mole é determinada pela atividade coordenada de grupos musculares antagonistas que incluem: elevador palatino, tensor palatino, palatino e palatofaríngeo. O elevador palatino, innervado pelo ramo faríngeo do nervo vago, eleva o palato mole durante a deglutição e a vocalização, e sua ação pode ser vista durante avaliação endoscópica das vias aéreas superiores quando o reflexo de deglutição é induzido. O mesmo ramo do nervo vago innerva o músculo palatino, palatofaríngeo e ramos do grupo constritor dorsal da faringe, e a contração de tais músculos encurta o palato mole e posiciona a laringe e o esôfago na linha da língua. Disfunção dos músculos palatino e palatofaríngeo estão associadas ao deslocamento intermitente dorsal do palato mole e disfagia em eqüinos (ROBINSON & DUCHARME, 2005).

Os músculos hióideos, que são genohióideo, esternohióideo e esternotireóideo, estão associados ao aparato hióideo e afetam a arquitetura nasofaríngea. Sua contração mantém a laringe mais cranial em relação ao osso hióideo, o que determina a estabilidade do palato mole. A disfunção de tais músculos parece ser uma causa de deslocamento intermitente do palato mole (ROBINSON & DUCHARME, 2005).

4.6.1. Deslocamento Dorsal do Palato Mole

O palato mole é um órgão muscular complexo, continuação do palato duro e que forma a divisão entre as porções oral e nasal da faringe (SISSON, 1975). Nos eqüinos, o deslocamento da borda caudal do palato

mole para uma posição sobre a epiglote, chamado de deslocamento dorsal do palato mole (DDPM), não é fisiológico, exceto quando ocorre durante a deglutição, tosse ou quando o animal se afoga. Em todas as outras condições tal deslocamento dorsal é anormal e induz dispnéia. Isto porque o deslocamento produz um estreitamento das vias aéreas superiores causando um *flap* do palato mole, que resulta algumas vezes em asfixia em cavalos de corrida (HODGSON & ROSE, 1994).

O DDPM foi descrito primeiramente em 1949 por Quinlan, um médico veterinário Neozelandês, que mesmo antes da utilização do endoscópio relatou que o palato deslocado obstruía o fluxo de ar durante o exercício (DUCHARME, 2000). É uma condição comum em cavalos de esporte (MORRIS & SEEHERMAN, 1990) e assim como a hemiplegia de laringe, é uma condição causada por disfunção neuromuscular (HOLCOMBE *et al.*, 1998), e que causa ruído respiratório e intolerância ao exercício.

As primeiras suspeitas de que a causa do DDPM seria uma paresia dos músculos palatais não foram confirmadas por exames histopatológicos. A hipótese de que o palato mole seria muito longo em condições anormais fez com que o tratamento passasse a ser feito através da ressecção cirúrgica do bordo caudal do palato mole (estafilectomia), mas o insucesso da cirurgia também fez com que essa hipótese deixasse de ser preconizada (ROBINSON, 1997).

Fatores que facilitam o deslocamento na junção laringo-palatal são: respiração com a boca aberta, que eleva o palato mole; retração caudal da língua, que eleva o palato mole; pressão negativa maior na nasofaringe; epiglote flácida ou hipoplásica; fechamento laringo-palatal insuficiente; aumento da tração caudal da laringe; flexão excessiva da cabeça; falta de tônus faríngeo associado à falta de condicionamento físico (ROBINSON, 1997).

Em 1981, Cook apresentou a “teoria do buraco da base” (“*botton-hole*” theory), que é a que melhor explica os eventos morfológicos associados ao deslocamento. Segundo a teoria, palato mole é uma continuação de tecido mole que inicia no palato duro e termina

caudalmente como uma confluência dos arcos palatofaríngeos que cobrem o orifício esofágico. A borda livre caudal do palato mole juntamente com os arcos palatofaríngeos formam o ostio intrafaríngeo (o “buraco da base”), produzindo uma passagem de ar ao redor das cartilagens aritenóides e epiglótica (a base). Cook (1981) postulou ainda que em pacientes que deslocam dorsalmente o palato durante exercício, a epiglote fica livre no bordo livre do palato mole. Isto altera a passagem normal do ar, permitindo que o palato crie uma obstrução funcional do fluxo de ar.

Para suportar a hipótese de que o DDPM resulta de uma disfunção entre epiglote e palato mole, Tulleners e colaboradores (1990) mostraram a associação entre hipoplasia da epiglote e DDPM. Porém, vários autores não estão certos da contribuição da epiglote para manter o palato mole na posição normal por causa das seguintes observações: muitos cavalos que não apresentam DDPM mostraram ter uma epiglote flácida em repouso, mas com aparência normal durante o exercício; os autores ainda observaram cavalos com epiglote aparentemente normal em repouso e que durante o exercício apresentam flacidez da epiglote e DDPM. Além disso, autores criaram experimentalmente flacidez extrema da epiglote a ponto de permitir sua retroversão durante a inspiração, e o palato manteve-se na posição normal mesmo sem contato com a epiglote. Outro estudo sugere que epiglote flácida ou hipoplásica não afeta o sucesso pós-operatório de cavalos tratados cirurgicamente do DDPM (ROBINSON, 1997).

4.6.2. Diagnóstico do Deslocamento Dorsal do Palato Mole

O diagnóstico das doenças das vias aéreas superiores como causa de baixo rendimento atlético em cavalos tem sido substituído por evidência indireta, incluindo histórico de intolerância ao exercício e avaliação do rendimento atlético com auxílio de endoscopia em repouso e durante exercício em esteira (MORRIS & SEEHERMAN, 1990). São várias as doenças das vias aéreas que alteram o fluxo de ar durante o exercício,

produzindo sons anormais: deslocamento dorsal do palato mole (DDPM), hemiplegia de laringe e envelopamento da epiglote (COUETIL, 2002).

Os animais com DDPM não apresentam anormalidades em repouso. Os sinais clínicos não são progressivos e podem aparecer como intolerância ao exercício, baixo rendimento atlético e produção de ruído expiratório durante o exercício. O ruído é causado pela vibração da borda caudal do palato mole na expiração, e é modificado pelas vias aéreas. As pressões traqueal e faringeana aumentam durante a inspiração e a faringeana diminui na expiração (ROBINSON, 1997).

As vias aéreas superiores são normalmente avaliadas através de palpação, radiografia, ultra-sonografia, sintilografia, e endoscopia. Porém, em muitos casos, normalmente esses métodos, isolados ou associados, não são eficientes para se chegar a um diagnóstico definitivo (MICHELOTTO, 1993).

Muitas vezes, a avaliação em exercício é necessária. Para isso, a videoendoscopia e mensuração do fluxo de ar são os métodos de avaliação mais comuns (LUMSDEM *et al.*, 1994). A desvantagem da videoendoscopia para avaliações durante o exercício é a necessidade de uma esteira de alta performance. Uma esteira de alta performance não está disponível em muitos locais, requer adaptação do animal, e não se equivale à corrida em vários aspectos como velocidade, piso, resistência do vento, peso do jóquei e dos equipamentos, interferência dos equipamentos de monta (DERKSEN e ROBINSON, 2002).

O deslocamento dorsal do palato mole causa um ruído expiratório, enquanto a maioria das alterações respiratórias causa obstrução inspiratória. O som provocado durante a expiração em cavalos com deslocamento do palato mole é gerado pela vibração do palato deslocado e modificado pelas narinas. Porém, alguns estudos em esteira revelaram que nem todos os cavalos que deslocam o palato têm alteração de sons respiratórios associados (PARENTE *et al.*, 2002). Após o deslocamento os cavalos recolocam o palato na sua posição subepiglótica normal através da deglutição (DUGGAN *et al.*, 2002).

Como em repouso o DDPM nem sempre está presente, e como a presença do endoscópio induz o deslocamento, realizam-se alguns testes

para auxiliar o diagnóstico na endoscopia em repouso: indução da deglutição, oclusão das narinas e avaliação da epiglote. São considerados animais positivos para o DDPM aqueles que apresentam intolerância ao exercício associada a um ou mais dos seguintes sinais: ruído expiratório durante exercício, úlceras na epiglote, persistência do deslocamento durante a endoscopia em repouso, deslocamento persistente induzido pela oclusão das narinas, dificuldade de reposicionamento da epiglote após deglutição (ROBINSON, 1997).

É normal a existência de sons respiratórios e estes são produzidos por vibrações das vias aéreas durante a respiração. Tais vibrações ocorrem por complexos mistos de diferença de pressão das válvulas ao longo das vias aéreas e são percebidas pelo ouvido quando o som atinge a frequência audível 20 a 20.000 Hz (COUETIL, 2002).

A análise do som já foi considerada uma técnica vantajosa e fácil de detectar e reconhecer anormalidades das vias aéreas superiores em equinos durante o exercício (LEKEUX & ART, 1994). Derksen e colaboradores (2001) utilizaram microfones na narina para identificar sons de cavalos normais e com deslocamento de palato e hemiplegia de laringe induzidos com bloqueio anestésico. Com tal experimento definiram sons padrões únicos para estas anormalidades das vias aéreas. Outros estudos utilizaram microfones colocados nas máscaras de cavalos com anormalidades das vias aéreas quando submetidos à esteira de alta velocidade (CABLE *et al.*, 2002), assim como utilizaram dois microfones, sendo este próximo à esteira de alta velocidade (DERKSEN *et al.*, 2001) e a 10 cm das narinas (MORRIS & SEEHERMAN, 1990), ou ainda utilizando microfone em 100 cavalos em esteira sendo colocado a 20 cm da narina (KANNEGIETER & DORE, 1995). Entretanto, nestes estudos não houve uma localização padrão para o microfone. O que houve foi concordância no que diz respeito à necessidade dos animais estarem em exercício intenso para a análise do som, ou seja, alta velocidade e frequência cardíaca próxima da máxima.

Muitos estudos sobre sons respiratórios têm sido realizados em seres humanos e outros modelos animais, como no cavalo e concluem

que as propriedades acústicas do trato respiratório eqüino são similares para outros mamíferos (COUETIL, 2002).

