

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**ANDRIELLI TRENTIM PEREIRA**

**PERFIS HEMATOLÓGICO, BIOQUÍMICO, OXIDATIVO E  
MORFOLÓGICO DE CAVALOS CRIoulos EM PROVAS DE LAÇO  
COMPRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Uruguaiiana, RS, Brasil**

**2019**

**ANDRIELLI TRENTIM PEREIRA**

**PERFIS HEMATOLÓGICO, BIOQUÍMICO, OXIDATIVO E  
MORFOLÓGICO DE CAVALOS CRIoulos EM PROVAS DE LAÇO  
COMPRIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial de obtenção ao Título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Pozzobon

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Leite dos Anjos

**Uruguiana**

**2019**

**ANDRIELLI TRENTIM PEREIRA**

**PERFIS HEMATOLÓGICO, BIOQUÍMICO, OXIDATIVO E MORFOLÓGICO DE  
CAVALOS CRIoulos EM PROVAS DE LAÇO COMPRIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial de obtenção ao Título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Sanidade Animal

Dissertação defendida e provada em: 27 de março de 2019.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Ricardo Pozzobon  
Orientador  
(UNIPAMPA - Campus Uruguaiana)

---

Prof. Dr. Sergio da Silva Fialho  
(UFSM)

---

Prof. Dr. Paulo Souza Junior  
(UNIPAMPA – Campus Uruguaiana)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo sustento espiritual durante muitos quilômetros de estrada, privações, portas fechadas e dificuldades, porém com uma fé inabalável de que no fim tudo daria certo.

A minha família composta por pai, mãe, irmão e as pessoas com quem eles convivem intimamente, por nunca medirem esforços para me ajudar em tudo que eu precisei nesses 24 meses de mestrado.

As minhas amigas e amigos Débora, Bruna, Ana Luiza, Marla, Josiane, Cibele, Fabiane, Joel, Leonardo, Carmem e Nilton, por sempre terem encontrado uma palavra de incentivo e sempre terem estendido a mão quando eu precisei.

Ao meu querido Lauro por ser abrigo e fonte de interesse e compreensão nos momentos finais do mestrado.

Aos acadêmicos e futuros colegas Leonardo, Gustavo, Erika, Ana Júlia e Bárbara, pela importantíssima ajuda na parte prática desse trabalho, vocês são parte dele.

Aos proprietários dos animais que participaram da pesquisa, por se mostrarem extremamente prestativos e interessados em nossos resultados.

Ao meu orientador prof. Ricardo Pozzobon e sua esposa Rochele, que se mostrou mais do que um mestre, um amigo.

Ao prof. Marcos Azevedo, por todo apoio e oportunidade de crescimento dentro de sala de aula.

Ao meu coorientador prof. Bruno dos Anjos, por sempre me auxiliar quando necessitei.

A Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Às equipes do Laboratório de Pesquisa de Patologia Clínica Veterinária – BIOOX e do Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias, ambos da Universidade Federal de Santa Maria e do Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias da Universidade Federal do Pampa pelas análises laboratoriais do experimento.

A todos que não mencionei, mas que foram parte fundamental para essa conquista seja pelo apoio emocional, prático, ou outro.

Minha sincera gratidão!

## RESUMO

O cavalo Crioulo é uma das principais raças utilizadas no Sul do Brasil e uma das provas equestres mais praticadas é o rodeio de laço comprido. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a prova de laço comprido, o perfil dos animais participantes, o impacto que o tipo de exercício provoca no perfil hematológico, bioquímico e oxidativo dos cavalos Crioulos participantes e determinar a presença ou não de lesões a nível celular decorrentes do tipo de exercício que praticam. Para isto, foram selecionados aleatoriamente animais participantes de provas de dois dias. No cadastro dos equinos (n=49) foi feita a aferição da massa e escore corporal e coletadas as medidas hipométricas de cada animal, além de informações sobre o manejo de criação, alimentação e treinamento, bem como a massa do cavaleiro e da sela. Para caracterizar a prova foi medido o comprimento e a profundidade de 11 pistas e o tempo de cada corrida feita por cada equino (n=41) foi cronometrado. Nos momentos: 24 horas anteriores ao início da prova (T0), após a última corrida do último dia de prova (T1) e 18 a 24 horas após o final da prova (T18), foram aferidas as frequências cardíaca e respiratória dos equinos (n=27) e a temperatura ambiente, ainda, nos mesmos momentos foram coletadas amostras sanguíneas. Foram avaliados o perfil hematológico (n=19) através de hemograma completo, o perfil bioquímico (n=28) através de proteínas totais (PT), albumina, globulina, fósforo (P), sódio (Na<sup>+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), aspartato aminotransferase (AST), creatinoquinase (CK), lactato, ureia, creatinina, glicose, triglicerídeos e colesterol e o perfil oxidativo (n=20) através das análises de espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), espécies reativas ao oxigênio (ROS), ácido úrico e catalase (CAT). Foi realizada a análise estatística dos dados através de uma análise de variância (ANOVA) associada ao teste de comparação múltipla Tukey, considerando-se significativo para  $P \leq 0,05$ . Os dados hipométricos dos animais avaliados se mostraram favoráveis em relação ao tipo de exercício praticado, bem como os equinos avaliados apresentaram um escore corporal maior que atletas de outras raças e modalidades e têm um manejo de criação que se assemelha ao natural e uma alimentação composta por volumoso e concentrado. Ainda, mesmo sem um manejo de treinamento padronizado, os animais apresentam aptidão para o tipo de prova avaliada, na qual são bastante exigidos em exercícios de alta intensidade e curta duração em uma velocidade média de 6,4 m/s que pode variar conforme a velocidade do bovino, carregando sobre seu dorso 25,6 % da sua massa corporal. O exercício induziu alterações fisiológicas nas frequências cardíacas e respiratórias e ainda um aumento ( $P \leq 0,05$ ) de CK e lactato, ambos

em T1. A intensidade do exercício não foi suficiente para estimular aumentos de glicose e nem diminuição de triglicérides como requerimento de energia e foram observados aumentos ( $P \leq 0,05$ ) significativos de creatinina e colesterol em T1 e T18. Tais alterações aliadas aos aumentos ( $P \leq 0,05$ ) de hematócrito, hemoglobina, eritrócitos e de PT e seus retornos em tempo hábil, bem como a manutenção dos níveis dos indicadores do estresse oxidativo demonstram que os equinos não sofreram danos provocados pelo exercício avaliado.

Palavras-chave: Equino, Crioulo, exercício, rodeio, estresse oxidativo.

## ABSTRACT

The Criollo is one of the main equine breeds used in the South of Brazil, including for one of the most practiced equestrian competitions, the long rope rodeo, which looks like tie-down roping competition. The objective of this study is to characterize the type of physical exercise, its impact on the hematological, biochemical and oxidative profile of Criollo horses during long rope competition and determine the presence or absence of lesions at the cellular level resulting from the type of exercise they practice. Horses were randomly selected for two-day tests. In the equine register (n=49), the weight and body score were measured, and the hipometric measurements of each animal were collected, as well as information on breeding, feeding and training management, and the weight of the rider and type of saddlery. To characterize the competition, the length and depth of 11 arenas were measured and the time of each race of each horse (n=41) was timed. The cardiac and respiratory frequencies (n=27) were measured and the ambient temperature and blood samples were collected at 24 hours before the beginning of the competition (T0), after the last race of the last day of competition (T1) and 18 to 24 hours after the end of competition (T18). The hematological profile (n=19) was evaluated based on a complete blood count; the biochemical profile (n=28) was evaluated based on total proteins (PT), albumin, globulin, phosphorus (P), sodium (Na<sup>+</sup>), potassium (K<sup>+</sup>), aspartate aminotransferase (AST), creatine kinase (CK), lactate, urea, creatinine, glucose, triglycerides and cholesterol levels; and the oxidative profile (n=20) was examined by measuring thiobarbituric acid reactive species (TBARS), oxygen reactive species (ROS), uric acid and catalase (CAT). Statistical analysis was performed using a variance analysis (ANOVA) associated with the Tukey multiple comparison test, considered significant for  $P \leq 0,05$ . The hipometric data of the evaluated animals were favorable in relation to the type of exercise practiced, as well as the equines studied present a greater body score than athletes of other races and modalities and has a management of breeding that resembles natural breeding and a feeding system composed by roughage and concentrated ration. Also, even without a standardized training management, the animals are apt for the evaluated exercise, which is required in high-intensity and short-duration exercises at an average speed of 6,4 m/s, which may vary according to the speed of the bovine, carrying on its back 25,6 % of its body weight. The exercise induced physiological alterations in cardiac and respiratory frequencies and an increase ( $P \leq 0,05$ ) of CK and lactate, both in T1. The intensity of exercise was not enough to stimulate glucose increases or decrease triglycerides as energy requirement and significant

increases ( $P \leq 0,05$ ) in creatinine and cholesterol were observed in T1 and T18. These alterations, associated with the hematocrit, hemoglobin, erythrocytes and PT increases ( $P \leq 0,05$ ), as well as the non-significant alterations of the indicators of oxidative stress and their returns in a timely manner demonstrate that the horses did not suffer damage caused by the type of exercise evaluated.

Key words: Equine, Criollo, exercise, rodeo, oxidative stress.

## LISTA DE FIGURAS

### Artigo 1

- Figura 1 - Desenho esquemático da pista de provas, demonstrando seu início (brete), o limite máximo para laçar o bovino (raia) e seu final (entrada do curral)..... 46
- Figura 2 - Gráficos com os valores médios, máximos e mínimos de FC e FR 24h anteriores ao início da prova (T0), imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) e após 18 a 24h do final da prova (T18) dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido de dois dias..... 46

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1

- Tabela 1 - Resultado das medidas hipométricas (média  $\pm$  DP) coletadas dos 49 animais avaliados e valores usados como padrão na ABCCC..... 46
- Tabela 2 - Valores médios, desvio padrão (DP) e máximos e mínimos de eritrograma, fibrinogênio e leucograma 24h anteriores ao início da prova (T0), imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) e após 18 a 24h do final da prova (T18) dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido de dois dias..... 47
- Tabela 3 - Valores médios, desvio padrão (DP) e máximos e mínimos de PT, albumina, globulina, P, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, creatinina, ureia, glicose, colesterol e triglicerídeos 24h anteriores ao início da prova (T0), imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) e após 18 a 24h do final da prova (T18) dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido de dois dias..... 48

### Artigo 2

- Tabela 1 - Valores médios, desvio padrão (DP), máximos e mínimos de AST, CK e lactato 24h anteriores ao início da prova (T0), imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) e após 18 a 24h do final da prova (T18) dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido de dois dias..... 61
- Tabela 2 - Valores médios, desvio padrão (DP), máximos e mínimos de ROS, TBARS, CAT e ácido úrico 24h anteriores ao início da prova (T0), imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) e após 18 a 24h do final da prova (T18) dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido de dois dias..... 62

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABCCC – Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos

ANOVA – Análise de Variância

AST – Aspartato aminotransferase

ADP – Adenosina trifosfato

ATP – Adenosina trifosfato

CAT – Catalase

CEUA – Comitê de Ética no Uso de Animais

CK – Creatinoquinase

DP – Desvio padrão

FC – Frequência cardíaca

FR – Frequência respiratória

K<sup>+</sup> - Potássio

LEI – Longitude escápulo-isquial

MDA - Malondialdeído

Na<sup>+</sup> - Sódio

P - Fósforo

PT – Proteínas totais

PM – Perímetro metacarpiano

ROS – Espécies reativas ao oxigênio

SOD – Superóxido dismutase

TBA – Ácido tiobarbitúrico

TBARS – Espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Fisiologia do exercício.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Geração de energia.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Características musculares decorrentes do exercício.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Análises hematológicas frente ao exercício.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>Análises bioquímicas frente ao exercício.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Proteínas totais.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Perfil eletrolítico.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Enzimas musculares.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Lactato.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.5</b>	<b>Ureia e creatinina.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.6</b>	<b>Glicose.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.7</b>	<b>Triglicerídeos e colesterol.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>Indicadores do stress oxidativo.....</b>	<b>21</b>
<b>2.5</b>	<b>Frequências cardíaca e respiratória.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6</b>	<b>Bem-estar animal em eventos equestres.....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>ARTIGOS CIENTÍFICOS.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Artigo 1.....</b>	<b>26</b>
<b>5.2</b>	<b>Artigo 2.....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2015 o rebanho equino no Brasil tinha um efetivo de mais de 5,3 milhões de cabeças, sendo o Rio Grande do Sul o segundo maior criador de equinos do país, perdendo apenas para o estado de Minas Gerais. O complexo do agronegócio do cavalo no Brasil movimenta 16,15 bilhões de reais e é responsável direta e indiretamente por três milhões de empregos (LIMA & CINTRA, 2016) sendo a raça Crioula detentora de uma parcela significativa deste montante.

A origem do cavalo Crioulo se deu de equinos Andaluz e Bérbere, trazidos da península Ibérica no século XVI pelos colonizadores. Os primeiros animais se estabeleceram na Argentina, Chile, Uruguai, Paraguai, Peru e sul do Brasil e passaram a viver livres, formando manadas selvagens que, durante cerca de quatro séculos, enfrentaram condições adversas de alimentação e temperaturas. Essas adversidades resultaram em uma admirável rusticidade e resistência e em meados do século XIX a raça passou a ser preservada e ganhou notoriedade mundial a partir do século XX, quando a seleção técnica exaltou o seu valor e comprovou suas virtudes (ABCCC).

O cavalo Crioulo conquistou grande espaço nos esportes equestres no Rio Grande do Sul e se encontra em crescente ascensão em todo país. Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos, hoje são mais de 400.000 animais registrados distribuídos em todos os estados brasileiros. Devido a sua longevidade, rusticidade, agilidade e resistência são amplamente utilizados nos trabalhos com o gado em inúmeras propriedades rurais, porém sua utilização não se limita apenas ao serviço de campo, pois se bem treinado, pode se tornar um atleta de alto nível. Um estudo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) aponta que os cavalos Crioulos movimentam anualmente na economia R\$ 1,28 bilhão e geram cerca de 240 mil empregos diretos e indiretos (ABCCC).

A Lei nº 12.567, de 13 de julho de 2006 institui oficialmente o rodeio crioulo como um dos componentes da cultura popular sul-riograndense e a prova de laço comprido, popularmente também conhecida como “tiro de laço” é descrita como uma das modalidades de competição. O rodeio crioulo surgiu no Rio Grande do Sul na década de 50 nos Campos de Cima da Serra, a partir dos torneios de laço comprido, que foram adquirindo cada vez mais participantes e deram origem ao 1º Rodeio Crioulo de Vacaria, precursor dos atuais rodeios que se espalharam por todo Estado (COSTA et al., 2016).

A prova de laço comprido, que tem grande importância cultural e econômica, é uma das mais comumente praticadas pelo cavalo Crioulo e consiste em simular o trabalho realizado no campo quando é preciso laçar, com um laço trançado de couro, e imobilizar um bovino para tratá-lo, numa distância média de 100 metros, em local cercado (ABCCE). Só no estado do Rio Grande do Sul, esta prova equestre movimenta em torno de 1,2 milhões de pessoas por ano, com aproximadamente 3400 eventos (GRIZZOTTI, 2017).

A evolução do cavalo Crioulo como um atleta de alto desempenho, e a crescente ascensão da raça e sua aptidão para diversas provas equestres, principalmente as que mimetizam o trabalho com o gado, como o laço comprido, tem despertado o interesse na realização de pesquisas. Além disso, existem inúmeras doenças decorrentes do esforço físico e uma falta de padronização do exercício praticado por esses animais, o que remete preocupações com a saúde e o bem-estar dos animais. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o tipo de exercício, demonstrar o perfil dos animais competidores, verificar as alterações decorrentes de exercício nos perfis hematológico, bioquímico e oxidativo e determinar a presença ou não de lesões a nível celular decorrentes do exercício que praticam.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Fisiologia do exercício**

O cavalo é um atleta extraordinário, sua sobrevivência dependeu de velocidade, para escapar de predadores e resistência, para percorrer grandes distâncias em busca de alimento e água. Com a domesticação da espécie, essa velocidade e resistência foram aperfeiçoadas pela seleção feita pelo homem (HINCHCLIFF; GEOR, 2008).

Conhecer a fisiologia do exercício é fundamental para prescrição de treinos e avaliação da condição física dos equinos. Para isso, se estudam as alterações fisiológicas do organismo em resposta ao treino e ao exercício (MACHADO, 2011).

