

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Veterinária



Dissertação

**Frequência Cardíaca, Lactacidemia e Gasto Energético de Equinos da Raça
Crioula em Provas Credenciadoras ao Freio de Ouro**

Carla Augusta Sassi da costa Garcia

Pelotas, 2019

Carla Augusta Sassi da Costa Garcia

Frequência Cardíaca, lactacidemia e gasto energético de equinos da raça crioula em provas credenciadoras ao Freio de Ouro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Veterinária da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Sanidade Animal).

Orientador: Marcio Nunes Corrêa
Coorientador: Charles Ferreira Martins

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

G216f Garcia, Carla Augusta Sassi da Costa

Frequência cardíaca, lactacidemia e gasto energético de equinos da raça crioula em provas credenciadora ao Freio de Ouro / Carla Augusta Sassi da Costa Garcia ; Marcio Nunes Corrêa, orientador ; Charles Ferreira Martins, coorientador. — Pelotas, 2019.

39 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Cavalo crioulo. 2. Metabolismo energético. 3. Fisiologia do exercício. I. Corrêa, Marcio Nunes, orient. II. Martins, Charles Ferreira, coorient. III. Título.

CDD : 636.1

Elaborada por Dafne Silva de Freitas CRB: 10/2175

Carla Augusta Sassi da Costa Garcia

Frequência Cardíaca, Lactacidemia e Gasto Energético de Equinos da Raça Crioula
em Provas Credenciadoras ao Freio de Ouro

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 06/05/2019

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marcio Nunes Corrêa
Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pelotas

Profa. Dr. Grasiela de Bastiani
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Santa Maria

Profa. Dr. Bruna da Rosa Curcio
Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Anelise Hammes Pimentel
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Ao meu avô Neloy (*in memoriam*), minha inspiração da vida toda.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder todas as graças alcançadas até hoje.

À minha família por estar sempre ao meu lado, me auxiliando a enfrentar meus medos e desafios, amo vocês.

À minha mãe, melhor amiga e meu pilar. Obrigada por estar comigo independente de qualquer coisa, te amo muito!

Ao meu avô Nelay (*in memoriam*) por ser meu maior exemplo e minha inspiração, fazendo com que eu busque sempre o meu melhor.

Aos meus amigos, Alexandre, Juliana, Matheus e Francieli que estavam comigo durante a execução do projeto.

Ao meu amigo Andrez pela parceria de sempre e por estar junto comigo durante a execução do projeto e sua reta final.

À minha amiga Adriane, parceira de último ano de faculdade e de mestrado, obrigada por todo apoio, mates cevados e tentativas de me manter sob controle durante meus surtos.

À minha amiga e presente do mestrado Mariane, por me permitir ensinar o pouco que sei e assim tanto ter me ensinado durante o mestrado. Obrigada pela parceria.

À minha amiga Luiza e minha irmã Carolina por todas as indiadas enfrentadas por todo esse Rio Grande do Sul durante as coletas do projeto. Sem vocês não teria consigo concluir esse trabalho.

À Josi, obrigada pela orientação na reta final da minha dissertação e pela amizade.

Aos meus orientadores Charles e Marcio, obrigada por todos os ensinamentos e amizade ao longo dos anos. Exemplos de profissionais que levarei sempre comigo.

A todos os ginetes participantes das coletas. Zeca, Guto, Raul, Volmir, João, Gabriel F., Gabriel M., Daniel M., Anderson e Diogo, obrigada por confiarem em mim e me ajudarem no desenvolvimento da pesquisa, vocês foram a peça chave do projeto.

A todos os proprietários que me permitiram coletar os animais durante as provas.

À ABCCC por acreditar nesse projeto e me abrir as portas para a realização do trabalho e todo o financiamento necessário.

Ao NUPEEC, grupo de pesquisa que me acolheu durante o mestrado e me permitiu um crescimento profissional imensurável nesse um ano e meio.

“A persistência é o maior caminho do êxito”. (Charles Chaplin)

Resumo

GARCIA, Carla Augusta Sassi da Costa,. **Frequência Cardíaca, lactacidemia e gasto energético de equinos da raça crioula em provas credenciadoras ao Freio De Ouro.** 2019. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

O Prêmio Freio de Ouro é uma prova para equinos da raça Crioula que avalia a morfologia, verificando o enquadramento do animal nos padrões da raça, e a funcionalidade, avaliando o desempenho nos serviços de campo, e é promovida há mais de 25 anos pela ABCCC. O objetivo do presente trabalho foi avaliar e determinar os parâmetros de frequência cardíaca, velocidade, concentração de lactato e gasto energético de equinos da raça crioula durante provas de credenciadora ao Freio de Ouro. Foram avaliados os parâmetros de frequência cardíaca (FC), velocidade, concentração de lactato sanguíneo e gasto energético durante a realização das etapas funcionais da competição. A FC durante a realização das etapas de Andadura, figura e voltas sobre patas e esbarradas (And/fig/VSP) (203 bpm) e Mangueira I (201 bpm) observou-se diferença significativa ($P < 0,05$), em relação as demais fases da competição (Mangueira II (198,8 bpm), Paleteada I (189,4 bpm), Bayard-Sarmento (185,5 bpm) e Paleteada II (185 bpm)). A maior velocidade atingida durante a competição foi registrada na etapa de Paleteada I e II (34,0 km/h; 39,7 km/h), sendo superior a velocidade atingida na prova Bayard-Sarmento (27,5 km/h) ($P < 0,05$), que mostrou-se distinta as demais etapas executadas dentro da competição credenciadora freio de ouro (And/fig/VSP 19,0 km/h; mangueira II, 10,1 km/h e mangueira I, 8,5 km/h) ($P < 0,05$). A concentração de Lactato sanguíneo encontrada se mostrou elevada em todas as etapas da competição, sendo o maior valor nas etapas de Paleteada II e I (13,1 e 14,5 mmol/L) ($P < 0,05$). Apesar da concentração de lactato sanguíneo ter apresentado variação inferior nas provas de Mangueira I e II (9,3 mmol/L; 10,4 mmol/L) foram semelhantes as etapas de And/fig/VSP (12,5 mmol/L) e Bayard-Sarmento (11,8 mmol/L) ($P > 0,05$). Superior gasto de energia foi atribuído a etapa de And/fig/VSP (853,28 Kcal/KgPV/min). As etapas realizadas com a presença do boi não diferiram entre si ($P > 0,05$), mangueira I e II (388,41; 411,94 Kcal/KgPV/min), paleteada I e II (319,33; 382,11 Kcal/KgPV/min) e Bayard-Sarmento (223,29 Kcal/KgPV/min), sendo esta última a prova de inferior consumo de energia dentro da competição. Todas as etapas funcionais das provas podem ser classificadas como anaeróbias e extenuantes por apresentarem alto gasto energético e concentrações de lactato pelos competidores. As etapas And/fig/VSP, mangueira I e II requerem uma atenção maior durante a competição por exigirem maior gasto energético dos competidores, assim como as etapas de Paleteada I e II que, por resultarem em uma maior concentração de lactato sanguíneo após sua execução, podem vir a desencadear fadiga e acidemia muscular em competidores destreinados.

Palavras-chave: metabolismo energético; cavalo crioulo; desgaste físico; abccc.

Abstract

GARCIA, Carla Augusta Sassi da Costa,. **Heart rate, lactacidemia and energetic expenditure of criollos horses in credentialing to the Freio de Ouro competition.** 2019. 46f. Dissertation (Master of Science) – Graduate Program in Veterinary, Faculty of Veterinary, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

The Freio de Ouro award is a horse competition for horses of the Criollo breed. This is a conformation-functional competition, which evaluates the breed characteristics according to breed standard and performance in ranch work. The Brazilian Association of Criollo Breeders (ABCCC) has promoted this competition for over 25 years. The aim of this study was to investigate and determine the parameters of heart rate, speed, lactate concentration and energetic expenditure of the Criollo-type horses during the Freio de Ouro competition. The parameters of heart rate (HR), speed, blood lactate concentration and energy expenditure during the functional step of the competition were evaluated. In the functional steps And/Fig/VSP (203bpm) and Mangueira I (201 bpm) the HR was statistically different than in the other steps of the competition (Mangueira II (198,8 bpm), Paleteada I (189,4 bpm), Bayard-Sarmento (185,5 bpm) and Paleteada II (185 bpm)). The highest speed obtained during the competition was recorded in the step of Paleteada I and Paleteada II (34,0 km/h; 39,7 km/h), which was distinct from the other steps performed within the competition (And/fig/VSP 19,0 km/h; Mangueira II 10,1 km/h and Mangueira I, 8,5 km/h) ($P < 0,05$). The blood lactate concentration was high in all steps of competition, being the highest value in the Paleteada II and I steps (13,1 and 14,5 mmol/L) ($P < 0,05$). Although the blood lactate concentrations had lower variation in the steps of Mangueira I and Mangueira II (9,3 mmol/L; 10,4 mmol/L), in the steps And/fig/VSP (12,5 mmol/L) and Bayard-Sarmento (11,8 mmol/L) ($P > 0,05$) the concentrations were similar. The highest energy expenditure was in the And/fig/VSP step (853,28 Kcal/KgBW/min). The steps performed with the presence of cattle did not differ among themselves ($P > 0,05$), Mangueira I and II (388,41; 411,94 Kcal/KgBW/min), Paleteada I and II (319,33; 382,11 Kcal/KgBW/min) and Bayard-Sarmento (223,29 Kcal/KgBW/min). In this study, the Bayard-Sarmento was the step of lower energy expenditure within the competition. All functional steps of competition can be classified as anaerobic and exhaustive because all horses present high energy expenditure and lactate concentrations. The steps And/fig/VSP, Mangueira I and II need greater attention during this competition because they require a higher energy expenditure of the horses, In addition the Paleteada I and II steps can cause fatigue and muscle acidemia in untrained horses as they result in a higher concentration of blood lactate.