4.6.3. Tratamento do Deslocamento Dorsal do Palato Mole

4.6.3.1 Conservativo

O tratamento conservativo do deslocamento dorsal do palato mole deve ser baseado no controle dos fatores envolvidos com a alteração. Condicionamento físico deve ser avaliado, já que a fadiga é um dos fatores envolvidos. Devem ser também corrigidas alterações dentárias e de embocadura, bem como posição da cabeça durante o exercício, que possam estar causando tração caudal da língua. Uma vez eliminadas tais causas, o mais efetivo método de controle do deslocamento do palato se faz por amarração da língua através de uma faixa amarrada no *frenulum* lingual e presa no aspecto rostral do espaço interdental (ROBINSON, 1997).

4.6.3.2. Cirúrgico

São várias as técnicas propostas, entre as quais pode-se citar a estafilectomia (ressecção da borda caudal do palato mole) e a palatofringoplastia. Porém, entre várias já utilizadas a que tem se mostrado mais efetiva é uma combinação de ressecção cirúrgica da borda caudal do palato mole e do músculo esternotireoideo, proposta por Lewellyn. Sob anestesia geral, faz-se uma incisão ventral 5 cm maior para caudal que a descrita para laringotomia. Após dissecção do tecido subcutâneo e entre os músculos esternohioideos, expõe-se lateralmente a borda lateral da cartilagem tireóide. O tendão de inserção do músculo esternotireoideo à cartilagem tireóide é então identificado e seccionado. Pode-se ou não remover parte do músculo e seu tendão. Posteriormente é então realizada a ressecção da borda caudal do palato mole (ANDERSON *et al.*, 1995).

4.7. AVALIAÇÃO CARDIOVASCULAR E METABÓLICA DO CAVALO ATLETA DURANTE O EXERCÍCIO

O condicionamento físico e a capacidade de desempenho são importantes nos diversos esportes eqüestres, embora haja dificuldade em avaliá-los de forma objetiva e confiável (OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN & CLAYTON, 1999). As avaliações de desempenho podem ser realizadas em laboratório equipado com esteira de alta velocidade ou a campo pelo controle da velocidade por meio de cronômetros (COUROUCÉ, 1999; MARLIN & NANKERVIS, 2002) e envolvem a avaliação das relações entre a velocidade do animal e a frequência cardíaca, a velocidade e o lactato sangüíneo, hemograma (pré e pós-exercício) e consumo de oxigênio em cavalos puro-sangue-ingles (HARKINS *et al.*, 1993).

O lactato é produzido no músculo em atividade durante todas as intensidades de exercício (MAUGHAN *et al.*, 2000). A taxa de aumento do lactato sangüíneo pode ser utilizada como indicador das capacidades cardiovascular e metabólica (ROSE & HODGSON, 1994; MAUGHAN *et al.*, 2000). O ponto de acúmulo de lactato ou a velocidade em que o valor de lactato é igual 4mmol/l (V_{La4}) é o mais confiável indicador bioquímico sobre o grau de condicionamento atlético (ROSE & HODGSON, 1994). As mensurações desta variável podem ser obtidas tanto no sangue total como no plasma. Devido à pequena informação fornecida em velocidades menores, recomenda-se que as amostras para determinação do lactato sejam colhidas a partir de 6 m/s ou mais na espécie eqüina (ROSE & HODGSON, 1994).

A frequência cardíaca (FC) é um dos testes mais simples de se realizar durante o exercício, fornecendo índice indireto de capacidade e função cardiovasculares. Em geral, há aumento linear na FC que acompanha o aumento da velocidade do exercício até o ponto em que a FC máxima é obtida – FC_{max} (MARLIN & NANKERVIS, 2002). A FC_{max} é uma determinação individual e altamente repetitiva em eqüinos a cada nova avaliação de performance, porém quando avaliada isoladamente, não é parâmetro importante de condicionamento atlético por não ser

afetada pelo treinamento (EVANS & ROSE, 1988). Persson (1983) sugeriu que um ponto de referência útil para comparar a capacidade cardiovascular é a velocidade da esteira na qual a FC do animal é igual a 200 batimentos por minuto (V_{200}). Numa FC de 200 bpm, a maioria dos cavalos está próximo ao ponto de acúmulo de lactato ou limiar anaeróbico. Cavalos puro-sangue-ingles de melhor desempenho têm demonstrado valores de V_{200} entre 8,0 e 9,0 m/s nos testes em esteira (ROSE & HODGSON, 1994). No entanto, segundo Rose & Evans (1987), numa FC de 200 bpm, animais com diferentes valores de FC_{\max} são submetidos a graus diversos de intensidade de esforço físico. A $V_{FC_{\max}}$ pode variar de acordo com o condicionamento do atleta e quanto mais alta esta velocidade, melhor o condicionamento (EVANS, 1994). A desvantagem da $V_{FC_{\max}}$ é que ao contrário da determinação do V_{200} , o teste de exercício deve envolver exercícios acima da velocidade máxima do indivíduo para que o platô de FC seja identificado, enquanto que as determinações da V_{200} requerem somente quatro velocidades de exercício submáximo, com a máxima intensidade sendo equivalente a 3/4 da velocidade em pista (EVANS & ROSE, 1988; MARLIN & NANKERVIS, 2002).

Em estudo realizado a campo no Jockey Clube do Tarumã, Paraná, Garotti e colaboradores (2006) concluíram que o método de avaliação performance em cavalos PSI por meio do teste de velocidade escalonada a campo com uso do GPS é eficiente na investigação do V_{200} e do V_{La4} .

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Jockey Clube do Paraná, hipódromo do Tarumã, em Curitiba, Paraná (FIGURA 1), com cavalos da raça Puro Sangue Inglês, machos e fêmeas, com 4 anos de idade, saudáveis, em treinamento e campanha, pesando entre 420 e 540 kg.

Os animais passaram primeiramente por exame clínico completo, hemograma e coproparasitológico, além de exame endoscópico em repouso, para que fosse possível excluir outras anormalidades não

relacionadas ao estudo e para que pudessem ser divididos em dois grupos experimentais iniciais (Gli e Glli).

O grupo 1 inicial (Gli) foi composto por 10 animais clinicamente sadios e que não mostraram evidência de deslocamento dorsal do palato mole na endoscopia em repouso e na anamnese.

O grupo 2 inicial (Glli) foi formado por 10 animais clinicamente sadios que apresentaram no exame endoscópico sinais de DDPM. Os sinais endoscópicos utilizados para classificação foram os preconizados por Robinson (1997): persistência do deslocamento após a passagem do endoscópio, deslocamento do palato após oclusão das narinas, persistência do deslocamento após deglutição, alterações do bordo dorsal do palato ou da epiglote. Foram considerados positivos os animais que apresentaram pelo menos duas destas observações, além de falha no rendimento atlético não relacionada a outras alterações clínicas ou presença de ruído expiratório durante o exercício, e ainda que, após tratamento conservativo (amarração da língua) passaram a ter melhor rendimento (média de velocidade nos últimos 300 m) em treinamentos de velocidade máxima.

Os animais do Gli e do Glli passaram então pelos testes de avaliação cardiovascular (V_{200}) e metabólica (V_{La4}) na pista principal de corridas do Hipódromo do Tarumã através de teste de velocidade escalonada utilizando frequencímetro e GPS para que, posteriormente, pudessem ser padronizados os momentos das gravações a serem analisados. Tal padronização leva em conta velocidade, frequência cardíaca e acúmulo de lactato. Este último item é importante porque determina que os animais entraram na fase anaeróbica, momento em que o palato potencialmente desloca-se. A dosagem de lactato foi feita com lactímetro Accusport (typ 1488767) da Boehringer Mannheim (FIGURA 2). O lactato foi mensurado pelo lactímetro portátil a partir de amostras de sangue total colhidas da veia jugular com uso de agulha hipodérmica 21G e seringa de 3 ml ao final de cada etapa. Os resultados obtidos ao final de cada etapa foram relacionados à velocidade média marcada pelo relógio do GPS acionado pelo jóquei a cada largada e chegada para o cálculo da V_{La4} (velocidade em m/s em que o lactato sanguíneo é igual a 4 mmol/l)

por meio de regressão polinomial. O número de etapas para cada animal foi adaptado ao condicionamento individual, dependendo dos valores de lactato encontrados ao final de cada percurso a galope, até que se chegasse ao valor de 4 mmol/l na mesma velocidade em 5 cavalos de cada grupo.

Os registros de frequências cardíacas foram obtidos por freqüencímetro Polar S610i através de transmissores Polar Equine Transmitter (FIGURA 2). Os registros das frequências cardíacas, velocidade de galope e dosagem de lactato no decorrer do tempo foram utilizados para os cálculos da V_{200} e da V_{La4} .

O aquecimento foi composto por 3 minutos de trote a 4 m/s e as etapas de cada avaliação foram compostas por quatro velocidades crescentes de galope. Como o GPS marca a velocidade real em km/h, as velocidades crescentes propostas no teste foram padronizadas em 30, 35, 40 e 45 km/h, que equivalem respectivamente a 8,3, 9,7, 11,1 e 12,5 m/s. Esta padronização proporcionou maior facilidade de controle da velocidade média em tempo real, além de permitir comparação com resultados obtidos por Angeli e colaboradores (2006) que utilizou em seu estudo para avaliar efeitos da acupuntura na performance de cavalos PSI protocolo semelhante.

Após realização dos testes cardiovascular e metabólico, permaneceram no experimento os animais que se enquadraram dentro das médias desejadas para os testes, para que fosse garantida homogeneidade dos grupos experimentais. Tais animais formaram então os grupos experimentais I e II definitivos (GI e GII), compostos respectivamente por 5 animais sem evidências de DDPM e 5 animais com diagnóstico clínico de DDPM, todos com V_{200} e V_{La4} estatisticamente semelhantes. Para avaliar se as alterações sonoras encontradas no GII (animais com diagnóstico clínico do DDPM) foram realmente relativas ao DDPM durante o exercício, 3 animais do GII foram novamente gravados na mesma velocidade, mas desta vez com a língua amarrada (tratamento não cirúrgico para o DDPM), criando assim um modelo através do qual cada um dos animais pode ser utilizado como seu próprio controle.