A fisiologia do exercício e a bioquímica são áreas de estudo importantes relacionadas à ciência do treinamento e avaliação de condicionamento físico. Fisiologia do exercício refere-se a estudos de como um cavalo responde ao exercício e como essas respostas são modificadas após diferentes intervenções, tais como treinamento, período de descanso e dieta. A bioquímica do exercício refere-se a estudos de como as células e os componentes celulares respondem durante o exercício (EVANS, 2000).

#### **2.1.1 Geração de energia**

O metabolismo no músculo esquelético é especializado em produzir adenosina trifosfato (ATP) como fonte imediata de energia (LEHNINGER et al, 2006). Quando a ATP é hidrolisada pela ação enzimática da ATPase ocorre a formação de adenosina difosfato (ADP) e do fosfato inorgânico (Pi). O ADP e o Pi são unidos por uma ligação de alta energia e quando a enzima ATPase rompe essa ligação, a energia é liberada e pode ser utilizada para realização de trabalho, como a contração muscular (FERRAZ, 2007).

O ATP não é armazenado em grandes quantidades no músculo e depende de gorduras, carboidratos e reservas de fosfato de creatina, aeróbia ou anaerobiamente. A via aeróbia ocorre nas mitocôndrias musculares pela oxidação de ácidos graxos provenientes dos triglicerídeos e de depósitos de gordura, ou da glicose a partir da reserva de glicogênio hepático e muscular. A via anaeróbia ocorre no sarcoplasma através da fosforilação de substrato de ADP pela creatinoquinase (CK), utilizando estoques de fosfato de creatina, ou

pela glicólise, utilizando glicose derivada de reservas de glicogênio e produzindo ácido lático (HARRIS, 2000).

Os cavalos possuem uma capacidade limitada de produzir energia por via aeróbica devido à disponibilidade do oxigênio no trabalho muscular, sendo assim, em exercícios de alta intensidade e curta duração (mais que 30 segundos) a principal via para o fornecimento de ATP ocorre pela degradação do glicogênio muscular a lactato. Já durante exercícios de velocidade baixa as exigências de energia também são baixas, assim o metabolismo aeróbico é capaz de satisfazer condições de ressíntese de ATP (EVANS, 2000). A produção aeróbica de ATP envolve a oxidação de gorduras e da glicose, resultando em dióxido de carbono e água, com a produção de 38 moléculas de ATP ao final da reação (LEHNINGER et al., 2006).

Portanto, a predominância da via energética dependerá tanto da intensidade do exercício como da sua duração. A única forma de se obter elevação em curto período de tempo da produção de energia é por meio da glicólise anaeróbia, concomitante à produção de lactato, o qual pode ser convertido em glicose no fígado através da gliconeogênese (LEHNINGER et al., 2006; FERRAZ, 2007).

### **2.1.2 Características musculares decorrentes do exercício**

Todo movimento do corpo resulta da contração do músculo esquelético. Cada unidade muscular é formada por quantidades diferentes de fibras musculares e cada fibra é composta por milhares de miofibrilas dispostas paralelamente uma a outra, ainda cada miofibrila é formada por uma série linear de sarcômeros, os quais são as unidades básicas contráteis da fibra muscular (KLEIN; CUNNINGHAM, 2008).

A contratilidade das fibras é determinada pela atividade da ATPase e as fibras podem ser classificadas como fibras de contração lenta (tipo 1) ou de contração rápida (tipo 2). No equino, três principais tipos de fibras são identificados, são elas: tipo 1 altamente oxidativas de contração lenta, tipo 2A altamente oxidativas de contração rápida e tipo 2B pouco oxidativas de contração rápida. Cavalos de corrida, por exemplo, apresentam menos fibras tipo 1 e mais do tipo 2A e 2B que raças utilizadas para esportes de resistência (BAXTER; TURNER, 2014).

Sugere-se uma relação entre desempenho e proporção de fibras tipo 1 e tipo 2 e seus subtipos, o desempenho depende de muitos fatores, entre eles a genética associada aos efeitos benéficos de treinamento adequado. Em geral, acredita-se que o treinamento resulta em

aumento na capacidade de uma fibra de utilizar oxigênio, isto é, mais mitocôndrias com redução na utilização de glicogênio muscular e de glicose sanguínea e maior garantia na oxidação de gordura, assim como diminuição na quantidade de lactato produzido por determinada intensidade de exercício (HARRIS, 2000).

## **2.2 Análises hematológicas frente ao exercício**

O exercício causa alterações dos constituintes do hemograma em equinos atletas e o perfil hematológico é uma ferramenta importante para adequar os programas de treinamento e assim melhorar o desempenho físico do cavalo (DIAS et al., 2011; ASSENZA et al., 2015). Além disso, o hemograma completo é um bom indicador do estado de saúde dos animais (MORRIS, 2000), sendo seu principal objetivo avaliar o sistema hemodinâmico em busca de anormalidades ou de sua resposta à doença, ou definir a presença de um distúrbio hematológico (STOCKHAM; SCOTT, 2011).

O hematócrito é a mensuração da fração do volume sanguíneo que é ocupada pelos eritrócitos e expressa como uma porcentagem (KERR, 2003). Em equinos saudáveis varia de 32 a 52% dependendo da raça (THRALL et al., 2006). Seus aumentos se devem por duas causas: desidratação por falta de consumo de água ou em momentos de excitação ou exercício onde uma estimulação hormonal induzirá a contração esplênica causando liberação de eritrócitos que antes se encontravam armazenados, e tal evento resultará em hemoconcentração (KERR, 2003).

Stockham; Scott (2011), afirmaram que 50 a 60% dos eritrócitos de um equino podem se encontrar no baço e a contração esplênica resultante de respostas fisiológicas ao exercício, como por exemplo, liberação de epinefrina causa uma eritrocitose fisiológica, a qual deve ser discreta e transitória, levando em conta que o hematócrito retorna aos valores normais após o estímulo.

Assenza et al. (2015), encontraram aumentos pós-exercício de eritrócitos, hemoglobina, hematócrito e plaquetas em equinos competidores de provas de salto e justificaram tais aumentos devido à contração esplênica causada pelo estímulo do exercício praticado pelos animais.

O fibrinogênio é uma proteína de fase aguda produzida pelos hepatócitos e por isso uma das causas de seu aumento é um processo inflamatório em andamento, e outra causa é a hemoconcentração devido à desidratação (STOCKHAM; SCOTT, 2011).

Leucócitos são as células brancas do sangue e utilizam a corrente sanguínea para transporte e posterior ligação aos locais onde são solicitadas (KERR, 2003). Uma neutrofilia e linfocitose fisiológicas, comumente vistas em equinos jovens e animais hípidos, acontece devido à ação de catecolaminas liberadas durante o exercício físico e a resposta como um todo causa uma leucocitose fisiológica (STOCKHAM; SCOTT, 2011). Segundo Piccione et al. (2001), a contagem de leucócitos totais pode aumentar entre 10 e 30% dependendo da intensidade e duração do exercício, mas o grau de variação não é tão significativo como para eritrócitos, hematócrito e hemoglobina, pois a elevação do hematócrito está relacionada com o aumento da intensidade do exercício e é decorrente da perda de fluidos do plasma.

Os parâmetros hematológicos podem ser influenciados não somente pelo exercício físico, mas também pela raça, sexo, idade e alimentação (PICCIONE et al., 2001).

### **2.3 Análises bioquímicas frente ao exercício**

Análises da bioquímica sanguínea, isoladas ou combinadas, podem ajudar a identificar cavalos com maior risco de desenvolver alterações durante eventos esportivos (FAZIO et al., 2014).

#### **2.3.1 Proteínas Totais**

Aumentos nas concentrações sanguíneas de proteínas totais (PT) se devem a aumentos nas concentrações de albumina e/ou globulina, as quais são as principais proteínas presentes no sangue, a primeira sendo responsável por 80% da pressão oncótica do sangue e seus aumentos simultâneos se devem principalmente a desidratação (LASSEN, 2006). O exercício é capaz de aumentar os valores de PT uma vez que o esforço físico reflete o influxo de proteínas e alteração na distribuição do volume plasmático, através da saída de líquidos para o espaço extravascular, como resposta a atividade física, colaborando assim para a hemoconcentração (DIAS et al. 2011).

#### **2.3.2 Perfil eletrolítico**

Concentrações normais de eletrólitos nos fluidos intra e extracelulares são necessárias para o funcionamento normal das membranas e para a manutenção hídrica do corpo, visto que problemas hidroeletrólíticos estão relacionados com perdas anormais de líquidos (KERR, 2003). O sódio é o principal cátion do fluido extracelular, agindo como indutor oculto na maioria das transferências de fluidos pelo organismo, enquanto que o potássio é o maior cátion do fluido intracelular e é importante na manutenção do ritmo e frequência cardíacos, no controle renal de sódio, no metabolismo ácido-básico e em vários processos do metabolismo intermediário. Já o fósforo está presente principalmente no fluido intracelular e compõe, entre outras, unidades fosforil de alta energia que participam de várias reações metabólicas intermediárias (FETTMAN, 2006).

Equinos suam suficientemente para causar desequilíbrios hidroeletrólíticos, uma vez que a ingestão ou retenção de água estimulada pelo hormônio antidiurético após sudorese pode levar a uma hiponatremia por diluição, assim como também a sudorese excessiva pode causar hipocalemia, visto que o suor dos equinos é rico em potássio (STOCKHAM; SCOTT, 2011). Dumont et al. (2012), avaliaram os íons sódio e potássio em equinos Puro Sangue Árabes participantes de campeonato de enduro e não obtiveram diferenças significativas em relação ao íon sódio nas análises anterior e posterior a prova, demonstrando preparo dos animais em relação ao esforço praticado, o que não ocorreu na avaliação do íon potássio, apesar de permanecer dentro de seu intervalo fisiológico, evidenciando sua perda através da sudação. Sow et al. (2016), verificaram aumento significativo no íon fósforo logo após o fim do exercício em equinos de diferentes raças, praticantes de provas de salto durante teste de resistência, fato esse que Santos et al. (2001), relacionaram à destruição extensa de ATP durante o exercício.

### **2.3.3 Enzimas musculares**

Entre as enzimas, cujas concentrações séricas devem ser determinadas quando de disfunções musculares, estão aspartatoaminotransferase (AST) e a creatinoquinase (CK) (BAXTER; TURNER, 2014). CK é uma enzima presente em músculos cardíaco, esquelético, liso e em cérebro e nervos, porém é específica de extravasamento de músculo, e sua atividade sérica aumenta rapidamente após lesão muscular apresentando valores máximos em seis a 12

horas após a lesão e meia-vida inferior a duas horas. Já a AST está presente em hepatócitos, músculos esquelético e cardíaco, com aumento sérico no caso de lesão em hepatócitos e miócitos, sendo seu aumento mais lento que CK apresentando valores máximos em 24 a 36 horas após lesão e meia-vida de cerca de 50 horas (LASSEN, 2006).

A AST catalisa a transaminação reversível de aspartato e 2-cetoglutarato em oxaloacetato e glutamato e seu uso está aumentado no exercício físico e na suspeita de lesão muscular, convém ser analisada juntamente com a CK (GONZÁLES; SILVA, 2006). Já a CK tem como função catalisar a reação reversível envolvida na transferência de creatina fosfato para ADP para formar ATP (STOCKHAM; SCOTT, 2011) e é mais específica que AST para lesão muscular (LASSEN, 2006).

Franciscato et al. (2006) estipularam valores de referência de 120 a 309 UI/L para AST e 103 a 467 UI/L para CK em equinos Crioulos de dois a 15 anos de idade. Conforme Thomassian et al. (2007), um simples aumento da permeabilidade de membrana, causado por hipóxia ou treinamento insuficiente (HARRIS, 2000), pode acarretar em extravasamento dessas enzimas. Para se considerar aumentos anormais, segundo Harris et al. (2000), a porcentagem das atividades da CK e AST séricas não devem elevar-se respectivamente mais de 250% e 50% dos valores de repouso, duas horas após um teste de exercício submáximo, seja qual for a aptidão atlética do equino.

#### **2.3.4 Lactato**

O lactato é o produto final da glicólise anaeróbica. Na presença suficiente de oxigênio e uma moderada taxa de glicólise, o piruvato entra no ciclo de Krebs, gerando gás carbônico e água (LEHNINGER et al., 2006). Em condições que o piruvato é produzido em uma quantidade maior da que consiga utilizar, ou quando ocorre anaerobiose, o piruvato é convertido a lactato (GONZÁLES; SILVA, 2006).

As concentrações de lactato sanguíneo são regularmente utilizadas para avaliar o nível de aptidão no cavalo atleta. O termo vLA é usado para representar a velocidade na qual o lactato sanguíneo atinge um certo valor em testes de performance, ou seja, v1,5 é a velocidade que gera um limiar de lactato de 1,5 mmol / L. Uma variável quantitativa do lactato sanguíneo

é o V4 (velocidade em que o lactato atinge de 4 mmol/L) sendo um valor confiável para a determinação da aptidão e sucesso competitivo em cavalos (LINDNER, 2000). O limiar anaeróbico (V4) do cavalo Crioulo está entre as velocidades de 6 a 8m/s (AMARAL et al., 2013).

Segundo Evans (2000), pequenos aumentos na concentração de lactato são observados com a progressão da velocidade de exercício, e para velocidades altas observa-se uma elevação exponencial das concentrações, o que caracteriza uma taxa de produção maior do que seu consumo pela via energética, resultando, assim, em acúmulo e fadiga. O lactato pode se acumular no plasma quando sua formação excede sua remoção pelos tecidos e a principal razão para o aumento da produção de lactato é a hipóxia, que em condições anaeróbicas o catabolismo do piruvato desvia da entrada do ciclo de Krebs para produção de lactato (STOCKHAM; SCOTT, 2011). Transtornos do músculo esquelético podem resultar em aumento do lactato plasmático (GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

### **2.3.5 Ureia e creatinina**

A maior parte de ureia produzida pelo organismo é excretada na urina por meio de filtração glomerular, portanto a diminuição da taxa de filtração glomerular (TFG) pode ocasionar aumento neste parâmetro (FETTMAN; REBAR, 2006). A creatinina também encontra-se elevada em processos que causem diminuição da TFG (GONZÁLEZ; SILVA, 2006). A produção aumentada de creatinina e liberação de miócitos lesados podem contribuir para o aumento da creatinina sérica quando a função renal estiver comprometida, por exemplo, em casos de nefrose mioglobinúrica secundária a rabdomiólise e aumentos na creatinina e ureia ocorrem simultaneamente, sendo que em equinos a creatinina é mais sensível que a ureia para avaliação da TFG, devido à excreção da ureia no trato alimentar (STOCKHAM; SCOTT, 2011).

A concentração sanguínea de creatinina é proporcional à massa muscular, por isso em situações de atrofia muscular ocorre diminuição deste parâmetro. Ao mesmo tempo em que em situações de exercício intenso, pode ser observado um aumento nos níveis de creatinina (GONZÁLEZ, SILVA, 2006). Santos (2000) visualizou que aumentos de creatinina em

equinos de salto submetidos a testes em esteira se deram devido à elevação do catabolismo da fosfofretina das células musculares.

### **2.3.6 Glicose**

Uma concentração plasmática de glicose adequadamente alta é essencial para o bom funcionamento do organismo, e para isso, existem diferentes vias para garantir a manutenção da glicemia, sendo a principal delas estocada em forma de glicogênio hepático e muscular (KERR, 2003). No fígado o glicogênio é a única reserva para manter a glicose sanguínea, já no músculo, o glicogênio é usado como reserva energética exclusivamente para a contração muscular. O glicogênio pode ser degradado enzimaticamente para obtenção de glicose (glicogenólise), para que esta possa entrar nas rotas oxidativas visando à obtenção direta de energia (GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

Os carboidratos em forma de glicogênio muscular são a fonte primária de energia para metabolização via glicólise anaeróbica ou fosforilação oxidativa durante o exercício extenuante. À medida que o exercício sub-máximo progride, aumenta a participação dos ácidos graxos como substrato para o fornecimento de energia via aeróbica. Após o treinamento, o uso de carboidratos como fonte de energia diminui, enquanto que a contribuição dos lipídeos aumenta (LACOMBE; HINCHCLIFF; TAYLOR, 2003).