Keywords: energy metabolism; creole horse; physical wear; abccc

Lista de Tabelas

Tabela 1. Valores médios de FC máxima (bpm), velocidade máxima (km/h) e concentração de lactato (mmol/L) encontrados em cada etapa da competição da prova Credenciadora ao Freio de Ouro.32

Tabela 2. Gasto Energético (Kcal/KgPV/min) encontrados em cada etapa da competição da prova Credenciadora ao Freio de Ouro.....33

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABCCC	Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos
FC	Frequência cardíaca
ADP	Adenosina Difosfato
ATP	Adenosina Trifosfato
Pi	Fósforo Inorgânico
O ₂	Oxigênio
AGL	Ácidos graxo livres
CP	Creatina fosfato
V ₄	Limiar anaeróbico
VO ₂	Consumo de oxigênio
FC _{máx}	Frequência Cardíaca máxima
VFC _{máx}	Velocidade de frequência cardíaca máxima
EPOC	Excess post-exercise oxygen consumption
GPS	Global Positioning System
BPM	Batimentos por minuto
VFC _{máx}	Velocidade de frequência cardíaca
And/Fig/VSP	Andadura, figura, voltas sobre patas e esbarradas

Sumário

1	Introdução.....	14
2	Revisão da Literatura.....	17
2.1	O Cavalo Crioulo e o Freio de Ouro.....	17
2.2	Metabolismo Energético.....	18
2.3	Lactato.....	19
2.4	Frequência Cardíaca.....	20
2.5	Gasto Energético.....	21
3	Artigos.....	23
3.1	Artigo 1.....	24
4	Considerações Finais.....	34
	Referências.....	35
	Anexos.....	39

1 Introdução

O Brasil possui o maior rebanho de equinos da América Latina e quarto maior rebanho mundial, com aproximadamente 5,8 milhões de cabeças, sendo 1,100 milhões de cabeças destinadas ao esporte ou lazer. Juntamente às raças Mangalarga Marchador e Quarto de Milha, a raça Crioula é a que apresenta o terceiro maior plantel no Brasil, sendo grande maioria da população encontrada no estado do Rio Grande do Sul, seguidos dos estados do Paraná e Santa Catarina.

Com sua origem nos equinos das raças espanholas Andaluz e Jacas, trazidos pelos colonizadores e introduzidos na América Latina no século XVI, o Cavallo Crioulo resultou de quatro séculos de cruzamento de manadas selvagens que enfrentaram temperaturas extremas e condições adversas de alimentação, conferindo as características de rusticidade e resistência aos animais. A raça Crioula, definida e com características próprias, passou a ser preservada, vindo a ganhar notoriedade mundial a partir do século XX, quando a seleção técnica exaltou o valor e comprovou as virtudes do Cavallo Crioulo.

Ao longo de muitos anos de criação, o Cavallo Crioulo passou a ser criado não apenas para atender as necessidades de trabalho campeiro nas propriedades, mas também como atleta para diferentes provas equestres, principalmente após a criação da principal competição da raça, o Freio de Ouro.

O Freio de Ouro é uma competição exclusiva para animais da raça Crioula, realizada a mais de 30 anos pela Associação Brasileira de Criadores de Cavallos Crioulos (ABCCC), tendo por objetivo avaliar os competidores quanto a sua morfologia, enquadramento do animal nos padrões definidos para a raça e funcionalidade, através da realização de provas que simulam o serviço desempenhado no campo.

O desempenho em pista depende de uma série de fatores como, habilidade, resistência, explosão, agilidade, velocidade, habilidade do ginete, entre outros. Embora a criação de cavallos da raça Crioula seja antiga e o Freio de Ouro aconteça há mais de três décadas, conhece-se pouco sobre o condicionamento físico, exigências energéticas e parâmetros como frequência cardíaca e velocidade alcançadas por esses animais durante a prova.

Embora haja crescente expansão no número de profissionais que auxiliam esses cavalos durante o Freio o Ouro, até o presente não se sabe o real desgaste físico do cavalo e os pontos críticos da prova, que exigem maior esforço. Esse conhecimento é fundamental para adequar questões de manejo, alimentação, suplementação e apoio veterinário durante as etapas da competição. Neste contexto, a identificação de parâmetros da dinâmica funcional torna-se fundamental, para, a partir daí, adequar um treinamento específico para melhorar seu desempenho.

Objetivo Geral

Avaliar o desgaste físico de equinos da raça Crioula durante as etapas funcionais da prova credenciadora ao Freio de Ouro através dos parâmetros de frequência cardíaca, velocidade e concentração de lactato sanguíneo atingidos durante a competição.

Objetivos Específicos

- Avaliar o desgaste físico dos cavalos nas distintas fases da competição;
- Caracterizar a frequência cardíaca, velocidade, concentração de lactato sanguíneo e gasto energético atingidos nas diferentes fases da competição.

2 Revisão da Literatura

2.1 O Cavalo Crioulo e o Freio de Ouro

A raça Crioula trata-se de uma raça nacional rústica, empregada tanto no trabalho rural como em competições. Durante quatro séculos, a raça Crioula se adaptou ao meio ambiente das grandes planícies sul americanas sofrendo uma severa seleção natural. Esta adaptação às condições de vida do meio ambiente, permitiu o desenvolvimento de sua grande qualidade, a resistência às enfermidades, adaptação alimentar ou nutricional e a sobrevivência (AFFONSO e CORREA, 1992). A nova raça, bem definida e com características próprias, passou a ser preservada, vindo a ganhar notoriedade mundial a partir do século XX, quando a seleção técnica exaltou o valor e comprovou as virtudes do Cavalo Crioulo. É um cavalo conhecido pela sua capacidade de suportar duras provas, com qualidade de caráter eminentemente prático e econômico. Apresenta qualidades como boa fertilidade, prepotência genotípica, facilidade de adaptação, habilidade para apartação e lida com o gado, além de docilidade, concluindo que a principal razão para a sua criação reside na sua resistência, sobriedade e rusticidade (BECK, 1989; ABCCC, 2019).

A raça se destaca pela musculatura consistente e estrutura óssea compacta além do pequeno porte, quando comparado com cavalos de outras raças. As medidas de altura padrão da raça variam de 1,38 a 1,50 metros e o seu peso de 400 a 450 quilos, em animais adultos (ABCCC, 2019). Estas características agregam agilidade e resistência aos animais da raça facilitando sua introdução no sul do país e conseqüentemente nas competições (AFFONSO e CORREA, 1992)

O Prêmio Freio de Ouro é uma prova para equinos da raça Crioula que avalia a morfologia, verificando o enquadramento do animal nos padrões da raça e a funcionalidade, avaliando o desempenho nos serviços de campo, e é promovida há mais 25 anos pela ABCCC. De acordo com o regulamento do Freio de Ouro, estipulado pela ABCCC, o objetivo de tal prova é difundir, fomentar e valorizar a raça, além de utilizá-la como uma ferramenta de seleção de animais (GIANLUPPI, 2009).

Apesar de poucos estudos relativos ao metabolismo dos animais durante essas provas, sabe-se que o Freio de Ouro se trata de uma competição de três dias de

duração, onde os cavalos desenvolvem etapas de velocidade associada a habilidade funcional (AMARAL, 2012).

2.2 Metabolismo Energético

A energia necessária para o funcionamento celular normal, durante o exercício ou em repouso, é obtida através dos nutrientes (glicose, ácidos graxos e aminoácidos), que podem-se encontrar livres no sangue ou armazenados no fígado, músculo e tecido adiposo (Cunningham, 2002). No cavalo ativo, as principais fontes de energia são a glicose, o glicogênio e os ácidos graxos. As proteínas são utilizadas apenas em casos de esforço extremo, jejum prolongado ou doença. Todos os mecanismos de fornecimento de energia para as fibras musculares têm como objetivo final a produção de adenosina trifosfato (ATP), utilizado na sua contração e relaxamento (GERARD & HODGSON, 2001; MARLIN & NANKERVIS, 2002).