Para a captação dos sons foi utilizado um microfone de lapela com cabo flexível longo protegido por uma sonda também flexível de silicone (FIGURA 3) posicionado na entrada da nasofaringe, numa posição cranial àquela na qual o endoscópio induzia o deslocamento durante a endoscopia em repouso (FIGURA 4). Na extremidade oposta ao microfone, a sonda foi fixada externamente ao cabresto de cada animal com fitas adesivas (FIGURAS 5 e 6). Para gravação dos sons o cabo do microfone foi então ligado a um gravador digital Panasonic RR-US 395 (FIGURA 3) carregado pelo jóquei em uma bolsa presa à cintura. Concomitantemente foram monitoradas as frequências cardíacas e os valores de lactato para determinar se a presença da sonda com o microfone poderia provocar alterações nos padrões de cada animal (FIGURA 6). Todas as variáveis avaliadas nos testes cardiovascular e metabólico foram novamente testadas durante as gravações para avaliar a influência da presença da sonda que conduzia e protegia o microfone. Para avaliar as alterações na mucosa provocadas pela presença de sonda, alguns animais passaram por novo exame endoscópico após a gravação.

Os sons gravados no microfone foram então transferidos para o computador através do programa Voice Editing Ver. 1.0. Através do programa Sound Forge 9.0 e ver. 1.0 (Sony Self-Extracting Packager – Sony Creative Software Inc.) foram recortados ciclos ventilatórios referentes aos tempos em que os animais atingiram V_{200} e V_{La4} , e tais trechos gravados passaram, então, por análise espectral computadorizada através dos programas Spectrogram ver. 1.14 (by Visualization Software LLC) e SpectraPlus FFT Spectral Analysis System ver. 5.0.25.9 (by Pioneer Hill Software). Foram analisados: picos de frequências inspiratórias e expiratórias (Hz) e o nível dos espectros (dB).

FIGURA 1: PISTA DE CORRIDA DO HIPÓDROMO DO TARUMÃ, CURITIBA, PR



Fonte: arquivo pessoal

FIGURA 2: FREQUÊNCÍMETRO E LACTÍMETRO UTILIZADOS PARA TESTES METABÓLICOS NOS CAVALOS



Fonte: arquivo pessoal

FIGURA 3: MICROFONE PROTEGIDO PELA SONDA DE SILICONE E GRAVADOR UTILIZADOS PARA GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS DE CAVALOS DURANTE EXERCÍCIO



Fonte: arquivo pessoal

FIGURA 4: COLOCAÇÃO DO MICROFONE PROTEGIDO POR SONDA DE SILICONE NUM CAVALO COM CONTENÇÃO FÍSICA ATRAVÉS DE CACHIMBO



Fonte: arquivo pessoal

FIGURA 5: FIXAÇÃO EXTERNA DA Sonda COM O MICROFONE NUM CAVALO PRONTO PARA GRAVAÇÃO DOS SONS REPIRATÓRIOS DURANTE EXERCÍCIO



Fonte: arquivo pessoal

FIGURA 6: FIXAÇÃO EXTERNA DA Sonda COM O MICROFONE NUM CAVALO PRONTO PARA GRAVAÇÃO DOS SONS REPIRATÓRIOS DURANTE EXERCÍCIO



Fonte: arquivo pessoal

FIGURA 7: ANIMAL PRONTO PARA O EXERCÍCIO – MICROFONE, GRAVADOR E FREQUÊNCÍMETRO



Fonte: arquivo pessoal

FIGURA 8: ANIMAL RETORNANDO DO EXERCÍCIO APÓS GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS



Fonte: arquivo pessoal

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizada para a análise estatística a regressão linear para relacionar a FC com a velocidade e a regressão polinomial para relacionar o lactato com a velocidade. Através da equação representativa de cada animal para ambas as regressões foram calculados os valores de V_{200} e V_{La4} .

Para tratamento estatístico dos dados, uma vez que todas as variáveis consideradas apresentaram variação contínua, procedeu-se a análise de variância das médias (ANOVA) considerando delineamento inteiramente ao acaso. Em todos os casos, as análises foram complementadas com Teste t pareado para diferenças entre os grupos avaliados sem e com a sonda.

Os sons foram analisados de forma cega e os parâmetros numéricos foram comparados (médias e desvios padrões) pelo Teste t.

7. RESULTADOS

7.1. Teste a campo

Tanto durante o teste metabólico quanto durante as gravações nenhum dos animais mostrou sinais de desconforto. Para a passagem da sonda com o microfone, e somente durante a passagem, optou-se por contenção física através de cachimbo em todos os animais para segurança dos mesmos (para que movimentos bruscos de cabeça não induzissem a sonda a causar lesões na mucosa nasal), além da segurança das pessoas envolvidas no procedimento e dos equipamentos (FIGURA 4).

Nenhum dos animais mostrou sinais de desconforto após a fixação da sonda, nem durante o exercício (conforme relatado pelos jóqueis).

Não houve sangramento provocado pela sonda nem durante e nem após o exercício em nenhum dos animais do experimento. O exame endoscópico realizado após as gravações em 5 dos 10 animais revelou leve hiperemia no local onde ficou a extremidade da sonda.

7.2. Avaliação cardiovascular e metabólica

Todos os cavalos utilizados (GI e GII) atingiram limiar anaeróbico – ponto de acúmulo do lactato ou VLa4 – na terceira etapa da avaliação cardiovascular e metabólica (velocidade de 11,1 m/s), e os valores de lactato mostraram relação diretamente proporcional à velocidade.

Por segurança, as velocidades em cada etapa foram marcadas pelo GPS do jóquei e pelo treinador responsável por cada animal através de um cronômetro, fora da pista. Não houve diferença estatística entre tais tempos.

TABELA 1: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DA VELOCIDADE MÉDIA (m/s) EM CADA ETAPA DE VELOCIDADE DO TESTE METABÓLICO REALIZADO COM CAVALOS DE CORRIDA – CURITIBA - PR

	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4
Número de animais	10	10	10	10
Média (m/s)	7,1	8,4	9,8	11,1
Desvio padrão	0,6	0,5	0,7	0,4

Etapa 1: 6,9 m/s; etapa 2: 8,3 m/s; etapa 3: 11,1 m/s; etapa 4: 12,5 m/s
As médias não diferem significativamente ($p < 0,05$)

TABELA 2: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES DO GRAU DE AJUSTAMENTO (r^2) DA REGRESSÃO POLINOMIAL PARA O CÁLCULO DO VLa4 NAS AVALIAÇÕES METABÓLICAS DOS CAVALOS SEM E COM A SONDA (MICROFONE) PARA GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS

	SEM MICROFONE	COM MICROFONE
Média	0,9974	0,9984
Desvio padrão	0,0032	0,0039

As médias não diferem significativamente ($p < 0,05$)

TABELA 3: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES DE VLa4 (m/s) NAS ETAPAS DO TESTE DE VELOCIDADE DO TESTE METABÓLICO REALIZADO COM OS CAVALOS SEM E COM A SONDA (MICROFONE) PARA GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS

	SEM MICROFONE	COM MICROFONE
Média (m/s)	10,4	10,6
Desvio padrão	0,8	0,7

As médias não diferem significativamente ($p < 0,05$)

TABELA 4: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES DO GRAU DE AJUSTAMENTO (r^2) DA REGRESSÃO POLINOMIAL UTILIZADA PARA CÁLCULO DO V_{200} NAS AVALIAÇÕES CARDIOVASCULARES DOS CAVALOS SEM E COM A SONDA (MICROFONE) PARA GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS

	SEM MICROFONE	COM MICROFONE
Média	0,9790	0,9801
Desvio padrão	0,0214	0,310

As médias não diferem significativamente ($p < 0,05$)

TABELA 5: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES DE V_{200} (m/s) OBTIDOS NO TESTE CARDIOVASCULAR REALIZADO COM OS CAVALOS SEM E COM A SONDA (MICROFONE) PARA GRAVAÇÃO DOS SONS RESPIRATÓRIOS

	SEM MICROFONE	COM MICROFONE
Média (m/s)	10,7	10,8
Desvio padrão	1,2	0,8

As médias não diferem significativamente ($p < 0,05$)

Não houve diferença estatística entre os valores do grau de ajustamento (r^2) da regressão polinomial usada para o cálculo da V_{La4} em cada avaliação metabólica dos animais entre os grupos, e nem entre os grupos sem e com a sonda. Também não houve diferença estatística significativa entre os valores do grau de ajustamento (r^2) da regressão linear para cálculo do V_{200} entre os animais sem e com a sonda.

Os valores absolutos de lactato após cada etapa do teste metabólico foram semelhantes dentro e entre os grupos. No GII os valores de lactato ao final da velocidade de 12,5 m/s foram superiores ao do GI na mesma etapa, mas tal diferença não foi estatisticamente significativa.

Não houve diferenças estatísticas significativas para os valores absolutos de lactato e frequência cardíaca, e conseqüentemente para os valores de V_{200} e V_{La4} calculados, entre os animais do G II sem e com a língua amarrada (três animais).

7.3. Análise dos sons

A análise dos sons foi feita subjetivamente de forma cega (o analisador não sabia a que grupo cada animal pertencia) e objetivamente (análise espectral propriamente dita) através de programas específicos de

forma computadorizada. Para a análise objetiva foram utilizados os programas Spectrogram e SpectraPlus já descritos no capítulo material e métodos.

Foram analisados períodos ventilatórios completos referentes ao tempo em que os animais trabalharam a 11,1 m/s de todos os animais.

Após determinação dos tempos das gravações a serem analisados, os períodos ventilatórios recortados através do programa Sound Forge foram então transformados em gráficos pelo programa Spectraplus (FIGURAS 9 a 17) para análise espectral computadorizada. As análises levaram em conta períodos ventilatórios e ciclos respiratórios.

A análise do período respiratório mostrou diferenças morfológicas entre os grupos. Nos animais normais (G I), os ciclos se mostraram regulares e com visível diferença entre inspiração, mais curta, e expiração, mais longa (FIGURA 9). Já nos animais com deslocamento normal do palato mole, tanto não tratados (G II) (FIGURA 10) quanto tratados (G II com a língua amarrada) (FIGURA 11) os ciclos também foram regulares, porém com diferenças menos visíveis entre inspiração e expiração, além de manutenção de frequências mais altas durante todo o período. Tais diferenças podem ser determinadas visualmente, apesar de não haverem diferenças estatísticas entre os tempos de inspiração e expiração entre os grupos.