### **2.3.7 Triglicerídeos e colesterol**

As reservas de lipídios no sangue dos cavalos podem ser avaliadas pela determinação da concentração de triglicerídeos e colesterol total; todavia, o triglicerídeo é o mais importante deles, pois é fonte de energia (MELO et al., 2013), devido à ação de lipoproteínas transportadoras de triglicerídeos do intestino e do fígado até o músculo para garantir energia ou até o tecido adiposo para armazenamento (STOCKHAM; SCOTT, 2011).

O colesterol é uma molécula essencial para os animais, visto que atua na formação de membranas e na síntese de ácidos biliares e hormônios esteroides (GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

A mobilização de lipídeos é um processo controlado por hormônios lipolíticos (adrenalina e glucagon), que são secretados quando ocorre diminuição dos níveis de glicose

sanguínea, sendo a insulina antagonista dos efeitos desses hormônios (GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

Uma hora após o término do exercício ocorre aumento na liberação de insulina, que, por sua vez, inibe a lipólise num momento em que as concentrações séricas de lipídeos já estariam baixas em função de seu uso como fonte energética (HYYPÄ et al., 1997) Esse aumento da concentração de triglicerídeos é esperado em consequência do bloqueio na ação da insulina e do efeito hiperglicemiante gerado pelas catecolaminas e cortisol circulantes frente ao esforço físico (HYYPÄ, 2005).

## **2.4 Indicadores do estresse oxidativo**

O exercício é um potente estimulador da produção de espécies reativas ao oxigênio (ROS) e essa produção pode contribuir para danos musculares (CHIARADIA et al., 1998). Organismos vivos possuem defesas antioxidantes contra ROS e em circunstâncias nas quais seu acúmulo resulta em dano tecidual ou na produção de compostos tóxicos ou danosos aos tecidos ocorre o estresse oxidativo, sendo assim, pode-se dizer que um organismo encontra-se sob estresse oxidativo quando ocorre um desequilíbrio entre a produção de ROS e os antioxidantes, de maneira que as primeiras sejam predominantes (SIES, 1986).

A atividade física pode levar a alterações significativas nos marcadores do metabolismo oxidativo no sangue de equinos (MOFFARTS et al., 2004). O malondialdeído é um produto secundário da peroxidação lipídica (HALLIWELL; CHIRICO, 1993), sendo considerado um biomarcador de dano oxidativo e pode ser medido livre utilizando-se o TBARS (VASCONCELOS et al., 2007). Marlin et al. (2002); Dias et al. (2011), encontraram aumentos de espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em equinos atletas, e esses aumentos são devidos à produção de radicais livres oriundos da atividade física.

Um exemplo de antioxidantes endógeno não enzimático é o ácido úrico (MOFFARTS et al., 2004), o qual foi caracterizado como primeira linha de defesa antioxidante em equinos submetidos a uma competição de salto, após verificação de seu aumento nas avaliações sanguíneas pós-provas (SOARES, 2011). O ácido úrico é um produto do metabolismo das purinas (GONZÁLEZ; SILVA, 2006) e é transformado em urato, o qual reage com radicais livres antes de penetrarem na membrana celular e iniciarem o dano, assim atuando como antioxidante (VASCONCELOS et al., 2007).

Superóxido dismutase (SOD) é uma enzima que catalisa a dismutação do ânion radical superóxido a peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e oxigênio ( $O_2$ ) (VASCONCELOS et al., 2007).

Moffarts et al. (2004), citam SOD como indicador antioxidante enzimático e observaram seu aumento em equinos atletas no início dos treinamentos, com posterior diminuição ao decorrer dos treinamentos, demonstrando ser um indicador de adaptabilidade. Da mesma forma, SOARES et al. (2011), relataram um aumento da capacidade antioxidante, em cavalos de salto, observado para a atividade SOD 24 horas após o exercício, o que pode ser atribuído a uma resposta compensatória ao aumento da quantidade de ROS produzidos durante o exercício.

Catalase (CAT) é um antioxidante enzimático que desempenha um papel importante na proteção de eritrócitos contra o estresse oxidativo (KOLANJIAPPANA, 2002), atuando na transformação de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) em água ( $H_2O$ ) e oxigênio ( $O_2$ ) (VASCONCELOS et al., 2007). Andriichuck et al. (2016), encontraram aumentos significativos na atividade de CAT em equinos submetidos a teste de esforço, demonstrando que os animais tiveram mobilização desse importante antioxidante durante o exercício.

## **2.5 Frequências cardíaca e respiratória**

Todos os tipos de exercício provocam um aumento na frequência cardíaca (FC) como um mecanismo de adaptação para facilitar o fornecimento de sangue aos tecidos e, assim, satisfazer o aumento da necessidade de oxigênio do músculo esquelético (GÓMEZ et al., 2004), e em animais saudáveis essa alteração deve ser normalizada após o repouso.

Outro fator que também se altera e deve voltar ao normal após o repouso é a frequência respiratória (FR), e tal fato representa uma adaptação ao exercício que pode ser explicado a partir de dois pontos de vista. Um está relacionado com a amplitude respiratória, visto que o exercício aumenta a capacidade pulmonar, e o outro ponto é a requisição de maior número de células vermelhas do sangue e hemoglobina, que está diretamente relacionada com o aumento do transporte de oxigênio para os tecidos e aumento da remoção de gás carbônico do sangue, o que permite a troca de gases e fornece oxigênio durante o treino (ROBINSON, 2008).

## **2.6 Bem-estar animal em eventos equestres**

A preocupação com o bem-estar animal está cada vez mais em pauta no Brasil e no mundo. A sociedade tem se organizado para reivindicar melhores condições de criação de animais, sendo assim, pesquisadores, médicos veterinários e zootecnistas têm se empenhado em usar o método científico para detectar situações que interferem na qualidade de vida dos animais e propor medidas que favoreçam seu conforto e bem-estar, visando à convivência harmônica homem-animal (GONTIJO et al., 2014).

Existem alguns indicadores para avaliar o bem-estar de equinos, são eles: condição corporal, estado de saúde avaliado pelo aspecto do pelo e das fezes, presença de apetite, ausência de secreções mucosas, tosses, lesões, claudicação, febre, entre outros, ainda avaliação do comportamento e da expressão corporal e facial (LEME et al., 2017).

Todos os animais participantes de eventos equestres deverão ter acesso irrestrito à água potável e em quantidade suficiente, assim como também alimento adequado em quantidade suficiente para suprir suas necessidades nutricionais. Os animais deverão estar livres de dor, lesões e injúrias, sendo que não é permitida a participação de animais com lacerações de pele, claudicantes, subnutridos, obesos e apresentando qualquer sinal de ectoparasitismo. O uso de chicotes, esporas, choque elétrico e objetos pontiagudos é proibido. Todo o local de eventos deverá ter uma área de recreação onde os animais possam se expressar naturalmente e todas as áreas devem ter uma medida mínima de 9 m<sup>2</sup>, no caso de equinos, para que seja respeitado seu espaço individual. Ainda, os animais mantidos em confinamento devem ter contato visual com sua espécie e para confinamentos acima de 12 horas, a cada oito horas devem ter passeios de no mínimo 15 minutos para diminuir o estresse (COMISSÃO ACESSORA PARA CAVALGADAS E RODEIOS DO CRMV-RS, 2014).

### **3 JUSTIFICATIVA**

Nos esportes equestres a raça Crioula vem ganhando cada vez mais espaço no Rio Grande do Sul e em todo país. Enquanto uma pequena parcela da raça, dita elite, participa das provas de Freio de Ouro e é constantemente avaliada quanto a sua capacidade atlética, a maioria dos exemplares da raça é utilizada nas provas de laço, em condições não muito conhecidas ou difundidas em outros estados e países. Não se sabe ainda o nível e tipo de treinamento que estes animais realizam ou se são adotados métodos que previnam distúrbios relacionados ao exercício. Apesar do amplo interesse desportivo do rodeio e do valor econômico significativo da maioria dos exemplares que participam nas diferentes competições, ao contrário de outras raças e modalidades de esporte existem poucos estudos sobre o tipo de exercício executado, a capacidade atlética e o grau de adaptação que apresentam os cavalos Crioulos durante as competições de laço comprido. Um adequado conhecimento das alterações fisiológicas, hematológicas, bioquímicas e de estresse oxidativo que ocorrem como resultado do esforço cardiovascular, respiratório e muscular que realizam os cavalos Crioulos durante as provas, pode contribuir para estabelecer bases para melhorar as normas de manejo e bem-estar, os programas de treinamento e avaliar o potencial rendimento dos cavalos. Além disso, os resultados permitirão aos médicos veterinários contar com elementos objetivos para avaliar os aspectos clínicos dos cavalos Crioulos de rodeio sobre as condições de sobrecarga de esforço e fadiga muscular.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Geral**

Caracterizar o tipo e condições de exercício e o perfil dos cavalos Crioulos que competem em provas de laço comprido.

### **4.2 Específicos**

Descrever as características da prova de laço comprido, tais como distância percorrida, velocidade média, profundidade da pista, temperatura ambiente e peso carregado pelos animais durante a competição para caracterizar a atividade física e o nível de esforço realizado pelos animais.

Caracterizar taxas de frequências cardíaca e respiratória, os perfis hematológicos, bioquímicos e oxidativo para traçar um perfil dos cavalos Crioulos utilizados nas provas de laço comprido e o impacto do exercício nestes parâmetros.

Obter dados para avaliar se o exercício praticado resulta em indícios de lesões a nível celular nos equinos.

## 5 ARTIGOS CIENTÍFICOS

Os materiais e métodos, resultados, discussão e conclusão que fazem parte desta dissertação estão apresentados sob forma de artigos científicos redigidos de acordo com as normas para submissão na revista científica *Journal of Equine Veterinary Science*.

### 5.1 Artigo 1

Perfil morfológico dos animais, caracterização da prova e alterações hematológicas e bioquímicas em cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido

Andrielli Trentim Pereira<sup>1</sup>, Leonardo Trentim Chaves<sup>2</sup>, Guilherme Pereira de Oliveira<sup>2</sup>, Erika Carla Smilgys<sup>3</sup>, Ana Júlia dos Santos Thoma<sup>3</sup>, Bárbara da Silva Andrade<sup>3</sup>, Vinícius Leobet Lunkes<sup>4</sup>, Cinthia Melazzo de Andrade<sup>5</sup>, Márcio Machado Costa<sup>6</sup>, Mirela Noro<sup>7</sup>, Bruno Leite dos Anjos<sup>7</sup>, Ricardo Pozzobon<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Discente PPGCA Universidade Federal do Pampa

<sup>2</sup> Discente Medicina Veterinária Universidade Federal do Pampa

<sup>3</sup> Discente Medicina Veterinária Universidade Federal de Santa Maria

<sup>4</sup> Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias Universidade Federal de Santa Maria

<sup>5</sup> Docente Universidade Federal de Santa Maria

<sup>6</sup> Docente Universidade de Passo Fundo

<sup>7</sup> Docente PPGCA Universidade Federal do Pampa

### Resumo

Os rodeios de laço comprido são uma das principais competições que o cavalo Crioulo participa. O objetivo deste trabalho é caracterizar o tipo de prova, o perfil dos equinos competidores, o impacto do exercício sobre o perfil hematológico e bioquímico, e ainda avaliar se os cavalos Crioulos utilizados em provas de laço comprido sofrem alterações que indiquem lesões a nível celular decorrentes do exercício praticado. Foram cadastrados os animais participantes (n=49) com a mensuração de massa e escore corporal e coletadas as

medidas hipométricas. Também foram coletadas informações sobre o manejo de criação, alimentação e treinamento, além do peso do cavaleiro e da sela. Para caracterizar a prova foi medido o comprimento e a profundidade das pistas (n=11) e o tempo de cada corrida de cada equino (n=41) foi cronometrado. Nos tempos: 24 horas anteriores ao início da prova (T0), após a última corrida do último dia de prova (T1) e 18 a 24 horas após o final da prova (T18), foram aferidas as frequências cardíaca (FC) e respiratória (FR) dos equinos (n=27) e a temperatura ambiente, ainda, nos mesmos momentos foram coletadas amostras sanguíneas. Foram avaliados o perfil hematológico (n=19) através de hemograma completo e o perfil bioquímico (n=28) através de proteínas totais (PT), albumina, globulina, fósforo (P), sódio (Na<sup>+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), ureia, creatinina, glicose, triglicerídeos e colesterol. A análise estatística foi realizada através de uma análise de variância (ANOVA) associada ao teste de comparação múltipla Tukey, considerando-se significativo para  $P \leq 0,05$ . Os equinos apresentaram medidas hipométricas dentro do padrão exigido pela ABCCC. O manejo de criação é em sua maioria em sistema de semi-estabulação, a alimentação foi composta majoritariamente de volumoso e concentrado e o treinamento não é padronizado. A prova de laço comprido mostrou-se um exercício de alta intensidade e curta duração, praticada em pistas de areia, com velocidade média de 6,44 m/s que pode variar bastante e com os equinos carregando sobre o dorso 25,59 % do seu peso corporal. As avaliações de FC e FR, hematológicas e bioquímicas não demonstraram alterações além das fisiológicas causadas pelo exercício imediatamente após a prova, mesmo sem um regime padronizado de treinamento e em condições extremas de esforço físico indicando estarem aptos ao exercício praticado.

Palavras-chave: equino, exercício, laço comprido.

## **1. Introdução**

A origem do cavalo Crioulo da América do Sul vem de equinos Andaluz e Bérbere, trazidos da península Ibérica no século XVI. Os primeiros animais se estabeleceram na Argentina, Chile, Uruguai, Paraguai, Peru e Sul do Brasil e passaram a viver livres [1] enfrentando inúmeros desafios de sobrevivência levando a condições adversas de alimentação e temperaturas, as quais resultaram em uma admirável rusticidade e resistência [2].

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2015, o Rio Grande do Sul se mostrou o segundo maior criador de equinos do país e o complexo do agronegócio do cavalo no Brasil movimentou 16,15 bilhões de reais e é responsável direta e

indiretamente por três milhões de empregos [3], sendo a raça Crioula detentora de uma parcela significativa deste montante.

A Lei nº 12.567, de 13 de julho de 2006 institui oficialmente o rodeio crioulo como um dos componentes da cultura popular sul-riograndense e a prova de laço comprido é descrita como uma das modalidades de competição [4]. A prova de laço comprido, que tem grande importância cultural e econômica, é uma das mais comumente praticadas com o cavalo Crioulo e consiste em simular o trabalho realizado no campo quando é preciso laçar e imobilizar um bovino para tratá-lo, numa distância média de 100 metros, em local cercado [5].

O exercício causa inúmeras alterações nos equinos, as quais já são demonstradas em várias raças e em diferentes modalidades esportivas, tais como enduro, hipismo e corrida, [6-8]. O perfil atlético e as mudanças fisiológicas e bioquímicas de cavalos Crioulos chilenos participantes do rodeio Chileno já foram descritos [9]. Porém, no cavalo Crioulo do Brasil, onde a maioria participa de provas de laço comprido, não existem dados relacionados à caracterização do perfil atlético, tais como o nível de treinamento e de esforço físico que praticam. Assim como, também faltam dados para a verificação da possibilidade do tipo de exercício provocar alterações que venham a reduzir o desempenho atlético, afetando o bem-estar dos equinos.

A evolução do cavalo Crioulo como um atleta de alto desempenho, e a crescente ascensão da raça e sua aptidão para diversas provas equestres, principalmente as que mimetizam o trabalho com o gado, como o laço comprido, tem despertado o interesse na realização de pesquisas. Além disso, determinar os biomarcadores hematológicos e bioquímicos de equinos atletas pode melhorar a compreensão dos efeitos da nutrição e dos programas de exercícios sobre esses animais, e esta informação também pode ser usada para detectar mudanças no estado de saúde [10].

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é caracterizar o tipo de exercício, avaliar o perfil dos animais e o impacto da atividade física sobre o perfil hematológico e bioquímico dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido.

## **2. Materiais e métodos**

Este estudo tem aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Pampa, e está registrado sob o número 049/2017.

## 2.1 Animais

Como critério de inclusão foi estabelecido que os animais, de ambos os sexos e idades variadas, deveriam estar inscritos no registro genealógico da Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC) e que estivessem participando de provas de laço comprido com duração de dois dias.