Todo exercício depende do suprimento de moléculas de ATP, que quando dividido em ADP (adenosina difosfato) e Pi (fosfato inorgânico) libera energia. A energia derivada da divisão das moléculas de ATP é utilizada para manter a temperatura corporal e pelas células nervosas e musculares para diversas funções importantes, como a distribuição de íons de sódio e potássio e contração e relaxamento das células nos músculos em atividade. Sem um suprimento adequado de energia, os elementos dos filamentos musculares não podem ser energizados, as células não podem relaxar rapidamente e o cálcio não pode ser bombeado para os locais de armazenamento (o retículo sarcoplasmático) dentro das células musculares esqueléticas (EVANS, 2000)

A duração e a intensidade do exercício determinam as necessidades metabólicas musculares assim como a via de obtenção de energia mais adequada. A produção de energia durante o esforço pode ocorrer na presença de O₂, metabolismo aeróbio, ou na sua ausência, metabolismo anaeróbio. Estas diferentes vias atuam em

simultâneo, combinando-se para a obtenção mais eficaz de energia (GERARD & HODGSON, 2001; MARLIN & NANKERVIS, 2002; PÖSÖ et al., 2008).

Os cavalos possuem pequenas reservas de ATP nos músculos. Essas reservas, juntamente com as reservas de creatina fosfato (CP) são utilizadas rapidamente, em segundos, logo após o início do exercício. Para que um cavalo mantenha o exercício por mais de alguns segundos, ele deve ser capaz de reabastecer o ATP a uma taxa apropriada. Existem várias vias metabólicas que podem contribuir para a ressíntese de ATP. A importância relativa de cada via é determinada pela intensidade e duração do exercício (EVANS, 2000).

As vias aeróbicas podem oxidar tanto carboidratos quanto lipídeos, sendo estes últimos utilizados em exercícios de média ou longa duração (MARLIN & NANKERVIS, 2002). Os ácidos graxos livres (AGL) tem origem primária na lipólise dos tecidos adiposos e, secundariamente, nos depósitos de triglicerídeos musculares (SNOW, 1975). A oxidação dos lipídeos em equinos aumenta à medida em que aumenta a duração e intensidade do exercício e enquanto este se mantém dentro da capacidade aeróbia (LINDHOLM et al, 1974), sendo fundamental para a manutenção do suprimento energético aos músculos durante provas de resistência (SLOETT VAN OLDRUITENBORGH-COSTERBAAN et al, 1991).

O metabolismo anaeróbico refere-se a reações bioquímicas para a síntese de ATP que não requerem oxigênio. Durante exercícios de alta intensidade de curta duração (2-3 minutos em cavalos), a degradação do glicogênio muscular em lactato é a principal via de suprimento do ATP. Acompanhando o metabolismo do glicogênio estão marcados aumentos nas concentrações de lactato, íons de hidrogênio e fosfato inorgânico (Pi) nas células. O metabolismo anaeróbio de glicose representa um imprescindível e rápido mecanismo de geração de energia, embora seja de baixa produção de adenosina trifosfato (ATP). Vários fatores regulam a atividade da via glicolítica, como a disponibilidade de oxigênio e a relação das concentrações de ATP/ADP. Diminuições na relação ATP/ADP estimulam a glicólise anaeróbica, aumentando em até cem vezes a produção de moléculas de piruvato. Em exercícios de intensidade baixa ou moderada, a grande maioria do piruvato produzido penetra

na mitocôndria e participa do ciclo de Krebs. Entretanto, conforme se aumenta a intensidade do exercício, atinge-se um ponto em que uma quantidade insuficiente de oxigênio está disponível para a fosforilação oxidativa, e uma proporção de NADH₂ é reoxidada, via piruvato, sendo metabolizada a lactato. À medida que a intensidade do exercício aumenta, maior quantidade de lactato é produzida e uma maior proporção de energia é suprida pelas vias anaeróbicas (EATON et al., 1992; EVANS, 2000).

O exercício rápido não deve ser considerado um exercício puramente anaeróbico. O metabolismo aeróbico também contribui grandemente para o fornecimento de energia durante exercícios de alta intensidade, como o galope ou o ritmo acelerado. O metabolismo anaeróbico compõe o déficit na ressíntese total de energia durante o exercício de alta intensidade (EVANS, 2000).

2.3 Lactato

Algumas variáveis fisiológicas como a frequência cardíaca e avaliações bioquímicas são utilizadas para determinar o grau de condicionamento físico e orientar a intensidade do exercício durante o treinamento e competições. Entretanto, estas não oferecem a segurança necessária no estabelecimento da carga de trabalho. Sendo assim, o lactato merece destaque e tem sido o guia de inúmeros programas de treinamento tanto a campo quanto em esteiras rolantes sob condições controladas (LINDNER, 1998; OHMURA et al., 2002; HAMLIN et al., 2002; FERRAZ, 2003; ETO et al., 2004; GOMIDE, 2006).

A curva estabelecida pelas concentrações sanguíneas de lactato determinadas em velocidades crescentes é denominada velocidade - lactato. Em baixas velocidades, há predomínio do metabolismo aeróbio e as concentrações de lactato se mantêm quase inalteradas. Com o aumento da intensidade do exercício, a demanda de energia passa a ser provida principalmente pelo metabolismo anaeróbio com aumento marcante do lactato, caracterizado por uma inflexão repentina da curva para cima. Este ponto é denominado limiar anaeróbio e vem sendo extensivamente utilizado na clínica médica, na prescrição de intensidade de exercícios para o

treinamento em humanos e em pesquisas na área de fisiologia do exercício (HOLLMANN, 1985).

Em altas velocidades, os cavalos utilizam mais das vias de suprimento de energia anaeróbica para suportar a necessidade energética do exercício, ocorrendo um acelerado metabolismo anaeróbico de glicogênio muscular. Em exercícios em que a velocidade de execução desencadeia a utilização de taxas de consumo de oxigênio de aproximadamente 65-85%, as concentrações de lactato no sangue aumentam rapidamente (EATON et al., 1995).

Os valores de lactato em equinos em repouso é aproximadamente de 0,5 a 1 mmol/L, podendo aumentar após o esforço máximo para valores superiores a 30 mmol/L (COUROUCÉ, 1999; EVANS, 2000).

Um parâmetro fundamental para a avaliação da condição física é a velocidade ou intensidade em que a concentração de lactato no sangue atinge os 4 mmol/L (VL_{a4}). O VL_{a4} tem também um papel fundamental na determinação da capacidade aeróbia dos cavalos (GERARD & HODGSON, 2001; MARLIN & NANKERVIS, 2002; COUROUCÉ, 1999; EVANS 2000; PEDRO, 2006; PÖSÖ et al., 2008). Na raça crioula o limiar anaeróbico foi definido entre as velocidades de 6 – 8m/s e frequência cardíaca entre 121 e 140 bpm em animais em treinamento para a competição do Freio de Ouro (AMARAL, 2013). Em animais da mesma raça, porém competidores da modalidade de laço comprido a concentração de lactato encontrada após a quinta laçada, apesar da velocidade durante o exercício atingir 8 m/s, não houve aumento da concentração de lactato acima do valor de 4 mmol/L (TODESCHINNI, 2017), mostrando a influência do tipo de exercício e modalidade equestre praticada sobre a lactacidemia encontrada.

2.4 Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca é um índice indireto da capacidade e função cardiovascular, sendo a maioria dos efeitos cardíacos decorrentes do exercício relacionados ao suprimento adequado de oxigênio e nutrientes para os músculos em

trabalho. Em repouso, o ritmo cardíaco de cavalos calmos varia aproximadamente entre 20-40 batimentos por minuto (LAUGHLIN,1999; EVANS, 2000).

A FC pode ser utilizada como um indicador do nível de esforço realizado pelo cavalo durante a execução de um exercício, principalmente quando relacionada com a velocidade de execução. Durante o exercício em velocidades máximas, a frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) está geralmente na faixa de 210-240 batimentos por minuto. O mecanismo que desencadeia o aumento da FC, durante o exercício caracteriza-se por um aumento da estimulação simpática e uma diminuição da parassimpática, com liberação de adrenalina na circulação sistêmica. No entanto, em esforços de intensidade baixa a moderada, nos quais a FC geralmente não supera os 60% do seu valor máximo, pode ocorrer um aumento resultante do stress e excitação, que não se encontra relacionado com o nível de exercício praticado nesse momento (EVANS, 2000; MARLIN & NANKERVIS, 2002).

Diferentes ferramentas de monitoramento cardíaco vêm sendo utilizadas para determinação da FC de equinos durante o exercício físico, como o uso de frequencímetros específicos para esta espécie, agregando informações referentes a intensidade, tempo, velocidade e adequação gradativa ao nível de exigência atlética. A determinação da FC simultaneamente à velocidade de execução do exercício permite o cálculo de diferentes variáveis, como a velocidade em que a frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) é atingida (VFC_{máx}), assim como V200, parâmetro que indica a velocidade em que a FC atinge 200 bpm (ALLEN, et al., 2016).