FIGURA 9: ESPECTRO DO SOM RESPIRATÓRIO DE UM CAVALO NORMAL (G I) REFERENTE A UM PERÍODO VENTILATÓRIO (COMPOSTO POR 4 CICLOS RESPIRATÓRIOS) OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS

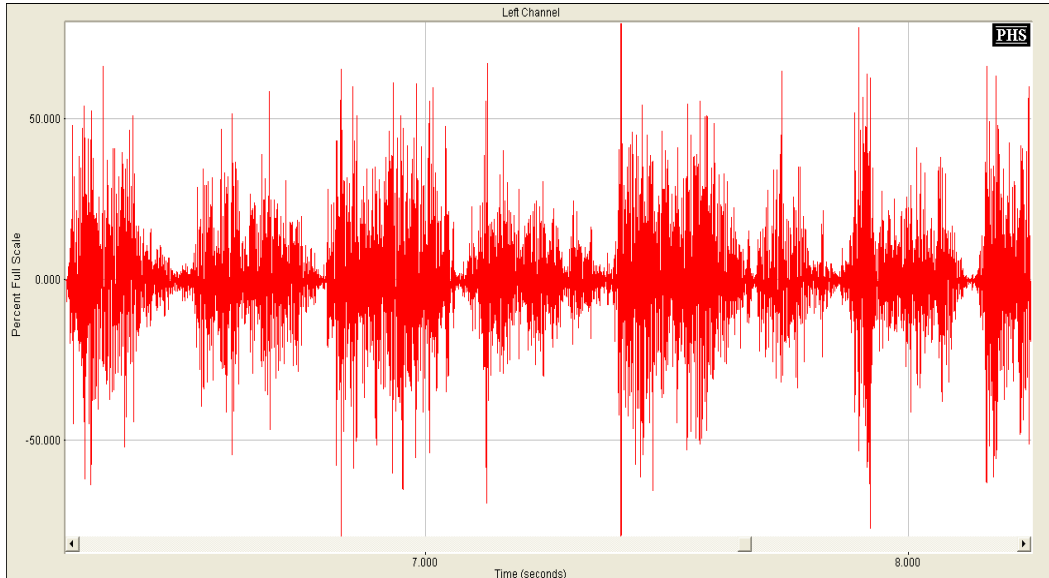


FIGURA 10: ESPECTRO DO SOM RESPIRATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM (G II) REFERENTE A UM PERÍODO VENTILATÓRIO (COMPOSTO POR 4 CICLOS RESPIRATÓRIOS) OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS

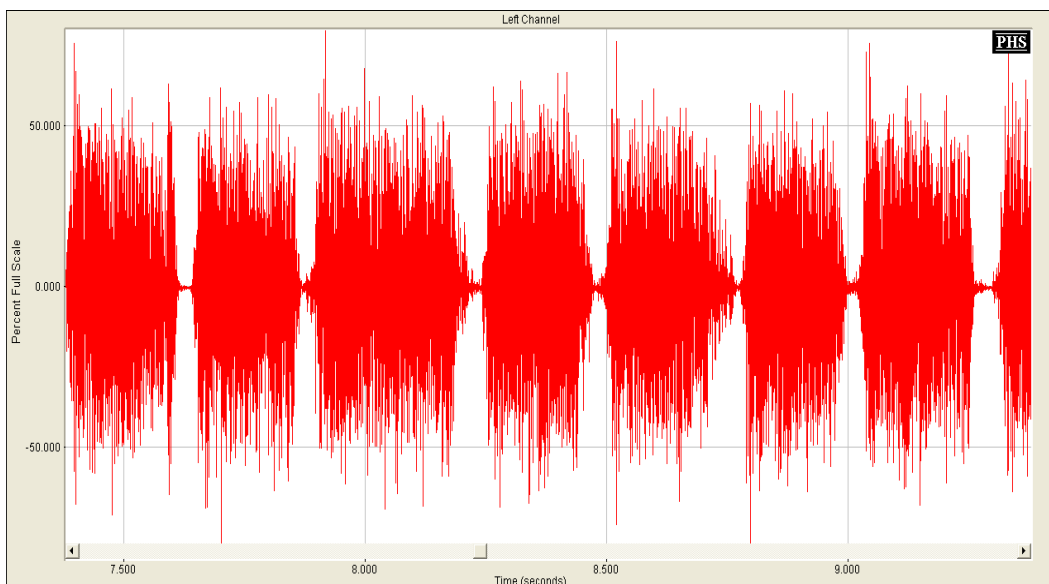
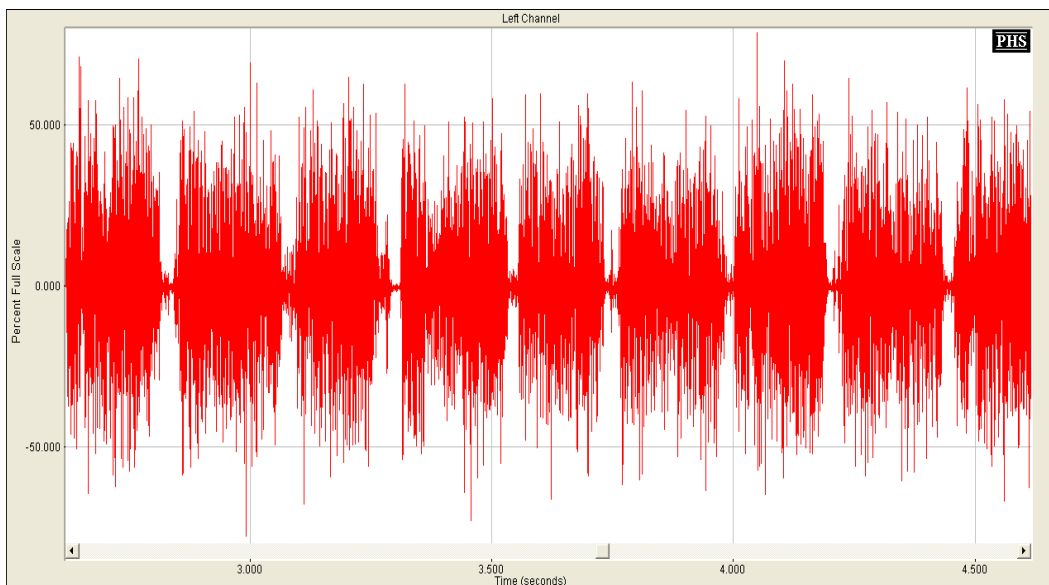


FIGURA 11: ESPECTRO DO SOM RESPIRATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM COM A LÍNGUA AMARRADA (G II TRATADO) REFERENTE A UM PERÍODO VENTILATÓRIO (COMPOSTO POR 4 CICLOS RESPIRATÓRIOS) OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS



Para avaliação subjetiva os espectros sonoros ganharam representação gráfica através de cores (FIGURA 12, FIGURA 13 e FIGURA 14) e foram divididos pelo examinador em ciclos regulares e ciclos irregulares. Os ciclos dos animais do G I (FIGURA 12) e do G II com a língua amarrada (FIGURA 14) foram regulares enquanto que os do G II (FIGURA 13) foram irregulares.

FIGURA 12: GRÁFICO EM CORES DO SOM RESPIATÓRIO CORRESPONDENTE A 3 SEGUNDOS DO CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO NORMAL (G I), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS

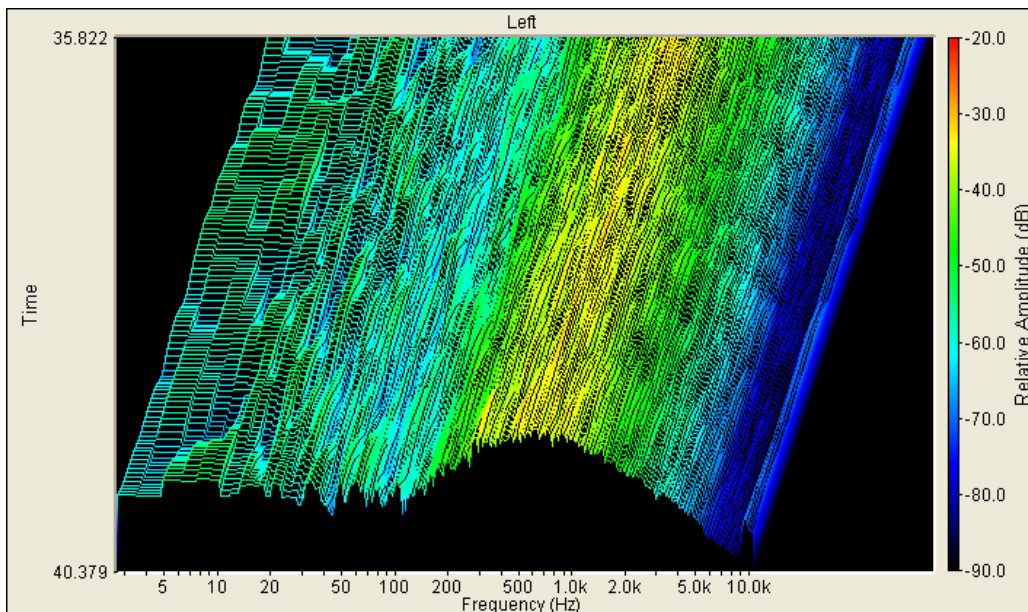


FIGURA 13: GRÁFICO EM CORES DO SOM RESPIATÓRIO CORRESPONDENTE A 3 SEGUNDOS DO CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO PARA DDPM (G II), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS

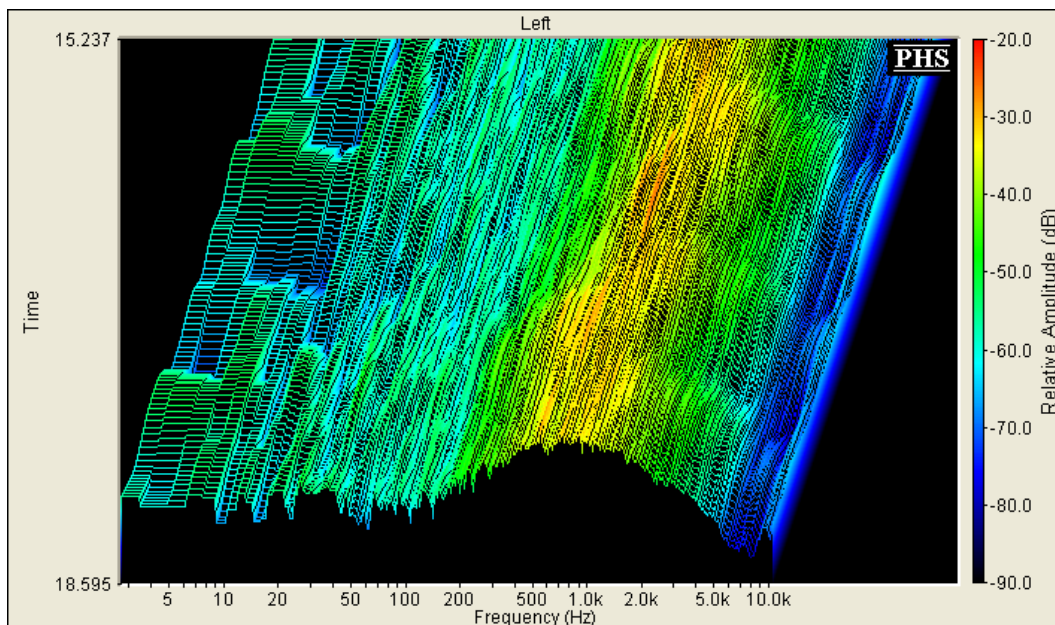
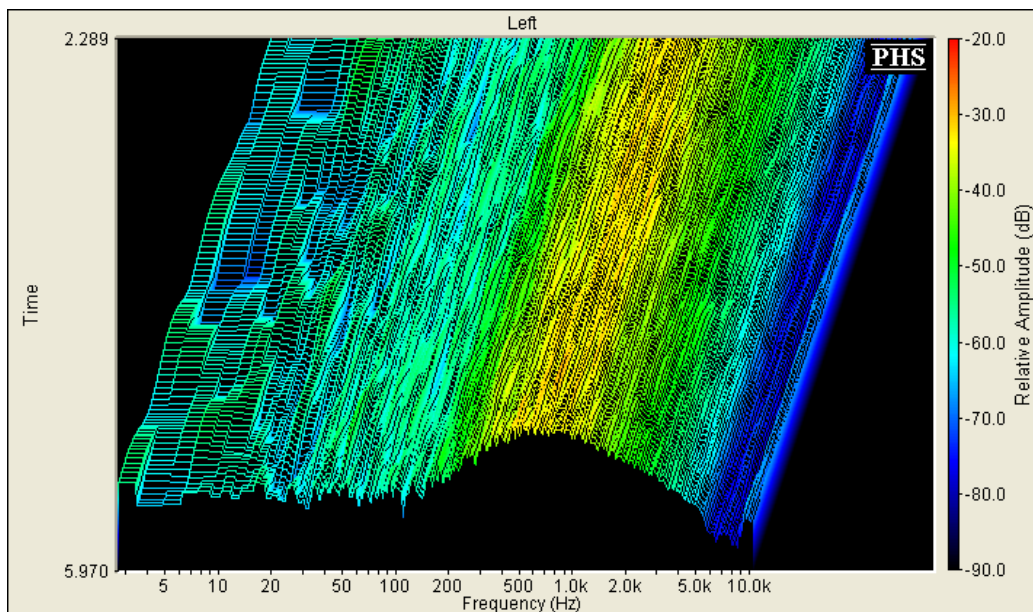


FIGURA 14: GRÁFICO EM CORES DO SOM RESPIATÓRIO CORRESPONDENTE A 3 SEGUNDOS DO CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO PARA DDPM COM A LÍNGUA AMARRADA (G II TRATADO), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS



Na avaliação objetiva, os gráficos numéricos determinaram os valores para picos de frequência, nível dos espectros, potência real do som e nível de pressão sonora de cada ciclo ventilatório (uma inspiração e uma expiração) para cada animal de cada um dos grupos, bem como a média de todo um período de cada animal, através dos programas Spectraplus e Spectrogram. Em ambos os programas não houve diferença significativa para os valores da potência real do som (potência total em RMS) e do nível de pressão sonora (SPL) entre os grupos, ficando tais valores em 75 ± 3 dB para potência total e -12 ± 2 dB para o nível de pressão sonora.

As frequências ficaram ao redor de 600 Hz nos animais do G I (FIGURA 15), ao redor de 1000 Hz nos animais do G II (FIGURA 16) e de 700 Hz nos animais do G II com a língua amarrada (FIGURA 17).

FIGURA 15: GRÁFICO DO SOM RESPIRATÓRIO CORRESPONDENTE A UM CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO NORMAL (G I), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS

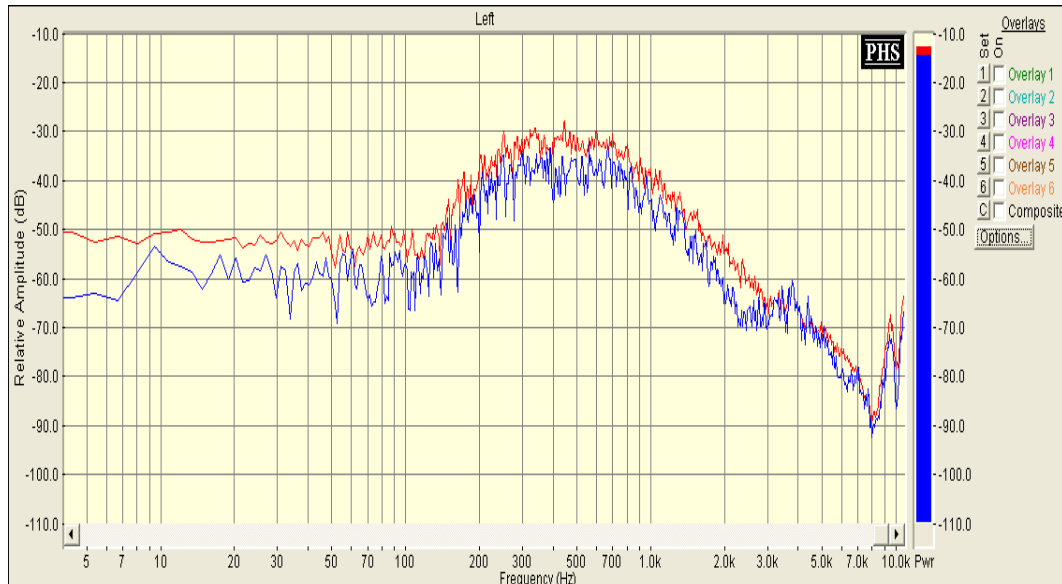


FIGURA 16: GRÁFICO DO SOM RESPIRATÓRIO CORRESPONDENTE A UM CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM (G II), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS

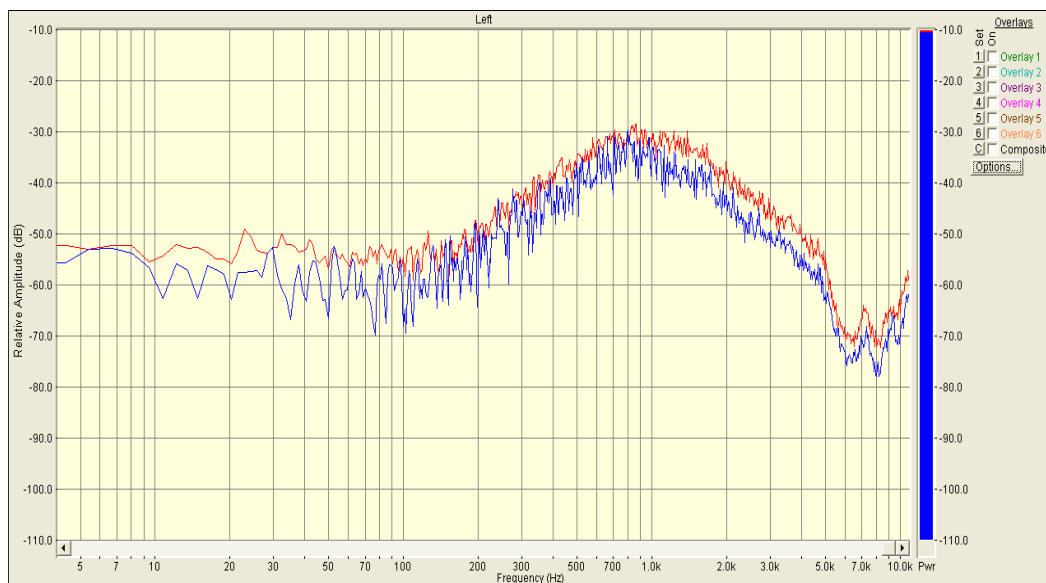
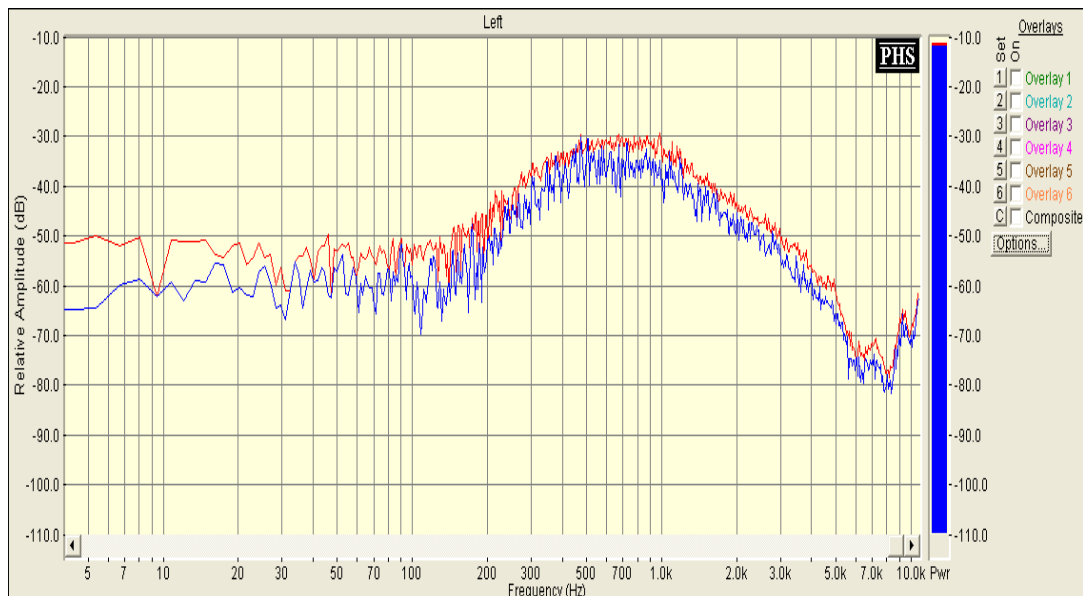


FIGURA 17: GRÁFICO DO SOM RESPIRATÓRIO CORRESPONDENTE A UM CICLO VENTILATÓRIO DE UM CAVALO COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM COM A LÍNGUA AMARRADA (G II TRATADO), OBTIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRA PLUS



Em ambos os programas não houve diferença estatística entre G I e G II com a língua amarrada e entre o GII e o GII com a língua amarrada. Porém, houve diferença estatisticamente significativa entre GI e GII ($p < 0,05$) em ambos os programas. Também não houve diferença estatística para os valores encontrados entre os programas dentro dos mesmos grupos.