## 2.2 Coleta de dados

### 2.2.1 Perfil Geral

O cadastro dos animais e cavaleiros foi realizado através de uma entrevista e inspeção do animal para obtenção de informações tais como idade, massa corporal, escore de condição corporal, manejo de criação, alimentação, treinamento dos animais e peso dos cavaleiros e das selas. Foram avaliados 49 animais e cavaleiros, com exceção do escore de condição corporal que teve 33 equinos avaliados, a caracterização do perfil dos equinos competidores e da prova de laço comprido foi realizada com um número maior de animais do que as coletas de sangue e avaliações de FC e FR para enriquecer o estudo.

Foram coletadas as medidas hipométricas de cada animal com o auxílio de um hipômetro e de uma fita métrica conforme já descrito [11], sendo elas: altura, perímetro torácico, perímetro metacarpiano (PM) e longitude escápulo-isquial (LEI). Além das medidas hipométricas citadas acima, foram mensurados também a massa do cavaleiro e da sela, através do uso de balança digital portátil. A mensuração da massa do animal foi realizada com auxílio de uma fita de pesagem e a determinação do escore de condição corporal do animal foi feita segundo um escala com os resultados baseados em palpação e observação dos processos espinhosos e transversos, costelas, base da cauda, tuberosidades coxal e isquiática, estrutura óssea de cernelha, ombro e pescoço, e com base nisso aos animais são classificados em uma escala de um (muito magro) a nove (muito obeso) [12].

### 2.2.2 Prova de laço comprido

As competições de laço comprido podem se realizar de um a três dias ou até mais, porém as provas avaliadas se concentraram em dois dias, sábados e domingos e as finais ocorriam no segundo dia. O objetivo da prova é laçar um bovino, em até 100 m, envolvendo apenas chifres e orelhas para ter a laçada válida. Caso o laço não alcance tal região, ou envolva toda a cabeça e pescoço do animal, a corrida é considerada perdida, não contabiliza

ponto para o competidor e é comumente chamada de “branca”. O equino e o cavaleiro ficam de prontidão esperando o bovino partir do início da pista para ser laçado antes de cruzar os 100 m, após a laçada se dirigem até o final da pista e após um intervalo de tempo bem variado, pois depende do número de competidores que ainda seguem na prova, retornam ao ponto inicial para outra corrida.

A pista de laço comprido (figura 1) tem seu início chamado de “brete”, o limite máximo para o bovino ser laçado se denomina “raia” e o fim da pista é o ponto onde o bovino é contido para retirada do laço e se dirigir ao curral. As pistas avaliadas totalizaram 11 e para sua verificação foi medido o comprimento, com auxílio de fita métrica, e a medida de profundidade da pista, com auxílio de uma régua em três pontos distintos ao longo da pista, para obtenção de uma profundidade média.

Em relação à prova foi anotado o número de corridas de 41 equinos, durante os dois dias de competição. O tempo de cada corrida foi cronometrado, para determinar a velocidade média dos equinos durante a competição. O tempo era cronometrado desde que o equino entrava em pista com a largada do bovino até o término da corrida, que ocorre assim que o bovino adentra o curral.

### 2.2.3 Avaliações de FC e FR e temperatura ambiente

Os animais, num total de 27, foram avaliados quanto à frequência respiratória (FR) e cardíaca (FC), 24h anteriores ao início da prova, ou seja, em repouso (T0), logo após a última corrida do último dia de prova (T1) e 18 a 24 horas após o final da prova (T18). Nos mesmos momentos (T0, T1 e T18) foi mesurada a temperatura ambiente, com termômetro portátil.

### 2.2.4 Coletas de sangue

Para as análises das alterações hematológicas, que totalizaram 19 animais, por motivo de algumas amostras não apresentarem os requisitos mínimos de controle de qualidade, e bioquímicas, as quais compreenderam 28 animais, foram coletadas 10 ml de sangue da veia jugular dos equinos participantes das provas, utilizando agulha e seringas estéreis em tubos com EDTA para o hemograma completo, fluoreto de sódio para glicose e lactato, e sem anticoagulante para o restante das análises bioquímicas. As amostras foram coletadas nos mesmos tempos das avaliações de FC, FR e temperatura ambiente. O intervalo de tempo de 6 horas no T18 se deve ao fato de que os equinos que terminaram o segundo dia de prova em

momentos semelhantes, estavam alojados em locais distantes entre si, dificultando assim, a coleta em horários exatos.

Durante coletas de um experimento piloto foi realizado um tempo de coleta a mais, o qual ocorreu no local da prova, antes de os animais iniciarem as competições, a fim de avaliar alterações sanguíneas devido ao transporte e foi constatado que o transporte não causou alterações nos parâmetros hematológicos, bioquímico e oxidativos dos equinos.

#### 2.2.4.1 Análise hematológica

Um contador hematológico veterinário (BC 2.8 MYND Hematoclin) foi utilizado para a determinação do número de hemácias, leucócitos e concentração de hemoglobina. O hematócrito foi determinado manualmente. Esfregaços sanguíneos a partir do sangue total foram confeccionados e corados com panótico rápido, para a realização do diferencial leucocitário e observação morfológica das células sanguíneas.

#### 2.2.4.2 Análise bioquímica

Foram avaliadas as proteínas totais (PT), albumina, globulina, os eletrólitos fósforo (P), sódio (Na<sup>+</sup>) e potássio (K<sup>+</sup>), ureia, creatinina, glicose, triglicerídeos e colesterol. Os indicadores bioquímicos foram analisados em um equipamento automatizado (BS-120, MINDRAY) mediante kits comerciais.

#### 2.2.5 Análise Estatística

Para avaliar a diferença estatística entre as médias dos resultados obtidos das análises clínicas, hematológicas e bioquímicas nos diferentes tempos de coleta, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) associada ao teste de comparação múltipla Tukey, considerando-se significativo o  $P \leq 0,05$ .

### 3. Resultados

#### 3.1 Perfil geral

A idade média dos animais foi de  $7,2 \pm 2,7$  anos, com machos castrados representando 36,7 % (18/49), enquanto as fêmeas representaram 63,2 % (31/49) dos animais avaliados. A massa média dos animais foi de  $422,2 \pm 35,8$  kg. A Tabela 1 apresenta as medidas hipométricas avaliadas. No presente trabalho os resultados de escore de condição corporal foram de cinco em 3,0 % dos animais (1/33), seis em 21,2 % dos animais (7/33), sete em 60,7 % dos animais (20/33) e oito em 15,1 % dos animais (5/33).

### 3.2 Manejo de criação e alimentação

Em sua grande maioria, 79,6 % (39/49), os animais do estudo ficavam em sistema de semi-estabulação e a minoria, 21,4 % (10/49), ficavam soltos em campo nativo, sendo que desses, 60 % (06/10) recebiam além da pastagem nativa, volumoso extra (feno de alfafa) e concentrado para complementar a dieta. A parte de volumoso da dieta era composta por campo nativo, feno de alfafa, pastagem de aveia ou azevém, dependendo da disponibilidade da propriedade ou do proprietário. A parte de concentrado da dieta era constituída basicamente por ração comercial, composta de cereais, aminoácidos, vitaminas e minerais, contendo 3200 kcal/kg de energia digestível, além de aveia e milho em grãos também fazerem parte do concentrado da dieta. A quantidade de concentrado fornecida foi em média três a sete quilos por animal, com frequência de duas a três vezes por dia. Referente à suplementação mineral 30,6 % (15/49) recebiam sal comum e sal mineralizado, disponibilizado a vontade.

### 3.3 Manejo de treinamento

A avaliação do manejo de treinamento demonstrou que 69,4 % (34/49) treinam de uma a duas vezes por semana, 16,3 % (08/49) treinam de três a quatro vezes por semana, 10,2 % (05/49) treinam mais de quatro vezes por semana e que 4,0 % (02/49) não treinavam nenhum dia na semana. Os treinamentos, apesar de não terem uma frequência padronizada, eram compostos de em média 10 a 15 corridas por treino e ocorriam em pistas semelhantes, se não nos mesmos locais das provas.

### 3.4 Pistas de prova

As 11 pistas avaliadas eram de piso composto de areia. O comprimento médio do brete até a entrada do curral foi de  $155 \pm 38,2$  m. A profundidade média das pistas avaliadas foi de  $7,4 \pm 1,2$  cm, sendo que nenhuma possuía cobertura e quase a totalidade delas possuía iluminação.

### 3.5 Número de corridas e velocidade média

Os animais avaliados realizaram em média 12,7 corridas nos dois dias de rodeio, totalizando uma distância média percorrida de  $3658 \pm 2267$  m. A velocidade média dos equinos avaliados foi de  $6,4 \pm 0,6$  m/s.

### 3.6 Massa carregada

A massa média carregada pelos equinos foi de  $90,8 \pm 14,6$  kg dos cavaleiros e  $16,8 \pm 2,8$  kg das selas, resultando em  $25,6 \pm 3,9$  % da massa média corporal dos animais.

### 3.7 Avaliações de FC e FR e temperatura ambiente

As frequências cardíaca e respiratória avaliadas estão demonstradas na figura 2. Tanto FC quanto FR se apresentaram em sua normalidade quando aferidas 24h anteriores ao início da prova (T0), porém tiveram um aumento significativo logo após a última corrida do último dia de prova (T1), retornando aos valores basais 18 a 24h após o final da prova (T18).

As provas são realizadas o ano inteiro, com maior concentração na primavera e verão, e durante as coletas a temperatura ambiente média 24h anteriores a prova (T0) foi de  $22,7 \pm 4,8^\circ$  C, imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) foi de  $22,9 \pm 3,1^\circ$  C e 18 a 24h após o final da prova (T18) foi de  $25,3 \pm 3,6^\circ$  C.

### 3.8 Análises hematológicas e bioquímicas

Nas tabelas 2 e 3 são apresentados os dados hematológicos e bioquímicos, dos animais avaliados.

## 4. Discussão

Acreditamos que estes são os primeiros dados sobre a prova de laço comprido e o perfil dos cavalos Crioulos que participam desta modalidade. Os resultados das medidas hipométricas demonstraram que essas se encontraram dentro do padrão exigido pela associação de criadores da raça, tanto para machos, quanto para fêmeas [5]. Além dessas medidas descritas na ABCCC, foi avaliada também a LEI, a qual determina o comprimento do animal. Considerando que o desempenho funcional depende de uma conformação estrutural harmoniosa e de uma formação músculo esquelética consistente [13], os dados hipométricos dos animais avaliados se mostraram eficientes em relação ao tipo de exercício praticado, pois os cavalos Crioulos se caracterizam por altura mediana, com um perímetro torácico proporcional às demais medidas e de silhueta ligeiramente retangular e equilibrada. Características harmoniosas facilitam o desempenho de animais que realizam atividades que necessitam de força e velocidade [9], assim como a prova de laço comprido.

Em um estudo feito em 151 cavalos Crioulos Chilenos que competiam em rodeio típico, foram encontrados valores médios para altura de 140,9 e 138,8 cm, para perímetro torácico de 169,6 e 170,3 cm, para PM de 19,6 e 19,0 cm e para LEI de 148,2 e 147,9 cm para machos e

fêmeas respectivamente [14]. Houve grande semelhança com os cavalos Crioulos avaliados em nosso estudo e colaborando para comprovar a mesma origem racial, visto que Crioulos Chilenos são utilizados em cruzamentos com Crioulos brasileiros.

O resultado de escore de condição corporal dos animais avaliados, está acima do ideal para equinos atletas de outras raças conforme literatura [15], e se encontra no padrão corporal indicado pela associação de criadores da raça, pois os cavalos Crioulos apresentam bom revestimento muscular, garupa forte e musculosa, flancos cheios, cauda bem inserida e costelas sempre recobertas [1], refletindo em um escore corporal maior que outras raças. O escore de condição corporal é um indicador subjetivo do estado corpóreo em equinos, baseado no depósito de gordura em determinadas regiões, utilizando a avaliação visual e palpação do animal [16]. O escore ideal para um equino, levando em consideração a escala de um a nove [12], é de quatro a cinco, em que as costelas possam ser difíceis de ver, porém fáceis de palpar [15]. Cavalos Crioulos criados em sistema intensivo, têm facilidade em acumular depósitos de gordura e isso pode trazer consequências indesejáveis, como por exemplo, mais chance de apresentarem lesões articulares degenerativas crônicas, que poderão comprometer seu futuro atlético [17].

O fato de o laço comprido não se tratar de um esporte exclusivamente profissional, reflete na falta de padronização dos treinamentos. Independente da frequência de treinamento dos animais avaliados em nosso estudo, o manejo utilizado nos treinos parece ser eficaz para o tipo de exercício praticado, sendo importante ressaltar que o objetivo maior é o treino do cavaleiro com o laço, além de aptidão física do cavalo e habilidade com o bovino. Em relação aos animais que não treinavam, acredita-se que por serem animais já utilizados na modalidade há bastante tempo, uma forma de adaptação pode ter ocorrido, devido a serem animais selecionados para a aptidão de realizar trabalhos de força e velocidade, assim como é o trabalho de campo com o gado [9]. Foi avaliado o treinamento de cavalos Crioulos chilenos competidores de rodeio típico, o qual ocorria seis vezes na semana e observaram velocidades médias menores no treinamento comparado a prova. Diferentemente do objetivo principal do treinamento dos Crioulos competidores das provas de laço comprido, o treinamento dos Crioulos chilenos tinha como principal objetivo a habilidade com o bovino [18].

O sistema de semi-estabulação é onde o animal passa somente à noite em cocheiras e, devido a isso, o consumo de volumoso não é mensurado pelos proprietários e tratadores, pois os animais se alimentavam durante o dia soltos na pastagem ou campo nativo e essa

alimentação de volumoso era complementada com feno de alfafa. Alguns animais possivelmente recebiam uma quantidade maior de grãos do que o indicado. O fornecimento de forragem a equinos deve ser de um kg de matéria seca a cada 100 kg de peso corporal ao dia, com o restante de suas exigências sendo proporcionadas pelo concentrado, o qual não deve exceder 50% da dieta [19]. A frequência de oferta ao dia está dentro do ideal, pois a frequência de fornecimento ideal do total de grãos deve ser de duas a três vezes ao dia, pensando no respeito ao comportamento natural do animal [20]. Parece que o sistema de criação desses animais se aproxima do mais natural possível.

Com base nos valores de energia digestível da ração comercial fornecida aos animais avaliados, estes estavam recebendo pouco mais que o necessário para manutenção diária. O restante da energia necessária era possivelmente complementado pela dieta (volumoso e grãos in natura). A necessidade de energia digestível para equinos praticantes de exercícios intensos pode até dobrar em relação à manutenção, que é de 15000 kcal/dia [20,15]. A matéria seca da ração do equino atleta deve conter 0,3% de cloreto de sódio, para se sanar essa exigência deve-se acrescentar 0,5 a 1% de sal na mistura de grãos oferecida, ou fornecer para consumo à vontade [19]. A minoria dos animais avaliados recebia sal mineralizado e equinos atletas necessitam de reposição de eletrólitos perdidos no suor, como cloro, potássio, sódio, cálcio e magnésio, por isso a importância da suplementação com sal mineral [20], ressaltando a necessidade de conscientização dos tratadores e proprietários para essa suplementação de grande importância a animais atletas.

Os resultados de profundidade média das pistas não chegaram a 10 cm, sendo assim, é importante salientar que um cuidado maior na manutenção da profundidade deve ser tomado, a fim de evitar possíveis alterações relacionadas às articulações distais dos membros. Estudos feitos em diferentes tipos de superfície, como esteira, areia e pista de concreto, revelaram que a superfície das pistas comumente usadas em competições equestres afeta o desempenho do animal em relação à dinâmica de locomoção, incluindo a velocidade de aterrissagem do casco e flexão e extensão de articulações [21,22]. O solo de areia com 10 cm de profundidade foi melhor que o solo duro para a correta flexão das articulações do tarso e boleto anterior [22].

Os resultados de velocidade média se aproximaram da velocidade média dos cavalos Crioulos chilenos participantes de rodeio típico ( $6,9 \pm 1,1$  m/s) [9]. Já cavalos Puro-Sangue Inglês podem atingir máximas de 17,5 m/s em corridas de 1300 m [23]. Na prova de laço comprido, a velocidade média se mostra bem variável, pois é diretamente dependente da

velocidade do bovino. A velocidade média apresentada em nosso estudo revela que o exercício em questão requer explosão de energia no início de cada corrida e demanda energia anaeróbica, sendo considerado de alta intensidade e curta duração [24].