O fim de uma sessão de trabalho deve ser gradual, de forma a reduzir a FC mais rapidamente. Situações em que ocorre uma parada abrupta do exercício, embora a FC decresça inicialmente, é prontamente sucedida de um aumento, à semelhança do que acontece no início do exercício (MARLIN & NANKERVIS, 2002).

2.5 Gasto Energético

O conhecimento do gasto energético do exercício e das respostas metabólicas por ele desencadeadas pode ser importante para auxiliar no cálculo das necessidades energéticas diárias, ou determinar a eficiência do organismo durante a realização de um exercício. Após a execução de uma sessão de exercícios, a taxa metabólica

permanece elevada em relação aos valores de repouso para que o organismo retorne ao seu estado de equilíbrio. Em humanos, esse momento é denominado por como EPOC (*excess post-exerciseoxygenconsumption*), caracteriza-se pelo consumo de oxigênio aumentado em relação ao pré-exercício. O consumo de oxigênio guarda relação direta com o gasto energético (MATSUURA, 2006; GAESSER & BROOKS, 1984). Estudos sobre os possíveis mecanismos do EPOC foram realizados em animais e humanos em atividade aeróbia.

O descompasso entre o cálculo da necessidade de energia e o suprimento de energia necessário para um cavalo é um problema notável na prática, devido a dificuldade de acesso e utilização de aparelhos que permitam a mensuração do consumo de oxigênio (VO₂) de forma direta a campo e o fato de que as condições laboratoriais falham ao estimar a VO₂ e gasto energético em relação aos valores realmente despendidos em situações reais. Existe uma correlação entre a porcentagem de FC e a VO₂, permitindo de uma maneira indireta de aferição da VO₂ e gasto energético (EVANS & ROSE, 1987; COENEN, 2008).

A produção de ATP via oxidação do substrato está ligada a uma produção definida de O₂. Diferenças na dependência do tipo de substrato, como glicose ou gordura, são comumente descritas pelo quociente respiratório = a produção de CO₂ por unidade de consumo de O₂. Em média, 1mlVO₂ consumido equivale a 20,1 Joules. Este elemento de calorimetria indireta pode ser facilmente aplicado à relação HR-VO₂, permitindo o cálculo de gasto energético pela aferição da FC pela equação: (kcal/kg PV/min) = 0,0566x Fcmédia^{1.9955} (COENEN, 2008)

3 Artigos

3.1 Artigo 1

Frequência Cardíaca, lactacidemia e gasto energético de equinos da raça Crioula em provas credenciadora ao Freio de Ouro

Carla Augusta Sassi da Costa Garcia, Charles Ferreira Martins, Luiza Lopes da Silva, Roberta Ariboni Brandi, Josiane de Oliveira Feijó, Antônio Amaral Barbosa, Fábio Raphael Pascoti Bruhn, Marcio Nunes Corrêa

Submetido à revista Pesquisa Veterinária Brasileira

Frequência Cardíaca, lactacidemia e gasto energético de equinos da raça Crioula em provas credenciadoras ao Freio de Ouro

Carla A. S. C. Garcia¹, Charles F. Martins², Luiza. L da Silva³, Roberta A. Brandi⁴, Josiane O. Feijó⁵, Antônio A. Barbosa⁶, Fábio R. P. Bruhn⁷, Marcio N. Corrêa⁸

ABSTRACT

Evaluations of athletic performance markers of Crioulo breed horses are scarce yet fundamentally important regarding possible unique characteristics of this breed. This study aimed to evaluate and determine heart rate, speed, blood lactate and energy expenditure patterns of Crioulo breed horses during qualifying tests at “Freio de Ouro” championship, functional phases of the competition. It was noticed higher values of heart rate during the phases “andadura, figura, voltas sobre patas, esbarradas” (And/Fig/VSP) (203 bpm) and lower values at “Paleteada II” (185 bpm) ($P < 0.05$). Regarding speed variable, the maximum value was registered at “Paleteada II” (39.7 km/h). During all the phases, blood lactate concentration was high, with the highest value found at “Paleteada II” (14.5 mm/L) and the lowest during “Mangueira I” (9.3 mm/L) ($P < 0.05$). Superior energy expenditure was noticed at “And/Fig/VSP” phase (853.28 Kcal/kgPV/min). So, all functional phases can be classified as anaerobic, as blood lactate concentrations remained above 4 mmol/L, with high energy demand of the horses.

Keywords: Crioulo horse; exercise physiology; energetic metabolism.

RESUMO

Avaliações que com intuito de mensurar marcadores de eficiência na performance esportiva do cavalo crioulo são escassas e de fundamental importância no que tange as possíveis especificidades da raça. O objetivo do presente trabalho foi avaliar e determinar os padrões de frequência cardíaca, velocidade, concentração de lactato e gasto energético de equinos da raça Crioula durante provas credenciadoras ao Freio de Ouro. Tais variáveis foram avaliadas durante a realização das etapas funcionais da competição. Observou-se flutuações superiores da variável frequência cardíaca (FC) durante a realização da etapa de andadura, figura, voltas sobre patas, esbarradas (And/fig/VSP) (203 bpm) e menores valores na etapa Paleteada II (185 bpm) ($P < 0,05$). Em relação à velocidade, o maior valor atingido foi registrado na etapa de Paleteada II (39,7 km/h). A concentração de Lactato sanguíneo aferida se mostrou elevada em todas as fases da competição, sendo o maior valor para esta variável observado na etapa de Paleteada II (14,5 mmol/L) ($P < 0,05$) e menor durante a etapa de Mangueira I (9,3 mmol/L). Superior gasto energético foi atribuído a etapa de And/Fig/VSP (853,28 Kcal/kgPV/min). Portanto, todas as etapas funcionais podem ser classificadas como anaeróbias, por apresentarem concentrações de lactato sanguíneo acima de 4 mmol/L e demandam alto gasto energético pelos competidores.

Palavras-chave: cavalo crioulo; fisiologia do exercício; metabolismo energético.

INTRODUÇÃO

O cavalo crioulo desempenha um papel importante na equideocultura do Brasil, com destaque para a sua criação nos estados do sul do país: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. A população de animais da raça crioula no ano de 2016 era de 379.957 animais registrados, distribuídos em 23 estados brasileiros, sendo que o maior criador é o Estado do Rio Grande do Sul com 92,2% da população. (ABCCC, 2016).

Para aprimorar a seleção nos criatórios, os mesmos utilizam como principais ferramentas a prova Flávio e Roberto Bastos Tellechea, o Freio de Ouro, competição equestre que desde 1982 avalia morfologia, funcionalidade e padrão racial (Cucco, 2016), sendo os equinos participantes desta competição submetidos a duas provas que os qualificam para a grande final: prova credenciadora e prova classificatória (Gianluppi, 2009).

Tais provas são caracterizadas como multifatoriais por demandarem alto nível em potência muscular e resistência necessitando de rápida produção de energia pela fibra muscular e maior mobilização dos sistemas neuroendócrinos e cardiovascular dos animais (Amaral, 2013), o que a torna uma competição única, reforçando assim a necessidade de maior entendimento do metabolismo dos participantes.

A avaliação metabólica durante as competições pode ser determinada através da obtenção dinâmica de variáveis fisiológicas, como concentrações de lactato sanguíneo e frequência cardíaca (FC), permitindo a identificação dos pontos de maior exigência física durante as distintas fases das competições equestres (Ferraz, 2006; Lindner, 2006).

O monitoramento da frequência cardíaca (FC) durante o exercício possibilita quantificar a intensidade da carga de trabalho, contribuindo para o controle do condicionamento físico e os efeitos do exercício sobre o sistema cardiovascular, além de permitir obtenção de outros parâmetros importantes como consumo de oxigênio e gasto energético, determinando a exigência energética para cada etapa da competição através de equações de estimativa de gasto energético (Evans, 2000; NRC, 2007; Coenen, 2008; Serrano, 2012).

Outro parâmetro de avaliação utilizado como indicador de capacidade atlética do cavalo e intensidade de exercício é a concentração de lactato, havendo uma relação exponencial entre a concentração de lactato sanguíneo e velocidade de execução do exercício (Seeherman & Morris, 1990).

Quando o metabolismo glicolítico predomina, a produção de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADH – coenzima envolvida na transferência de energia) ultrapassa a capacidade da célula de arremessar seus hidrogênios através da cadeia respiratória, ocorre um desequilíbrio na liberação de oxigênio e a subsequente oxidação fazem com que o piruvato (substrato final da degradação da glicose) possa aceitar o excesso de hidrogênios, o que resulta em acúmulo de lactato. A concentração de lactato detém uma relação exponencial com a velocidade de execução do exercício, sendo assim um indicador muito importante na avaliação da capacidade atlética do cavalo e da intensidade de exercício (Seeherman & Morris, 1990).