Os valores médios de frequência e nível dos espectros para os grupos analisados através do programa Spectraplus e Spectrogram estão nas tabelas 6 e 7 respectivamente.

TABELA 6: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES PARA PICOS MÉDIOS DE FREQUÊNCIA (Hz) E DO NÍVEL DOS ESPECTROS (Db) DOS SONS RESPIRATÓRIOS DE CAVALOS NORMAIS (G I), COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM (G II) E COM DDPM COM LÍNGUA AMARRADA (GII tratado) OBTIDOS POR ANÁLISE ESPECTRAL ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTRAPLUS

	NORMAL	DDPM	DDPM TT
Pico Freq (Hz)	593 ± 19	953 ± 18	740 ± 31
Nível Espect (dB)	- 31	- 32	-30

As médias não diferem significativamente ($p < 0,05$)

TABELA 7: MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES PARA PICOS MÉDIOS DE FREQUÊNCIA (Hz) E DO NÍVEL DOS ESPECTROS (Db) DOS SONS RESPIRATÓRIOS DE CAVALOS NORMAIS (G I), COM DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE DDPM (G II) E COM DDPM COM LÍNGUA AMARRADA (GII tratado) OBTIDOS POR ANÁLISE ESPECTRAL ATRAVÉS DO PROGRAMA SPECTROGRAM

	G I	G II	G II tratado
Pico Freq (Hz)	598 ± 18	1329 ± 22	685 ± 24
Nível Espect (dB)	- 38	- 34	-39

As médias não diferem significativamente ($p < 0,05$)

8. DISCUSSÃO

8.1. Teste a campo

A maneira mais simples para avaliar o desempenho de cavalos de corrida é a determinação do tempo que o animal leva para percorrer determinada distância (ROSE & HODGSON, 1994; MARLIN & NANKERVIS, 2002), sendo que a velocidade é a variável chave na avaliação a campo (COUROUCÉ, 1999). Os protocolos de avaliação a campo incluem aumentos graduais da velocidade com amostras de sangue colhidas em cada intervalo, picos de exercícios submáximos ou pico único de exercício máximo. Porém, a padronização da velocidade, da distância e das influências externas (peso e habilidade do jóquei) durante avaliações de desempenho limitam o uso dos testes a campo. O sistema de posicionamento global (GPS) possibilita a realização destes testes, por sua capacidade relativamente precisa em medir a velocidade e a distância percorrida pelo atleta (LARSSON, 2003). As necessidades básicas de todas as formas de teste são a padronização e a reprodutibilidade que são mais facilmente encontradas nos testes em esteira do que a campo. Entretanto, existem diferenças significativas entre a pista e a esteira que não estão somente na carga imposta ao atleta, mas também nas variáveis biomecânicas da locomoção, que tornam o teste a campo desejável e necessário em determinadas situações (OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN & CLAYTON, 1999).

Além disso, como a presença do endoscópio induz o deslocamento do palato (ROBINSON, 1997) e como nem todos os animais se adaptam ao exercício em esteira (além de tais equipamentos não estarem disponíveis em todos os centros de treinamento), a videoendoscopia durante o exercício em esteira, considerada teste-ouro para diagnóstico do DDPM, tem resultados que podem ser muito diferentes do que ocorre em condições de pista.

Assim sendo, visto que as condições de esteira são diferentes das condições a campo, os testes a campo são de suma importância para o entendimento e avaliação real de várias alterações que ocorrem durante o exercício, como é o caso do DDPM. Como os animais não mostraram desconforto com a presença da sonda e como a mesma não provocou lesões nas mucosas envolvidas, o método utilizado se mostrou seguro.

8.2. Avaliação cardiovascular e respiratória

Assim como Schutz & Cambaz (1997) e Angeli e colaboradores (2006) houve correlação significativa nas velocidades marcadas entre o GPS e o cronômetro do examinador que acompanhou o teste. Larsson & Henriksson-larsen (2001) concluíram em seu estudo que o GPS detalha a velocidade e o posicionamento de atletas humanos em competições para determinar momentos de determinações de variáveis fisiológicas mensuradas com aparelhos portáteis durante as provas a campo, e tais dados tiveram correlação satisfatória com as velocidades e distâncias marcadas pelo aparelho. Da mesma forma, Angeli e colaboradores (2006) e Garotti e colaboradores (2006) também observaram tais correlações em estudo com cavalos de corrida, na mesma pista e em condições parecidas com as utilizadas neste estudo, o que permitiu obtenção de dados para comparação.

Com relação à técnica utilizada para dosagem do lactato, Evans & Golland (1996) compararam a correlação entre os valores de lactato sangüíneo e plasmático mensurados com lactímetro portátil e técnica laboratorial específica em cavalos da raça puro-sangue-inglês e o equipamento portátil mostrou-se confiável. Na prática, este equipamento

mostrou-se bastante adequado por permitir a determinação dos valores de lactato no momento imediato após cada etapa do exercício, o que foi fundamental para o cálculo da V_{La4} para determinar os momentos das gravações a serem analisados. Apesar de não ter sido realizado também em condições laboratoriais, os resultados das avaliações do lactato dos mesmos animais com e sem a sonda foram semelhantes, o que determina objetivamente a segurança da técnica utilizada. Os valores de lactato obtidos nas diferentes velocidades foram semelhantes aos encontrados por Angeli e colaboradores (2006) sob as mesmas condições de pista e equipamentos.

Como descrito nos resultados, para todos os animais foi necessário chegar à terceira etapa para o cálculo do V_{La4} . Estes achados corroboram os descritos na literatura (ROSE & HODGSON, 1994), sendo que para estes autores são necessárias no mínimo três e no máximo cinco etapas de velocidade crescente para possibilitar a formação do gráfico da curva de regressão para o cálculo do V_{La4} . As médias do V_{La4} para os cavalos utilizados neste estudo variaram entre 10,4 e 10,6 m/s, valores semelhantes aos encontrados por Angeli e colaboradores (2006) em seu estudo, que foram de 9,76 e 10,8 m/s. Porém, testes em esteira com cavalos da raça Puro Sangue Inglês bem condicionados mostraram valores de V_{La4} entre 8 e 9 m/s (ROSE & HODGSON, 1994). Esta diferença se deve provavelmente ao tempo mais prolongado até a colheita das amostras de sangue após cada etapa de velocidade no teste a campo (colheita só é possível após a parada do animal) quando comparado com os tempos de colheita na esteira (amostras obtidas com o animal em movimento e após 15 segundos do início de cada etapa (ROSE & HODGSON, 1994)). As médias do grau de ajustamento da equação polinomial para o cálculo da V_{La4} mostraram alta correlação entre as velocidades e os valores de lactato sangüíneo. Portanto, o teste a campo pôde ser utilizado para obtenção desta variável, assim como demonstrado por Couroucé e colaboradores (1997). Como observado no presente estudo e também por Couroucé e colaboradores. (2002), a utilização do V_{La4} e da V_{200} foi índice bastante objetivo para análise do

condicionamento quando obtido nas condições de campo na pista de corrida.

As diferenças encontradas nos valores absolutos do lactato ao final da etapa de velocidade 12,5 m/s entre os animais com e sem evidências do DDPM pode ser explicada pelas alterações respiratórias provocadas pelo deslocamento. Já que DDPM aumenta a resistência à passagem de ar pelas vias aéreas, espera-se aumento do trabalho respiratório e conseqüente gasto energético maior. Assim, uma vez atingido limiar anaeróbico, os animais que deslocam o palato devem fadigar mais rapidamente, o que explica o aumento do lactato.

Assim como para a dosagem do lactato, a mensuração da V_{200} para avaliação da capacidade atlética de eqüinos é normalmente determinada por exercícios padronizados em esteira de alta velocidade. Entretanto para seu uso prático, é preferível que esta avaliação seja possivelmente realizada na rotina diária do treinamento em pista (KOBAYASHI *et al.*, 1999). A V_{200} é índice relativo, dependente da $FC_{máx}$ de cada indivíduo (ROSE & EVANS, 1987). O método de mensuração da V_{200} utilizado nesta pesquisa mostrou-se eficiente e prático como recomendado pela literatura. Os valores encontrados neste estudo não mostraram diferenças estatísticas significativas com os realizados por Angeli e colaboradores (2006) e são também semelhantes aos descritos por Rose & Hodgson (1994) em cavalos puro sangue inglês, que encontraram valores de V_{200} entre 8,0 e 9,0 m/s nos testes em esteira. Também não houve diferença estatística entre as freqüências cardíacas do mesmo animal sem e com a sonda do microfone, o que determina que a sonda aparentemente não exerce influência negativa sobre o comportamento do animal. As médias do grau de ajustamento da equação linear para o cálculo da V_{200} mostraram alta correlação entre as velocidades e os valores médios da freqüência cardíaca em cada etapa, mostrando que o teste a campo pôde ser utilizado para obtenção desta variável, assim como demonstrado por Couroucé e colaboradores (2002), Angeli e colaboradores (2006) e Garotti (2006), e diferentemente de Harkins e colaboradores (1993), segundo o qual a freqüência cardíaca apresentou baixa correlação com a velocidade em cavalos da raça puro sangue inglês. Os valores de V_{200} foram

próximos dos valores de V_{La4} nos animais, concordando com Couroucé (1999).