As definições de peso adequado para um equino carregar têm pouca base científica, mas comparando com alguns trabalhos nota-se que os equinos deste trabalho carregam um peso superior ao recomendado. No Brasil, o Código Nacional de Corridas não fixa um valor para o peso do jóquei, porém o peso mais alto que um cavalo de corrida deve carregar não poderá exceder a 65 kg, sendo 48 kg o peso mínimo, assim pensando em um equino de 500 kg o peso máximo permitido totalizaria 13% do peso corporal de um equino de corrida. Um estudo com equinos nativos japoneses mediu, com auxílio de um acelerômetro, ao passo e ao trote, as alterações de assimetria e regularidade de cavalos carregando 80 a 130 kg de peso total e observaram diferenças significativas quando os animais transportaram 25 a 30% do peso corporal [25]. Testes semelhantes foram realizados e indicam que o máximo de peso total carregado deve ser de 20% do peso corporal do animal [26]. Os animais avaliados carregaram uma carga de peso ( $25,6 \pm 3,9$  %) superior ao indicado na literatura, o que demanda um esforço físico ainda maior para o desempenho na prova e nos leva a hipótese da resistência desses animais ao praticarem exercícios intensos, porém ressalta-se a importância de conscientização de proprietários e cavaleiros no controle da carga que os animais carregam em seu dorso durante as provas.

Os aumentos de FC e FR resultantes do exercício praticado foram dentro do esperado, pois tais alterações frente ao exercício são normais [27,28] e o seu retorno aos valores normais, 18 a 24h após o final das provas, demonstrou que os animais tiveram boa recuperação clínica considerando as funções cardiovasculares e respiratórias. Aumentos das FC e FR após o exercício podem ser atribuídos à estimulação do sistema nervoso simpático, que resulta em aumento nos níveis de catecolaminas (adrenalina), há ainda um aumento da taxa metabólica e da glicólise aeróbica e anaeróbica, o que leva a grandes mudanças nas funções cardiovasculares e respiratórias. Além disso, os equinos usam também o sistema respiratório para perder o calor gerado durante o exercício [29]. Essas informações respaldam a elevação das FC e FR observadas no estudo.

As temperaturas ambientes apresentadas durante as coletas se resumiram em temperaturas medianas, porém refletem a grande variação térmica a que são submetidos durante as competições. A fim de se avaliar a interferência desse parâmetro seriam

necessárias coletas também em temperaturas extremas. Cavalos inadequadamente condicionados para a tarefa atlética necessária ou aqueles que sofrem de um comprometimento do sistema termorregulador correm risco de desenvolver exaustão pelo calor e apesar do reconhecimento dos efeitos potencialmente deletérios do exercício em climas muito quentes, é cada vez mais comum de os atletas equinos competirem em climas mais quentes [29].

Os resultados dos hemogramas completos atestaram o bom estado de saúde dos equinos, visto que é um exame complementar que auxilia a detectar anormalidades tais como anemias e infecções [30]. O perfil hematológico nos permite também avaliar a performance atlética, sendo uma ferramenta importante para adequar os programas de treinamento e assim melhorar o desempenho físico do cavalo atleta [31]. Em nosso estudo, ainda dentro dos valores de referência de 32 a 52 % para hematócrito, 11 a 19 g/dL para hemoglobina e 6,5 a 12,5  $\times 10^6/\mu\text{L}$  para eritrócitos [32], evidenciaram-se aumentos significativos de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito logo após a última corrida do último dia de prova e retorno aos valores basais 18 a 24h após o final da prova. Resultados semelhantes foram encontrados em equinos participantes de provas de salto, antes do exercício e imediatamente após [33]. Essas alterações possivelmente se explicam pelo armazenamento de eritrócitos no baço durante o repouso e o aumento de catecolaminas ativadas em função do exercício, as quais promovem contração esplênica e causam uma eritrocitose fisiológica [27,34]. Através dos resultados do hemograma em nosso estudo, é possível sugerir que houve hemoconcentração por estímulo da contração esplênica, evidenciada logo após a última corrida do último dia de prova, porém os aumentos presentes no eritrograma não perduraram 18 a 24 horas após o final da prova, nem tiveram alterações significativas de fibrinogênio, o qual de tem intervalo de referência de 100 a 400 mg/dL [35], descartando a possibilidade de os animais terem sofrido desidratação pós-exercício [34,37].

Os animais avaliados tiveram aumentos de PT logo após a última corrida do último dia de prova, sugerindo perdas de líquidos durante o exercício, visto que as concentrações de PT de um equino podem indicar presença ou não de desidratação pós-exercício [37], porém 18 a 24h após o final da prova se apresentaram recuperados, uma vez que o valores retornaram aos níveis basais. Intervalos de referência para PT em equinos estão entre 5,2 e 7,9 g/dL [35]. Tal resultado de PT aliado ao resultado do eritrograma reforça a afirmativa de que os animais não sofreram desidratação pelo exercício praticado.

Nossos resultados de leucograma não tiveram diferenças significativas, porém mostraram uma discreta leucocitose por neutrofilia imediatamente após a última corrida do último dia de prova. Os intervalos de referência para leucócitos totais é de 5500 a 12500/ $\mu$ L, para neutrófilos é de 2700 a 6700/ $\mu$ L e de linfócitos é de 1500 a 5500/ $\mu$ L [32]. Valores do leucograma de equinos de hipismo em repouso e após o exercício tiveram diferenças significativas com leucocitose por neutrofilia e linfocitose [33], a qual acontece de forma fisiológica devido à liberação de catecolaminas durante o exercício [34]. Isto nos possibilita inferir que o exercício praticado pelos cavalos Crioulos participantes das provas de laço comprido, não foi capaz de causar alterações nos parâmetros leucocitários, assim como ocorre nas provas de hipismo.

Os animais avaliados não tiveram perdas eletrolíticas durante o exercício, uma vez que os íons  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e P se mantiveram sem alteração e dentro dos intervalos de referência de 132 a 146 mmol/L, 2,4 a 4,6 mmol/L e 1,5 a 4,7 mg/dL respectivamente [35]. Problemas hidroeletrólíticos estão relacionados com perdas anormais de líquidos [36], e isto foi evidenciado em equinos árabes praticantes de prova de enduro e em equinos de raças variadas em testes de resistência [38,39]. Aumentos significativos de P após exercício em equinos praticantes de provas de salto, foram explicados devido à destruição extensa de trifosfato de adenosina (ATP) durante o exercício [40]. Perdas de eletrólitos ocorrem durante o exercício através da sudorese, ocorrendo hiponatremia por diluição, devido à ingestão de água após uma sudorese intensa, ou hipocalemia por perdas durante a sudorese, visto que o suor dos equinos é rico em  $\text{K}^+$  [34]. Tais perdas sugerem falta de adaptação ao exercício praticado [38], o que não ocorreu nos animais avaliados em nosso estudo, sugerindo que estão adaptados ao exercício que praticam.

Não foram observados aumentos significativos de ureia que tem como intervalo de referência para equinos de 21 a 51 mg/dL [35], porém houve aumentos significativos de creatinina, ainda que dentro dos intervalos de referência de 1,2 a 1,9 mg/dL [35], logo após a última corrida do último dia de prova e 18 a 24h após o final da prova. Rabdomiólise é uma das doenças recorrentes em equinos atletas, e aumentos patológicos de ureia e creatinina, que ocorrem devido à diminuição da taxa de filtração glomerular (TFG) [41], sendo a creatinina mais sensível para a avaliação da TFG [34], demonstram dano renal leve [42]. Nosso resultado condiz com os dados relatados em estudo feito em cavalos de salto durante testes em esteira, onde afirmam que aumentos de creatinina são comumente observados como

consequência do exercício [43]. Devido aos aumentos significativos de creatinina terem se encontrado dentro do intervalo de referência em nosso estudo, é possível que esse aumento se deva a elevação do catabolismo da fosfocreatina das células musculares [43].

Os equinos avaliados não apresentaram alterações significativas nos níveis de glicose plasmática e os valores permaneceram dentro do intervalo de referência de 75 a 115 mg/dL [35], todavia observamos uma diminuição ao decorrer das coletas. Semelhante resultado foi relatado no início dos testes de exercício em cavalos de corrida com posterior aumento conforme o exercício continuava. Tal comportamento foi explicado pelos autores devido a uma discreta redução nos níveis de glicose ser comumente observada, e à medida que o exercício continua as concentrações tendem a aumentar através do estímulo para ativação da gliconeogênese hepática [44]. O efeito do exercício sobre os níveis de glicose é variável [43]. A falta de aumentos nas concentrações de glicose plasmáticas em nosso estudo nos sugere que o tipo de exercício praticado pelos equinos não foi suficiente para estimular o consumo de glicose ao ponto de ocorrer sua reposição através da gliconeogênese hepática.

O aumento não significativo dos níveis de triglicerídeos refletiu o bom condicionamento dos animais estudados, visto que tal parâmetro poderia se apresentar diminuído após o esforço físico devido a sua utilização como fonte energética. As reservas de lipídios no sangue dos cavalos podem ser avaliadas pela determinação da concentração de triglicerídeos e colesterol total, que tem como intervalos de referência para equinos 4 a 44 mg/dL e 75 a 150 mg/dL respectivamente [35]; todavia, o triglicerídeo é o mais importante deles no caso de equinos atletas, pois é fonte de energia [45]. Situações de estresse ou exercício causam aumento da lipólise devido à liberação de catecolaminas [46]. Tal como ocorreu nos animais avaliados em nosso estudo, um aumento da concentração de triglicerídeos após o exercício é esperado em consequência do bloqueio da ação da insulina durante o exercício e do efeito hiperglicemiante gerado pelas catecolaminas e cortisol circulantes frente ao esforço físico [47].

O significativo aumento de colesterol encontrado em nosso estudo, após o exercício e descanso dos equinos, pode ser explicado devido à liberação de insulina no mínimo em até uma hora após o exercício, que, por sua vez, inibe a lipólise num momento em que as concentrações séricas de lipídeos poderiam se encontrar diminuídas em função de seu uso como fonte energética [48].

## **5. Conclusões**

O cavalo Crioulo participante de provas de laço é bastante exigido em exercícios de alta intensidade e curta duração em velocidades variadas, carregando sobre seu dorso uma massa considerável acima de 25 % do sua massa corporal. A intensidade do exercício não foi suficiente para estimular aumentos de glicose plasmáticos e nem diminuição de triglicérides como requerimento de energia. Tais observações somadas aos aumentos significativos de hematócrito, hemoglobina, eritrócitos e de PT e seus retornos em tempo hábil demonstram que mesmo em condições extremas de esforço físico, em provas de dois dias, e sem um regime de treinamento controlado ou padronizado, os equinos não sofreram alterações que indicam lesões a nível celular resultantes do tipo de exercício e apresentam-se aptos à prova de laço comprido. Porém, há uma necessidade de padronização do treinamento, para não ocorrer sobrecarga de exercício. A avaliação hematológica e bioquímica pode ajudar a identificar equinos com maior risco de alterações devido ao esforço físico praticado durante provas de laço comprido e fornecer informações sobre a resposta dos animais ao esforço a que são exigidos.

### **Agradecimentos**

A Fundação CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A Bioclin pela contribuição com os kits comerciais para as análises bioquímicas.

Ao Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias da Universidade Federal de Santa Maria e ao Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias da Universidade Federal do Pampa pelas análises laboratoriais.

### **Conflitos de interesse**

Os autores declaram não terem nenhum conflito de interesse com o tema abordado ou qualquer material usado neste trabalho.

### **Referências bibliográficas**

- [1] Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos. Regulamento do registro genealógico da raça equina Crioula. Disponível em:  
[http://www.cavalocrioulo.org.br/studbook/cavalo\\_crioulo](http://www.cavalocrioulo.org.br/studbook/cavalo_crioulo);  
<http://www.cavalocrioulo.org.br/eventos/historia/crioulaco>. Acesso em: 13 de jul. de 2018.
- [2] Vidart D. Orígenes del Caballo Criollo. In: Criollos de America– Origen y evolucion de una raza legendaria. Ed. Ponce de León y Zorrilla, 2004. p.15-23.

- [3] Lima RAS, Cintra AG. Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavallo. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2016. p. 56.
- [4] Costa LAG, Saltz A, Dargen ACSS, Leve C, Borges EFF, Osório FAA. Cartilha com Orientações e Boas Práticas para Realização de Rodeios Crioulos. Ministério Público Estado do Rio Grande do Sul 2016. p. 26.
- [5] Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos. Manual do Criador. Pelotas, RS. 2014. Disponível em: <http://cavalocrioulo.org.br/admin/assets/upload/manuais/manual.pdf>. Acesso em: 13 de jun. de 2017.
- [6] Teixeira-Neto AR, Ferraz GC, Moscardini ARC, Balsamão GM, Souza JCF, Queiroz-Neto A. Alterations in muscular enzymes of horses competing long-distance endurance rides under tropical climate. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 2008; 60:43-549.
- [7] Fazio F, Casella S, Assenza A, Arfuso F, Tosto F, Piccione, G. Blood biochemical changes in show jumpers during a simulated show jumping test. *Veterinarski Arskiv* 2014; 84:143-152.
- [8] Trilk JL, Lindner AJ, Greene HM, Alberghina D, Winckler SJ. A lactate-guided conditioning program to improve endurance performance. *Equine Veterinary Journal* 2002; 34:122-125.
- [9] Pérez R, Garcia M, Cabezas I, Guzman R, Merino BQ, Valenzuela BQ, Gonzalez C. Actividad física y cambios cardiovasculares y bioquímicos del caballo chileno a la competencia de rodeo. *Archivos de Medicina Veterinaria* 1997; 29:221-234.
- [10] Vazzana I, Rizzo M, Dara S, Niutta PP, Giudicce E, Piccione G. Haematological Changes Following Reining Trials in Quarter Horses. *Acta Scientiae Veterinariae* 2014; 42:1171.
- [11] Pérez R, Cabezas I, Guzman R, Garcia M, Chavarria C, Soto R. Comparación de características hipométricas de caballos mestizos descendientes de potros fina sangre y criollos de tiro. *Avances en Ciencias Veterinarias* 1993; 8:119-128.
- [12] Henneke DR, Polter GD, Kreider JL, Yeates BF. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Veterinary Journal* 1983; 15:371-372.

- [13] Stashak TS. Claudicação. In: Stashak TS. Claudicação em equinos segundo Adams. 5.ed. São Paulo: Roca; 2014. p. 603-1010.
- [14] García ML, Cabezas IA, Guzmán RSM, Valenzuela S, Merino V, Pérez R. Características hipométricas, peso corporal y capacidade de carga del caballo fina sangre chileno em rodeo. *Avances em Ciencias Veterinarias* 1997; 12:45-52.
- [15] Rooney DK. Nutrição Clínica. In: Reed SM, Bayly WM. *Medicina Interna Equina*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. p. 186-215.
- [16] Gobesso AAO, Martins RADT, GIL PCN, França R, Gonzaga IVF. Avaliação de escore corporal em equinos por meio da ultrassonografia. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 2014; 51:136-141.
- [17] Amaral LA, Marchiori M, Moraes, BS, Finger I. Relação entre adiposidade, perfil energético, proteínas inflamatórias e lesões osteoarticulares em equinos jovens sobre diferentes sistemas de criação. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 2017; 37:115-120.
- [18] Garcia M, Guzman R, Cabezas I, Merino V, Palma C, Pérez R. Evaluación del entrenamiento tradicional del caballo criollo chileno de rodeo mediante el análisis de variables fisiológicas y bioquímicas sanguíneas. *Archivos de Medicina Veterinaria* 1999; 31.
- [19] Lewis L D. Nutrição clínica equina: alimentação e cuidados. São Paulo: Roca; 2000 p. 41-43; 227-232.
- [20] Primiano FM. Manejo e Nutrição do Cavalo Atleta. *Pet Food Brasil* 2010; p.16-18.
- [21] Burn JF, Usmar SJ. Hoof landing velocity is related to track surface properties in trotting horses. *Equine and Comparative Exercise Physiology* 2004; 4:37-41.
- [22] Mendez-angulo JL, Firshman AM, Groschen DM, Kieffer PJ, Trumble TN. Impact of walking surface on the range of motion of equine distal limb joints for rehabilitation purposes. *The Veterinary Journal* 2014; 199:413-418.
- [23] Silva APA, Figueiredo LGG, Mota MDS, Oliveira HN. Velocidades médias de cavalos Puro-Sangue Inglês de corrida em função da enturmação. 12<sup>a</sup> Mostra científica da FMVZ – UNESP – BOTUCATU – SP 2008.
- [24] Coelho CS, Lopes PFR, Pissinati GL, Ramalho LO, Souza VRC. Influência do exercício físico sobre sódio e potássio séricos em equinos da raça Quarto de Milha e mestiços

submetidos à prova de laço em dupla. *Revista Brasileira de Ciências Veterinárias* 2011; 18:32-35.