Embora o Freio de Ouro seja disputado há algum tempo, pouco se conhece sobre o funcionamento do metabolismo desses animais durante as diferentes fases da competição, ampliando as necessidades de investigação científica, com intuito de adequar questões relacionadas ao manejo, treinamento, alimentação e suplementação das provas funcionais.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar e determinar os parâmetros de frequência cardíaca, velocidade, concentração de lactato e gasto energético de equinos da raça Crioula durante provas de credenciadoras ao Freio de Ouro.

Material e Métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em experimentação animal (CEEA) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), sob o nº 6778-2014.

Foram utilizados vinte e três animais da raça Crioula, sendo 17 machos e 6 fêmeas, com faixa etária entre 5 a 10 anos. Os mesmos estavam a pelo menos um ano em treinamento, sendo submetidos a treino diário cinco dias por semana.

As condições climáticas foram consultadas no momento de execução das competições, verificando-se a temperatura e umidade relativa do ar através de informações fornecidas pelas estações meteorológicas mais próximas. A temperatura média registrada foi de 24°C com umidade relativa do ar média de 56,2%.

A seleção dos cavaleiros se deu através de análises dos resultados anteriores na referida prova e experiência, sendo que todos tinham no mínimo 3 anos de trabalho com treinamento de equinos para competição, além de serem detentores da colocação de primeiro, segundo ou terceiro lugar, pelo menos uma vez, em competições anteriores.

Os animais foram avaliados por dois dias consecutivos durante as seis etapas funcionais da competição: Andadura, figura, voltas sobre patas e esbarradas (avaliadas em conjunto devido a

ininterrupção entre as etapas), Mangueira I, Paleteada I, Mangueira II, Bayard-Sarmento e Paleteada II, em provas credenciadoras ao Freio de Ouro em diferentes cidades do Rio Grande do Sul.

Foi realizado inquérito nutricional nos dias de realização das competições, sendo o procedimento orientado com o propósito de controlar possíveis interferências no desempenho atlético dos equinos. Neste contexto, os animais receberam dieta a base de ração comercial, alfafa e água *ad libitum*, sendo fornecidos aproximadamente quatro quilos de ração, fracionados em duas refeições, sendo a primeira pela manhã (6-7 hrs a.m) e a segunda pós o término das últimas etapas (12-14 hrs p.m).

Os parâmetros de frequência cardíaca (FC) e velocidade durante a execução das etapas foram determinados pela utilização de um frequencímetro específico para equinos (Polar EquineRS800CXG3®), composto por um conjunto de eletrodos de frequência cardíaca e um sistema de posicionamento global (GPS). O sensor de transmissão da frequência cardíaca foi acoplado a sela em contato direto com a região de ausculta cardíaca e conectado simultaneamente ao relógio monitor com GPS, disposto no pulso do cavaleiro condutor do animal para obtenção da velocidade (km/h) atingida pelos animais em cada etapa, bem como o tempo de duração da mesma. Os dados fornecidos pelo equipamento foram analisados utilizando o programa Polar Pro EquineEdition®.

Para mensuração do Lactato sanguíneo utilizou-se o Lactímetro portátil Accutrend Plus – Roche® com fitas reagentes (Accusport BM-Lactate®). A aferição foi realizada imediatamente após o término de cada etapa, através da coleta de 3 – 5 ml de sangue pela punção da veia jugular, respeitando-se o tempo máximo de cinco minutos após o término do exercício para a coleta sanguínea.

O cálculo do gasto energético foi determinado através da fórmula descrita por COENEN (2008), onde $\text{gasto energético (kcal/kg PV/min)} = 0,0566 \times \text{FC}_{\text{média}}^{1,9955} \times 0,000239006$. Para a determinação do consumo energético por animal por minuto, considerou-se o peso médio do cavalo Crioulo de 450kg (ABCCC, 2017).

Os dados foram analisados pelo programa SPSS®, foram considerados os pressupostos necessários para o uso de análises GLM (Pestana & Gageiro, 2005), utilizando-se o método de análise de variância com medidas repetidas no tempo, considerando um nível mínimo de confiança de 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Observou-se flutuações superiores da variável frequência cardíaca (FC) durante a realização das etapas de andadura, figura, voltas sobre patas, esbarradas (And/fig/VSP) (203 bpm) e menores valores na etapa Paleteada II (185 bpm) ($P < 0,05$), em relação as demais fases da competição (Quadro 1).

A maior velocidade atingida durante a competição foi registrada na etapa de Paleteada II (39,7 km/h), sendo superior a encontrada na prova Bayard-Sarmento (27,5 km/h) ($P < 0,05$), que mostrou-se distinta as demais etapas executadas dentro da competição credenciadora freio de ouro (Quadro 1).

Em relação a concentração de Lactato Sanguíneo, os maiores valores para esta variável foram observados nas etapas de Paleteada I e II ($13,1 \pm 1,62$ mmol/L; $14,5 \pm 0,6$ mmol/L) ($P < 0,05$). Apesar da concentração de lactato sanguíneo ter apresentado variação inferior nas provas de Mangueira I e II ($9,3 \pm 1,08$ mmol/L; $10,4 \pm 0,72$ mmol/L) foram semelhantes as etapas de andadura, figura, volta sobre patas, esbarradas ($12,5 \pm 0,94$ mmol/L) e Bayard-Sarmento ($11,8 \pm 0,71$ mmol/L) ($P > 0,05$) (Quadro 1).

Quando foi considerado o consumo energético por etapa da competição credenciadora do Freio de Ouro, superior gasto de energia foi atribuído a etapa de And/fig/VSP ($853,28 \pm 23,99$ Kcal/kgPV/min ($P < 0,05$)). As etapas da competição realizadas com a presença de bovinos não diferiram entre si ($P > 0,05$), mangueira I e II ($388,41 \pm 27,21$; $411,94 \pm 25,45$ Kcal/kgPV/min), paleteada I e II ($382,1 \pm 21,70$; $319,3 \pm 26,29$ Kcal/kgPV/min) e Bayard-Sarmento ($223,29 \pm 23,99$ Kcal/kgPV/min), sendo esta última a prova de inferior consumo de energia dentro da competição Freio de Ouro (Quadro 2).

DISCUSSÃO

O presente estudo foi pioneiro na caracterização de variáveis dos padrões de frequência cardíaca, velocidade, concentração de lactato sanguíneo e gasto energético em equinos pertencentes a raça Crioula realizado em tempo real da competição credenciadora do Freio de Ouro. Variações para estas características foram registradas nas distintas fases da competição, apresentando flutuações entre as variáveis analisadas (Quadros 1 e 2), demonstrando influência da modalidade atlética sobre as diferentes características avaliadas.

O monitoramento da frequência cardíaca (FC) durante o exercício permite quantificar a intensidade da carga de trabalho, contribuindo para o controle do condicionamento físico e os efeitos do exercício sobre o sistema cardiovascular, além de permitir obtenção de outros parâmetros como consumo de oxigênio e gasto energético que possibilitam determinar a exigência energética para cada etapa da competição através de equações de estimativa de gasto energético (Evans, 2000; NRC, 2007; Coenen, 2008; Serrano, 2012).

A FC na etapa de And/Fig/VSP (203,1 bpm), atingiu valores próximos a frequência cardíaca máxima como relatado por Evans (2000), o que está diretamente relacionado com a velocidade e lactacidemia observados neste estudo. O tempo de execução da etapa é outro fator que pode colaborar para tal resultado, sendo de 6,4 minutos de média de duração, enquanto as demais etapas se demonstraram de mais rápida execução (2 - 3,7 minutos).

Durante exercícios de alta velocidade, a frequência cardíaca máxima está geralmente na faixa de 210-240 batimentos por minuto, sendo observado elevação gradual da FC de acordo com o incremento da velocidade (Evans, 2000). No presente estudo houve maior exigência cardíaca nas etapas de And/Fig/VSP (203,1 bpm) e menor na etapa de Paleteada II (185 bpm).

A FC_{máx} mensurada nas etapas de Mangueta I e II (201 bpm; 198,8 bpm) (Quadro 1) pode ser explicada devido ao estresse e excitação dos animais em relação a presença do gado, local de execução e proximidade do público, somados ao nível de exercício praticado (Evans, 2000; Marlin & Nankervis, 2002), na execução de manobras de aparte e pechada, exigindo grande esforço em curto espaço de tempo. Portanto, quando se busca identificar variações na performance desses animais nas provas credenciadoras ao Freio de Ouro, enfrentam-se fatores de confundimento, ou seja, fatores que afetam os resultados e não podem ser mensurados criteriosamente. Essas diferenças poderão influenciar no desempenho dos animais, principalmente, quando fatores externos como a presença do bovino e a forma de condução dos animais estiverem associados.