Como não houve diferenças estatísticas significativas para os valores absolutos de lactato e frequência cardíaca, e conseqüentemente para os valores de V_{200} e v_{La4} calculados, entre os animais do G II sem e com a língua amarrada (três animais), conclui-se que a amarração da língua não limita o rendimento. A semelhança nas frequências cardíaca, o que indica que o fato de amarrar a língua aparentemente não estressou os animais, pode dever-se ao fato dos três animais utilizados já estarem acostumados a trabalhar e correr com a língua amarrada. .

Já que o desafio dos testes a campo está exatamente na padronização, optou-se por um monitoramento através de um protocolo já testado na mesma pista, o que permitiria comparação dos resultados. Como proposto por Angeli e colaboradores (2006), as velocidades de 8,3, 9,7, 11,1 e 12,5 m/s foram utilizadas para facilitar o controle da velocidade pelo jóquei, já que o GPS registra as velocidades em km/h (30, 35, 40 e 45 km/h, respectivamente). Os resultados obtidos com relação às velocidades médias, frequências cardíacas e valores de lactato sérico foram semelhantes aos obtidos por Angeli e colaboradores (2006) e Garotti e colaboradores (2006) em seus estudos.

A opção por utilizar a velocidade de 11,1 m/s com V_{200} e V_{La4} associadas, poupou os animais da necessidade de atingirem a frequência cardíaca máxima, o que determinaria tempo maior de recuperação dos animais após as avaliações. Além disso, em velocidades maiores, próximas ao consumo máximo de oxigênio, o que aconteceria a 12,5 m/s, animais que deslocam o palato diminuem a velocidade e podem apresentar outras alterações que podem decorrer do deslocamento do palato (como colapso dinâmico de faringe e hemorragia pulmonar induzida por esforço). Como nenhuma destas alterações seriam interessantes para os animais nem para o presente estudo, a utilização da velocidade de 11,1 m/s poupou os animais, preservou as variáveis necessárias ao estudo e possibilitou que o deslocamento do palato fosse avaliado, uma vez que a partir dessa etapa já havia alta velocidade e

anaerobiose, condições necessárias para que a maioria dos cavalos desloquem o palato.

Além disso, o método adotado para padronização dos animais pode ser aplicado em esteira e a campo, permitindo que resultados obtidos em estudos futuros possam ser comparados.

8.3. Obtenção e análise dos sons

É normal a existência de sons respiratórios produzidos por vibrações das vias aéreas durante a respiração de cavalos em exercício. Tais vibrações ocorrem por complexos mistos de diferença de pressão nas estruturas ao longo das vias aéreas e são percebidas pelo ouvido quando o som atinge a frequência audível 20 a 20.000 Hz (COUETIL, 2002). Para que isso ocorra, o som é ainda modificado pela passagem nas vias aéreas e também na cavidade oral. O som provocado durante a expiração em cavalos com DDPM é gerado pela vibração do palato deslocado e modificado pelas narinas, a ainda pela movimentação de ar na cavidade oral (PARENTE *et al*, 2002). A colocação do microfone na orofaringe teve como objetivo anular as alterações sofridas pelo som em sua passagem pelas narinas e pela boca. Nenhum animal apresentou sinais de desconforto aparente pela presença da sonda com o microfone, mesmo durante o exercício.

Alguns pesquisadores já investigaram os sons respiratórios de cavalos em esteira, mas não houve, entre os estudos, padronização em relação a equipamentos, à velocidade dos animais, à frequência cardíaca e principalmente à posição do microfone. Autores concordam que os animais devem estar em exercício intenso com frequência cardíaca próxima à máxima, mas não há correlação nos estudos dos valores de frequência cardíaca, limiar aeróbico e velocidade, o que dificulta comparação dos resultados. Além disso, todos os trabalhos relacionados foram realizados em esteira (LEKEUX & ART, 1994; HOLCOMBE & DUCHARME, 2004; DERKSEN *et al*, 2001, CABLE *et al.*, 2002; KANNEGIETER & DORE, 1995). Derksen e colaboradores (2001) utilizaram microfones na narina para identificar sons de cavalos normais,

com deslocamento de palato e com hemiplegia de laringe induzidos com bloqueio anestésico, e definiram sons padrões para tais alterações no que diz respeito à frequência. Como não há disponibilidade de esteiras e como nem todos os animais se adaptam os testes realizados a campo se mostram muito vantajosos.

Como nos estudos já citados os autores concordam com o fato de que é necessário que os cavalos estejam em alta velocidade, optou-se neste estudo pela padronização dos momentos da gravação analisados pela V_{200} e V_{La4} . Tal padronização garante condição de anaerobiose durante o período sonoro analisado, e esta é uma condição para que os animais desloquem o palato, além de permitir que outros estudos realizados em outras pistas ou até mesmo em esteira possam ser comparados.

A análise espectral dos períodos respiratórios mostrou diferenças morfológicas entre os grupos. Nos animais normais (G I), os ciclos se mostraram regulares e com visível diferença entre inspiração, mais curta, e expiração, mais longa (FIGURA 9). Já nos animais com deslocamento dorsal do palato mole, tanto não tratados (G II) (FIGURA 10) quanto tratados (G II com a língua amarrada) (FIGURA 11), os ciclos também foram regulares, porém com diferenças menos visíveis entre inspiração e expiração, além de manutenção de frequências mais altas durante todo o período. Tais diferenças levam à conclusão de que animais que deslocam o palato têm discreto aumento do tempo de expiração e maior ruído em todo o ciclo ventilatório.

Com relação à análise espectral subjetiva dos sons através dos gráficos em cores (FIGURAS 12, 13 e 14), foram observadas irregularidades nos ciclos respiratórios de 5 dos animais, que foram exatamente os animais pertencentes ao GII. Já os animais pertencentes aos demais grupos (G II e G II com a língua amarrada) mostraram gráficos regulares. Tal resultado mostra que nos animais com DDPM o ciclo ventilatório tem padrão irregular, o que concorda com os achados de Derksen e colaboradores (1999), que encontraram em seus estudos com análise espectral de sons respiratórios de cavalos com DDPM sons não homogêneos caracterizados por *flutterings*.

Na análise espectral objetiva dos sons, ambos os programas mostraram aumento no pico médio de frequência sonora para os animais com DDPM, como pôde ser visto nas tabelas 6 e 7. Tal aumento de frequência se deve a vibração do palato (choque do ar com o palato deslocado), o que concorda com os achados de Derksen e colaboradores (1999), que encontrou frequências três vezes maiores em cavalos com DDPM induzido experimentalmente, exercitados em esteira, das encontradas nos cavalos normais.

Em ambos os programas não houve diferença significativa para os valores da potência real do som (potência total em RMS) e do nível de pressão sonora (SPL) entre os grupos, o que determina que as alterações nos espectros sonoros foram relativas ao aumento da vibração de estruturas.

As frequências ficaram ao redor de 600 Hz nos animais do G I (FIGURA 15), ao redor de 100 Hz nos animais do G II (FIGURA 16) e de 700 Hz nos animais do G II com a língua amarrada (FIGURA 17).

A diferença entre os valores médios encontrados entre os programas Spectraplus (TABELA 6) e Spectrogram (TABELA 7) deve-se ao método e sensibilidade da análise de cada programa. Mas ambos os programas mostraram resultados semelhantes no que diz respeito ao aumento da frequência dos sons nos cavalos com DDPM.

Em ambos os programas não houve diferença estatística das frequências obtidas entre G I e G II com a língua amarrada, demonstrando que animais que deslocam o palato e têm a língua amarrada aproximam-se muito em frequência sonora aos animais normais. Tal observação determina que a amarração da língua foi eficiente nos animais estudados para reduzir a vibração do palato.

Apesar de não serem estatisticamente significativas, as diferenças das frequências entre o GII e o GII com a língua amarrada não podem ser desprezadas, visto que a amarração da língua aproximou os animais do G II aos valores do G I.

Houve diferença estatisticamente significativa entre GI e GII ($p < 0,05$) em ambos os programas. Tal diferença serve como comprovação da eficácia da análise espectral dos sons na metodologia

empregada para avaliar, através da frequência dos sons obtidos, o deslocamento dorsal do palato mole no que diz respeito à vibração (atrato) do palato pela passagem do ar. A análise espectral dos sons dos cavalos com DDPM com a língua amarrada (G II com a língua amarrada) mostrou que tal medida diminui de fato a vibração de tecidos, visto que a frequência baixou, chegando próxima ao valor dos animais normais (G I). Assim, pode-se postular que a frequência aumentada nos cavalos com diagnóstico clínico de DDPM encontradas neste estudo deve-se à vibração do palato e que a amarração da língua nos animais analisados foi eficiente no que diz respeito à resistência à passagem de ar.

9. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que o método de avaliação metabólica e cardiovascular utilizado para padronização dos animais foi eficiente e pode ser utilizado na rotina de treinamento dos animais.

A análise espectral dos sons respiratórios gravados a partir de microfone posicionado na nasofaringe de cavalos em exercício a campo possibilita auxílio no diagnóstico do deslocamento dorsal do palato mole, além de avaliar a eficácia do tratamento através da amarração da língua na redução dos sons respiratórios associados a tal condição obstrutiva das vias aéreas superiores.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J.D., TULLENERS, E.P., JOHNSON, J.K., REEVES, M.J., Sternothyrohyoideus myectomy or staphylectomy for treatment of intermittent dorsal displacement of soft palate in race horses: 209 cases. **Journal of Veterinary Medical Association**, v. 206, p. 1909-1912, 1995.

ANGELI, A.L.; GAROTTI, J.R. ; LUNA, S.P.L. Efeito da acupuntura sobre os valores de creatinaquinase e aspartato aminotransferase pré e pós-exercício, em cavalos puro-sangue-ingles (PSI) avaliados a campo. In: **VII Conferência Anual da ABRAVEQ e II Congresso Internacional de Medicina Veterinária FEI-CBH Brasil, 2006**, São Paulo. Anais da VII Conferência Anual da ABRAVEQ e do II Congresso Internacional de Medicina Veterinária FEI/CBH Brasil, 2006.

ART, T.; ANDERSON, L.; WOAKES, A.J., et al. Mechanics of breathing during strenuous exercise in Thoroughbred horses. **Respiratory Physiology**, v. 82, p. 279-294, 1998.

BAYLY, W.M.; HODGSON, D.R. SHULZ, D.A. et al. Exercise-induced hypercapnia in the horse. **Journal of Applied Physiology**, v. 67, p. 1958-1966, 1989.