[25] Matsuura A, Irimajiri M, Matsuzaki K, Hiraguri Y, Nakanowatari T, Yamazaki A, Hodate K. Method for estimating maximum permissible load weight for Japanese native horses using accelerometer-based gait analysis. *Animal Science Journal* 2012.

[26] Powell DM, Bennet-wimbush K, Peeples A, Duthie M. Evaluation of Indicators of Weight-Carrying Ability of Light Riding Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 2008; 28:28-33.

[27] Gómez C, Petróñ P, Andaur M, Pérez R, Matamoros R. Medición post-ejercicio de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas em equinos de salto holsteiner. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad del Zulia* 2014; 14:244-253.

[28] Robinson N E. Função respiratória. In: Cunningham JG, Klein BG. *Tratado de Fisiologia Veterinária*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2008. p.569-624.

[29] Geor RJ, McCutcheon LJ. Thermoregulatory adaptations associated with training and heat acclimation. *Veterinary Clinics of North American: Equine Practice* 1998; 14:97-120.

[30] Morris DD. Doenças do Sistema Hemolinfático. In: Reed SB, Bayly WM. *Medicina Interna Equina*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. p. 481-518.

[31] Assenza A, Coglu F, Giannetto C, Fazio F, Piccione G. Hematological Response Associated with Repeated Show Jumping Competition in Horse. *Acta Scientiae Veterinariae* 2015; 43:1305.

[32] Thrall MA, Backer DC, Campbell TW, DeNicola D, Fettman MJ, Lassen ED, Rebar A, Weiser G. *Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária*. São Paulo: Rocca; 2006. p. 582.

[33] Dias DCR, Rocha JS, Mello FM, El-Bachá RS, Ayres MCC. Influência do exercício sobre o hemograma, enzimas marcadoras de lesão muscular e índice de peroxidação de biomoléculas em equinos submetidos à atividade de salto. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária* 2011; 18:36-42.

[34] Stockham SL, Scott MA. *Fundamentos de Patologia Clínica Veterinária*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011. p. 729.

[35] Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6 ed. Elsevier; 2008. p. 916.

- [36] Kerr M G. Exames Laboratoriais em Medicina Veterinária: Bioquímica Clínica e Hematologia. 2 ed. São Paulo: Roca; 2003. p. 436.
- [37] Kedzierski W, Bergero D, Assenza A. Trends of Hematological and Biochemical Values in the Blood of Young Race Horses During Standardized Field Exercise Tests. *Acta Veterinaria (Beograd)* 2009; 59:457-466.
- [38] Dumont CBS, Leite CR, Moraes JM, Moreira M, Moscardini ARC, Godoy RF, Lima EMM. Osmolaridade, ânion gap, potencial hidrogeniônico e íons plasmáticos mensuráveis de equinos Puro Sangue Árabe finalistas em provas de enduro de 90 km. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 2012; 32:542-546.
- [39] Sow A, Bathily A, Kalandi M, Tine RS, Sawadogo GJ. Evolution des paramètres biochimiques chez leschevaux de sport pendant untest d'effort. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 2016; 10:48-57.
- [40] Santos AS, Silva RAS, Azevedo JRM, Mello MAR, Soares AC, Sibuya CY, Anaruma CA. Serum electrolyte and total protein alterations in Pantaneiro horse during long distance exercise. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 2001; 53.
- [41] Fettman MJ, Rebar A. Avaliação Laboratorial da Função Renal. In: Thrall MA. *Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária*. São Paulo: Roca; 2006. p.285-310.
- [42] El-Deeb WM, El-Bahr SM. Investigation of selected biochemical indicators of Equine Rhabdomyolysis in Arabian horses: pro-inflammatory cytokines and oxidative stress markers. *Veterinary Research Communications* 2010; 34:677–6890.
- [43] Santos VP. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em equinos de salto. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- [44] Trilk JL, Lindner AJ, Greene HM, Alberghina D, Wickler SJ. A lactate-guided conditioning programme to improve endurance performance. *Equine Veterinary Journal* 2002; 34:122-125.
- [45] Melo SKM, Lira LB, Almeida TLAC, Rego EW, Manso HECCC, Manso-Filho HC. Índices hematimétricos e bioquímica sanguínea no cavalo de cavalgada em condições tropicais. *Ciência Animal Brasileira* 2013; 14:208-215.
- [46] González FHD, Silva SC. Introdução à bioquímica clínica veterinária. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2003. p.198.

[47] Hyyppä, S. Endocrinal responses in exercising horses. *Livestock Production Science* 2005; 92:113-121.

[48] Hyyppä S, Räsänen LA, Pösö AR. Resynthesis of glycogen in skeletal muscle from standardbred trotters after repeated bouts of exercise. *American Journal of Veterinary Research* 1997; 58:162-166.



Figura 1: Desenho esquemático da pista de provas, demonstrando seu início (brete), o limite máximo para laçar o bovino (raia) e seu final (entrada do curral).

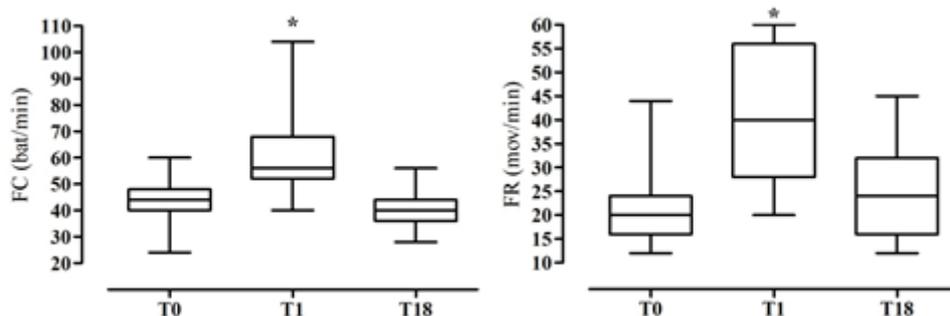


Figura 2: Gráficos com os valores médios, máximos e mínimos de FC e FR 24h anteriores ao início da prova (T0), imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) e após 18 a 24h do final da prova (T18) dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido de dois dias.

\* Diferenças significativas, considerando  $P \leq 0,05$ .

Tabela 1: Resultado das medidas hipométricas (média  $\pm$  DP) coletadas dos 49 animais avaliados e valores usados como padrão na ABCCC.

Medida hipométrica	Padronização	Machos	Padronização	Fêmeas
	ABCCC	avaliados	ABCCC	avaliadas
	machos		fêmeas	
	castrados			
Altura (cm)	138,0–150,0	143,2 $\pm$ 4,75	138,0-148,0	142,1 $\pm$ 4,84
Perímetro torácico (cm)	$\geq$ 168,0	175,0 $\pm$ 5,95	$\geq$ 170,0	173,4 $\pm$ 8,99
PM (cm)	$\geq$ 18,0	19,61 $\pm$ 1,03	$\geq$ 18,0	19,06 $\pm$ 0,92
LEI (cm)	-	149,7 $\pm$ 5,81	-	149,8 $\pm$ 7,23

Tabela 2: Valores médios, desvio padrão (DP) e máximos e mínimos de eritrograma, fibrinogênio e leucograma 24h anteriores ao início da prova (T0), imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) e após 18 a 24h do final da prova (T18) dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido de dois dias.

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T18</b>
<b>Hematócrito (32-52%)</b>			
Média	33,36 <sup>b</sup>	38,64 <sup>a</sup>	33,83 <sup>b</sup>
DP	4,35	4,26	3,64
Valores mín e máx	25-45,1	33-48,1	28,5-43,9
<b>Hemoglobina (11-19g/dL)</b>			
Média	11,53 <sup>b</sup>	13,61 <sup>a</sup>	11,44 <sup>b</sup>
DP	1,21	1,31	1,31
Valores mín e máx	9,4-15	11,3-16,2	9,8-15
<b>Eritrócitos (6,5-12,5x10<sup>6</sup>/μL)</b>			
Média	7,42 <sup>b</sup>	8,64 <sup>a</sup>	7,38 <sup>b</sup>
DP	0,77	0,71	0,78
Valores mín e máx	6,23-8,84	7,61-9,88	6,32-8,82
<b>Fibrinogênio (100-400mg/dL)</b>			
Média	242,1	210,5	236,8
DP	150,2	172,9	167,4
Valores mín e máx	0-600	0-600	0-600
<b>Leucócitos totais (5500-12500/μL)</b>			
Média	9142	14705	13826
DP	2088	19539	20461
Valores mín e máx	6100-13300	7100-13100	6300-13400
<b>Neutrófilos (2700-6700/μL)</b>			
Média	4895	8885	5227
DP	1207	11541	1488
Valores mín e máx	3223-8512	3237-10140	3213-8424
<b>Linfócitos (1500-5500/μL)</b>			
Média	3848	3544	3442
DP	1704	1451	1461
Valores mín e máx	2232-7812	1349-7869	1764-8487

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas, considerando  $P \leq 0,05$ .

Tabela 3: Valores médios, desvio padrão (DP) e máximos e mínimos de PT, albumina, globulina, P,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , creatinina, ureia, glicose, colesterol e triglicerídeos 24h anteriores ao início da prova (T0), imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) e após 18 a 24h do final da prova (T18) dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido de dois dias.

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T18</b>
<b>PT (5,2-7,9 g/dL)</b>			
Média	6,7 <sup>b</sup>	7,03 <sup>a</sup>	6,83 <sup>ab</sup>
DP	0,79	0,63	0,60
Valores mín e máx	4,8-8,2	5,9-9	5,6-8,1
<b>Albumina (2,4-4,1 g/dL)</b>			
Média	3,04	3,19	3,2
DP	0,44	0,41	0,71
Valores mín e máx	2,3-3,93	2,5-3,96	2,6-6,1
<b>Globulina (2,6-4,6 g/dL)</b>			
Média	3,76 <sup>ab</sup>	3,97 <sup>a</sup>	3,52 <sup>b</sup>
DP	0,66	0,57	0,85
Valores mín e máx	2,4-4,87	3,1-5,44	0,3-4,9
<b>Fósforo (1,5-4,7 mg/dL)</b>			
Média	3,46	3,85	3,77
DP	0,69	0,65	0,63
Valores mín e máx	2,5-5,3	2,6-4,9	2,7-4,9
<b>Sódio (132-146 mmol/L)</b>			
Média	143,4	140,6	142,5
DP	25,35	7,80	3,98
Valores mín e máx	93,1-238,6	110,3-148,4	132,7-150,9
<b>Potássio (2,4-4,6 mmol/L)</b>			
Média	3,69	3,58	3,31
DP	2,37	0,37	0,31
Valores mín e máx	1,7-13,6	2,9-4,1	2,6-3,9
<b>Creatinina (1,2-1,9 mg/dL)</b>			

Média	1,49 <sup>a</sup>	1,71 <sup>b</sup>	1,61 <sup>c</sup>
DP	0,23	0,17	0,18
Valores mín e máx	1-1,9	1,4-2,09	1,3-2,01
<b>Ureia (21-51 mg/dL)</b>			
Média	42,18	43,25	44,36
DP	10,23	7,91	9,25
Valores mín e máx	25-74	29-59	29-72
<b>Glicose (75-115 mg/dL)</b>			
Média	100,4	97,79	92,18
DP	22,50	18,38	9,44
Valores mín e máx	79-185	71-179	76-113
<b>Colesterol (75-150 mg/dL)</b>			
Média	92,11 <sup>b</sup>	97,64 <sup>a</sup>	96,11 <sup>ab</sup>
DP	17,60	17,28	18,17
Valores mín e máx	62-125	67-132	64-136
<b>Triglicerídeos (4-44 mg/dL)</b>			
Média	27,14	29,96	37,11
DP	13,26	10,80	30,85
Valores mín e máx	9-73	19-63	9-147

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas, considerando  $P \leq 0,05$ .

## 5.2 Artigo 2

Avaliação da função muscular e perfil oxidativo em cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido

Andrielli Trentim Pereira<sup>1</sup>, Leonardo Trentim Chaves<sup>2</sup>, Erika Carla Smilgys<sup>3</sup>, Ana Júlia dos Santos Thoma<sup>3</sup>, Bárbara da Silva Andrade<sup>3</sup>, Vinícius Leobet Lunkes<sup>4</sup>, Juliana Sorraila de Oliveira<sup>5</sup>, Cinthia Melazzo de Andrade<sup>6</sup>, Julio Cesar Mendes Soares<sup>7</sup>, Bruno Leite dos Anjos<sup>8</sup>, Mirela Noro<sup>8</sup>, Ricardo Pozzobon<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Discente PPGCA Universidade Federal do Pampa

<sup>2</sup> Discente Medicina Veterinária Universidade Federal do Pampa

<sup>3</sup> Discente Medicina Veterinária Universidade Federal de Santa Maria

<sup>4</sup> Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias Universidade Federal de Santa Maria

<sup>5</sup> Laboratório de Pesquisa de Patologia Clínica Veterinária – BIOOX Universidade Federal de Santa Maria

<sup>6</sup> Docente Universidade Federal de Santa Maria

<sup>7</sup> Docente Universidade Federal do Pampa

<sup>8</sup> Docente PPGCA Universidade Federal do Pampa

### Resumo

A raça Crioula é bastante difundida no Brasil, principalmente na região Sul, e a prova de laço comprido é uma das principais modalidades esportivas da qual o cavalo Crioulo participa. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações da função muscular e alterações oxidativas provocadas pelo exercício praticado na prova de rodeio de laço comprido. Para isso, foram coletadas amostras de sangue nos tempos: 24 horas anteriores ao início da prova (T0), após a última corrida do último dia de prova (T1) e 18 a 24 horas após o final da prova (T18), em provas de laço comprido com duração de dois dias. Foram avaliadas as enzimas aspartatoaminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK), lactato e o perfil oxidativo através de espécies reativas ao oxigênio (ROS), espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), catalase (CAT) e ácido úrico. Os dados foram estudados através de uma análise de variância

(ANOVA) associada ao teste de comparação múltipla Tukey, considerando-se significativo para  $P \leq 0,05$ . As elevações significativas de CK e lactato em T1 associadas à manutenção dos níveis dos indicadores oxidativos em T1 e T18 refletiram um significativo esforço muscular e um estresse oxidativo mínimo e transitório, visto que os animais apresentaram-se recuperados após 18 a 24 horas de descanso. Os animais estudados não tiveram danos a nível celular devido ao exercício e apresentaram uma condição muscular apta ao exercício praticado.

Palavras-chave: Cavalo Crioulo, exercício, rodeio, estresse oxidativo.

## **1. Introdução**

Os cavalos Crioulos são considerados animais de admirável rusticidade e resistência [1]. A prova de laço comprido, que tem grande importância cultural e econômica no Rio grande do Sul, não só é uma das mais comumente praticadas pela raça como também, consiste em simular o trabalho realizado no campo quando é preciso laçar e imobilizar um bovino para tratá-lo, numa distância média de 100 metros, em local cercado [2]. Através de resultados ainda não publicados concluímos que a prova de laço comprido é um exercício de alta intensidade e curta duração, praticada em pistas de areia e mesmo sem um regime padronizado de treinamento, bem como carregando uma carga de peso maior que o ideal, os cavalos Crioulos participantes apresentam somente alterações fisiológicas considerando as análises clínicas, hematológicas e bioquímicas avaliadas.

Análises da bioquímica sanguínea, isoladas ou combinadas, podem ajudar a identificar riscos de desenvolver alterações patológicas decorrentes do exercício [3]. Todos os sistemas biológicos existem em equilíbrio redox, equilibrando reações oxidativas e redutoras para alcançar condições adequadas para a vida. As perturbações na homeostase redox são causadas por um acúmulo de moléculas oxidantes por superprodução ou perda da capacidade de redução celular [4]. O exercício físico extenuante pode induzir estresse oxidativo devido ao consumo excessivo de oxigênio e geração elevada de ROS no sistema de transporte de elétrons mitocondrial, as quais podem ter efeitos prejudiciais nos lipídios, proteínas e DNA bem como ações pró-inflamatórias [5].