As provas de Paleteada I e II, apesar de atingirem maior velocidade de execução (34,0 km/h; 39,7 km/h), apresentaram valores de FC_{máx} inferiores às outras fases da competição (189,4 bpm; 185 bpm). Segundo Todeschini (2017), equinos atletas da raça crioula da modalidade de laço apresentaram FC de 84,4 bpm após a décima quinta laçada a uma velocidade de 28,8 km/h durante o exercício, enquanto Amaral et al. (2013) mensurou uma FC de 146,6 bpm a 28,8 km/h e 138 bpm a 36 km/h em equinos da mesma raça em treinamento para o Freio de Ouro. Apesar dos estudos acima mencionados avaliarem os animais em uma modalidade distinta ou em ocasião de treino, a intensidade determinada na condição real nas provas de paleteada das credenciadoras no presente estudo se mostraram superiores.

As frequências cardíacas acima de 180 bpm observados nesta pesquisa, podem ter influência na lactacidemia. Concentrações de lactato sanguíneo nas faixas observadas nesta pesquisa classificam o exercício do Freio de Ouro como atividade máxima, conforme descrito previamente por Lindner & Boffi (2006), que ainda informam que os animais podem estar propensos a fadiga muscular.

A variável concentração de lactato sanguíneo, por ter apresentado valores acima de 4mmol/L após a realização de todas as etapas da competição, permite caracterizar a competição credenciadora ao Freio de Ouro, como composta por exercícios anaeróbicos. O limiar anaeróbico ou V4 é conceituado como a velocidade em que ocorre o equilíbrio entre a produção e o consumo do lactato. Em equinos, esse limiar é conhecido quando é atingido a concentração de 4mmol/L de lactato sanguíneo. Animais que desenvolvem velocidades superiores à sua V4 têm seu metabolismo energético predominantemente anaeróbico, com acúmulo de lactato, estando propensos a fadiga muscular (Lindner & Boffi, 2006). Segundo Amaral et al. (2013), a V4 do cavalo crioulo encontra-se entre as velocidades de 6 - 8m/s (21,6 - 28,8 km/h) e frequência cardíaca entre 121 - 140bpm.

No presente estudo, apesar da FC ter atingido parâmetros superiores a 121 - 140 bpm, como determinado por Amaral (2013), em todas as etapas da prova credenciadora, em apenas três etapas (Paleteadas I e II e Bayard-Sarmento) a velocidade necessária para atingir a V4 foi alcançada. Acredita-se que, devido a diferença de metodologia entre os estudos, ou seja, quando os animais foram avaliados em tempo real de competição sob estresse metabólico, o maior desgaste e exigência física dos competidores foram expressos.

As etapas funcionais que promoveram maior elevação nas concentrações de lactato sanguíneo foram as provas de Paleteada I e II (13,1; 14,4mmol/L, P<0,05). Acredita-se que, o fato de serem as últimas provas executadas no primeiro e segundo dia da competição possa ter influenciado nas concentrações sistêmicas desta variável, pois para manter a contração muscular em exercícios de alta intensidade (> 85% do VO₂max), os equinos dependem fortemente do glicogênio, substrato obrigatório para a glicólise (Lacombe et al., 2001), resultando no acúmulo de lactato nas células musculares com consequente desenvolvimento de acidemia sanguínea. Tendo em vista que o reabastecimento de glicogênio muscular após o exercício é um processo intrinsecamente lento no cavalo, podendo levar até 72 horas (Brojer et al., 2006) durante as etapas em questão, o curto espaço de descanso após as etapas anteriores (aproximadamente uma hora) também possa ter contribuído para a elevação do lactato sanguíneo, aliado a alta velocidade de execução (34 km/h e 39,7 km/h).

A etapa de And/Fig/VSP apresentou uma elevada concentração de lactato sanguíneo (12,5 mmol/L) e gasto energético (853,2 kcal/kgPV/min) apesar de ser a primeira etapa a ser executada na competição e não apresentar alta velocidade de execução (19,0 km/h) quando comparada as demais fases

da credenciadora ao Freio de Ouro. A variação destes caracteres em níveis de velocidade baixa é uma característica fundamental da influência do tempo de execução da etapa, onde o tempo de execução da mesma se mostrou aproximadamente três vezes maior que as demais etapas e variabilidade dos exercícios realizados, entre eles, giros, esbarros e o percurso da prova de figura. Especula que o tempo e maneira de aquecimento dos animais anterior a realização da etapa podem ser fatores que com potencial influência no resultado.

Já a prova Bayard-Sarmento, com velocidade de execução de 27,5 km/h também expressou lactacidemia elevada, resultados esses esperados pelo nível de exigência muscular para a execução das manobras exigidas durante esta etapa, que consiste em potentes esbarros e giros sobre patas. Kästern (1999) encontrou concentração de lactato sanguíneo de $5,08 \pm 1,87$ mmol/L em cavalos Quarto de Milha, competidores de provas de rédeas oficiais da raça, a uma velocidade média de 14,4 km/h, com duração de dois minutos e 53 segundos. A etapa Bayard-Sarmento segue percurso semelhante a competição de rédeas, com realização de manobras idênticas de esbarradas e giros sobre patas, porém é executada em uma velocidade superior, justificando a concentração de lactato (11,8 mmol/L) mais elevada que a mensurada nas provas de rédeas das competições da raça Quarto de Milha.

Acredita-se que a diferença de composição muscular entre as duas raças também possa ter influenciado no resultado encontrado. As fibras do tipo IIA possuem uma maior reserva energética quando comparadas aos outros subtipos e as do tipo IIB são mais glicolíticas, tendo o glicogênio como o substrato principal. As diferenças na proporção de fibras musculares do tipo I, IIA e IIB, a capacidade oxidativa e glicolítica das fibras e a habilidade de recrutamento das mesmas influenciam a resposta metabólica durante o exercício (Ronéus, 1994). Castro et al. (2004) realizaram a tipificação de fibras musculares de cavalos da raça Crioula, na qual determinaram a média de 13,83% de fibras do tipo I; 31,63% do tipo IIA; e 54,37% do tipo IIB. Entretanto, cavalos da raça Quarto de Milha apresentam 9% de fibras tipo I; 51% do tipo IIA e 40% do tipo IIB, totalizando 91% de composição muscular por fibras do tipo II (Ashdown, 1989), podendo justificar a menor concentração de lactato encontrada em cavalos da raça Quarto de Milha. Portanto, a concentração de lactato durante as diferentes etapas da prova credenciadora ao Freio de Ouro, quando comparada com outras modalidades equestres executadas por diferentes raças, surpreende pelos altos índices. Caiado (2010), avaliou a concentração de lactato em 20 cavalos Quarto de Milha, imediatamente a realização de prova de laço em dupla ("team roping"), com variação da lactacidemia entre 5,55mmol/L - 13,12 mmol/L, resultados estes não muito distintos dos verificados em provas de Concurso Completo de Equitação (6,95 - 11,57 mmol/L) (Gomide, 2006). Embora existam muitos outros contribuintes para a fadiga do músculo esquelético em equinos que realizam exercícios de alta intensidade, a acidose local associada ao aumento do lactato intracelular foi identificada como uma das principais causas de fadiga (Allen et al., 2008; Rivero & Piercy, 2014).

Portanto, a prova credenciadora ao Freio de Ouro é uma prova essencialmente anaeróbica, exigindo dos competidores grande preparo físico para a sua realização, destacando a necessidade de treinamentos tanto anaeróbicos afim de adquirir melhor adaptação muscular para os exercício a serem executados, quanto aeróbicos, pois por se tratar de uma competição multifatorial, é necessário que o animal otimize o consumo de oxigênio, melhorando o aporte de oxigênio sanguíneo e conseqüentemente diminuindo os valores de gasto energético.

Considerando os dois dias de competição, diferenças foram determinadas. Esperava-se uma ascendente elevação dos parâmetros de concentração de lactato sanguíneo, FC e gasto energético de acordo com a ordem cronológica de execução das etapas, sendo observado apenas no segundo dia de competição. Acredita-se, que devido ao intervalo entre as etapas de Andadura, Figura, Volta sobre patas e esbarradas e Mangueira I durante o primeiro dia, de aproximadamente 4 ± 1 horas, foi possível recuperação parcial dos níveis de glicogênio muscular, assim como metabolização do lactato sanguíneo acumulado, resultando na concentração de lactato inferior na etapa de Mangueira I em relação a etapa anterior (9,3mmol/L), assim como o desgaste físico (388,41 Kcal/KgPV/min) (Quadros 1 e 2).

Durante o segundo dia da competição, o crescente acúmulo da concentração de lactato de acordo com a ordem de realização das diferentes etapas da prova credenciadora, pode ser explicado pelas elevadas velocidades de execução e o curto intervalo de realização entre etapas (executadas no período da manhã, com aproximadamente $1 \pm 1,5$ horas de intervalo), sendo o principal fator de explicação para variação ascendente.