BUDRAS, K.D., SACK, W.O, RÖCK, S. **Anatomy of the Horse: An Illustrated Text**. Mosby-Wolfe, 2nd ed. 1994.

CABLE, C., S.; DUCHARME, N., G.; HACKETT, R., P.; ERB, H., N.; MITCHELL, L., M.; SODERHOLM, V. Sound signature for identification and quantification of upper airway disease in horses. **American Journal of Veterinary Research**. v. 63, p. 1707-1713, 2002.

COOK, W.R., Some observations on form and function of the equine upper airway in health and disease. **Proceedings of the 27th Annual Meeting of the American Association of Equine Practitioners**. p. 355-391, 1985.

COUETIL, L. Respiratory Diseases by Clinical Signs. In: Equine Respiratory Disease. Ithaca, NY: **International Veterinary Information Services**. Available at www.ivis.org, 2006.

COUROUCÉ, A. Field exercise testing for assessing fitness in French Standardbred Trotters. **Veterinary Journal**, v.157, p.112-122, 1999.

COUROUCÉ, A.; CHATARD, J.C.; AUVINET, B. Estimation of performance potential of standardbred trotters from blood lactate concentrations measured in field conditions. **Equine Veterinary Journal**, v.29, p.365-369, 1997.

COUROUCÉ, A.; CHRETIEN, M.; VALETTE, J.P. Physiological variables measured under field conditions according to age and state of training in French Trotters. **Equine Veterinary Journal**, v.34, p.91-97, 2002.

DERKSEN, F.J.; HOLCOMBE, S.J.; HARTMANN, W.; ROBINSON, E.; STICK, J.A. Spectrogram Analysis of Respiratory Sounds in Exercising Horses. **Sports Medicine: AAEP Proceedings**, v. 45, p. 314-315, 1999.

DERKSEN, F., J.; HOLCOMBE, S., J.; HARTMANN, W.; ROBINSON, N., E.; STICK, J., A. Spectrum analysis of respiratory sounds in exercising horses with experimentally induced laryngeal hemiplegia or dorsal displacement of the soft palate. **American Journal of Veterinary Research**. v. 62, p. 659-664, 2001.

DERKSEN, F.J., ROBINSON, N.E. **Equine Respiratory Disease**. International Veterinary Information service (B0301.0302), NY, 2002.

DUGGAN, V., E.; MACALLISTER, C., G.; DAVIS, M., S. Xylazine-induced attenuation of dorsal displacement of the soft palate associated with epiglottic dysfunction in horse. **Journal of American Veterinary Medical Association**. v. 221, p. 399-402, 2002.

ERIKSON, B.K.; SEAMAN J.; KUBO, K. Mechanism of reduction in alveolar-arterial PO₂ difference by helium breathing in the exercising horse. **Journal of Applied Physiology**, v. 76, p. 2794-2801, 1994.

EVANS, D.L. The cardiovascular system: anatomy, physiology, and adaptations to exercise and training. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. (Eds.) **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Saunders, cap.7, p.129-144, 1994.

EVANS, D.L.; ROSE, R.J. Cardiovascular and respiratory responses to exercise in thoroughbred horses. **Journal of Experimental Biology**, v.134, p.397-408, 1988.

EVANS, D.L.; GOLLAND, L.C. Accuracy of Accusport for measurement of lactate concentrations in equine blood and plasma. **Equine Veterinary Journal**, v.28, p.337-338, 1996.

FEROAH, T.R.; FOSTER, H.V.; PAN,L.G. Reciprocal activation of hypopharyngeal muscles and their effect on upper airway area. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, p. 611-626, 2000.

GAROTTI, J.R. ; ANGELI, A.L. ; LUNA, S.P.L. . Avaliação de performance a campo em cavalos puro-sangue-inglês (PSI) por meio do teste de velocidade escalonada a campo com uso do sistema de posicionamento global (GPS). In: **VII Conferência Anual da ABRAVEQ e II Congresso Internacional de Medicina Veterinária FEI-CBH Brasil, 2006**, São Paulo. Anais da VII Conferência Anual da Abraveq e do II Congresso Internacional de Medicina Veterinária FEI/CBH, 2006

HARKINS, J.D.; BEADLE, R.E.; KAMERLING, S.G. The correlation of running ability and physiological variables in thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal**, v.25, p.53-60, 1993.

HODGSON, D.R. Blood lactate: does Accusport equal accuracy? **Equine Veterinary Journal**, v.28, p.337-338, 1996.

HODGSON, D. R; ROSE, R. J. **The Athletic Horse**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, cap 6, p. 81-84, 1994.

HOLCOMBE S.J.; DERKSEN, F.J.; STICK, J.A. Effect of bilateral blockade of the pharyngeal branch of the vagus nerve on soft palate function in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 59, p. 504-508, 1998.

JONES, W. E. **Equine Sports Medicine**. Lea & Febiger. Cap 6, p. 59- 60, 1989.

KANNEGIERTER, N., J.; DORE, M., L. Endoscopy of the upper respiratory tract during treadmill exercise: a clinical study of 100 horses. **Australian Veterinary Journal**. V. 72, p. 101- 107, 1995.

KOBAYASHI, M.; KURIBARA, K.; AMADA, A. Application of V200 values for evaluation of training effects in the young Thoroughbred under field conditions. **Equine Veterinary Journal**, n.30, suppl., p.159-162, 1999.

LARSSON, P. Global positioning system and sport-specific testing. **Sports Medicine** v.33, p.1093-1101, 2003.

LARSSON, P.; BURLIN, L.; JAKOBSSON, E.; HENRIKSSON-LARSEN, K. Analysis of performance in orienteering with treadmill tests and physiological field tests using a differential global positioning system. **Journal of Sports Science**. v.20, p.529-535, 2002.

LARSSON, P.; HENRIKSSON-LARSEN, K. The use of dGPS and simultaneous metabolic measurements during orienteering. **Medical Science Sports Exercises**. v.33, p.1919- 1924, 2001.

LEKEUX, P.; ART, T. The respiratory system: Anatomy, Physiology, and Adaptations to Exercise and Training. In: HODGSON, D. R; ROSE, R. J. **The Athletic Horse**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1994.

LUMSDEN, J.M., DERKSEN, F.J., STICK, J.A. Evaluation of partial arytenoidectomy as a treatment for equine laryngeal hemiplegia. **Equine Veterinary Journal**, v 26, p 125-129, 1994.

MARLIN, D.; NANKERVIS, K. **Equine exercise physiology**. Oxford: Blackwell Science. 2002. p.296.

MARTIN B.B., REEF, V.B., PARENTE, E.J. Causes of poor performance of horses during training, racing or showing: 384 cases (1992-1996) **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.216, p.554-558, 2000.

MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P.L. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. São Paulo: Manole, p. 239, 2000.

MICHELOTTO, P., V., J. Determinação do estado do aparelho respiratório em potros PSI de corrida antes do início dos treinamentos através do exame clínico, endoscópio e citológico da secreção traqueobronquial. Curitiba, 1993. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal do Paraná – UFPR.

MORRIS, E., A.; SEEHERMAN, H., J. Evaluation of upper respiratory tract function during strenuous exercise in racehorses. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 196, p. 431-438, 1990.

OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M.M.S.; CLAYTON, H.M. Advantages and disadvantages of track vs. treadmill tests. **Equine Veterinary Journal Supplies**. v.30, p.645- 647, 1999.

PARENTE, E.J., BENSON, B.M., ROSS, M.W. Dorsal Displacement of the Soft Palate in 92 Horses During High-Speed Treadmill Examination (1993-1998). **Veterinary Surgery**, v. 31, p. 507. 2002.

PETESCHE V.M.; DERKSEN, F.J.; BERNIE, C.E., et al. Effect of head position on upper airway function in exercising horses. **Equine Veterinary Journal Supplies**, v. 18, p. 18-22, 1995.

PERRIN, O.; TERRIER, P., LADETTO, Q.; MERMINOD, B.; SCHUTZ, Y. Improvement of walking speed prediction by accelerometry and altimetry, validated by satellite positioning. **Medical and Biological Engineering Comput.** v.38, p.164-168, 2000.

PERSSON, S.G.B. Evaluation of exercise tolerance and fitness in the performance horse. In: SNOW, D.H.; PERSSON, S.G.B.; ROSE, R.J. (Eds.) **Equine exercise physiology**. Cambridge: Granta, p.441-457, 1983.

ROBINSON, N. E., **Current Therapy in Equine Medicine 4**. W.B.Saunders Company, p. 401-463, 1997.

ROBINSON, N.E.; DUCHARME N.G. Neuromuscular Regulation of the Nasopharynx. **Third world equine airways symposium** , p. 212. 2005.

ROSE, R.J.; EVANS, D.L. Cardiovascular and respiratory function in the athletic horse. In: GILLESPIE, J.R.; ROBINSON, N.E. (Eds.) **Equine exercise physiology 2**. California: ICEEP Publications, 1987. p.1-24.

ROSE, R.J.; HODGSON, D.R. **The athletic horse**: principles and practice of equine sports medicine. Philadelphia: Saunders, 1994.

SISSON, S. **Sisson and Grossman's: The anatomy of domestic animals**. 5th ed. WB Saunders, Philadelphia, 1975.

SCHUTZ, Y.; CHAMBAZ, A. Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth? **European Journal of Clinical Nutrition**. v.51, p.338-339, 1997.

SCHUTZ, Y.; WEINSIER, R.L.; HUNTER, G.R. Assessment of free-living physical activity in humans: an overview of currently available and proposed new measures. **Obesity Research**. v.9, p.368-379, 2001.

TESSIER, C.; HOLCOMBE, S.J.; DERKSEN, F.J. et al. Effects of stylopharyngeus muscle dysfunction on the nasopharynx in exercising horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 36, p. 318-323, 2004.

TULLENERS, E., MANN, P., RACKER, C.W. Eppiglotis augmentation in the horse. **Veterinary Surgery**. v 19, p 181-190, 1990.

VAN DER TOUW, T.; O'NEIL, N.; BRANCATISIANO, A. et al. Respiratory-related activity of soft palate muscles: augmentation by negative upper airway pressure. **Journal of Applied Physiology**, v. 76, p. 424-432, 1994.