Organismos vivos possuem sistemas de defesa antioxidantes contra ROS e pode-se dizer que um organismo encontra-se sob estresse oxidativo quando ocorre um desequilíbrio entre a produção de ROS e os antioxidantes, de maneira que os primeiros sejam predominantes [6].

O exercício causa muitas alterações em equinos atletas de diferentes modalidades [7-9]. Porém, no cavalo Crioulo participante de provas de laço comprido não existem tais estudos. Também faltam dados para a verificação da possibilidade do tipo de exercício provocar alterações patológicas que venham a reduzir o desempenho atlético, não corroborando para o bem-estar dos equinos. Considerando o cavalo Crioulo como o atleta que é, devido a sua aptidão para diversas provas equestres, principalmente as que mimetizam o trabalho com o gado, como o laço comprido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a função muscular e os parâmetros indicadores do estresse oxidativo provocados pelo exercício praticado em provas de laço comprido de dois dias e determinar se o tipo de exercício praticado causa alterações patológicas nos equinos avaliados.

## **2. Materiais e métodos**

Este estudo tem aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Pampa, e está registrado sob o número 049/2017.

### **2.1 Animais**

Como critério de inclusão foi estabelecido que os animais, num total de 28, de ambos os sexos e idades variadas, deveriam estar inscritos no registro genealógico da Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC) e que estivessem participando de provas de laço comprido com duração de dois dias.

### **2.2 Coletas de sangue**

Foram coletados 10 mL de sangue da veia jugular dos equinos participantes das provas, utilizando agulha e seringas estéreis em tubos com citrato de sódio para análise da atividade catalase (CAT) e sem anticoagulante para análise de creatinoquinase (CK), aspartatoaminotransferase (AST), lactato, ácido úrico, espécies reativas ao oxigênio (ROS) e espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). As amostras foram coletadas nos seguintes tempos: 24 horas anteriores ao início da prova (T0), após a última corrida do último dia de prova (T1) e 18 a 24 horas após o final da prova (T18). O intervalo de tempo de 6 horas no T18 se deve ao fato de que os equinos que terminaram o segundo dia de prova em momentos semelhantes, estavam alojados em locais distantes entre si, dificultando assim, a coleta em horários exatos.

### **2.3 Análise bioquímica da função muscular**

Os indicadores bioquímicos da função muscular totalizaram 28 animais e foram analisados em um equipamento automatizado (BS-120, MINDRAY) mediante kits comerciais.

#### 2.4 Análise dos indicadores do estresse oxidativo

Os indicadores do estresse oxidativo totalizaram 20 equinos avaliados.

A medição da produção de ROS intracelulares foi feita através da determinação da 2'-7'-diclorofluoresceína (DCF) como um indicador da produção de espécies reativas pelos componentes celulares. Alíquotas (50 µl) de amostra de soro foram adicionados a um meio contendo tampão Tris-HCl (10 mM; pH 7,4) e diacetato de 2'-7'-diclorofluoresceína (DCFH-DA) (1 mM). Depois da adição de DCFH-DA, o meio foi incubado no escuro durante 1 h até o procedimento de medição da fluorescência (excitação a 488 nm e emissão a 525 nm, e ambas as larguras de fenda usadas foram de 1,5 nm). Os resultados foram corrigidos pelo conteúdo de proteína [10].

Os níveis de TBARS foram determinados de acordo com Jentsch et al. (1996) [11], através da medição da concentração de malondialdeído (MDA) como um produto da peroxidação lipídica através da reação com o ácido tiobarbitúrico (TBA). Resumidamente, a mistura de reação, contendo 200 µL de soro ou de padrão (0,3mM MDA), 1mL de ácido ortofosfórico 0,2 M, e 250 µL de TBA (0,1 M) foi aquecida a 95° C durante por 45 minutos. A absorvância foi medida a 532 nm. Os níveis séricos de TBARS foram expressos em nmol de MDA/mg de proteína.

Para o ensaio da atividade de CAT foi utilizado o método de Nelson; Kiesow (1972) [12]. A amostra de sangue total foi utilizada em uma mistura de reação contendo tampão de fosfato de potássio (pH 7) 50 mM e peróxido de hidrogênio a 10 mM. A taxa de reação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foi monitorada a 240 nm durante 2 min à temperatura ambiente. A atividade enzimática foi expressa em nmol/mg proteína/minuto.

Os valores de ácido úrico foram obtidos conforme o restante das análises bioquímicas em um analisador automatizado (CM-200, WIENER LAB) através de kit comercial.

#### 2.5 Análise estatística

Para avaliar a diferença estatística entre as médias dos resultados obtidos das análises bioquímicas e oxidativas nos diferentes tempos de coleta, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) associada ao teste de comparação múltipla Tukey, considerando-se significativo o  $P \leq 0,05$ .

### 3. Resultados

Os resultados das análises bioquímicas, onde é possível verificar os aumentos significativos ( $P \leq 0,05$ ) de CK e lactato, além da AST sem alterações, se encontram na tabela 1.

Os resultados dos indicadores do estresse oxidativo estão apresentados na tabela 2, sem modificações significativas entre os três momentos de coletas.

### 4. Discussão

Entre as enzimas, cujas concentrações séricas devem ser determinadas em casos de disfunções musculares, estão AST e CK [13]. Valores de referência de CK (103-467 UI/L) e AST (120-309 UI/L) para a raça Crioula em equinos com idades de dois a 15 anos já foram publicados [14]. Nossos resultados de CK apresentaram aumento significativo logo após a última corrida do último dia de prova, e 18 a 24h após o final da prova ainda estavam superiores aos valores basais, porém já se apresentava em declínio, comparado ao período logo após o fim da prova. Tais aumentos de CK são semelhantes aos valores antes e 24h após o exercício em equinos Crioulos em Prova de Freio de Ouro, outro tipo de modalidade na raça [15]. Não observamos elevações significativas de AST nos diferentes momentos de coleta, porém, conforme Franciscato et al. (2006), os valores se mostraram discretamente superiores ( $342,3 \pm 270,2$ ) ao intervalo de referência [14]. No entanto, está dentro do intervalo de referência (150 a 400 U/L) para equinos atletas segundo Rose; Hodgson (1994) [16]. Considerando as diferenças entre raças e de modalidades esportivas, além da grande variabilidade de valores de referência mencionados na literatura, cabe ressaltar a importância de serem determinados valores de referência, em relação à atividade enzimática muscular, para esta modalidade esportiva.

O fato de não encontrarmos elevações significativas de AST possivelmente se deve a que os efeitos do exercício sobre sua concentração dependem, além da intensidade e duração do exercício, do estado de saúde dos animais [17], tendo em vista que os equinos avaliados eram saudáveis, e ainda que a CK é mais específica que AST para avaliação de presença de lesão muscular [18]. A atividade sérica de CK aumenta rapidamente após lesão muscular, apresentando valores máximos em seis a 12 horas após a lesão e meia-vida inferior a duas horas [18]. Considerando o aumento de CK logo após o último dia de prova, podemos afirmar que dois dias de rodeio foram suficientes para provocar alterações nas concentrações de CK dos animais avaliados. No entanto, temos que levar em consideração que elevações de atividades enzimáticas de pequena magnitude, como ocorreu na maioria dos animais

avaliados, podem ser decorrentes do processo de aumento de permeabilidade da membrana da célula muscular e não de sua ruptura por lesão muscular [19].

Após a última corrida do último dia de prova foi constatado um aumento significativo de lactato, indicando que os equinos competidores de provas de laço comprido realizam exercício em energia anaeróbica, pois a principal razão para o aumento da produção de lactato é a hipóxia, que em condições anaeróbicas o catabolismo do piruvato desvia da entrada do ciclo de Krebs para produção de lactato [20]. Os valores de referência para lactato em equinos se encontram entre 10 a 16 mg/dL [21]. Visto que as concentrações retornaram aos níveis basais 18 a 24h após o final da prova, sugere-se certo grau de adaptabilidade dos equinos ao tipo de esforço físico que o exercício exige, uma vez que a capacidade de metabolizar o lactato produzido indica qual tipo de esforço físico o equino é submetido podendo sugerir esforço excessivo ou não [22]. As concentrações de lactato sanguíneo são regularmente utilizadas para avaliar o nível de aptidão no cavalo atleta, sendo que uma variável quantitativa do lactato sanguíneo confiável para a determinação da aptidão e sucesso competitivo é o V4 (velocidade em que o lactato atinge 4 mmol/L) [23]. O limiar anaeróbico (V4) do cavalo Crioulo está entre as velocidades de 6 a 8 m/s [24].

Em nossos resultados não se observou diferenças significativas na análise de ROS, porém ocorreu um discreto aumento após a última corrida do último dia de prova, da mesma forma continuou aumentando 18 a 24 horas após o final da prova. A produção de ROS pode ser prejudicial causando alguns efeitos deletérios através da lipoperoxidação [6], como por exemplo, lesão oxidativa das fibras musculares [25]. Entre as diferentes tipos de ROS, o radical hidroxila é a mais reativa que se conhece nos sistemas biológicos. Possui a meia-vida mais curta, portanto, quando produzido in vivo, causa danos em região próxima ao local onde foi sintetizado [26]. Considerando a discreta e não significativa elevação deste parâmetro somado ao aumento isolado de CK encontrado sugere-se que dois dias de provas possivelmente foram suficientes para causar um aumento transitório de permeabilidade de membrana em células musculares nos cavalos Crioulos competidores de provas de laço comprido. Apesar disso, visto que o desvio padrão da CK foi elevado e alguns animais isoladamente tiveram seu valor acima de valores fisiológicos (1291 UI/L) mantendo-se até 24h após o fim do exercício, não se descarta um dano muscular pontual e a possibilidade de alguns animais estarem com sobre carga de exercício. Mais estudos com diferentes e maiores

grupos de animais da raça Crioula são importantes para elucidar melhor o comportamento da atividade muscular desses animais nos rodeios de laço comprido.

O malondialdeído (MDA) é um produto secundário da lipoperoxidação [27], sendo considerado um biomarcador de dano oxidativo e pode ser medido livre utilizando-se o TBARS [28]. Os peróxidos lipídicos exercem seus efeitos tóxicos através de dois mecanismos gerais, a lipoperoxidação extensa altera a montagem, composição, estrutura e dinâmica das membranas lipídicas e os peróxidos lipídicos também são capazes de propagar a geração adicional de ROS, ou se degradam em compostos reativos capazes de reticular DNA e proteínas [4].

Nos níveis de TBARS também não houve diferenças significativas, todavia um discreto aumento logo após a última corrida do último dia de prova (T1) e 18 a 24 horas após o final da prova (T18) já se encontravam em declínio. Em um estudo com cavalos de salto, os níveis plasmáticos de TBARS se apresentaram significativamente elevados logo após o exercício e retornaram aos níveis basais 24 horas após a competição [9]. Tal comportamento demonstra que o estímulo do exercício resulta em maiores índices de lipoperoxidação de membranas, avaliada pelo nível de TBARS [29].

O treinamento produz redução dos níveis de TBARS constatada após testes de exercício em cavalos de salto comparando animais treinados e não treinados [30]. Em dados de outro artigo de nosso grupo (ainda não publicado) evidenciou-se que os crioulos de rodeio não têm um programa de treinamento controlado e por isso, os discretos aumentos nos níveis de TBARS após o exercício podem ser atribuídos a estresse oxidativo mínimo e transitório.

A atividade da CAT nos animais avaliados não teve diferenças significativas em nenhum momento de avaliação. Estudos demonstram que a CAT é um antioxidante enzimático que desempenha um papel importante na proteção contra o estresse oxidativo e que ocorrem aumentos significativos em sua atividade em equinos submetidos a testes de esforço, demonstrando mobilização desse importante antioxidante durante o exercício [30,31]. A falta de aumentos dessa enzima demonstra mais uma vez a possibilidade de estresse oxidativo mínimo e transitório decorrente do exercício praticado, uma vez que TBARS e ROS também não se alteraram.

Não houve alterações significativas em relação aos níveis de ácido úrico nos equinos estudados. O ácido úrico é um exemplo de antioxidante endógeno não enzimático [32], em equinos submetidos a uma competição de salto foi caracterizado como primeira linha de defesa antioxidante, após verificação de seu aumento nas avaliações sanguíneas pós-provas

[9]. Nossos resultados indicaram que não ocorreu mobilização deste antioxidante frente à mínima possibilidade de estresse oxidativo causado por dois dias de competição.

## **5. Conclusões**

Como resultado do exercício foi verificado um aumento isolado de CK, a qual se mostrou retornando ao normal após o descanso, e ainda carece de mais estudos para avaliar melhor a condição muscular desses animais, devido a uma minoria isolada terem apresentado níveis patológicos de CK. Uma glicólise anaeróbica foi evidenciada pelo aumento de lactato, que retornou aos níveis basais após o descanso. As análises dos indicadores do estresse oxidativo revelaram uma mínima mobilização dos fatores oxidantes e antioxidantes. Os cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido, em sua maioria, tiveram alterações discretas e transitórias decorrentes da atividade física e, por isso, foi demonstrado que não sofreram lesões a nível celular resultantes do exercício praticado quando se avaliam o esforço muscular realizado e o perfil oxidativo, o qual pode servir de parâmetro para melhorias no treinamento dos equinos submetidos ao tipo de esforço físico que a prova exige.

## **Agradecimentos**

A Fundação CAPES pela concessão de bolsa de estudos.

A Bioclin pela contribuição com os kits comerciais para as análises bioquímicas.

Ao Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias da Universidade Federal de Santa Maria pelas análises musculares.

Ao Laboratório de Pesquisa de Patologia Clínica Veterinária – BIOOX da Universidade Federal de Santa Maria e ao Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias da Universidade Federal do Pampa pelas análises dos indicadores do estresse oxidativo.

## **Conflitos de interesse**

Os autores declaram não terem nenhum conflito de interesse com o tema abordado ou qualquer material usado neste trabalho.

## **Referências bibliográficas**

[1] Vidart D. Orígenes del Caballo Criollo. In: Criollos de America– Origen y evolucion de uma raza legendaria. Ed. Ponce de León y Zorrilla, 2004. p.15-23.

[2] Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos. Regulamento do registro genealógico da raça equina Crioula. Disponível em:

[http://www.cavalocrioulo.org.br/studbook/cavalo\\_crioulo;](http://www.cavalocrioulo.org.br/studbook/cavalo_crioulo;)

<http://www.cavalocrioulo.org.br/eventos/historia/crioulaco>. Acesso em: 13 de jul. de 2018.

- [3] Fazio F, Casella S, Assenza A, Arfuso F, Tosto F, Piccione, G. Blood biochemical changes in show jumpers during a simulated show jumping test. *Veterinarski Arskiv* 2014; 84:143-152.
- [4] Gaschler MM, Stockwell BR. Lipid peroxidation in cell death. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 2017; 482:419-425.
- [5] Deaton CM, Marlin DJ. Exercise-Associated Oxidative Stress. *Clinical Techniques in Equine Practice* 2003; 2:278-291.
- [6] Sies H. Biochemistry of oxidative stress. *Angewandte Chemie International Edition in English* 1986; 25:1058-1071.
- [7] Balogh N, Gaál T, Sz.Ribiczeyné P, Petri Á. Biochemical and Antioxidant Changes in Plasma and Erythrocytes of Pentathlon Horses Before and After Exercise. *Veterinary Clinical Pathology* 2001; 30:214-218.
- [8] Marlin DJ, Fenn K, Smith N, Deaton CD, Roberts AC, Herris PA, Dunster C, Kelly FJ. Changes in Circulatory Antioxidant Status in Horses during Prolonged Exercise. *The Journal of Nutrition* 2002; 132:1622-1627.
- [9] Soares JCM, Zanela R, Bondan C, Alaves LP, Lima MR, Motta AC, Zanella EL. Biochemical and antioxidante changes in plasma, serum and erythrocytes of horses before and after a jumping competition. *Journal of Equine Veterinary Science* 2011; 31:357-360.
- [10] Myhre O, Andersen JM, Aarner H, Fonnum F. Evaluation of the probes 2',7'-dichlorofluorescein diacetate, luminol, and lucigenin as indicators of reactive species formation. *Biochemical Pharmacology* 2003; 65:1575-1582.
- [11] Jentsch AM, Bachmann H, Fürst P, Biesalski HK. Improved analysis of malondialdehyde in human body fluids. *Free Radic Biol Med.* 1996; 20:251-256.
- [12] Nelson DL, Kiesow LA. Entalpy of the composition of hydrogen peroxide by catalase at 25°C. *Analytical Biochemistry* 1972; 49:474-479.
- [13] González FHD, Silva SC. *Introdução à bioquímica clínica veterinária*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2003. p.198.
- [14] Franciscato C, Lopes STA, Veiga APM, Martins DB, Emanuelli MP, Oliveira LSS. Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos Crioulos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2006; 41:1561-1565.
- [15] Da Cãs EL, Rosauero AC, Silva CAM, Brass KE. Concentração sérica das ezimas creatinoquinase, aspartato aminotransferase e dehidrogenase láctica em equinos raça Crioula. *Ciência Rural* 2000; 30.