Ao se analisar o consumo energético por etapas, observou-se que, a prova de andadura, figura e volta sobre patas e esbarradas promoveu superior gasto energético (853,2 kcal/kgPV/min ($P < 0,05$), sendo distinta das outras fases da competição credenciadora ao Freio de Ouro (Quadro 2). Os valores encontrados podem ser atribuídos ao maior esforço cardíaco exigido nas etapas, uma vez que após a execução de exercícios extenuantes a taxa metabólica permanece elevada para que o organismo retorne ao seu estado de homeostase, elevando o consumo de oxigênio, desencadeando maior gasto energético (Matsuura, 2006).

Portanto, em exercícios mais intensos que apresentam maior FC, tendem a despende mais energia para atingirem equilíbrio metabólico pós-exercício, podendo as etapas de And/Fig/VSP, Mangueira I e II serem classificadas como pontos críticos da prova credenciadora ao Freio de Ouro.

CONCLUSÕES

Todas as etapas funcionais das provas credenciadoras ao Freio de Ouro são classificadas como anaeróbicas com altos valores de lactato sanguíneo sendo que as etapas de Paleteada I e II promoveram maior concentração de lactato, conferindo riscos de fadiga e acidemia muscular nos competidores.

As etapas de Andadura, figura e voltas sobre patas e esbarradas, mangueira I e II exigiram maior gasto energético dos competidores.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos a Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC) pelo financiamento da pesquisa.

CONFLITOS DE INTERESSE: Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

BIBLIOGRAFIA

ALLEN, D.G., LAMB, G.D., WESTERBALD, H., 2008. Skeletal muscle fatigue: Cellular mechanisms. *Physiological Review* 88, 287–322.

Amaral L. A, Torres A., Rabassa V., Martins C. F., Correa M. N., Nogueira C. E. W.FERRAZ. Limiar anaeróbico (V4) e frequência cardíaca de cavalos Crioulos condicionados para prova funcional. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, n.1, p.181-188 2013.

ASHDOWN, R.R.; DONE, S.H.; FERREIRA, N. Atlas colorido de anatomia veterinária. O cavalo. São Paulo: Editora Manole, v. II, 1989

Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos. Pelotas: Regulamento de Registro Genealógico da Raça Crioula. Disponível em: <http://www.abccc.com.br/p.regulamento.php>. Acessado em: 08 de Agosto de 2019.

BROJER, J., HOLM, S., JONASSON, R., HEDENSTROM, U., ESSEN-GUSTAVSSON, B., 2006. Synthesis of proglycogen and macro glycogen in skeletal muscle of standard bred trotter safter intermittent exercise. *Equine Veterinary Journal Suppl.* 36, 335–339

CAIADO, J.C.C. Lactacidemia e concentrações sérias de aspartato amino transferase e creatino quinase e eqüinos da raça quarto de milha usados em provas de laço em dupla. 2010.Dissertação de Mestrado em Ciência Animal. Programa de Mestrado em Ciência Animal do Centro Universitário Vila Velha.

CASTRO, I.N. et al. Muscle fiber types in Crioulo horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.24, p.204-209, 2004. Disponível em: . Acesso em: 16 jul. 2012. doi:10.1016/j.jevs.2004.04.008.

COENEN, M. 2008. The suitability of heart rate in the prediction of oxygen consumption, energy expenditure and energy requirement of the exercising horse. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

CUCCO, D.C.; SALLES, E.L.; SANTOS, M.R.; FERREIRA, R.; SORIANO, V.S.; ZAMPAR, A e KESSLER, J.D., 2016. Freio de Ouro como ferramenta de seleção na raça crioula. *Arch. Zootec.* 65 (250): 155-161. 2016.

EVANS, D.L. Training and fitness in athletic horses. Australia: ARROW Discovery service, RIRDC, 2000.

FERRAZ, G. C. Respostas endócrinas, metabólicas, cardíacas e hematológicas de eqüinos submetidos ao exercício intenso e à administração de cafeína, aminofilina e clenbuterol. Tese - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.

GIANLUPPI, L.D.F.; BORTOLI, E.C.; SCHVARZ SOBRINHO, R. et al. Agregação de valor em eqüinos da raça Crioula: Um estudo de caso. *Arch. Zoot.*, v.58, p.471-474, 2009.

GOMIDE, L.M.W. Concentrações sanguíneas de lactato em eqüinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v36, n2, p 509-513, 2006.

KÄSTNER, S.B.R.; FEIGE, K.; WEISHAUP, M.A.; AUER, J.A. Quarter horses to a reining competition. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 19, n. 2, p. 127-131, 1999.

Lacombe, V.A., Hinchcliff, K.W., Geor, R.J., Baskin, C.R., 2001. Muscleglycogendepletionandsubsequentreplenishmentaffectanaerobiccapacityofhorses. *Journal of Applied Physiology* 91, 1782–1790.

LINDNER, A.; SIGNORINI, R.; BRERO, L.; ARN, E.; MANCINI, R.; ENRIQUE, A. Effect of conditioning horses with short interval sat high speed on biochemical variables in blood. *Equine veterinary journal. Supplement*, v. 36, p. 88-92, 2006.

LINDNER, A.E; BOFFI, F.M. Pruebas de ejercicio. In: BOFFI, F.M. Fisiología del ejercicio equino. Buenos Aires: Inter Médica., 2006. p.146-153.

MARLIN, D.J., HARRIS, R.C., SNOW, D.H., Rates of blood lactate disappearance following exercise of different intensities. In: Persson, S.G.B., Lindholme, A., Jeffcott, L.B. (Eds.), Equine Exercise Physiology 3. ICEEP Publications, Davis, California, p. 188.1990.

MATSUURA, C., MEIRELLES, C. M., GOMES, P. S. C., Gasto energético e consume de oxigênio pós-exercício contra-resistência. Rev. Nutr., Campinas, 19(6):729-740, nov/dez., 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of horses. 6.ed. rev. Washington. D.C.: National Academies Press, 2007. 341p.

PESTANA, M. H; GAGEIRO, J. N. Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS. Lisboa: Edição Silabo, 2005.

Rivero, J.L., Piercy, R.J., 2014. Muscle physiology: responses to exercise and training. In: Equine Sports Medicine and Surgery. Basic and Clinical Sciences of the Equine Athletes. Saunders Elsevier, Edinburgh, UK, pp. 69–108.

RONÉUS, M. et al. Skeletal muscle characteristics in red blood cell normovolaemic and hypervolaemic Standardbred racehorse. Equine Veterinary Journal, v.26, n. 4, p. 319-322, July 1994.

SEEHerman, H.J., MORRIS, E.A., Application of a standardized treadmill exercise test for clinical evaluation of fitness in 10 Thoroughbred race horses. Equine Veterinary Journal Suppl. 9, 26–34.1990.

SERRANO, M.G.; EVANS, D.L.; HODGSON, J.L. Heart rate and blood lactate response during exercise in preparation for eventing competition. Equine Veterinary Journal, Cambridge, v. 34, p. 135-139, 2002.

TODESCHII, P. R. B. 2017. Avaliação hematológica, bioquímica e do metabolismo oxidativo em equinos da raça crioula submetidos a prova simulada de laço comprido. Dissertação de mestrado, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 43p.

Quadro 1 Valores médios de FC máxima (bpm), velocidade máxima (km/h) e concentração de lactato (mmol/L) encontrados em cada etapa da competição da prova Credenciadora ao Freio de Ouro.

Etapas	FCmáx (bpm)	Erro Padrão	Velocidade (km/h)	Erro Padrão	Lactato (mmol/L)	Erro Padrão
	And/Fig/VSP	203,1 ^a	5,11	19,0 ^c	1,46	12,5 ^{bc}
Mangueira I	201 ^{abd}	3,63	8,5 ^{de}	2,05	9,3 ^d	1,08
Paleteada I	189,4 ^{ce}	3,76	34,0 ^{ab}	1,72	13,1 ^{ab}	1,62
Mangueira II	198,8 ^{acd}	3,53	10,1 ^{dc}	3,48	10,4 ^{bcd}	0,72
Bayard-Sarmento	185,5 ^{bcde}	8,79	27,5 ^b	2,67	11,8 ^b	0,71
Paleteada II	185 ^e	6,92	39,7 ^a	1,43	14,5 ^a	0,6

*Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa entre as etapas da competição pelo teste de Least Significant Difference (P<0,05).

Quadro 2 Gasto Energético (Kcal/kgPV/min) encontrados em cada etapa da competição da prova Credenciadora ao Freio de Ouro

	Gasto Energético (Kcal/kgPV/min)	Erro Padrão
Etapas da Competição		
Andadura, figura, voltas sobre patas e esbarradas	853,2 ^a	23,99
Mangueira I	388,4 ^b	27,21
Paleteada I	382,1 ^b	21,70
Mangueira II	411,9 ^b	25,45
Bayard-Sarmento	223,2 ^c	23,99
Paleteada II	319,3 ^{bc}	26,29

*Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa entre as etapas da competição pelo teste de Least Significant Difference (P<0,05)

4 Considerações Finais

O estudo desenvolvido permitiu um melhor entendimento das exigências energéticas e metabólicas de equinos da raça crioula durante provas credenciadoras ao Freio de Ouro, além de caracterizar importantes parâmetros da competição, como velocidade real de execução de cada etapa.