- [16] Rose RJ, Hodgson DR. An overview of performance and sport medicine. In: Hodgson DR, Rose RJ. The athletic horse. Philadelphia: W. B.Saunders; 1994. p.5-11.
- [17] Harris PA. Enfermidade musculoesquelética. In: Reed SB, Bayly WM. Medicina Interna Equina. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. p.320-367.
- [18] Lassen ED. Diagnóstico Laboratorial da Lesão Muscular. In: THRALL, M A. Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária. São Paulo: Roca; 2006. p.376-393.
- [19] Thomassian A, Carvalho F, Watanabe MJ, Silveira VF, Alves ALG, Hussni CA, Nicoletti JLM. Atividades séricas da aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. Brazilian Journal Veterinary Research 2007; 44:183-190.
- [20] Stockham SL, Scott MA. Fundamentos de Patologia Clínica Veterinária. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011. p. 729.
- [21] Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6 ed. Elsevier; 2008. p.916.
- [22] Gomide LMW, Martins CB, Orozco CAG, Sampaio RCL, Belli T, Baldissera V, Lacerda-Neto JC. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. Ciência Rural 2006; 36:509-513.
- [23] Lindner A. Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sport horses in practice. Revue de Médecine Vétérinaire 2000; 151:611–618.
- [24] Amaral LA, Torres A, Rabassa V, Martins CF, Correa MN, Nogueira CEW. Limiar anaeróbico (V4) e frequência cardíaca de cavalos Crioulos condicionados para prova funcional. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 2013; 65:181-188.
- [25] Chiaradia E, Avellini, L, Rueca F, Spaterna A, Porciello F, Antonioni MT, Gaiti A. Physical exercise, oxidative stress and muscle damage in racehorses. Comparative Biochemistry and Physiology 1998; 119:833–836.
- [26] Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. International Journal of Biochemistry & Cell Biology 2007; 39:44-84.
- [27] Halliwell D, Chirico S. Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. The American Journal of Clinical Nutrition 1993; 57:715-725.
- [28] Vasconcelos SML, Goulart MOF, Moura JBF, Benfato MS, Manfredini V, Kubota LT. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo

em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. *Química Nova* 2007; 30:1323-1338.

[29] Schneider CD, Oliveira AR. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2004; 10:308-113.

[30] Andriichuck A, Tkachenko H, Tkachova I. Oxidative Stress Biomarkers and Erythrocytes Hemolysis in Well-Trained Equine Athletes Before and After Exercise. *Journal of Equine Veterinary Science* 2016; 36:32-46.

[31] Kolanjiappana K, Manoharana S, Kayalvizhi M. Measurement of erythrocyte lipids, lipid peroxidation, antioxidants and osmotic fragility in cervical cancer patients. *Clinica Chimica Acta* 2002; 326:143-149.

[32] Moffarts B, Kirschvink N, Art T, Pincemail J, Michaux C, Cayeux K, Defraigne JO, Lekeux P. Impact of training and exercise intensity on blood antioxidant markers in healthy Standardbred horses. *Equine and Comparative Exercise Physiology* 2004; 1:211-220.

Tabela 1: Valores médios, desvio padrão (DP), máximos e mínimos de AST, CK e lactato 24h anteriores ao início da prova (T0), imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) e após 18 a 24h do final da prova (T18) dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido de dois dias.

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T18</b>
<b>CK (103-467 U/L)</b>			
Média	416 <sup>b</sup>	540,1 <sup>a</sup>	487,6 <sup>ab</sup>
DP	335,2	383,7	310,5
Valores mín e máx	149-1626	198-1508	192-1291
<b>AST (120-309 U/L)</b>			
Média	342,3	366,7	346,4
DP	270,2	207,0	187,3
Valores mín e máx	170-1454	176-1161	206-1062
<b>Lactato (10-16 mg/dL)</b>			
Média	7,19 <sup>b</sup>	33,03 <sup>a</sup>	7,31 <sup>b</sup>
DP	2,77	22,46	2,29
Valores mín e máx	4,33-15,13	10,08-97,06	3,71-15,13

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas, considerando  $P \leq 0,05$ .

Tabela 2: Valores médios, desvio padrão (DP), máximos e mínimos de ROS, TBARS, CAT e ácido úrico 24h anteriores ao início da prova (T0), imediatamente após a última corrida do último dia de prova (T1) e após 18 a 24h do final da prova (T18) dos cavalos Crioulos participantes de provas de laço comprido de dois dias.

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T18</b>
<b>TBARS (nmol MDA/mg prot)</b>			
Média	8,97	10,08	9,70
DP	3,04	2,23	3,13
Valores mín e máx	4,92-19,73	5,34-13,56	5,77-17,4
<b>ROS (DCFH-DA fluorescência)</b>			
Média	37,79	39,44	41,24
DP	4,87	5,27	5,23
Valores mín e máx	30,67-50,25	28,01-50,1	31,54-52,77
<b>CAT (nmol/mg prot/min)</b>			
Média	66,30	66,22	63,37
DP	32,27	32,10	41,33
Valores mín e máx	21,6-127,5	19,71-154,8	18,02-180,9
<b>Ácido Úrico (mg/dL)</b>			
Média	0,16	0,12	0,12
DP	0,09	0,13	0,11
Valores mín e máx	0,03-0,37	0,0-0,42	0,0-0,41

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados expostos analisados e interpretados conclui-se que o cavalo Crioulo participante de provas de laço comprido de dois dias realiza um exercício de alta intensidade e curta duração em pistas de areia e em velocidades variadas, carregando uma massa que exige um esforço físico considerável e sem um manejo de treinamento padronizado, tendo como objetivo maior o treino da habilidade do cavaleiro com o laço. O sistema de criação dos equinos estudados se assemelha ao mais natural possível, visto que em sua maioria apenas passa a noite em cocheiras e a alimentação é composta basicamente por volumoso e concentrado.

Como resultados do exercício foram verificadas apenas alterações fisiológicas, considerando as avaliações clínicas, os perfis hematológico, bioquímico e oxidativo. Além disso, a normalização dessas alterações em tempo hábil excluiu a possibilidade de lesões celulares resultantes da prova na grande maioria dos animais estudados, corroborando para inferir que a questão do bem-estar animal dos equinos competidores é preservada. Apesar disso, pela grande variação nos resultados individuais da CK, verificado também pelo elevado desvio padrão, considera-se uma possibilidade de tendência a dano muscular de alguns animais, carecendo de mais estudos e uma necessidade de padronização do treinamento, bem como os animais devem ser acompanhados individualmente para certificar a sanidade muscular e para não ocorrer sobrecarga de exercício. A análise dos parâmetros hematológicos, bioquímicos e oxidativos comprovou ser uma ferramenta importante para monitorar a condição física dos animais estudados, podendo através desses detectar alterações necessárias em treinamento, por exemplo, e assim médicos veterinários e treinadores podem otimizar o desempenho atlético dos animais e prevenir lesões importantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L.A. et al. 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.

ANDRIICHUCK, A.; TKACHENKO, H.; TKACHOVA, I. Oxidative Strees Biomarkers and Erythrocytes Hemolysis in Well-Trained Equine Athletes Before and After Exercise. **Journal of Equine Veterinary Science**. v. 36, p. 32-43, 2016.

ASSENZA, A.; COGLU, F.; GIANNETTO, C.; FAZIO, F, PICCIONE G. Hematological Response Associated with Repeted Show Jumping Competition in Horse. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 43, p. 1305, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAVALOS CRIoulos (ABCCC). Projeção de 2017. Pelotas, RS. **Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos**. Disponível em: [http://www.cavalocrioulo.org.br/studbook/cavalo\\_crioulo](http://www.cavalocrioulo.org.br/studbook/cavalo_crioulo), e <http://www.cavalocrioulo.org.br/eventos/historia/crioulaco>. Acesso em: 13 de jun. de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAVALOS CRIoulos (ABCCC). **Manual do Criador**. Pelotas, RS. 2014. Disponível em: <http://cavalocrioulo.org.br/admin/assets/upload/manuais/manual.pdf>. Acesso em: 13 de jun. de 2017.

BAXTER, G.M.; TURNER, A.S. Características do músculo esquelético.; Diagnóstico de doenças musculares. In: STASHAK, T S. **Claudicação em equinos segundo Adams**. 5.ed. São Paulo: Roca, 2014, p.401-407.

CHIARADIA, E. et al. Physical exercise, oxidative stress and muscle damage in racehorses. **Comparative Biochemistry and Physiology**. v. 119, p. 833–836, 1998.

COSTA, L.A.G. et al. **Cartilha com Orientações e Boas Práticas para Realização de Rodeios Crioulos**. Ministério Público Estado do Rio Grande do Sul, 2016, 26p.  
COMISSÃO ACESSORA PARA CAVALGADAS E RODEIOS DO CRMV-RS. **Manual de boas práticas, sanidade e bem-estar animal em eventos equestres**. CRMV-RS, 2014.

DA CÃS, E.L. et al. Concentração sérica das ezimas creatinoquinase, aspartato aminotransferase e desidrogenase láctica em equinos raça Crioula. **Ciência Rural**, v.30, n.1, 2000.

DIAS, D.C.R. et al. Influência do exercício sobre o hemograma, enzimas marcadoras de lesão muscular e índice de peroxidação de biomoléculas em equinos submetidos à atividade de salto. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.18, n.1, p. 36-42, 2011.

DUMONT, C.B.S. et al. Osmolaridade, ânion gap, potencial hidrogeniônico e íons plasmáticos mensuráveis de equinos Puro Sangue Árabe finalistas em provas de enduro de 90 km. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.32, n.6, p.542-546, 2012.

EVANS, D.L. **Training and fitness in athletic horses**. Sydney: University of Sydney. Department of Animal Science, 2000.

FAZIO, F. et al. Blood biochemical changes in show jumpers during a simulated show jumping test. **Veterinarski Arskiv**, v.84, n.2, p.143-152, 2014.

FETTMAN, M.J. Metabolismo de Fluidos e Eletrólitos. In: THRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2006. p.311-334.

FETTMAN, M.J.; REBAR, A. Avaliação Laboratorial da Função Renal. In: THRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2006. p.285-310.

FERRAZ, G.C. **Fisiologia do exercício e performance equina**. In SEMANA ACADÊMICA DE ZOOTECNIA DA UFPR. Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://www.gege.agrarias.ufpr.br/Anais/Fisiologia.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

FRANCISCATO, C. et al. Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos Crioulos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, n.10, p.1561-1565, 2006.

GÓMEZ, C. et al. Medición post-ejercicio de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas em eqüinos de salto holsteiner. **Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad del Zulia**, v.14, n.3, p.244-253, 2004.

GONTIJO, L.A. et al. Bem-estar em equinos de policiamento em Curitiba/PR: indicadores clínicos, etológicos e ritmo circadiano do cortisol. **Ciência Rural**. v.44, n.7, p.1272-1276, 2014.

GONZÁLES, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 198p.

GRIZOTTI, G. Rodeios reúnem amigos e famílias e movimentam a economia no RS. G1, 2017. Disponível em <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globorural/noticia/2017/12/rodeos-reunem-amigos-e-familias-e-movimentam-economia-no-rs.html>>. Acesso em dez. 2018

HARRIS, P.A. Enfermidade musculoesquelética. In: REED, S.B.; BAYLY, W.M. **Medicina Interna Equina**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p.320-367.

HALLIWELL, D.; CHIRICO, S. Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v.57, p.715-725, 1993.

HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J. The horse as an athlete: a physiological overview. In: HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J.; KANEPS, A.J. **Equine Exercise Physiology: The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Saunders, 2008. p. 2-11.

HYYPPÄ, S.; RÄSÄNEN, L.A.; PÖSÖ, A.R. Resynthesis of glycogen in skeletal muscle from standardbred trotters after repeated bouts of exercise. **American Journal of Veterinary Research**. v.58, p.162-166, 1997.

HYYPPÄ, S. Endocrinal responses in exercising horses. **Livestock Production Science**, v.92, p.113-121, 2005.

KERR, M.G. **Exames Laboratoriais em Medicina Veterinária: Bioquímica Clínica e Hematologia**. 2 ed. São Paulo: Roca; 2003. p. 436.

KLEIN, B.G.; CUNNINGHAM, J.G. A Fisiologia do Músculo. In: CUNNINGHAM J.G.; KLEIN B.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 81-89.

KOLANJIAPPANA, K.; MANOHARANA, S.; KAYALVIZHI, M. Measurement of erythrocyte lipids, lipid peroxidation, antioxidants and osmotic fragility in cervical cancer patients. **Clinica Chimica Acta**. v. 326, p. 143-149, 2002.

LASSEN, E.D. Avaliação Laboratorial das Proteínas do Plasma e do Soro Sanguíneo; Diagnóstico Laboratorial da Lesão Muscular. In: THRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2006. p.376-393.

LACOMBE, V.A.; HINCHCLIFF, K.W.; TAYLOR, L.E. Interactions of substrate availability, exercise performance, and nutrition with muscle glycogen metabolism in horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. v. 223, n. 11, p. 1576-1585, 2003.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 4 ed. São Paulo: Sarvier, 2006. p. 1202.

LEME, D.P. et al. **Manual de boas práticas de manejo em equideocultura**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2017, 45p.

LIMA, R.A.S.; CINTRA, A.G. **Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016, 56p.

LINDNER, A. Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sport horses in practice. **Revue de Médecine Vétérinaire**. v.151, n.7, p.611–618, 2000.

MACHADO, J.P.D.R.G. **Fisiologia do exercício em cavalos – determinação do limiar anaeróbico e sua relação com a condição física e desempenho desportivo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

MARLIN, D.J et al. Changes in Circulatory Antioxidant Status in Horses during Prolonged Exercise. **The Journal of Nutrition**, v.132, p.1622-1627, 2002.

MELO, S.K.M. Índices hematimétricos e bioquímica sanguínea no cavalo de cavalgada em condições tropicais. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.2, p.208-215, 2013.

MOFFARTS, B. et al. Impact of training and exercise intensity on blood antioxidant markers in healthy Standardbred horses. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.1, n.3, p.211-220, 2004.

PICCIONE, G. et al. Different Periodicities of Some Haematological Parameters in Exercise-Loaded Athletic Horses and Sedentary Horses. **Journal Equine Science**. v.12, n.1, p. 17-23, 2001.

ROBINSON, N.E.; Função respiratória. In: CUNNINGHAM J.G.; KLEIN B.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p.569-624.

SANTOS, S.A. et al. Serum electrolyte and total protein alterations in Pantaneiro horse during long distance exercise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.53, n.3, 2001.

SANTOS, V.P. **Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em equinos de salto**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SIES, H. Biochemistry of oxidative stress. **Angewandte Chemie International Edition in English**. v.25, p.1058-1071, 1986.

SOARES, J.C.M. et al. Biochemical and antioxidante changes in plasma, serum and erythrocytes of horses before and after a jumping competition. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.31, p.357-360, 2011.

SOW, A. et al. Evolution des paramètres biochimiques chez les chevaux de sport pendant un test d'effort. **International Journal of Biological and Chemical Sciences**. v.10, n.1, p.48-57, 2016.

STOCKHAM, S.L.; SCOTT, M.A. **Fundamentos de Patologia Clínica Veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011. p. 729.

TEIXEIRA-NETO, A.R. et al. Alterations in muscular enzymes of horses competing long-distance endurance rides under tropical climate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.3, p.543-549, 2008.

THRALL, M.A. et al. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Rocca; 2006. p. 582.

THOMASSIAN, A. et al. Serum activities of aspartate aminotransferase, creatina kinase and lactate dehydrogenase in arabian horses submitted to standard incremental exercise test. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v.44, n. 3, p. 183 -190, 2007.

VASCONCELOS, S.M.L. et al. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**. v.30, n.5, p.1323-1338, 2007.

VAZANNA, I. et al. Haematological Changes Following Reining Trials in Quarter Horses. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.42, p.1171, 2014.