Os resultados encontrados possibilitam aos diferentes profissionais que atuam com equinos da raça crioula, em preparo para o Freio de Ouro, ampliem seus conhecimentos acerca da competição e necessidades desses animais durante a prova.

As etapas de Andadura, figura e voltas sobre patas e esbarradas, mangueira I e II requerem uma atenção maior durante a competição por exigirem maior gasto energético dos competidores, assim como as etapas de Paleteada I e II que por resultarem em uma maior concentração de lactato sanguíneo após sua execução, podem vir a desencadear fadiga e acidemia muscular em competidores destreinados.

Todas as etapas funcionais das provas credenciadoras ao Freio de Ouro puderam ser classificadas como anaeróbias por apresentarem concentração de lactato acima de 4mmol/L e demandam de um alto gasto energético pelos competidores, demonstrando necessidade na mudança de forma de treinamento dos animais.

Referências

ABCCC, 2019. O Cavalo Crioulo. Disponível em: <http://www.cavalocrioulo.org.br/studbook/cavalo_crioulo>. Acesso em: 28/03/2019.

AFFONSO, A; CORREA, S. **Cavalo crioulo**: uma história de raça. Porto Alegre: Sagra, 210 p. 1992.

AMARAL, Lorena Alvariza **Avaliação metabólica de cavalos crioulos submetidos a provas funcionais**. 2012. 71f. Dissertação (Mestrado em Veterinária). Programa de Pós-Graduação em Veterinária. Faculdade de Veterinária. Universidade Federal de Pelotas, 2012.

BECK, S.L. **Eqüinos**: raças, manejo, equitação. 2 ed. São Paulo: Editora dos Criadores, 703 p. 1989.

COENEN, M. The suitability of heart rate in the prediction of oxygen consumption, energy expenditure and energy requirement of the exercising horse. **Wageningen Academic Publishers**, Wageningen. 2008

COUROUCÉ, A. Field Exercise Testing for Assessing Fitness in French Standardbred Trotters. **The Veterinary**, 157, 112-122, 1999.

CUNNINGHAM, J. G. **Text book of veterinary physiology**. 3 ed. Philadelphia, Pa:Saunders Co. 2002.

EATON, M.D; EVANS, D.L; ROSE, R.J. Maximal accumulated oxygen deficit in thoroughbred horses. **Journal Applied. Physiol.**, 78, 1564-1568, 1995.

EATON, M. D.; ROSE R. J.; EVANS, D. L.; The assessment of anaerobic capacity of thorough bred horses using maximal accumulated oxygen deficit. **Australian Equine Veterinarian**, v. 10, n. 86, 1992.

ETO, D.; HADA, T.; KUSANO, K.; KAI, M.; KUSUNOSE, R. Effects of three kinds of severe repeated exercises on blood lactate concentrations in Thoroughbred horses in a treadmill. **Journal of Equine Science**, Tokyo, v.15, p.61-65, 2004.

Evans, D. L. Training and Fitness In Athletic Horses. **Rural Industries Research and Development Corporation**, Sydney, P.1-64, 2000.

EVANS, D.L. and ROSE, R.J. Maximum oxygen uptake in racehorses: changes with training state and prediction from submaximal cardiorespiratory measurements. In: **Equine Exercise Physiology 2**, Eds: J.R. Gillespie and N.E. Robinson, ICEEP publications, Davis. pp 52-67, 1987

FERRAZ, G. C. **Avaliação da suplementação crônica com creatina sobre o desempenho atlético de equinos**. 2003. 65 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica Veterinária). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GAESSER, G.A; BROOKS, G. A. Metabolic basis of excess post-exercise oxygen consumption: a review. **Med Sci Sports Exerc**. 16(1):29-43, 1984.

GERAD, M.P; HUDSON, D.R. Metabolic Energetics of Locomotion. In: W. Back & H. Clayton, **Equine Locomotion**. London: WB Saunders. p.37-54, 2001.

GIANLUPPI, L. D. F.; BORTOLI, E. C. DE; SCHVARZ SOBRINHO, R.; FALCÃO, T. F.; SILVA, T. N. Agregação de valor em equinos da raça Crioula: Um estudo de caso. **Archivos de Zootecnia**, Universidad de Córdoba España v.58, n. 223, p.471-474, 2009.

GOMIDE, L. M. W. **Desenvolvimento de um programa de treinamento para equinos de enduro com base na curva velocidade-lactato**. 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

HAMLIN, M. J.; SHEARMON, J. P.; HOPKINS, W. G. Changes in physiological parameters in overtrained Standardbred race horses. **Equine Veterinary Journal**, London, v.34, (Suppl.), p.383-388, 2002.

HOLLMAN, W. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold upto 1966. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.6, p.109-116, 1985.

K.J. Allen; E. Van Erck-Westergrenand; S.H, Franklin. Exercise testing in the equine athlete. **Equine veterinary Education**. 2016

L.A. Amaral, A. Torres, V. Rabassa, C. F. Martins, M. N. Correa, C.E.W. Nogueira. Limiar anaeróbico (V4) e frequência cardíaca de cavalos Crioulos condicionados para prova funcional. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, p.181-188, 2013

LAUGHLIN M.H. Cardiovascular response to exercise. **Adv. Physiol. Educ**. 22:244-259,1999.

LINDHOLM, A.; SALTIN, B. The physiological and biochemical response of Standard bred horses to exercise of varying speed and uration. **Acta Veterinaria Scandinavica, Copenhagen**, v.15, p.310-324, 1974.

LINDNER, A. V4 allows distinguish better the performance level of Standard bred horses than V200. In: **CONFERENCE OF EQUINE SPORTS MEDICINE SCIENCE**, 1998, Cordoba. Proceedings... Cordoba: CESMAS, 1998, p.251-253.

MARLIN, D.; NANKERVIS, K. **Equine exercise physiology**. 1. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2002. 304 p.

MATSUURA, C; MEIRELLES, C. M.; GOMES, P. S. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência. **Rev. Nutr. [online]**. vol.19, n.6, pp.729-740, 2006

OHMURA, H.; HIRAGA, A.; MATSUI, A.; AINDA, H.; INOUE, Y.; SAKAMOTO, K.; TOMITA, M.; ASAI, Y. Changes in running velocity at heart rate 200 beats/min (V200) in young Thoroughbred horses under going conventional endurance training. **Equine Veterinary Journal**, London, v.34, p.634-635, 2002.

Pedro, F.M.S.F. **Avaliação aeróbia de corredores de meio-fundo**. Dissertação de Mestrado em Ciências do Desporto. 2006. Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. 2006

PÖSÖ, A.R; HYYPPÄ, S; GEOR, R.J. Metabolic responses to exercise and training. In: K.W. Hinchcliff, R.J. Geor& A.J. Kaneps, **Equine Exercise Philosophy: The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Saunders Elsevier. pp.248-273, 2008.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M.; WENSING, T.; BARNEVELD, A.; BREUKINK, H. J. Heart rate, blood biochemistry and performance of horses competing in a 100 km endurance ride. **Veterinary Record**, London, v.23, p.175-179, 1991.

SNOW, D. H.; HARRIS, R. C.; GASH, S. Metabolic response of equine muscle to intermittent maximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.58, p.1689-1693, 1975.

TODESCHII, P. R. B. Avaliação hematológica, bioquímica e do metabolismo oxidativo em equinos da raça crioula submetidos a prova simulada de laço comprido. Dissertação. Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 43p. 2017.

TYLER-McGOWAN, C. M.; GOLLAND, L. C.; EVANS, D. L.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. Haematological and biochemical responses to training and overtraining. **Equine Veterinary Journal**, London, v.30 (Suppl.), p.621-625, 1999.

Anexo I - Documento da Comissão de Ética e Experimentação animal



Pelotas, 29 de setembro de 2014

De: Prof. Dr. Éverton Fagonde da Silva

Presidente da Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA)

Para: Professor Charles Ferreira Martins

Faculdade de Veterinária

Senhor Professor:

A *CEEA* analisou o projeto intitulado: “**Desgaste físico de equinos da raça crioula durante a competição freio de ouro**”, processo nº23110.006778/2014-94, sendo de parecer **FAVORÁVEL** a sua execução, considerando ser o assunto pertinente e a metodologia compatível com os princípios éticos em experimentação animal e com os objetivos propostos.

Solicitamos, após tomar ciência do parecer, reenviar o processo à CEEA.

Salientamos também a necessidade deste projeto ser cadastrado junto ao Departamento de Pesquisa e Iniciação Científica para posterior registro no *COCEPE* (código para cadastro nº **CEEA 6778-2014**).

Sendo o que tínhamos para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Éverton Fagonde da Silva

Presidente da CEEA

Ciente em: ____ / ____ /2014

Assinatura do Professor Responsável:
