

UFRRJ
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MEDICINA VETERINÁRIA
(PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS)

DISSERTAÇÃO

**Resposta Metabólica à Manipulação Dietética
em Equinos Submetidos a Teste Incremental de
Velocidade**

Caroline Muniz Cunha Rodrigues

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA
VETERINÁRIA
(PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS)**

**RESPOSTA METABÓLICA À MANIPULAÇÃO DIETÉTICA EM
EQUINOS SUBMETIDOS A TESTE INCREMENTAL DE
VELOCIDADE**

CAROLINE MUNIZ CUNHA RODRIGUES

Sob a Orientação do Professor
Fernando Queiroz de Almeida

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Veterinária, no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Patologia e Ciências Clínicas.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2020

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R696r Rodrigues, Caroline Muniz Cunha, 1993-
Resposta Metabólica à Manipulação Dietética em
Equinos Submetidos a Teste Incremental de Velocidade
/ Caroline Muniz Cunha Rodrigues. - Rio de Janeiro,
2020.
74 f.: il.

Orientador: Fernando Queiroz de Almeida.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MEDICINA VETERINÁRIA, 2020.

1. Teste Incremental de Velocidade em Equinos. 2.
Resposta Metabólica em Equinos. 3. Avaliação de Lactato
em Equinos Atletas. 4. Nutrição de Equinos. I.
Almeida, Fernando Queiroz de , 1959-, orient. II
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA III.
Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
INSTITUTO DE VETERINÁRIA.

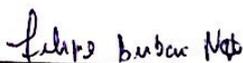
CAROLINE MUNIZ CUNHA RODRIGUES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Medicina Veterinária, no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, área de Concentração em Patologia e Ciências Clínicas.

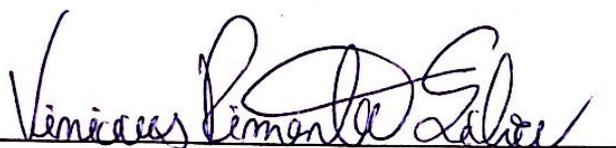
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 19/02/2020



Fernando Queiroz de Almeida. Dr. UFRRJ
(Orientador)



Felipe Berbari Neto. Dr. UFES



Vinicius Pimentel Silva. Dr. UFRRJ

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

RESUMO

RODRIGUES, Caroline Muniz Cunha. **Resposta metabólica à manipulação dietética em equinos submetidos a teste incremental de velocidade.** 2020. 62p Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária (Patologia e Ciências Clínicas)). Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

Existem poucos estudos sobre mecanismos glicoregulatórios em equinos comparativamente à sua importância na fisiologia do exercício. No presente estudo objetivou-se avaliar os efeitos metabólicos do tempo de fornecimento da dieta antes do esforço físico em equinos submetidos a teste incremental de velocidade. Este trabalho foi realizado no Laboratório de Avaliação do Desempenho de Equinos - LADEq/UFRRJ, localizado na Escola de Equitação do Exército (EsEqEx). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e utilizando com 12 cavalos no total, agrupados em três tratamentos experimentais (horas) e quatro repetições (equinos). Os equinos foram separados em três grupos (2h, 4h e 6h) de acordo com o tempo de fornecimento de dieta (concentrado peletizado comercial) pré-teste de esforço físico em esteira de alta velocidade. Foram coletadas amostras sanguíneas (para dosagem de Glicose, Lactato, AST, CK e LDH) e monitorada a frequência cardíaca (FC), com esses valores foram estimados V_{200} , VL_2 e VL_4 para avaliar se os diferentes horários em que foram fornecidas as dietas foram capazes de modular o desempenho dos equinos. Os resultados evidenciam que os tratamentos não alteraram significativamente os valores da glicêmia. Na bioquímica sanguínea não foi observado diferença significativa em AST nem em CK, mas o aumento da concentração de LDH nos equinos alimentados 6 horas antes do exercício pode indicar maior dano muscular e maior atividade da via glicolítica anaeróbia. O horário de fornecimento da dieta pré-teste não influenciou nos parâmetros de desempenho V_{200} , VL_2 e VL_4 . Conclui-se que o horário de fornecimento da dieta pré-esforço físico não altera o desempenho do cavalo atleta durante teste incremental de velocidade.

Palavras-chave: Cavalos, Glicose, Lactato, V_{200}

ABSTRACT

RODRIGUES, Caroline Muniz Cunha. **Metabolic response to dietary manipulation in horses during incremental speed test.** 2020. 62p Dissertation (Master in Veterinary Medicine (Pathology and Clinical Sciences)). Veterinary Institute, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

There are only a few studies on glucoregulatory mechanisms in horses compared to their importance in exercise physiology. The present study had as main objective to evaluate the metabolic effects of the time of supply of the diet before the physical effort in horses submitted to incremental speed test. The experiment was developed at the Equine Performance Evaluation Laboratory - LADEq / UFRRJ, located at the Army Riding School (EsEqEx). The experimental design was completely randomized, with three treatments and using with 12 horses in total, grouped in three experimental treatments (hours) and four repetitions (horses). The horses were separated into three groups (2h, 4h and 6h) according to the diet supply time (commercial pelleted center) pre-test of physical effort on a high speed treadmill. Blood samples were collected (for the measurement of Glucose, Lactate, AST, CK and LDH) and heart rate (HR) was monitored, with these values being estimated V_{200} , VL_2 and VL_4 to assess whether the different times at which the diets were provided were able to modulate horse performance. The results show that the treatments did not significantly alter the blood glucose values. In blood biochemistry, no significant difference was observed in AST or CK, but the increase in LDH concentration in horses fed 6 hours before exercise may indicate greater muscle damage and greater anaerobic glycolytic activity. The supply time of the pre-test diet did not influenced the performance parameters V_{200} , VL_2 and VL_4 . It is concluded that the time of supply of the pre-physical effort diet do not alters the performance of the athlete horse during an incredible speed test.

Keywords: Horses, Glucose, Lactate, V_{200}

LISTA DE ABREVIACOES E SMBOLOS

°C	Graus Celsius
ADP	Adenosina difosfato
AST	Aspartato aminotransferase
ATP	Adenosina trifosfato
AUC	Area sob a curva (area under the curve)
BH	Brasileiro de Hipismo
bpm	Batimentos por minuto
C ₃ H ₅ O ₃	Lactato
C ₃ H ₆ O ₃	cido láctico
CCE	Concurso Completo de Equitao
CK	Creatinaquinase
DP	Desvio Padrão
EB	Energia bruta
EE	Extrato etéreo
EDTA	cido etilenodiamino tetra-acético
EsEqEx	Escola de Equitao do Exército
FC	Frequência cardíaca
Kg	Quilogramas
Lac	Lactato
LADEq	Laboratório de Avaliao do Desempenho de Equinos
LDH	Lactato desidrogenase
m	Metros
m/s	Metros por segundo
mg/dL	Miligrama por decilitro
mmol/L	Milimol por litro
V200	Velocidade na qual a frequência cardíaca é de 200 batimentos por minuto
VL ₂	Velocidade na qual o lactato sanguíneo alcança o valor de 2 mmol/L
VL ₄	Velocidade na qual o lactato sanguíneo alcança o valor de 4 mmol/L

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Identificação dos equinos utilizados durante os ensaios experimentais de acordo com nome, peso (kg), escore da condição corporal (ECC), sexo, pelagem, raça e idade (anos).	12
Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos utilizados na dieta dos equinos durante o experimento, expressa na base da matéria seca.....	13
Tabela 3. Horários de coleta dos das amostras sanguíneas durante o teste de curva glicêmica e tempos experimentais correspondentes (T0 a T7).	14
Tabela 4. Coletas, parâmetros aferidos e tempos experimentais correspondentes.	17
Tabela 5. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da glicemia em relação ao tempo em equinos durante teste de índice glicêmico.	20
Tabela 6. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da frequência cardíaca dos equinos durante o teste incremental de velocidade.	23
Tabela 7. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da concentração plasmática de lactato em equinos durante o teste incremental de velocidade.	26
Tabela 8. Valores médios de VL2, VL4 e V200 em equinos de CCE em função do tempo de fornecimento da dieta concentrada antes do teste de velocidade (2, 4 e 6 horas).....	30
Tabela 9. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da glicose plasmática (mg/dL) em equinos durante o teste incremental de velocidade.	31
Tabela 10. Valores médio, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da frequência cardíaca (bpm) em equinos após teste incremental de velocidade.	33
Tabela 11. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da glicose plasmática (mg/dL) em equinos após o teste incremental de velocidade.	34
Tabela 12. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em equinos após teste incremental de velocidade.....	36
Tabela 13. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da concentração sérica de CK (mg/dL) em equinos no teste incremental de velocidade....	38
Tabela 14. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da concentração sérica de AST (mg/dL) em equinos no teste incremental de velocidade. .	39

Tabela 15. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da concentração sérica de LDH (mg/dL) em equinos no teste incremental de velocidade. 41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Teste de esforço físico a esteira de alta velocidade em galope.....	15
Figura 2. Fixação do frequencímetro cardíaco no cavalo atleta momentos antes do teste incremental de velocidade.	16
Figura 3. À esquerda, cateterização da veia jugular esquerda no sentido do fluxo sanguíneo e acoplamento do sistema extensor e, à direita, fixação do extensor de equipo com atadura - equino pronto para o teste na esteira de alta velocidade.	18
Figura 4. Valores médios da glicose plasmática (mg/dL) no período pós-prandial em equinos alimentados com concentrado comercial.....	22
Figura 5. Regressão linear da frequência cardíaca (bpm) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 2 horas pós-prandial.	24
Figura 6. Regressão linear da frequência cardíaca (bpm) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 4 horas pós-prandial.	24
Figura 7. Regressão linear da frequência cardíaca (bpm) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 6 horas pós-prandial.	25
Figura 8. Valores médios da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em função da velocidade (m/s) dos equinos nos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h pós-prandial) durante o teste incremental de velocidade.....	27
Figura 9. Curva da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 2 horas pós-prandial.....	28
Figura 10. Curva da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 4 horas pós-prandial.....	29
Figura 11. Curva da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 6 horas pós-prandial.....	29
Figura 12. Valores médios da glicose plasmática (mg/dL) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) durante o teste incremental de velocidade.	32
Figura 13. Valores médios da glicose plasmática (mg/dL) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) após o teste incremental de velocidade.....	35
Figura 14. Valores médios da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) após teste incremental de velocidade.	37

Figura 15. Valores médios da concentração sérica de CK (mg/dL) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) durante o teste incremental de velocidade.

..... 38

Figura 16. Valores médios da concentração sérica de AST (mg/dL) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) durante o teste incremental de velocidade.

..... 40

Figura 17. Valores médios da concentração sérica de LDH (mg/dL) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) durante o teste incremental de velocidade.

..... 42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Metabolismo Energético em Equinos.....	3
2.2 Índices Fisiológicos Relacionados ao Desempenho Físico.....	6
2.2.1 Frequência cardíaca	6
2.2.2 Lactato plasmático.....	7
2.3 Dieta, Período Pós-prandial e Esforço Físico	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Local.....	11
3.2 Animais.....	11
3.3 Delineamento Experimental.....	13
3.3.1 Teste de curva glicêmica.....	13
3.3.2 Teste incremental de velocidade	14
3.4 Avaliações da Bioquímica Sanguínea	16
3.5 Análises Estatísticas	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Curva Glicêmica.....	20
4.2 Avaliação de Desempenho.....	22
4.2.1 Frequência cardíaca e V_{200}	23
4.2.2 Lactato plasmático, VL_2 e VL_4	26
4.2.3 Glicose plasmática.....	30
4.2.4 Frequência cardíaca, glicose e lactato plasmático pós-teste incremental de velocidade	33
4.3 Avaliação da Bioquímica Sanguínea	37
5 CONCLUSÕES	43
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
7 ANEXOS	49
A – Documento de aprovação da CEUA.....	49
B – Valores dos parâmetros em estudo	50
C – Área sob a curva individual.....	54
D – Resultados do teste Kruskal-wallis para cada parâmetro.....	55
E – Comparações multiplas – teste de Bonferroni	58
F – Resultados da ANOVA para cada parâmetro.	59
G – Análise de regressão de V_{200} , VL_2 e VL_4	60
H – Correlação de Pearson Glicose-Lactato	62

1 INTRODUÇÃO

Existem poucos estudos sobre os mecanismos glicoregulatórios nos equinos comparativamente à sua importância na fisiologia do exercício em equinos, mas vários estudos mostram que a concentração dos diferentes componentes sanguíneos essenciais para a obtenção de energia se alteram durante a corrida (TURLO et al., 2016). Quando ocorre a ingestão de carboidratos nos equinos, estes são digeridos no intestino delgado através de hidrólise enzimática em monossacarídeos (glicose, frutose e galactose) e posteriormente absorvidos para a corrente sanguínea.

Os principais transportadores de glicose são o GLUT-1, GLUT-2, GLUT-3, GLUT-4 e GLUT-5 que se encontram em diversos tecidos do organismo. Os GLUT-4 são transportadores insulina-dependentes e mais abundante nas membranas celulares do músculo esquelético, cardíaco e tecido adiposo. A hiperglicemia e a insulinemia associada com a digestão e absorção de dietas ricas em carboidratos afetam os substratos energéticos utilizados durante o exercício. A insulina é um potente inibidor da lipólise e promove o transporte de glicose via GLUT-4 e com isso a hiperinsulinemia no início do exercício irá aumentar, via de carboidratos, para a obtenção de energia. No fígado, a insulina inibe glicogenólise e gliconeogênese e estimula síntese de glicogênio, na musculatura esquelética estimula a captação de glicose e síntese de glicogênio, no tecido adiposo estimula a captação de glicose e redução da liberação de ácidos graxos e síntese de triglicerídeos (KANEKO et al., 2008).

No período pós-prandial, a curva glicêmica aumenta continuamente e, após um pico, ocorre a redução da concentração de glicose no plasma, notadamente quando a dieta é constituída de níveis elevados de carboidratos solúveis (HEALY et al., 1995). A resposta glicêmica pode ser influenciada por vários fatores como por exemplo, a composição da dieta, horário de fornecimento da dieta pré-teste de esforço físico e até mesmo o intervalo de tempo em relação à refeição anterior. A compreensão da concentração plasmática da glicose é fundamental não somente nos casos de distúrbios nutricionais, mas também em relação ao exercício físico e no desempenho do cavalo atleta, pois a glicose é uma importante fonte de energia para atletas e por esse motivo a insulina é fundamental na regulação dos processos metabólicos glicoregulatórios (GOBESSO et al., 2009).

O uso de testes padronizados de exercício em esteira de alta velocidade permite que variáveis respiratórias, cardiovasculares, hematológicas e bioquímicas

sejam quantificadas com precisão para avaliar o condicionamento físico dos equinos. Além disso, a padronização das avaliações permite maior repetibilidade das variáveis de funcionalidade desportiva, eliminando a influência das condições ambientais (CASTEJON, 1995).

Alguns pesquisadores tem concentrado seus esforços em explicar como a composição da dieta pode modular as variáveis hematológicas, bioquímicas e a frequência cardíaca através da manipulação da composição ou tipo de dieta fornecida para os equinos atletas (PAGAN & HARRIS, 1999; VERVUERT et al., 2009; JANSSON & LINDBERG, 2012) outros tem como objetivo principal avaliar como a quantidade de reservas de energia na forma de glicogênio muscular pode influenciar nas concentrações sanguíneas de glicose e conseqüentemente na disponibilidade desse substrato energético (MESQUITA, 2014), também é possível encontrar na literatura alguns trabalhos cujo o objetivo é avaliar a influência que a manipulação do horário de fornecimento da dieta exerce sobre a concentração de glicose e insulina sanguínea durante o exercício (PAGAN et al., 1995) mas ainda faltam estudos que correlacionem os resultados obtidos na aferição desses parâmetros com o desempenho dos equinos durante o teste.

Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar se o horário do fornecimento da dieta pré-testes influencia no desempenho do cavalo atleta durante o teste de esforço físico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Metabolismo Energético em Equinos

O bom desempenho dos equinos nas atividades esportivas é atribuído a inúmeras adaptações fisiológicas que ocorrem durante o seu treinamento como por exemplo a sua elevada capacidade aeróbica, devido à capacidade de armazenar uma grande quantidade de energia intramuscular em forma de glicogênio, ao elevado número de mitocôndrias presentes no tecido muscular, à sua habilidade de aumentar o transporte de oxigênio pela intensa contração esplênica e à sua termoregulação eficiente (POSO, 2002).

A produção de ATP durante o exercício é dependente do fornecimento de substratos para a oxidação e de oxigênio. Deste modo, para aumentar a intensidade do exercício é necessário aumentar a energia que é produzida, essa energia é predominantemente mobilizada dos carboidratos presentes no tecido muscular (glicogênio muscular), no tecido hepático (glicogênio hepático) e no tecido adiposo (triglicerídeos) sendo essa a principal fonte de energia para o cavalo atleta (CASTEJÓN et al., 1995). A insulina (MALINOWSKI et al., 2002; GORDON et al., 2006), a adrenalina e o glucagon (SIMÕES et al., 1999) são hormônios envolvidos diretamente na regulação e no equilíbrio da glicemia durante o exercício. O carboidrato na forma de glicose é o principal substrato para obtenção de energia para as células dos mamíferos. A quantidade desse substrato é controlada pela resposta hormonal ao exercício que inclui redução dos níveis de insulina presente no sangue e aumento de catecolaminas, cortisol e glucagon (KANEKO et al., 2008).

Pode-se descrever quatro vias metabólicas da glicose: o processo de glicólise que é a quebra da molécula de glicose em formando duas moléculas de piruvato; o processo de glicogênese que é a produção de glicogênio hepático e muscular como forma de armazenar a glicose que não está sendo utilizada para produção de energia; o processo de glicogenólise que é antagônico ao processo de glicogênese, ou seja é a produção novamente da molécula de glicose a partir do glicogênio; e o processo de gliconeogênese que é a formação de uma nova molécula que glicose a partir de substâncias que não são carboidratos, mais especificamente o glicerol (proveniente do metabolismo de lipídeos), os aminoácidos (proveniente do metabolismo de proteínas) e o lactato (KANEKO et al., 2008). Em todas as formas de exercício, geralmente a glicose plasmática aumenta devido ao estímulo da glicogenólise hepática, no entanto, em

exercícios prolongados, pode ocorrer decréscimo como resultado da depleção de glicogênio no fígado (HODGSON & ROSE, 1994; McKEEVER, 2002).

Independente do tipo, intensidade e duração do exercício todas as vias de produção de ATP são ativadas, mas a intensidade e duração do mesmo irão determinar qual via será predominante (EATON et al., 1994). Caracteriza-se o processo de produção de energia aeróbico (quando é necessário O_2 para que haja produção de energia) ou anaeróbico (quando não é necessário a O_2 para produção de energia), quando este é anaeróbico ainda pode ser separado em duas categorias: láctico (quando há a formação de lactato como subproduto) e aláctico (quando não há formação de lactato).

Quando ocorrem as primeiras contrações musculares, o ATP livre no músculo fornece energia por poucos segundos, no início do exercício. A energia proveniente da quebra de moléculas presentes na musculatura, como por exemplo a fosfocreatina em creatina e fósforo inorgânico, também auxilia nos primeiros segundos de exercício, especialmente quando é exigido alta velocidade num curto espaço de tempo (CLAYTON, 1991; CASTEJÓN et al., 1995). Esse processo de obtenção de energia é classificado como anaeróbico aláctico e neste caso a fonte energética é a creatina fosfato. A enzima creatina fosfoquinase transfere a ligação de alta energia da creatina fosfato para o ATP. Esse processo tem a principal vantagem que a creatina fosfato está prontamente disponível quando o exercício começa, provendo energia de forma rápida o suficiente para suportar exercícios de alta intensidade e sem liberar nenhum subproduto prejudicial ao organismo. A desvantagem desse processo é a rápida instalação da fadiga, devido à rápida depleção dos estoques musculares de creatina fosfato que se encontram no organismo em quantidades reduzidas. A restauração desses estoques leva em torno de três minutos, caso o animal se encontre em repouso, mas se o exercício continuar, isto ocorre de forma mais lenta (CLAYTON, 1991).

No metabolismo aeróbico ocorre a produção de ATP através da oxidação de lipídios, carboidratos e aminoácidos para produção de ATP, água e gás carbônico, em casos de exercícios de baixa intensidade e longa duração é a via predominante para suprir as necessidades energéticas (CASTEJÓN et al., 1995).

Quando ocorre o metabolismo anaeróbico láctico, o substrato energético é o carboidrato, que está armazenado na forma de glicogênio muscular e hepático. Nesse processo o ATP é sintetizado em uma reação química catalisada pela enzima lactato desidrogenase. Tanto o substrato como a enzima estão presentes na fibra muscular, por esse motivo essa via metabólica é ativada quase que imediatamente depois que o

exercício começa. Essa via de produção de energia suporta exercícios de alta intensidade e curta duração, mas possui como principal desvantagem a produção do lactato como um subproduto tóxico e o número baixo de produção de moléculas de ATP comparativamente a via aeróbica (CLAYTON, 1991).

Embora o sistema anaeróbico láctico produz energia de forma rápida, no final do processo são geradas apenas duas moléculas de ATP por cada molécula de glicose, comparado com aproximadamente 30 moléculas de ATP por molécula de glicose quebrada no metabolismo aeróbico (KANEKO et al., 2008). Como a quantidade de ATP produzida pelo sistema anaeróbico láctico é insuficiente esta via depleta os estoques de glicogênio muito rapidamente (EVANS, 2000).

O lactato aumenta no plasma devido à difusão ou transporte ativo no músculo em atividade durante todos os tipos de exercício, mas altas concentrações de lactato só ocorrem quando maiores intensidades de exercício são atingidas. O incremento na concentração de lactato ocorre no músculo quando não há oxigênio suficiente disponível para oxidar o piruvato na mitocôndria. Após exercício cross-country obteve-se valores de lactato sanguíneo de 8 mmol/L e em corrida em superfície sem obstáculos obteve-se valores de apenas 2 mmol/L, indicando que o metabolismo aeróbico era predominante durante a maior parte dos exercícios de média e longa duração realizado em superfícies planas e sem obstáculos (ROSE et al., 1980).

A glicose plasmática geralmente aumenta com todas as formas de exercício devido à estimulação da glicogenólise hepática. No entanto, com exercícios prolongados, as concentrações de glicose diminuirão como resultado da depleção de glicogênio no fígado (ROSE et al., 1977). Atividade física de longa duração e baixa intensidade, como por exemplo as provas de enduro, o metabolismo aeróbio é praticamente exclusivo para obtenção de energia usando a via de fosforilação oxidativa, principalmente de lipídeos e carboidratos. Ao contrário do que acontece em exercícios de curta duração e alta intensidade, que utilizam predominantemente a via de glicólise anaeróbia para gerar energia durante o esforço (MARLIN & NANKERVIS, 2002). Outro fator que também influencia na via utilizada para produção de energia é o condicionamento do equino atleta, onde cavalos treinados para provas de enduro tem capacidade muscular oxidativa mais eficiente devido ao grande número de mitocôndrias e maior número de fibras musculares tipo IIA, com maior capacidade oxidativa, em relação a fibras tipo IIX que tem menor capacidade oxidativa (SNOW & VALBERG, 1994).

O glicôgenio muscular é uma importante fonte de energia durante o esforço físico, e sabe-se que dietas contendo diferentes concentrações de amido podem influenciar a manutenção do glicogênio muscular durante um período de treinamento e a repleção das reservas de glicogênio após exercício de alta intensidade. Através de biopsia muscular foi possível concluir que após teste incremental de velocidade concentrados de baixo teor de amido parecem ser ineficientes na reposição de glicogênio muscular após a realização de exercício de alta intensidade, apesar de serem capazes de sustentar as concentrações de glicogênio durante um regime de treinamento regular (MIRANDA, 2014).

2.2 Índices Fisiológicos Relacionados ao Desempenho Físico

Os parâmetros utilizados para avaliar a capacidade do metabolismo oxidativo de um equino são: a variável submáxima, V_{200} , que é a velocidade onde ocorrem 200 bpm associado sempre com a aferição de VL_4 , velocidade na qual a concentração plasmática de lactato estão a 4 mmol/L indicando o limiar do metabolismo anaeróbio (MUÑOZ et al., 1997) e VL_2 , velocidade na qual os níveis sanguíneos de lactato estão a 2 mmol/L indicando o limiar do metabolismo aeróbio (SOUZA et al., 2013). Essa associação necessita ser realizada pois por si só a frequência cardíaca não é considerada sensível para demonstrar a reação ao exercício executado nem para avaliar o condicionamento físico do animal pois em diferentes condições pré-teste a frequência cardíaca se manteve constante (BOFFI, 2007).

2.2.1 Frequência cardíaca

A aferição da frequência cardíaca (FC) durante o exercício é um dos métodos mais importantes para se avaliar o condicionamento do atleta (WILLIAMS et al., 2009). A frequência cardíaca basal dos equinos pode variar entre 28 a 45 bpm (BOFFI, 2007) e aumenta de forma linear de acordo com a intensidade do exercício (quanto mais intenso é o exercício maior será a frequência cardíaca) até atingir um platô, onde perante um estímulo máximo a frequência cardíaca não irá acompanhar o aumento da velocidade, esse episódio é caracterizado como frequência cardíaca máxima e em equinos saudáveis pode variar de 210 a 240 bpm (EVANS, 2000).

O gráfico velocidade-frequência cardíaca apresenta linearidade somente a partir das velocidades correspondentes ao galope (HODGSON & ROSE, 1994).

2.2.2 Lactato plasmático

O ácido láctico é considerado um resíduo metabólico produzido quando o indivíduo se exercita acima do limiar anaeróbio, causando fadiga muscular e diminui a capacidade do corpo de absorver oxigênio (POWERS et al., 2005).

Nas fibras musculares o acúmulo de lactato em exercício anaeróbio tende a exceder a capacidade de tamponamento físico-químico e de transporte dos íons H^+ pelas células, resultando na acidose intracelular, prejudicando o processo de glicólise e a capacidade respiratória da mitocôndria (COUROUCÉ, 1998), além de prejudicar a homeostase ADP/ATP no sítio de ligação miosina-actina. O aumento de ADP local pode resultar em queda do desempenho por fadiga muscular, fazendo com que não seja possível continuar tal esforço (HARRIS; MAYHEW, 1998).

O ácido láctico ($C_3H_6O_3$) e o lactato ($C_3H_5O_3$) não são o mesmo componente. O lactato um sal proveniente do ácido láctico, quando esse último libera H^+ . Praticamente todo o ácido láctico produzido pelo organismo durante o metabolismo anaeróbio é tamponado no sangue pelo bicarbonato de sódio (CABRERA et al., 1999). Alguns fatores como a disponibilidade de oxigênio e a atividade da lactato desidrogenase (LDH) regulam a atividade da via glicolítica (GOLLNICK et al., 1986; FERRAZ et al., 2009).

O lactato é proveniente da via anaeróbia láctica como foi descrito anteriormente e este é removido dos músculos e através da corrente sanguínea e transportado até o fígado, sendo oxidado em glicogênio hepático e auxiliando também na manutenção da glicose sanguínea (KANEKO et al., 2008)

A concentração basal do lactato no sangue varia de 0,5 a 1,5 mmol/L, mas após exercício físico intenso pode chegar a valores superiores a 25-30 mmol/L (HODGSON & ROSE, 1994). O gráfico velocidade-lactato é representado por uma curva exponencial com as concentrações sanguíneas de lactato relacionadas com a velocidade. O limiar aeróbico é atingido quando a concentração de lactato está entre 2 e 4 mmol/L (HODGSON & ROSE, 1994) por esse motivo é uma variável fisiológica que possibilita avaliar o sistema de produção energética mais utilizado (DESMECHT et al., 1996).

Diferente da frequência cardíaca a aferição da concentração de lactato plasmático é considerada sensível para demonstrar a reação ao exercício executado e para em conjunto com a V_{200} avaliar o condicionamento físico do animal, pois em diferentes condições de esforço físico observou-se diferenças significativas na

concentração de lactato (PAGAN et al., 1995; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2002; MESQUITA, 2014).

2.3 Dieta, Período Pós-prandial e Esforço Físico

A melhoria no desempenho de equinos atletas através da manipulação da dieta têm sido alvo de estudos científicos, sendo demonstrado que alguns tipos de dietas pré-exercício podem alterar a concentração plasmática de nutrientes (glicose, triglicerídeos, aminoácidos) e hormônios (insulina, glucagon, cortisol, catecolaminas) durante o exercício, concluindo que o fornecimento de dietas previamente ao exercício muda a resposta metabólica ao exercício (LAWRENCE et al., 1995). A composição da dieta também pode alterar o metabolismo energético, influenciando a via utilizada para obtenção de energia, uma dieta rica em lipídios, com adequada adaptação, pode promover uma eficiente utilização desse substrato como fonte de obtenção de energia (ORME et al., 1997; PAGAN et al., 1995).

Estudos feitos em humanos geram debates sobre os efeitos positivos e negativos da alimentação antes do treinamento em vários tipos de exercício, sendo que alguns estudos comprovam a melhoria no desempenho do atleta quando este consome antes do exercício dieta rica em carboidratos (SHERMAN et al., 1991). Após ingestão de concentrado farelado os equinos podem apresentar o pico de glicose plasmática aos 150 minutos, enquanto que após a ingestão de concentrado peletizado esse pico pode ser observado após 180 minutos, sugerindo que mais glicose deve ser absorvida com a dieta peletizada (HEALY et al., 1995).

A quantidade de amido ingerido em gramas por kg de peso vivo (PV) também podem modular a resposta glicêmica e insulinêmica no organismo. Foi realizado um experimento cujo era fornecido 0,3, 0,6, 0,8, 1,1, 1,4, e 2 g de amido/ kg de PV para quatro equinos. Concluiu-se que a partir de 1,1 g observa-se uma resposta glicêmica e insulinêmica moderada e por esse motivo deve optar-se pelo fornecimento de dietas contendo entre 0,3 g e 1,1 g de amido/ kg de PV (VERVUERT et al., 2009).

Em outro estudo chegou-se à conclusão que dietas contendo diferentes fontes de amido (milho, aveia, sorgo e uma mistura de milho e aveia em partes iguais) não influenciaram nem o tempo nem a quantidade de glicose absorvida no intestino delgado, pois a glicose atingiu seu máximo em 2 horas pós ingestão, em todos os tratamentos utilizados. Foi observado também que os valores de insulina plasmática aumentaram

significativamente após a ingestão da dieta, em correspondência com o aumento de glicose plasmática. De forma a evitar transtornos relacionados com altos níveis de insulina circulante concluiu-se que, dietas cujo a fonte energética seja um concentrado a base de mistura de milho e aveia em partes iguais irá promover menores valores basais de insulina, que é uma situação desejável para equinos estabulados. Esse fato indica que um manejo alimentar apropriado pode influenciar os níveis deste hormônio, moderando os seus efeitos indesejáveis (GOBESSO et al., 2009).

No fornecimento de dois tipos de alimentos, concentrado e forragem, para equinos cronicamente subalimentados demonstrou-se que após fornecimento de concentrado, são observados valores plasmáticos de glicose e insulina maiores que aqueles que foram mantidos em regime de forragem (feno de alfafa e de aveia). Os picos de insulina plasmática podem até triplicar a medida que ocorre o aumento do amido na dieta quando comparado com os valores obtidos anteriormente à ingestão do alimento, sendo descrito também que o momento do pico é inversamente proporcional à quantidade de amido ingerida. Para além disso, em equinos alimentados com feno de aveia e concentrado pode ser observada uma glicemia maior quando comparada àqueles que se alimentam com feno de alfafa (WITHAN et al., 1998). A administração de somente forrageiras, antes do exercício (sem oferecimento de concentrado) não produz efeitos adversos no desempenho do cavalo atleta (PAGAN & HARRIS, 1999), mas o fornecimento de concentrado antes do exercício pode afetar as concentrações de glicose no plasma (LAWRENCE et al., 1995; STULL & RODIEK, 1995).

O tempo de alimentação demonstrou-se ser importante, equinos alimentados com concentrado três horas antes do exercício possuem elevadas concentrações de insulina no início do exercício e redução na glicose no sangue durante o exercício. Para além disso equinos que se exercitaram oito horas após a alimentação não aumentaram as concentrações plasmáticas de insulina antes do exercício e suas concentrações de glicose no plasma realmente aumentaram durante o exercício (PAGAN et al., 1995). Posteriormente em outro estudo foi utilizado feno para reduzir a resposta glicêmica e insulínica em relação aos grãos fornecidos na alimentação, mas esse fato não impediu a diminuição da glicose no sangue de animais exercitados três horas após a alimentação. O fornecimento apenas de alimentação forrageira antes do exercício demonstrou produzir menor resposta glicêmica e de insulina ao exercício do que a observada após fornecimento de concentrado (PAGAN & HARRIS, 1999).

Num experimento similar comparou-se dois grupos de animais, em um grupo era fornecido apenas forragem e no outro uma mistura de forragem + concentrado na proporção 50:50 na base da Matéria Seca (MS). Foi observado que as concentrações plasmáticas de lactato e de insulina foram maiores nos equinos do grupo Forragem + Concentrado comparativamente ao grupo Forragem. A concentração plasmática de glicose foi maior no grupo Forragem imediatamente ao aquecimento, mas menor no dia seguinte comparativamente ao grupo Forragem + Concentrado. Não houve diferença significativa entre os dois grupos de equinos quanto a frequência cardíaca. Esses resultados podem indicar que dietas com elevado potencial energético compostas somente por forragem são uma alternativa interessante comparativamente às dietas tradicionais compostas por forragem e concentrado (JANSSON & LINDBERG, 2012).

Dietas com diferentes composições de carboidratos não estruturais (NSC - non structural carbohydrates) também foram testadas para avaliar a manutenção do glicogênio muscular. Não houve diferença significativa na glicose plasmática entre dietas com alto ou baixo teor de NSC, sendo utilizados 5 repetições (animais). A concentração plasmática de lactato foi menor quando a dieta com baixo NSC foi fornecida, porém concentrados de baixo teor de NSC parecem ser ineficientes na reposição de glicogênio muscular após a realização de exercício de alta intensidade, mas são capazes de sustentar as concentrações de glicogênio em treinamento regular (MESQUITA, 2014).

O uso de probióticos na alimentação dos equinos também pode modular a resposta de glicose e insulina, o estudo que utilizou 6 cavalos adultos teve como objetivo investigar o impacto da utilização de pre-bióticos na resposta glicêmica e insulinêmica, o uso de probiótico não foi capaz de modular o pico de glicose ou de insulina nem a (area under the curve) AUC, mas observou-se que a concentração de glicose e insulina decresceram mais rapidamente até os 240 min pós-prandiais quando utilizado o pré-bióticos, o que seria uma condição interessante para o exercício físico (GLATTER et al. 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido no Laboratório de Avaliação do Desempenho de Equinos LADEq, localizado na Escola de Equitação do Exército (EsEqEx), em Deodoro, Rio de Janeiro, e no Laboratório de Pesquisa em Saúde Equina – EQUILAB localizado no Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, e as análises bioquímicas realizadas no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária da UFRRJ ambos no campos de Seropédica, Rio de Janeiro. Durante o período experimental as médias das temperaturas máximas e mínimas foram de $29,13 \pm 5,26^{\circ}\text{C}$ e $14,37 \pm 2,23^{\circ}\text{C}$, respectivamente e a pluviosidade de $0,45 \pm 1,64\text{mm}$, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia, 6º Distrito.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, sob o nº 6062121118.

3.2 Animais

Foram selecionados inicialmente 15 equinos, quatro seriam utilizados no Teste de Curva Glicêmica e doze participariam do Teste Incremental de Velocidade os três restantes foram utilizados como margem de segurança. Todos eram da raça Brasileiro de Hipismo da Escola de Equitação do Exército, machos ou fêmeas, pesando em média 490,23 kg, com idade variando entre 6 a 15 anos, competindo na modalidade de Concurso Completo de Equitação. Os animais estavam em atividade física diária de treinamento, caracterizada como atividade intensa, com duração diária de 1 hora, com andaduras ao passo, ao trote e ao galope e saltos em pista de areia e grama. Durante os períodos de descanso os animais permaneceram em suas respectivas baias de alvenaria 4x4m, dispoindo de comedouro e bebedouro e livre acesso à água.

Os equinos foram submetidos a exame clínico (exame físico e exames laboratoriais) e, estando hígidos, foram selecionados para o experimento. Posteriormente foram pesados em balança digital e, foi avaliado o escore corporal utilizando a escala de 0 a 9 através da avaliação das regiões do pescoço, cernelha, ombros, costelas, dorso e base da cauda (HENNEKE et al., 1983) (Tabela 1).

Tabela 1. Identificação dos equinos utilizados durante os ensaios experimentais de acordo com nome, peso (kg), escore da condição corporal (ECC), sexo, pelagem, raça e idade (anos).

Nome	Peso	ECC	Sexo	Pelagem	Raça	Idade
----- Teste Incremental de Velocidade -----						
Grupo 2 horas						
Secreta do Rincão	485	5	Fêmea	Castanha	BH	7
Inca do Rincão	456	4	Fêmea	Castanha	BH	15
Legenda do Rincão	493	5	Macho	Castanha	BH	13
Radar do Rincão	508	4	Macho	Alazã	BH	8
Grupo 4 horas						
Nobre do Rincão	496	5	Macho	Castanha	BH	11
Odalisca do Rincão	487	6	Fêmea	Castanha	BH	9
Naum do Rincão	472	4	Macho	Castanha	BH	11
Jaspers do Rincão	450	5	Macho	Tordilho	BH	14
Grupo 6 horas						
Zafir do Rincão	598	5	Macho	Castanha	BH	8
Paradigma do Rincão	531	5	Fêmea	Alazã	BH	9
Limosine do Rincão	497	6	Macho	Alazã	BH	13
Lafaiete do Império	440	6	Macho	Castanha	BH	10
----- Teste de Curva Glicêmica -----						
Turque do Rincão	460	4	Macho	Castanha	BH	6
Odalisca do Rincão *	487	6	Fêmea	Castanha	BH	9
Nobre do Rincão *	496	5	Macho	Castanha	BH	11
Radar do Rincão *	508	4	Macho	Alazã	BH	8

* Equinos que participaram do Teste Incremental de Velocidade e do Teste de Curva Glicêmica

Seguindo a rotina do manejo alimentar da Escola de Equitação do Exército foi fornecida diariamente feno de *Coast-cross (Cynodon dactylon)* e ração concentrada comercial (Tabela 2). As dietas foram distribuídas cinco vezes ao dia, às 05h, 13h e 19h o fornecimento da ração concentrada e, às 10h e 15h o fornecimento do feno. As quantidades foram fornecidas de acordo com o manejo já realizado pela Escola de Equitação equivalentes a 3,0% de peso vivo (PV) na base da matéria seca, na proporção concentrado:volumoso de 60:40, com necessidade energética diária de cavalos atletas da categoria Trabalho Intenso (Heavy) relacionado com a intensidade de treinamento a que são submetidos segundo o NRC (2007).

O consumo de carboidratos não fibrosos (CNF), categoria que está inserido o amido, pelo fornecimento do concentrado comercial foi estimado em aproximadamente

2,65 g de CNF/ kg de PV através da fórmula $\%CNF = 100 - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%MM)$ descrita no NCR (2007).

Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos utilizados na dieta dos equinos durante o experimento, expressa na base da matéria seca.

Alimento	MS (%)	MM (%)	MO (%)	PB (%)	EE (%)	CNF (%)	FDN (%)	HEM (%)	EB (Kcal)	ED (Mcal/kg)
Concentrado Comercial	89,7	8,1	91,6	17,1	8,1	44,5	22,2	12,8	4370,3	3,24
Feno Coast-cross	91,2	5,8	94,2	10,4	1,9	9,9	72,1	39,0	4475,8	1,92

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidrato não fibroso; FDN = fibra em detergente neutro; HEM = hemicelulose; EB = energia bruta; ED = energia digestível.

A energia digestível (ED) foi calculada através da fórmula descrita por Pagan (1998) em que $ED \times (\text{kcal/kg MS}) = 2,118 + 12,18 \times (\%PB) - 9,37 \times (\%FDA) - 3,83 \times (\%HEM) + 47,18 \times (\%EE) + 20,35 \times (\%CNF) - 26,3 (\%MM)$ sendo $R^2 = 0,88$.

3.3 Delineamento Experimental

A pesquisa foi dividida em dois ensaios experimentais: o primeiro consistiu em um ensaio de curva glicêmica para obtermos a curva glicêmica de uma amostra dos animais utilizados no estudo como base; e o segundo um ensaio de desempenho em esteira de alta velocidade.

3.3.1 Teste de curva glicêmica

No delineamento experimental foram utilizadas quatro repetições (equinos) e sete tratamentos (tempos de coleta de sangue), sendo coletada uma amostra no tempo-período pré-prandial (T0) e seis amostras no tempo-período pós-prandial (T1 a T7) a ordem das coletas ocorreu de forma inteiramente casualizada. A dieta utilizada foi concentrado peletizado administrado regularmente para os equinos no manejo alimentar da Escola de Equitação do Exército. No dia em que o teste foi realizado o concentrado foi fornecido às 5:00 h como habitual e os animais permaneceram em repouso em baia até a última coleta do teste. O peso vivo médio dos equinos utilizados neste ensaio foi de 487,75 kg.

As amostras sanguíneas foram coletadas 30 minutos antes do fornecimento da dieta (T0) e posteriormente ao fornecimento da dieta (T1 a T7) aos 30, 60, 90, 120, 180, 240 e 300 minutos (Tabela 3).

Tabela 3. Horários de coleta dos das amostras sanguíneas durante o teste de curva glicêmica e tempos experimentais correspondentes (T0 a T7).

Momento	Tempo no Teste	Horário
T0	pré prandial	4:30 h
Refeição	0 min	5:00 h
T1	30 min	5:30 h
T2	60 min	6:00 h
T3	90 min	6:30 h
T4	120 min	7:00 h
T5	180 min	8:00 h
T6	240 min	9:00 h
T7	300 min	10:00 h

A coleta de sangue foi realizada através de um procedimento operacional padrão, para colheita, processamento e armazenamento. As amostras sanguíneas para a análise de glicose foram obtidas através da punção da veia jugular (alternadamente direita e esquerda) em tubos a vácuo com fluoreto de sódio. Posteriormente as amostras foram processadas para obtenção dos valores da concentração de glicose plasmática para desta forma avaliarmos o pico de glicose e a AUC (area under de curve) numa condição normal dos equinos atletas durante o repouso (VERVUERT et al., 2009; GLATTER et al., 2017).

3.3.2 Teste incremental de velocidade

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos (tempo-período pós-prandial antes do teste), quatro repetições (equinos), avaliados em um teste incremental de velocidade. A dieta utilizada foi um concentrado peletizado e feno de coast-cross administrado para os animais regularmente. O concentrado foi fornecido 2 h, 4 h, e 6 h antes do teste de esforço físico, sendo o tempo fixo de fornecimento da dieta às 5:00 horas e o horário de início do teste de esforço físico reajustadas para cada grupo. O peso vivo médio dos equinos utilizados neste ensaio foi para o Grupo 2 horas = 485,5 kg , Grupo 4 horas = 476,25 kg e Grupo 6 horas = 516,5 kg.

Os equinos foram adaptados ao exercício em esteira rolante de alta velocidade Galloper (Sahinco ®) durante o primeiro semestre de forma a caminharem na esteira três vezes por semana, substituído o treinamento habitual diário em circuito pela esforço físico em esteira. Após uma semana do Teste de Curva Glicêmica os equinos foram submetidos aos Testes Incrementais de Velocidade (Figura 1).



Figura 1. Teste de esforço físico a esteira de alta velocidade em galope.

O protocolo dos testes teve uma fase de aquecimento padronizada de 10 minutos, sendo 4 minutos a passo na velocidade de 1,8 m/s e, 6 minutos a trote na velocidade de 4,0 m/s. A fase de incremento da velocidade foi composta por 1 minuto a cada velocidade incremental de galope, nas velocidades de 6, 8 e 10m/s. Após os testes, a desaceleração dos galopes foi padronizada retomando ao trote na velocidade de 4,0 m/s durante 1 minuto e, ao passo na velocidade de 1,8 m/s durante 5 minutos, seguidos de 25 minutos ao passo na guia correspondendo ao desaquecimento ativo (CASTEJON, 1995; MIRANDA, 2014) posteriormente os animais eram encaminhados para a sua baia correspondente onde permaneciam em repouso para que fossem realizadas todas as coletas seguintes.

Durante todo o teste incremental de velocidade os equinos utilizaram frequencímetros cardíacos (Polar Equine) para monitoramento da frequência cardíaca,

este foi posicionado na parede torácica na área de impulso apical após o pêlo do equino ser umidecido com uma solução contendo água e álcool na região do tórax (Figura 2) antes do animal entrar na esteira e posteriormente fixados com uma cinta de elastano. A preparação individual do animal envolvia também a colocação de guia, selote, posteriormente acoplado ao cinto de segurança da esteira, protetores de boleto e de casco.

Ao final do teste, os resultados foram transferidos para o computador através de transmissão por infravermelho, utilizando a interface fornecida pelo programa Polar® e registrando os valores da frequência cardíaca, durante cada etapa durante os testes posteriormente a frequência cardíaca foi utilizada para estimativa da V_{200} .



Figura 2. Fixação do frequencímetro cardíaco no cavalo atleta momentos antes do teste incremental de velocidade.

3.4 Avaliações da Bioquímica Sanguínea

As amostras sanguíneas foram coletadas antes do início dos testes de esforço físico (T0), durante o teste em cada mudança de velocidade (T1 a T5); posteriormente ao término dos testes; aos 5, 15, 30 minutos e, às 1, 2, 6, 12, 24 e 72 horas após os testes (Tabela 4).

Tabela 4. Coletas, parâmetros aferidos e tempos experimentais correspondentes.

Local	Momento	Tempo Pós Teste	Parametro	Velocidade
Esteira	T0	-	GLI LAC CK AST LDH FC	0 m/s
	T1	-	GLI LAC FC	1,8 m/s
	T2	-	GLI LAC FC	4 m/s
	T3	-	GLI LAC FC	6 m/s
	T4	-	GLI LAC FC	8 m/s
	T5	-	GLI LAC FC	10 m/s
	T6	0 min	GLI LAC FC	4 m/s
Circuito	T7	05 min	LAC FC	1,8 m/s
	T8	15 min	LAC	passo na guia
	T9	30 min	LAC	passo na guia
Baia	T10	1 h	CK AST LDH	repouso
	T11	2 h	CK AST LDH	repouso
	T12	6 h	CK AST LDH	repouso
	T13	12 h	CK AST LDH	repouso
	T14	24 h	CK AST LDH	repouso
	T15	72 h	LDH	repouso

A coleta das amostras de sangue foi realizada através de um procedimento operacional padrão como descrito previamente no teste de curva glicêmica. Previamente à realização do exercício, os animais foram assepticamente preparados para venocateterização, utilizando-se a veia jugular esquerda como ponto de coleta, nesse momento foi acoplado ao cateter intravenoso um tubo extensor para facilitar as colheitas com o animal em movimento (Figura 3).

O extensor de equipo foi preenchidos com solução anticoagulante (solução de cloreto de sódio a 0,9% e heparina sódica) e fixado com o auxílio de uma atadura de algodão 10 cm x 1,8 m e esparadrapo branco impermeável 10 cm x 4,5 m. As amostras sanguíneas para a análise do lactato e glicose foram obtidas em tubos a vácuo com fluoreto de sódio, as amostras destinadas para hemograma foram coletadas em tubos a vácuo com anticoagulante EDTA e as amostras para determinação bioquímica da concentração sanguínea de AST, CK e LDH foram coletadas em tubos a vácuo sem anticoagulante.

É necessário utilizar tubos contendo fluoreto de sódio (10mg/mL de sangue) pois este inibe a glicólise, pois o íon $[F^-]$ se conjuga com o íon $[Mg^{2+}]$ que é um cofator da enzima fosfopiruvato hidratase, necessária à via metabólica glicolítica, e também auxilia na inibição da atividade da glicose oxidase. Caso esse componente não seja utilizado o

consumo de glicose pelas hemácias eleva a concentração de lactato alterando assim os valores de concentração de glicose e lactato durante a análise (STOCKHAM & SCOTT, 2008).

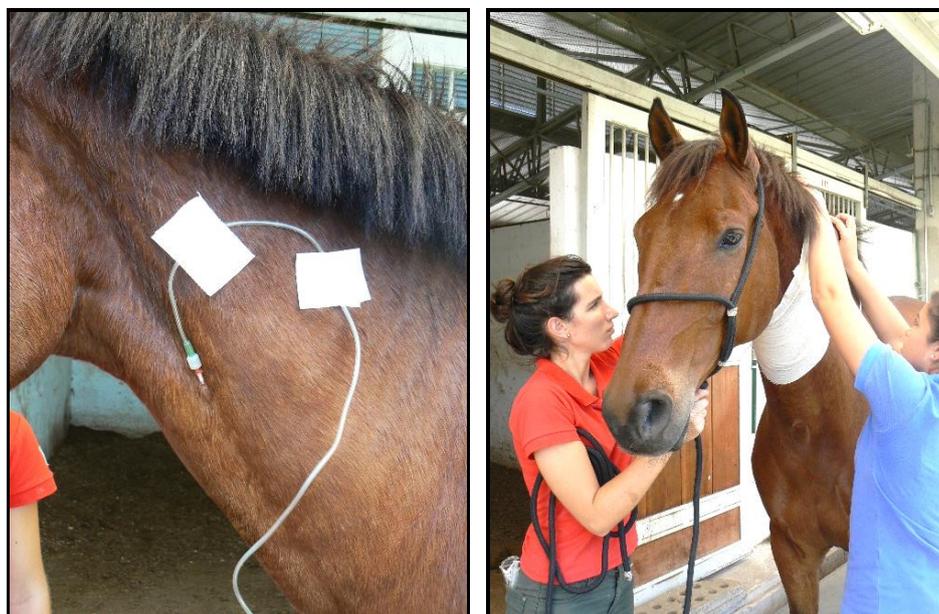


Figura 3. À esquerda, cateterização da veia jugular esquerda no sentido do fluxo sanguíneo e acoplamento do sistema extensor e, à direita, fixação do extensor de equipo com atadura - equino pronto para o teste na esteira de alta velocidade.

Nas amostras sanguíneas foram realizadas as seguintes análises:

_Hemograma: realizado com o auxílio de um contador automático ABC-VET onde foram avaliados os parâmetros (hemácias, hemoglobina, hematócrito, VCM, HCM, CHCM, metarrubricitos, leucócitos, mielócitos, metamielócitos, bastões, segmentados, linfócitos, monócitos, eosinófilos, basófilos e plaquetas). A leucometria específica e análise da morfologia eritrocitária foram realizadas em microscópio óptico (100X), após coloração dos esfregaços pelo Panótico Rápido. A análise de fibrinogênio e proteína plasmática será em refratômetro (KANEKO et al., 2008).

_Variáveis bioquímicas (Glicose, AST, CK e LDH): foram utilizadas como marcadores do estresse do exercício, as amostras foram centrifugadas a 300 rpm por 10 minutos para separação do soro e retirada de alíquotas (THRALL et al., 2014) e posteriormente as análises foram realizadas em espectrofotômetro (A5) com os seus respectivos reagentes (KIT Glicose, KIT AST, KIT CK-NAC, KIT LDH).

_Concentração de lactato: foi realizada análise após centrifugação e separação do soro em tubos Eppendorf com 1,0 ML, através de metodologia enzimática, com o auxílio de kit comercial reagente para lactato (Lactato K084-2, Bioclin) e utilizando como descrito a cima o espectrofotômetro.

As análises foram realizadas com o objetivo de obter as concentrações plasmáticas de CK, AST, LDH, glicose e lactato para que posteriormente fosse estimado o valor de VL₂ e VL₄.

3.5 Análises Estatísticas

As análises foram realizadas utilizando o *software* estatístico R Core Team – R: A Language and Environment for Statistical Computing (Vienna, Austria, 2018). Para cada variável, foi calculada a Média, o Desvio Padrão e o Intervalo de Confiança 95% para a média para cada grupo em cada tempo/velocidade.

Na avaliação do teste de índice glicêmico após realizar a Média, Desvio Padrão e Intervalo de Confiança 95% para a média das medidas nos quatro cavalos em cada tempo foi calculada a área a baixo da curva, de forma individual e de acordo com a média, utilizando o programa Microsoft Office Excel através da função integral.

$$A = \int_a^b f(x)dx$$

Efetuuou-se análise de regressão exponencial de forma a estimar os valores de VL₂ e VL₄, enquanto, e regressão linear para estimar os valores de V₂₀₀ resultando em cada grupo a sua equação respectiva. Posteriormente foi utilizado ANOVA para fazer análise de variância em função do tratamento.

Para comparação dos grupos nos diferentes parâmetros (Glicose, Lactato, Frequência cardíaca, AST, CK, LDH) foi utilizado o Teste de Shapiro-Wilk de normalidade para constatar-se se a distribuição das variáveis é normal, e constatou-se que a distribuição das variáveis não é normal, com a exceção dos resultados da glicemia após teste incremental de velocidade.

Para comparação entre grupos foi utilizado o Teste de Kruskal-Wallis que é um teste não-paramétrico utilizado como uma alternativa ao teste t quando a distribuição dos dados não é normal. Quando o significância estatística foi de 5% ($p < 0,05$) foi realizado o teste de Wilcoxon de forma a comparar dois a dois os grupos apresentados, e o valor de p desses testes foi corrigido pelo Método de Bonferroni. Para comparação entre tempos ou velocidades foi utilizado o teste de Friedman e quando a significância estatística foi de 5% ($p < 0,05$) foi realizado o teste de Wilcoxon de forma a comparar dois a dois os grupos apresentados.

Foi realizada também a análise de correlação de Pearson para avaliar a correlação entre as duas variáveis: glicose – lactato.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Curva Glicêmica

No presente estudo o valor médio da concentração basal de glicose foi de 75,3 mg/dL, durante repouso e nos diferentes tempos pós-prandiais 30, 60, 90, 120, 180, 240 e 300 minutos foram de 75,8; 81,3; 80,3; 70,5; 65,8; 71,3 e 68 mg/dL respectivamente (Tabela 5) correspondente aos valores de 4,18; 4,21; 4,51; 4,46; 3,91; 3,65; 3,96 e 3,77 mmol/L. Não foi observado diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores de glicemia de acordo com o teste de Friedman. No período pós-prandial observa-se um aumento contínuo da concentração da glicose no plasma, e após um pico ocorre a sua redução, que é compatível ao que havia sido descrito no estudo de Healy et al. (1995) quando a dieta é constituída na sua maior parte por carboidratos solúveis, e por Bertin et al. (2016) que demonstrou que a redução ocorre devido a ação da insulina após o pico de glicose. O pico de glicemia ocorreu entre os 60 e 90 minutos após a ingestão da dieta concentrada, sendo o valor de 81,3 e 80,3 mg/dL respectivamente.

Tabela 5. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da glicemia em relação ao tempo em equinos durante teste de índice glicêmico.

Tempo (minutos)	Glicose plasmática (mg/dL)			
	Média	Desvio Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior
0	75,3 ^a	10,8	64,7	85,8
30	75,8 ^a	8,2	67,7	83,8
60	81,3 ^a	5,3	76,0	86,5
90	80,3 ^a	8,1	72,3	88,2
120	70,5 ^a	3,8	66,8	74,2
180	65,8 ^a	8,1	57,9	73,7
240	71,3 ^a	8,3	63,1	79,4
300	68,0 ^a	5,0	63,1	72,9

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente aos tempos pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

Os valores obtidos nesse estudo corroboram com os achados por Kaneko et al. (2008) que citaram como média do valor da glicemia dentro dos limites fisiológicos de um equino em repouso de 75 a 115 mg/dL, por MacGowan & Hodgson (2014) que estabeleceram para cavalos atletas como valores aceitáveis entre 70 a 140 mg/dL e por Nadeau et al. (2006) registraram o intervalo de 66,6 a 87,6 mg/dL embora tenham usado

como parâmetro equinos da raça Puro Sangue Inglês. Em contrapartida, os valores do estudo se encontravam ligeiramente inferiores ao intervalo estabelecido por Gordon et al. (2007) que citaram como valores de referência no jejum o intervalo entre 80 a 95mg/dL.

Bertin et al. (2016) avaliaram o efeito do tempo de jejum pré-prandial de 3, 6 e 12 horas na concentração de glicose sanguínea e insulina sérica e concluíram que não houve efeito dos diferentes tempos de jejum em estudo na concentração de glicose ou insulina corroborando com os resultados obtidos no presente estudo. Neste experimento o consumo de amido foi estimado em 2,6g de CNF por/kg de PV, Vervuert et al. (2009) observaram que a ingestão de diferentes quantidades de amido pode influenciar no tempo em que ocorre o pico de glicose na corrente sanguínea, sendo que dietas com menores quantidades de amido, de 0,3g de amido por/kg de PV, o pico é observado 75 ± 17 minutos pós-ingestão da dieta, enquanto a dieta testada em seu experimento com maior quantidade de amido mais especificamente de 2,0g de amido por/kg de PV, o pico é observado somente 120 ± 42 minutos após a ingestão o que é semelhante ao encontrado no presente estudo onde utilizando 2,0g de amido por/kg de PV o pico é observado aos 60 ± 30 minutos.

O comportamento da curva glicêmica nos animais em repouso é semelhante à curva apresentada por Glatter et al. (2017), que observou uma curva crescente até aproximadamente 90 minutos, decrescente até aproximadamente 240 minutos e posteriormente a esse tempo foi observado novamente um período crescente até 300 minutos com dinâmica similar ao que foi observado neste estudo (Figura 4).

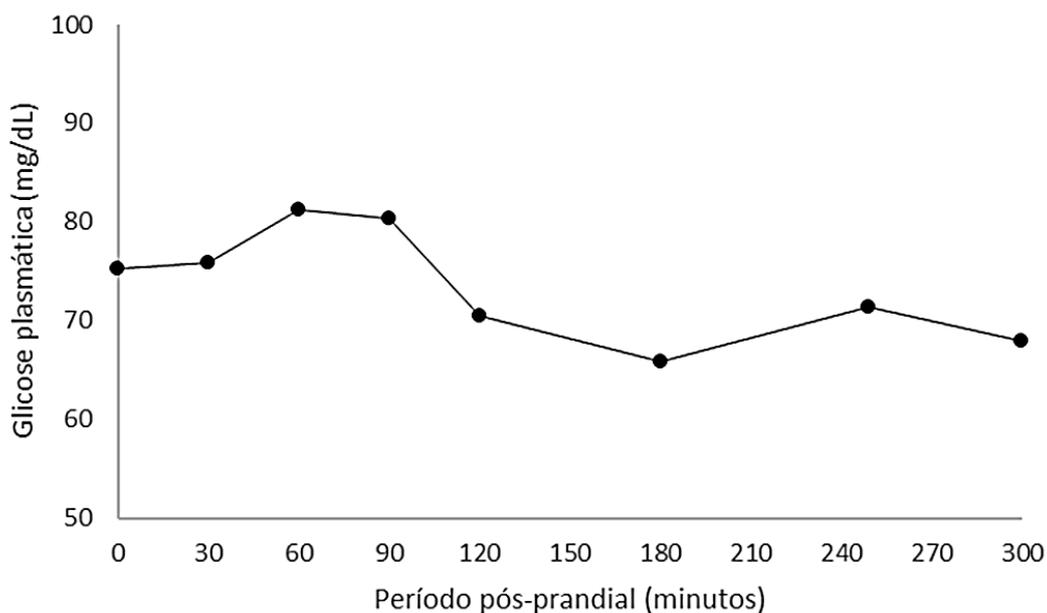


Figura 4. Valores médios da glicose plasmática (mg/dL) no período pós-prandial em equinos alimentados com concentrado comercial.

O valor médio da área sob a curva de glicose plasmática pós-prandial foi de 627 ± 28 mmol x min/L e os valores individuais da área a baixo da curva de cada equino Odalisca, Nobre, Radar e Turque são 617, 663, 596 e 633 mmol x min/L respectivamente. De acordo com os resultados obtidos por Vervuert et al., (2009) o valor que mais se aproximou comparativamente aos obtido nesse estudo foi o resultado obtido após administração de dieta contendo 2,0g de amido por/kg de PV com o valor de 821 ± 177 mmol x min/L.

4.2 Avaliação de Desempenho

A avaliação do desempenho de equinos atletas é baseada principalmente na mensuração de duas variáveis: a frequência cardíaca (FC) mensurada em batimentos por minuto (bpm) e a concentração plasmática de lactato. Para que esta avaliação seja completa é necessário mensurar esses valores antes, durante e após o teste incremental de velocidade, de forma que as variáveis sejam monitoradas progressivamente e, em seguida, avaliar a recuperação do animal até o seu estado normal de repouso (LINDNER et al. 2009).

4.2.1 Frequência cardíaca e V_{200}

As frequências cardíacas médias, obtidas antes e durante o teste incremental nas velocidades 0; 1,8; 4; 6; 8 e 10 m/s foram no Grupo 2 horas = 49, 100, 120, 162, 181 e 198 bpm; Grupo 4 horas = 46, 116, 135, 170, 182 e 203 bpm; Grupo 6 horas = 49, 105, 131, 166, 176 e 184 bpm e não diferiram ($p < 0,05$) entre os grupos experimentais pelo teste Kruskal-Wallis, mas diferiram entre as velocidades pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e Wilcoxon (0,10) posteriormente (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da frequência cardíaca dos equinos durante o teste incremental de velocidade.

Velocidade (m/s)	Frequência Cardíaca (bpm)			
	Média	Desvio Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior
----- Grupo 2 horas -----				
0	48,5 ^{Ad}	6,6	42,1	54,9
1,8	100,0 ^{Ac}	9,5	90,7	109,3
4	120,0 ^{Ac}	7,4	112,8	127,3
6	162,0 ^{Ab}	14,5	147,8	176,3
8	181,3 ^{Ab}	17,5	164,1	198,4
10	198,0 ^{Aa}	6,1	191,1	204,9
----- Grupo 4 horas -----				
0	45,7 ^{Ad}	6,5	38,3	53,0
1,8	116,3 ^{Ac}	22,9	90,4	142,2
4	134,7 ^{Ac}	13,2	119,7	149,6
6	170,3 ^{Ab}	28,7	137,8	202,9
8	182,3 ^{Ab}	20,2	154,3	205,2
10	203,0 ^{Aa}	9,9	120,6	149,1
----- Grupo 6 horas -----				
0	49,0 ^{Ad}	11,2	38,0	60,0
1,8	104,8 ^{Ac}	16,8	88,3	121,2
4	130,8 ^{Ac}	9,8	121,2	140,3
6	165,5 ^{Ab}	29,4	136,7	194,3
8	175,5 ^{Ab}	25,0	151,0	200,0
10	184,3 ^{Aa}	18,3	166,3	202,2

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem entre si relativamente aos grupos, pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e pelo teste Bonferroni ($p < 0,10$). Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente as velocidades pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

O intervalo de referência para a frequência cardíaca de equinos foi descrito por Boffi (2007) como sendo entre 28 e 45 bpm mas neste estudo obtivemos um valor basal médio de 47,9 bpm aferidos antes da realização do teste de esforço físico. Este valor pode ser explicado devido a fatores psicogênicos como ansiedade desencadeados pelo equino sempre que este passa pelos mesmos processos repetitivos que antecedem o exercício físico pois o frequencímetro foi posicionado no equino após este ter sido

retirado da baia e enquanto outros membros da equipe colocavam o material de proteção usual antes de qualquer atividade física. Achado este que é comprovado por Prates et al., (2009) e explicado devido a respostas do sistema nervoso simpático que levam ao aumento da na fase pré-teste.

A correlação entre frequência cardíaca e velocidade ocorre de forma linear e positiva, de acordo com a intensidade do exercício (Figura 5), resultando numa linha crescente corroborando com os experimentos realizados por Evans (2004) e Souza (2013).

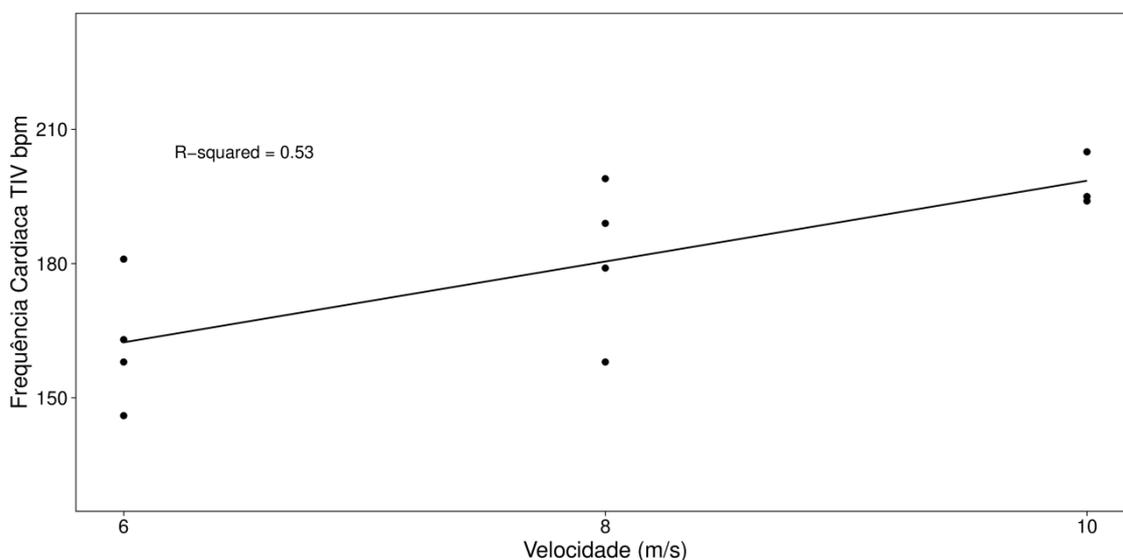


Figura 5. Regressão linear da frequência cardíaca (bpm) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 2 horas pós-prandial.

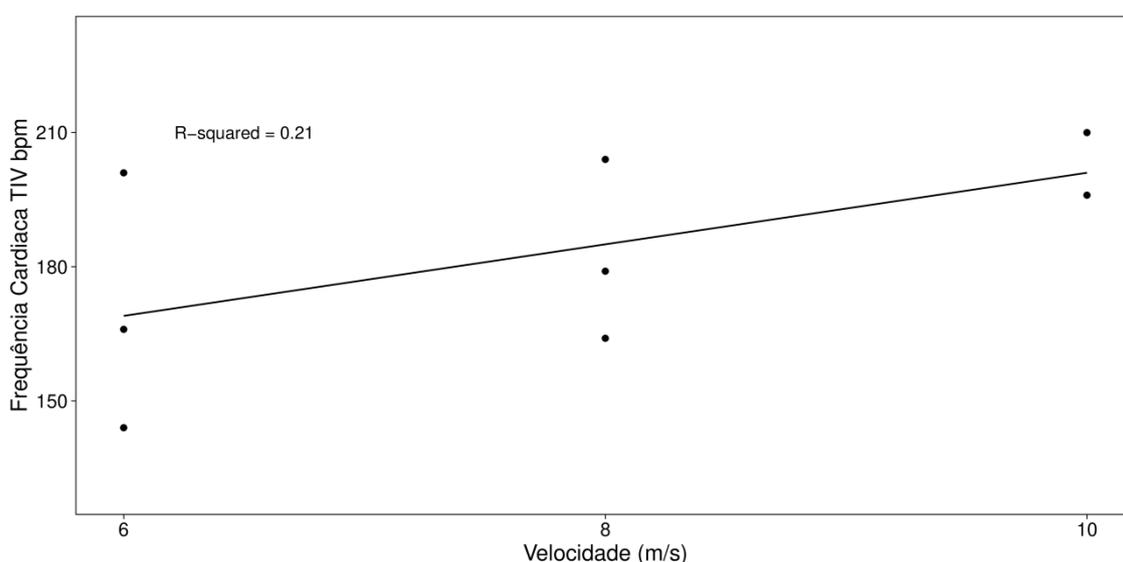


Figura 6. Regressão linear da frequência cardíaca (bpm) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 4 horas pós-prandial.

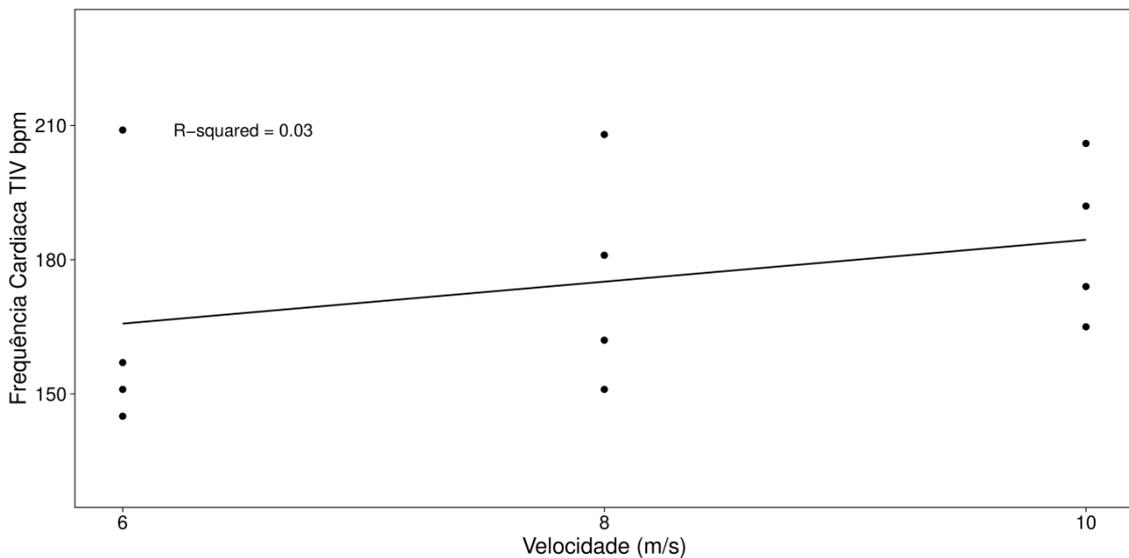


Figura 7. Regressão linear da frequência cardíaca (bpm) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 6 horas pós-prandial.

Para estimativa do V_{200} foram selecionadas somente as velocidades correspondentes ao galope, pois nesta fase a frequência cardíaca apresenta linearidade em função da velocidade obtendo-se uma equação de regressão linear. No Grupo 2 horas obteve-se a equação $\hat{Y} = 108,1974 + 9,0329X$ ($r^2 = 53,0$) ($p < 0,05$) (Figura 5). No Grupo 4 horas obteve-se a equação $\hat{Y} = 121,9211 + 8,4868X$ ($r^2 = 21,0$) ($p < 0,05$) (Figura 6), neste grupo houve a necessidade da exclusão de um dos equinos (A8) devido ao animal ter interrompido a prova durante segundos devido a fatores externos. No Grupo 6 horas obteve-se a equação $\hat{Y} = 137,5833 + 4,6875X$ ($r^2 = 30,0$) ($p < 0,05$) (Figura 7). As estimativas de V_{200} foram de: $V_{200} = 10,2$ m/s, para o Grupo 2 horas; $V_{200} = 9,9$ m/s, para o Grupo 4 horas; e $V_{200} = 13,3$ m/s, para o Grupo 6 horas pós-prandial.

Segundo Bayly et al. (2004) a velocidade em que o equino atinge 200 bpm amplamente conhecida como V_{200} é um dos indicadores de desempenho e serve como comparação entre indivíduos. Animais com melhor condicionamento físico tendem a ter uma V_{200} mais elevada ou seja é necessária uma velocidade maior para que este apresenta uma frequência cardíaca de 200 bpm.

Os valores obtidos no experimento são superiores aos descritos por Garcia (2013) que também avaliou cavalos atletas de CCE e obteve $V_{200} = 8,5$ m/s, no entanto os equinos descritos pelo autor foram submetidos a uma rotina física diferente da que foi adotada neste estudo justificando assim as diferenças nos resultados obtidos, e também superiores aos descritos Kowal et al., (2006) que obteve valores de V_{200} variando entre 8

e 9 m/s, no entanto neste estudo foram avaliados cavalos da raça Puro Sangue Inglês (PSI). No entanto eos valores apresentados são semelhantes aos descritos por Dimache et al., (2015) que utilizaram equinos de CCE em condições de treinamento semelhante, $V_{200} = 9,02 \pm 1,45$ m/s,

4.2.2 Lactato plasmático, VL₂ e VL₄

Os valores médios de lactato plasmático nos animais em repouso (basal) foi de 1,36 mmol/L o que é similar aos valores descritos por Hodgson & Rose (1994) em que os valores podem variar de 0,5 a 1,5 mmol/L. Nessa variável também houve a necessidade da exclusão de um dos equinos devido ao animal ter interrompido a prova durante segundos devido a fatores externos (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da concentração plasmática de lactato em equinos durante o teste incremental de velocidade.

Velocidade (m/s)	Lactato plasmático (mmol/L)			
	Média	Desvio Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior
----- Grupo 2 horas -----				
0	1,17 ^{Ac}	0,26	0,91	1,42
1,8	1,32 ^{Ac}	0,34	0,98	1,66
4	1,49 ^{Ac}	0,31	1,18	1,80
6	2,34 ^{Ab}	0,81	1,54	3,14
8	3,36 ^{Aab}	1,47	1,93	4,80
10	5,65 ^{Aa}	2,32	3,38	7,92
----- Grupo 4 horas -----				
0	1,76 ^{Ad}	0,26	1,46	2,06
1,8	1,75 ^{Ad}	0,97	0,66	2,85
4	2,63 ^{Ac}	0,88	1,63	3,62
6	3,52 ^{Abc}	0,99	2,39	4,65
8	4,39 ^{Ab}	1,93	2,21	6,58
10	6,14 ^{Aa}	3,13	2,60	9,69
----- Grupo 6 horas -----				
0	1,15 ^{Ad}	0,19	0,94	1,36
1,8	1,33 ^{Ad}	0,54	0,80	1,86
4	1,82 ^{Acd}	0,09	1,73	1,91
6	2,69 ^{Ac}	0,72	1,98	3,40
8	5,00 ^{Ab}	3,39	1,68	8,33
10	6,80 ^{Aa}	4,30	2,59	11,01

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem entre si relativamente aos grupos, pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e pelo teste Bonferroni ($p < 0,10$). Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente as velocidades pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

As concentrações plasmáticas médias de lactato obtidas durante o teste incremental nas velocidades 0, 1,8, 4, 6, 8 e 10 m/s foram respectivamente: Grupo 2 horas = 1,17; 1,32; 1,49; 2,34; 3,36 e 5,65 mmol/L; Grupo 4 horas = 1,76; 1,75; 2,63; 3,52; 4,39 e 6,14 mmol/L; Grupo 6 horas = 1,15; 1,33; 1,82; 2,69; 5,0 e 6,80 mmol/L

A correlação entre lactato e velocidade se expressa graficamente na forma de uma curva exponencial, de acordo com a intensidade do exercício, corroborando com os gráficos demonstrados por Hodgson & Rose (1994).

Durante o teste incremental quando comparada a concentração de lactato plasmático nas diferentes velocidades (0, 1,8, 4, 6, 8 e 10 m/s) em relação aos grupos experimentais pode constatar-se que não houve efeito significativo dos tratamentos 2 horas, 4 horas e 6 horas ($p < 0,05$), mas foi constatado diferença estatística entre as velocidades experimentais através do teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

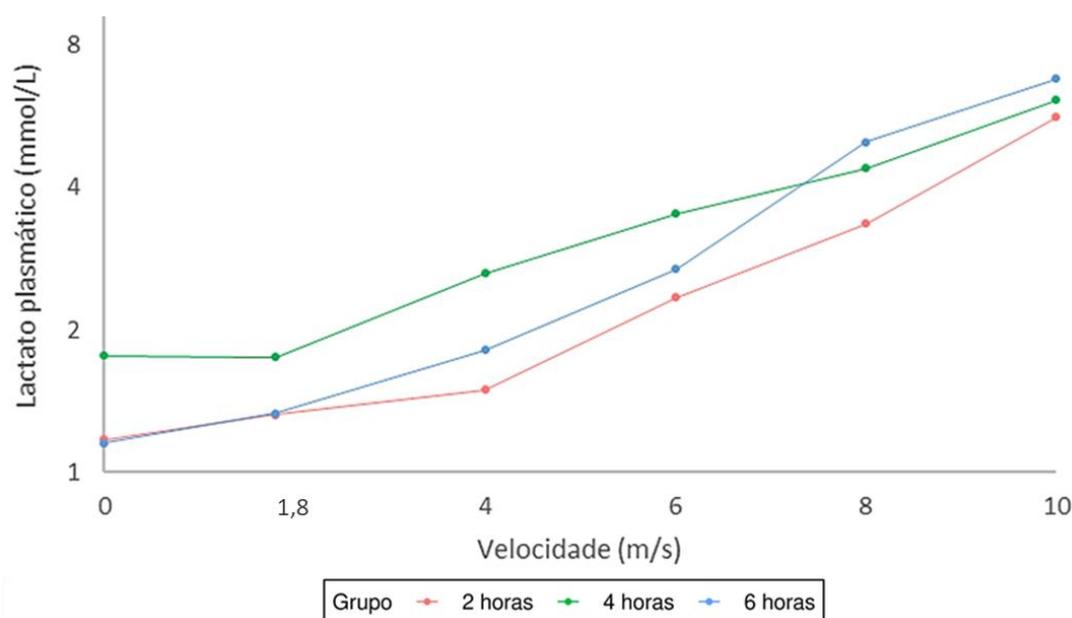


Figura 8. Valores médios da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em função da velocidade (m/s) dos equinos nos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h pós-prandial) durante o teste incremental de velocidade.

Para as estimativas de VI_2 e VI_4 os resultados da concentração plasmática do lactato durante o teste incremental de velocidade foram ajustados a uma equação exponencial. No Grupo 2 horas obteve-se a equação $\hat{Y} = 0,9774^{\exp(1,1633x)}$ ($R^2 = 71\%$) ($p < 0,05$) (Figura 9). No Grupo 4 horas obteve-se a equação $\hat{Y} = 1,519^{\exp(1,1366x)}$ ($R^2 =$

61%) ($p < 0,05$) (Figura 10) neste grupo também houve a necessidade da exclusão de um dos equinos (A8) como foi referido anteriormente para estimativa de V_{200} . No grupo 6 horas obteve-se a equação $\hat{Y} = 0,979^{\exp(1,194x)}$ ($R^2 = 73\%$) ($p < 0,05$) (Figura 11).

As estimativas de VL_2 foram de: $VL_2 = 4,7$ m/s, para o Grupo 2 horas; $VL_2 = 2,2$ m/s, para o Grupo 4 horas; e $VL_2 = 4,0$ m/s, para o Grupo 6 horas pós-prandial. As estimativas de VL_4 foram de: $VL_4 = 9,3$ m/s, para o Grupo 2 horas; $VL_4 = 7,6$ m/s, para o Grupo 4 horas; e $VL_4 = 7,9$ m/s, para o Grupo 6 horas pós-prandial. Não havendo diferença significativa entre os grupos para VL_2 respectivamente nem para VL_4 .

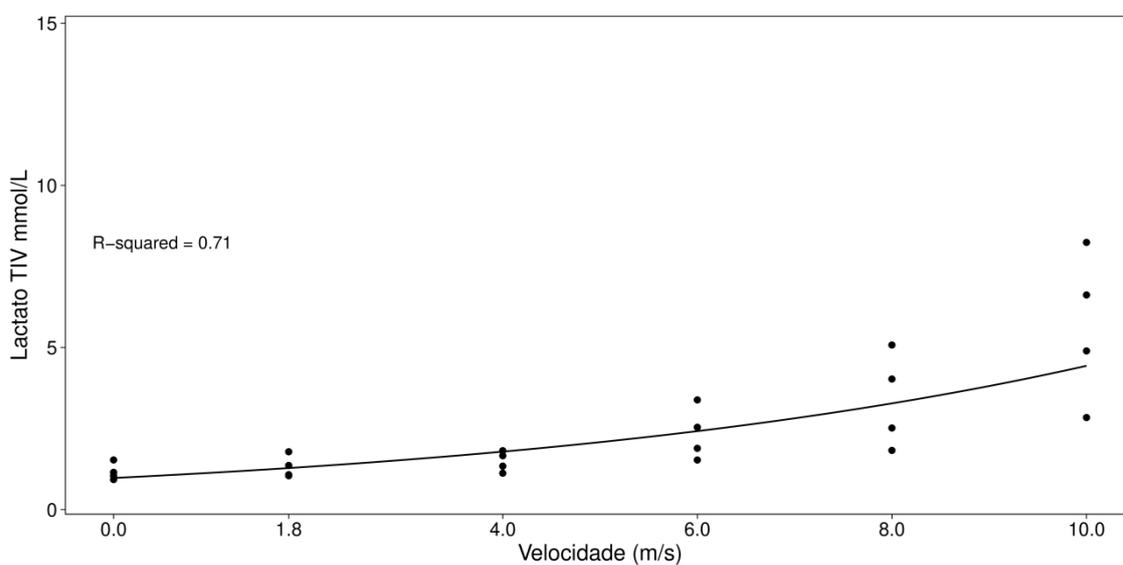


Figura 9. Curva da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 2 horas pós-prandial.

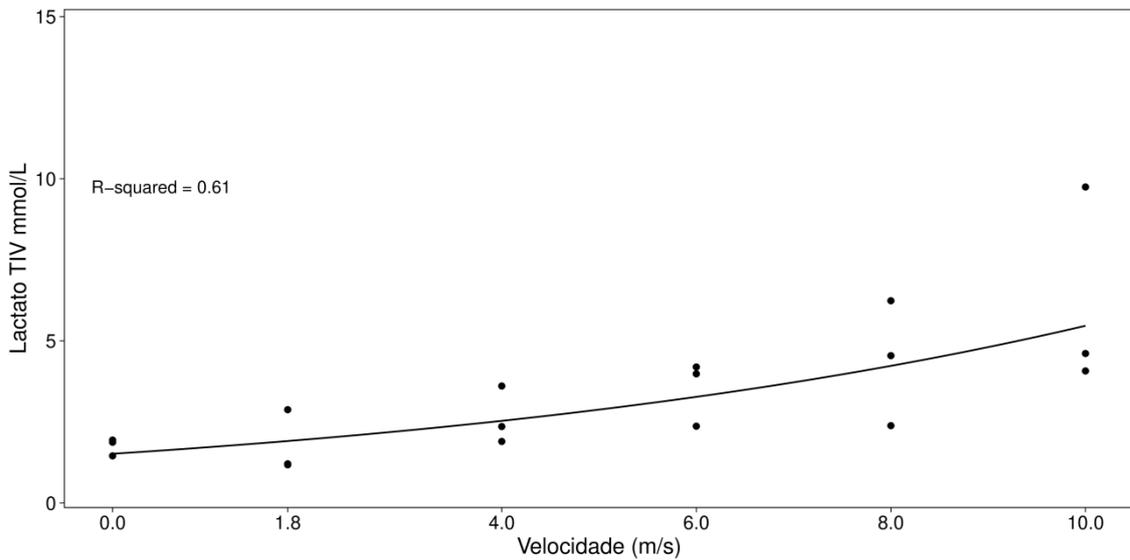


Figura 10. Curva da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 4 horas pós-prandial.

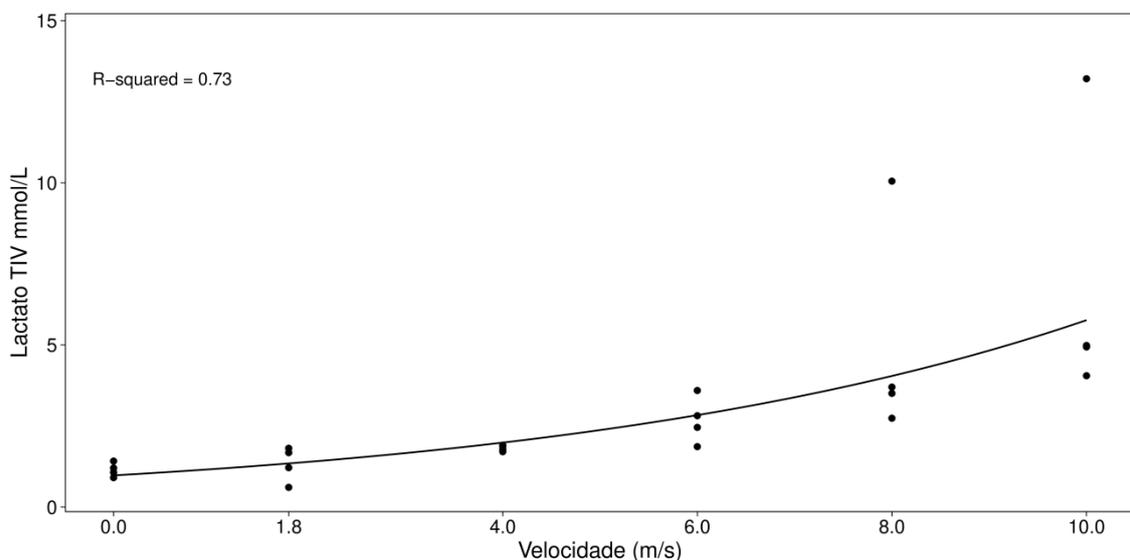


Figura 11. Curva da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em função da velocidade (m/s) de equinos - Grupo 6 horas pós-prandial.

Os valores observados da VL_2 e VL_4 foram próximos dos valores obtidos por Souza et al. (2013) com equinos de Concurso Completo de Equitação (CCE), cujo VL_2 estimada após o teste físico inicial foi de 5,9 m/s e o valor médio do VL_4 foi de 7,6 m/s, no entanto, o protocolo utilizado para teste incremental de velocidade divergiu em tempo e velocidade, o que pode explicar a diferença nos resultados obtidos. E semelhantes aos resultados apresentados por Dimache et al., (2015) que com equinos de

CCE e treinamento similar obtiveram resultados de $VL_2 = 6,10 \pm 1,32$ m/s e $VL_4 = 8,36 \pm 1,90$ m/s.

Os resultados indicam que não houve alteração nos valores de VL_2 e VL_4 em função do horário de fornecimento da dieta, não influenciando no desempenho dos atletas durante o teste (Tabela 8). O Grupo 4 horas apresentou valores mais baixos de VL_2 que o grupo de 2 e 6 horas indicando que os indivíduos alimentados nesse horário mas estatisticamente não é possível afirmar que tiveram desempenho inferior aos outros tratamentos testados durante o teste. O grupo 2 horas embora tenha apresentado valores de VL_2 e VL_4 maiores que os demais, foi o grupo 6 horas que apresentou valor de V_{200} mais elevado, não sendo possível concluir qual desses grupos tenha apresentado melhor condicionamento durante o teste. Assim como demonstrado por Rose et al., (1980) o incremento na concentração de lactato ocorre no músculo quando não há oxigênio suficiente disponível, indicando que o metabolismo anaeróbio foi predominante durante a maior parte do teste de esforço físico, principalmente nos grupos de 4 horas e 6 horas que apresentaram valores de VL_4 mais baixos que o grupo de 2 horas.

Tabela 8. Valores médios de VL_2 , VL_4 e V_{200} em equinos de CCE em função do tempo de fornecimento da dieta concentrada antes do teste de velocidade (2, 4 e 6 horas).

Dieta concentrada pré-teste	VL_2 (m/s)	VL_4 (m/s)	V_{200} (m/s)
Grupo 2 horas	4,73 ^a	9,32 ^a	10,16 ^a
Grupo 4 horas	2,15 ^a	7,56 ^a	9,88 ^a
Grupo 6 horas	4,03 ^a	7,94 ^a	13,32 ^a

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente aos grupos, segundo ANOVA ($p < 0,05$).

4.2.3 Glicose plasmática

O padrão de normalidade da glicemia em equinos atletas em repouso é de 70 a 140 mg/dL, dessa forma os valores obtidos no presente estudo encontrando-se dentro dos valores de referência descritos por MacGowan & Hodgson (2014). As concentrações plasmáticas médias de glicose obtidas antes e durante o teste incremental nas velocidades 0, 1,8, 4, 6, 8 e 10 m/s foram respectivamente de: Grupo 2 horas - 89, 84, 76, 75, 74 e 73 mg/dL; Grupo 4 horas - 80, 70, 64, 58, 59 e 60; Grupo 6 horas - 79, 78, 80, 81, 83 e 86 mg/dL (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da glicose plasmática (mg/dL) em equinos durante o teste incremental de velocidade.

Velocidade (m/s)	Glicose plasmática (mg/dL)			
	Média	Desvio Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior
----- Grupo 2 horas -----				
0	89,0 ^{Aa}	15,6	73,7	104,3
1,8	84,0 ^{Ab}	13,5	70,7	97,3
4	75,8 ^{Ac}	14,9	61,1	90,4
6	75,0 ^{Ac}	16,2	59,1	90,9
8	74,3 ^{Ac}	16,3	58,3	90,2
10	72,5 ^{Ac}	18,7	54,2	90,8
----- Grupo 4 horas -----				
0	80,0 ^{Aa}	15,0	65,3	94,7
1,8	70,0 ^{Ab}	18,6	51,8	88,3
4	64,3 ^{Ac}	14,0	50,5	78,0
6	57,8 ^{Ac}	17,0	41,1	74,5
8	58,5 ^{Ac}	17,0	41,9	75,1
10	60,0 ^{Ac}	14,1	46,2	73,8
----- Grupo 6 horas -----				
0	78,5 ^{Ab}	12,8	66,0	91,0
1,8	77,8 ^{Ac}	9,8	68,1	87,4
4	79,8 ^{Aa}	10,4	69,6	90,0
6	81,0 ^{Aa}	10,9	70,3	91,7
8	83,3 ^{Aa}	12,5	71,0	95,5
10	85,8 ^{Aa}	15,2	70,9	100,6

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem entre si relativamente aos grupos, pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e pelo teste Bonferroni ($p < 0,10$). Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente as velocidades pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

Os valores obtidos na aferição da glicose plasmática durante o teste de esforço físico não foram influenciados pelo tempo de fornecimento da dieta concentrada de acordo com o teste Kruskal-wallis ($p < 0,05$) no entanto foi constatada diferença entre as velocidades pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$). Porém através da observação da curva glicêmica pode-se observar que nos equinos do Grupo 6 horas em relação aos grupos de 2 e 4 horas, a curva de glicemia obtida apresenta caracter crescente em comparação com os tratamentos restantes que apresentam curvas decrescentes (Figura 10) uma curva decrescente seria esperada da mesma forma que foi descrito por Hodgson & Rose (1994).

Durante o teste incremental observa-se que a glicose possui correlação negativa nas velocidades 1,8, 4 e 6 m/s relativamente ao lactato na velocidade 1,8 m/s, ou seja quando há a diminuição da glicose durante o teste observa-se o aumento do lactato evidenciando o que ocorre na via metabólica anaeróbia para obtenção de energia.

Segundo Trilk et al. (2002) nos primeiros momentos do esforço físico a concentração de glicose plasmática tende a decrescer devido a mobilização desse substrato energético pela musculatura esquelética, no momento a seguir com o aumento da atividade de hormônios que regulam o metabolismo energético, neste caso principalmente as catecolaminas e glucagon, verifica-se um aumento da concentração plasmática de glicose devido à glicogenólise e gliconeogênese, mecanismo esse de suma importância para manutenção da glicemia durante esforço físico (McKEEVER, 2002) corroborando com os achados nesse estudo, podemos supor que de acordo com as curvas apresentadas no gráfico os mecanismos de glicogenólise e neoglicogênese estão mais ativos no grupo cujo dieta foi fornecida 6 horas antes do esforço físico, fazendo com que nesse grupo a tenha maior disponibilidade de glicose na corrente sanguínea.

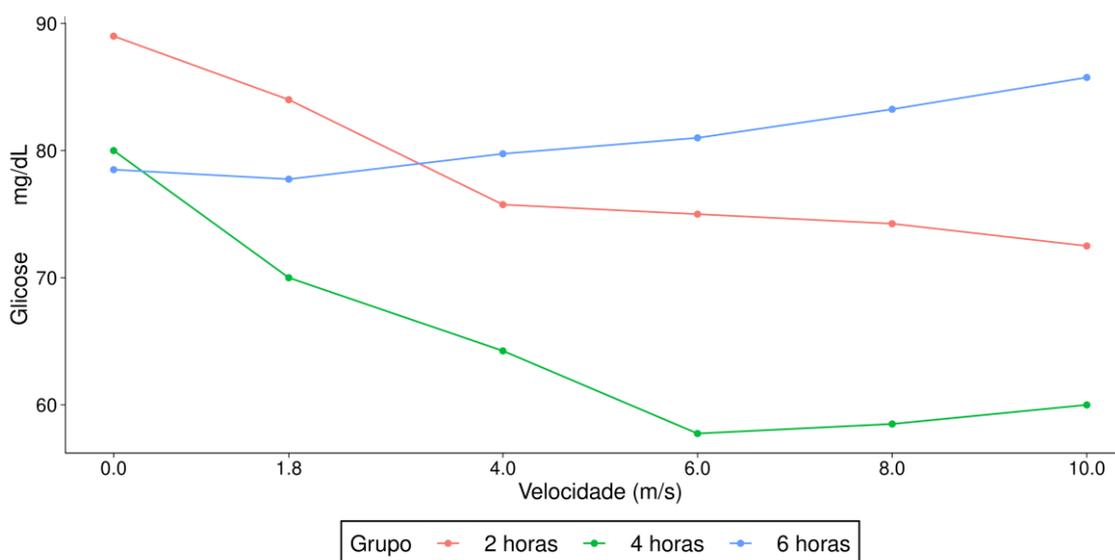


Figura 12. Valores médios da glicose plasmática (mg/dL) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) durante o teste incremental de velocidade.

Ferraz et al., (2009) utilizaram 24 equinos Puro Sangue Árabe em teste incremental de velocidade (4, 6, 8, 10 m/s) com duração de aproximadamente 10 minutos, e observaram que a concentração plasmática de insulina decresce nos primeiros 10 minutos correspondente ao teste incremental em que o equino atinge a velocidade de 10 m/s. Similar ao que ocorre com a insulina que decresce até 6 minutos correspondentes a 6 m/s em teste incremental de velocidade e posteriormente os valores são crescentes até o termino do teste que ocorre até que sejam atingidos os 30 minutos de duração. Comparativamente com nossos dados podemos explicar a tendencia decrescente dos valores de glicose devido a ação insulinica que no inicio do teste T0 se encontrava elevada e somente depois ocorre a diminuição dos seus valores.

4.2.4 Frequência cardíaca, glicose e lactato plasmático pós-teste incremental de velocidade

As frequências cardíacas médias reduziram rapidamente após o teste incremental nas velocidades 10, 4 e 1,8 m/s foram no grupo 2 horas 198, 144 e 99 bpm, no grupo 4 horas 196, 165 e 100 bpm, no grupo 6 horas 184, 150 e 98 bpm (Tabela 10).

Após o teste incremental, quando comparada a frequência cardíaca dos equinos nas velocidades decrescentes (10, 4 e 1,8 m/s) constata-se que não houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos tratamentos (Grupos 2 horas, 4 horas e 6 horas pós-prandial) mas foi observada diferença nas diferentes velocidades ($p < 0,05$) pelo teste de Friedman e ($p < 0,10$) pelo teste de Wilcoxon.

Tabela 10. Valores médio, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da frequência cardíaca (bpm) em equinos após teste incremental de velocidade.

Velocidade (m/s)	Frequência cardíaca (bpm)			
	Média	Desvio Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior
----- Grupo 2 horas -----				
10	198 ^{Aa}	6,1	191,1	204,9
4	144 ^{Ab}	9,6	134,6	153,4
1,8	99 ^{Ac}	6,8	92,3	105,7
----- Grupo 4 horas -----				
10	196 ^{Aa}	14,0	180,2	211,8
4	165 ^{Ab}	12,9	152,4	177,6
1,8	100 ^{Ac}	5,9	94,5	106,0
----- Grupo 6 horas -----				
10	184 ^{Aa}	18,3	166,3	202,2
4	150 ^{Ab}	20,5	130,0	170,1
1,8	98 ^{Ac}	17,8	80,5	115,5

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem entre si relativamente aos grupos, pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e pelo teste Bonferroni ($p < 0,10$). Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente as velocidades pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

Após o exercício a frequência cardíaca diminuí rapidamente no primeiro minuto e posteriormente ela continua diminuindo gradualmente, mas de forma lenta como descrito por Evans (2009). Para este autor a frequência cardíaca pode ser usada como forma de avaliar a recuperação do cavalo atleta e, caso este mantivesse a sua frequência cardíaca acima de 130 bpm durante 10 minutos na fase de recuperação, indicaria que o equino não teria sido treinado o suficiente ou possuiria algum distúrbio clínico como fibrilação atrial, infecção respiratória ou claudicação. No presente estudo foi observado

que em 6 minutos pós-teste, a frequência cardíaca média dos equinos nos Grupos 2, 4 e 6 horas foram de 99, 100.25 e 98 bpm respectivamente, corroborando com o que foi descrito por Evans (2009) em equinos com condicionamento adequado e hígdos.

Os valores referêntes à glicemia no período pós teste incremental de velocidade nos tempos 0, 5, 15 e 30 minutos foram, respectivamente de: Grupo 2 horas – 72,5, 73, 77,8 e 84 mg/dL; Grupo 4 horas - 60, 57, 70,8 e 79 mg/dL; Grupo 6 horas – 85,8, 87,8, 83 e 88,3 mg/dL (Tabela 11), além de apresentar diferenças significativas em diferentes velocidades ($p < 0,05$), os valores da glicemia obtidos apresentaram diferenças na distribuição de resultados 5 minutos após o término do teste de esforço físico ($p < 0,05$), entre grupos, mais especificamente entre o Grupo 6 horas e o Grupo 4 horas, ($p < 0,10$).

Tabela 11. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da glicose plasmática (mg/dL) em equinos após o teste incremental de velocidade.

Tempo (minutos)	Glicose plasmática (mg/dL)			
	Média	Desvio Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior
----- Grupo 2 horas -----				
0	72,5 ^{Aa}	18,7	54,2	90,8
5	73,0 ^{ABa}	15,2	58,1	87,9
15	77,6 ^{Aa}	9,3	68,6	86,9
30	84,0 ^{Aa}	8,5	75,7	92,3
----- Grupo 4 horas -----				
0	60,0 ^{Aab}	14,1	46,2	73,8
5	57,0 ^{Bb}	8,0	49,2	64,8
15	70,6 ^{Aab}	6,7	64,2	77,3
30	79,0 ^{Aa}	7,6	71,5	86,5
----- Grupo 6 horas -----				
0	85,75 ^{Aa}	15,20	70,86	100,64
5	87,75 ^{Aa}	13,35	74,67	100,83
15	83,00 ^{Aa}	9,20	73,98	92,02
30	88,25 ^{Aa}	11,93	76,56	99,94

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem entre si relativamente aos grupos, pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e pelo teste Bonferroni ($p < 0,10$). Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente as velocidades pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

Os resultado indicam que cinco minutos após término do teste incremental de velocidade o grupo de equinos cujo a dieta foi fornecida 6 horas antes do esforço físico obteve valores glicêmicos mais elevados 87,8 mg/dL, do que o grupo cujo dieta foi fornecida 4 horas antes do esforço físico 57 mg/dL, podendo haver então influência do horário de fornecimento da dieta no restabelecimento dos níveis de glicose na corrente sanguínea após esforço. Graficamente podemos observar um padrão crescente nos três

tratamentos a partir de 15 minutos após o término de teste incremental de velocidade (Figura 11).

Sabendo que o padrão de normalidade da glicemia estabelecido por MacGowan & Hodgson (2014) em equinos atletas em repouso é de 70 a 140 mg/dL conclui-se que o todos os grupos experimentais já se encontra dentro desse valor mesmo sem estar em repouso, sugere-se que mais estudos sejam realizados com dosagem de insulina e glucagon para melhor entendimento dos valores apresentados.

Segundo o que já discutimos em relação ao comportamento da glicemia e insulinemia em equinos atletas descrito por Ferraz et al., (2009) podemos indicar que o aumento da concentração de glicose pós-teste incremental se dá devido à diminuição da concentração de insulina até 10 minutos de teste correspondente à velocidade de 10 m/s.

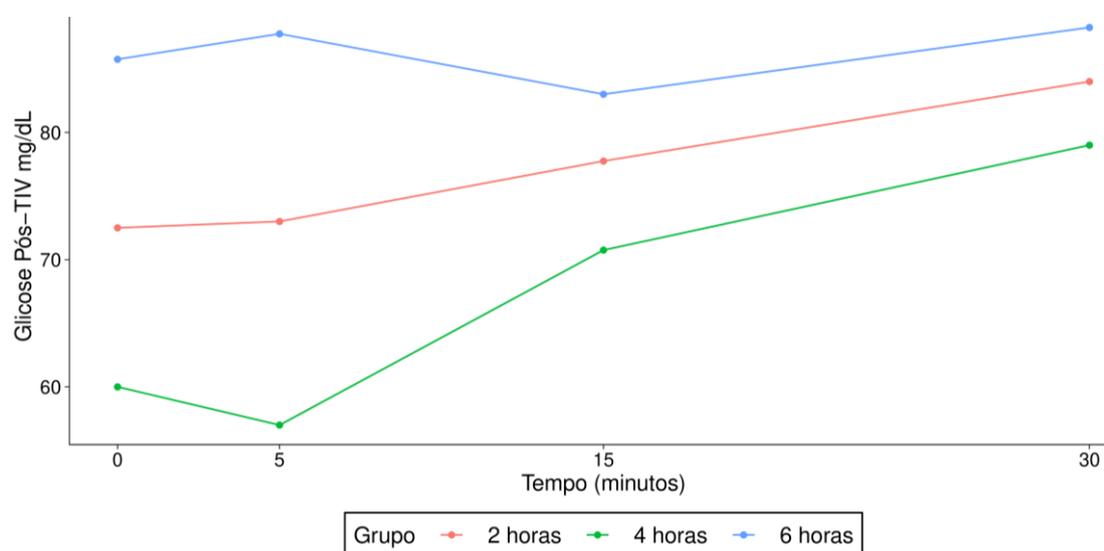


Figura 13. Valores médios da glicose plasmática (mg/dL) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) após o teste incremental de velocidade.

Após o teste incremental, quando comparados os valores de lactato plasmático nos diferentes tempos (0, 5, 15 e 30 minutos pós-teste) pode-se observar que não houve efeito significativo ($p < 0,05$) entre os tratamentos (Grupo 2 horas, 4 horas e 6 horas pós-prandial), mas foi observado diferença significativa entre os tempos ($p < 0,05$). As concentrações plasmáticas de lactato obtidas após o teste incremental nos tempos de 0, 5, 15 e 30 minutos pós-teste foram, respectivamente, de: Grupo 2 horas – 5,7; 5,9; 4,2 e 3,3 mmol/L; Grupo 4 horas – 6,5; 5,6; 2,7 e 2,2 mmol/L; e Grupo 6 horas – 6,8; 5,9; 3,6 e 2,5 mmol/L (Tabela 12).

Os animais dos três grupos apresentaram padrão decrescente 5 minutos após o término do teste incremental de velocidade (Figura 12). Segundo Hodgson & Rose (1994) ocorre redução dos níveis de lactato na corrente sanguínea durante a fase de recuperação, pois este composto pode ser utilizado para a síntese de glicogênio.

O perfil da curva de concentração de lactato durante o período de recuperação é semelhante à curva observada por Miranda (2014) e, ao valor $3,5 \pm 2,9$ mmol/L aos 30 minutos após teste incremental de velocidade, os resultados observados por Dimache (2015) são similares aos dados obtidos no presente ensaio com valores de lactato plasmático inferiores: 6,27 mmol/L no tempo zero e de 2,17 mmol/L aos 30 minutos após o teste. Ambos estudos foram realizados com equinos da raça Brasileiro de Hipismo.

Tabela 12. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em equinos após teste incremental de velocidade

Tempo (minutos)	Lactato plasmático (mmol/L)			
	Média	Desvio Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior
----- Grupo 2 horas -----				
0	5,65 ^{Aa}	2,32	3,38	7,92
5	5,98 ^{Aa}	4,29	1,78	10,18
15	4,20 ^{Ab}	3,30	0,97	7,44
30	3,32 ^{Ac}	2,27	1,09	5,54
----- Grupo 4 horas -----				
0	6,48 ^{Aa}	2,64	3,89	9,06
5	5,62 ^{Aa}	3,42	2,27	8,98
15	2,68 ^{Ab}	1,33	1,38	3,98
30	2,16 ^{Ab}	0,95	1,23	3,10
----- Grupo 6 horas -----				
0	6,80 ^{Aa}	4,30	2,59	11,01
5	5,89 ^{Aa}	4,63	1,35	10,43
15	3,63 ^{Ab}	2,69	0,99	6,27
30	2,45 ^{Ac}	1,08	1,40	3,50

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem entre si relativamente aos grupos, pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e pelo teste Bonferroni ($p < 0,10$). Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente as velocidades pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

Miranda (2014) relatou valor médio de lactato de $11,8 \pm 4,16$ mmol/L após teste incremental de velocidade, no entanto, essa divergência provavelmente ocorreu devido ao nível de esforço ao qual os equinos foram submetidos, similar o estudo de Dimache (2015) quando todas as etapas do galope tiveram a duração de um minuto. No entanto,

diferente do protocolo utilizado por Miranda (2014), onde embora a última velocidade tenha sido de 8m/s, os equinos foram levados até a exaustão.

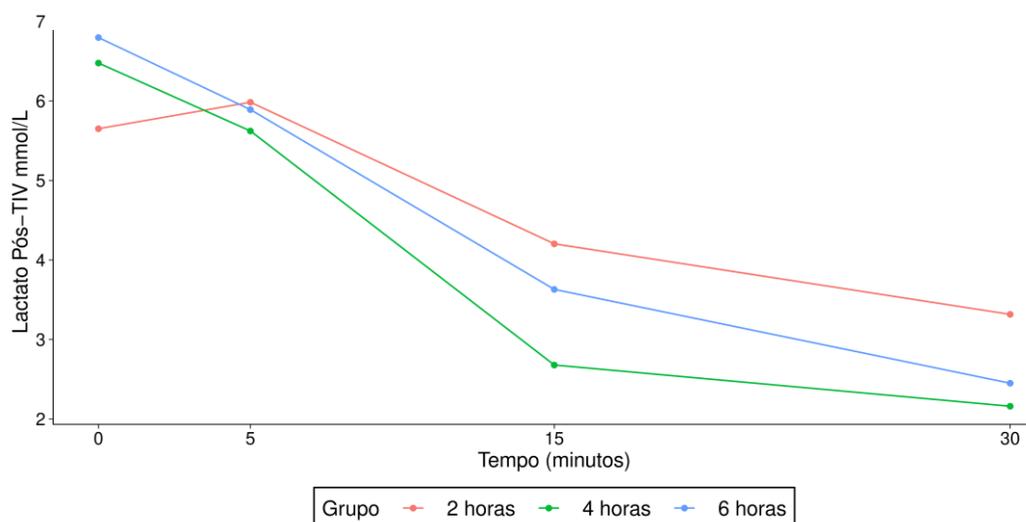


Figura 14. Valores médios da concentração plasmática de lactato (mmol/L) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) após teste incremental de velocidade.

4.3 Avaliação da Bioquímica Sanguínea

A concentração sérica média de CK obtida antes e após o teste incremental de velocidade nos tempos 0, 1, 2, 6, 12 e 24 horas foram de, respectivamente: Grupo 2 horas - 168, 195, 194, 276, 223 e 171 mg/dL; Grupo 4 horas - 275, 276, 336, 397, 354 e 211 mg/dL; Grupo 6 horas - 264, 316, 350, 426, 293 e 222 mg/dL (Tabela 13).

Houve diferença entre os tempos, observado pelo teste Friedman ($p < 0,05$) e por esse motivo foi realizado o teste de Wilcoxon para saber entre quais tempos era observada essa diferença ($p < 0,10$). No entanto as concentrações séricas de CK não foram influenciadas pelos diferentes tratamentos em estudo ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Kruskal-Wallis. Esta enzima é considerada a mais sensível para indicação de lesão muscular e, por esse motivo, ao contrário do comportamento da AST, foi observado um padrão gráfico entre os tratamentos (Figura 13).

No estudo realizado por Miranda (2014) foi descrito que 3 horas após o exercício físico a concentração sérica de CK começa a aumentar de forma gradual e o pico observado 6h após o tempo zero, com valores de $416,0 \pm 138,1$ mg/dL corroborando com os valores obtidos durante o atual ensaio experimental.

Tabela 13. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da concentração sérica de CK (mg/dL) em equinos no teste incremental de velocidade.

Tempo pós-teste (horas)	CK (mg/dL)			
	Média	Desvio Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior
----- Grupo 2 horas -----				
0	168,0 ^{Ad}	11,9	156,4	179,7
1	194,7 ^{Ac}	30,7	164,6	224,9
2	193,5 ^{Ac}	25,5	168,6	218,5
6	275,8 ^{Aa}	31,9	244,5	307,0
12	223,0 ^{Ab}	51,9	172,2	273,8
24	170,5 ^{Ad}	25,1	145,9	195,1
----- Grupo 4 horas -----				
0	274,5 ^{Ad}	119,7	157,2	391,8
1	275,8 ^{Ad}	132,2	146,2	405,3
2	336,0 ^{Ac}	186,4	153,3	518,7
6	396,8 ^{Aa}	180,6	219,8	573,7
12	353,5 ^{Ab}	168,0	188,9	518,1
24	210,8 ^{Ae}	47,2	164,5	257,0
----- Grupo 6 horas -----				
0	263,5 ^{Ad}	128,0	138,1	389,0
1	315,8 ^{Ac}	111,6	206,4	425,2
2	350,0 ^{Ac}	105,9	246,3	453,7
6	425,8 ^{Aa}	309,7	122,3	729,2
12	293,0 ^{Ab}	80,6	214,1	371,9
24	221,5 ^{Ad}	167,6	57,3	385,7

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem entre si relativamente aos grupos, pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e pelo teste Bonferroni ($p < 0,10$). Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente aos tempos pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

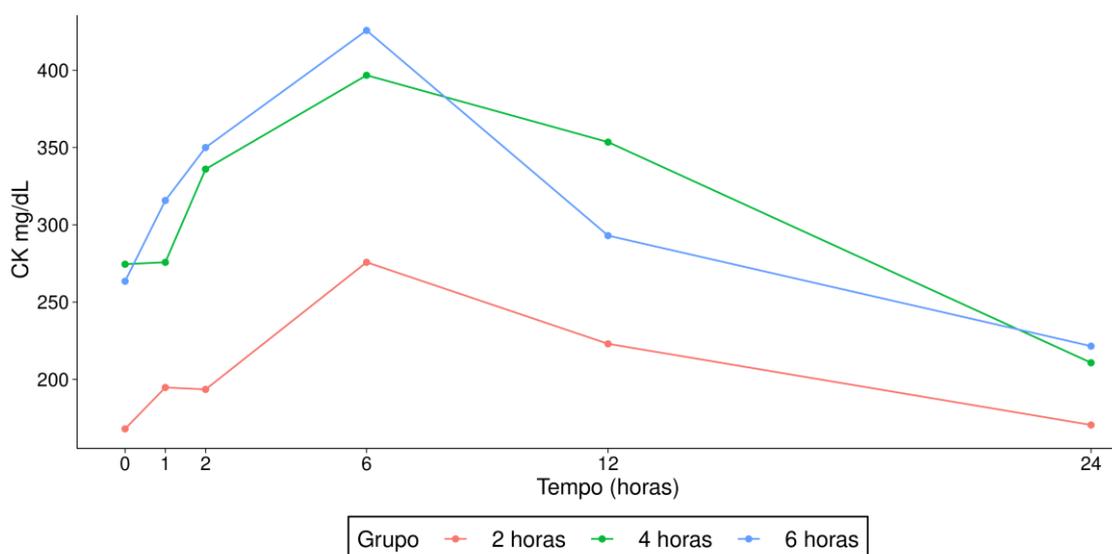


Figura 15. Valores médios da concentração sérica de CK (mg/dL) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) durante o teste incremental de velocidade.

A concentração sérica média de AST antes e após o teste incremental de velocidade nos tempos 0, 1, 2, 6, 12 e 24 horas foram de, respectivamente: Grupo 2 horas - 331, 305, 308, 308, 271 e 301 mg/dL; Grupo 4 horas - 284, 261, 294, 307, 323 e 298 mg/dL; Grupo 6 horas - 286, 316, 277, 259, 258 e 270 mg/dL (Tabela 14). O padrão de normalidade da concentração sérica da AST em equinos atletas é de 150 a 400 mg/dL, portanto os valores observados encontrando-se dentro dos valores de referência descritos por MacGowan & Hodgson (2014).

Tabela 14. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da concentração sérica de AST (mg/dL) em equinos no teste incremental de velocidade.

Tempo pós-teste (horas)	AST (mg/dL)			
	Média	Desvio Padrão	Média	Lim. Superior
----- Grupo 2 horas -----				
0	330,5 ^{Aa}	96,6	235,9	425,1
1	305,0 ^{Aa}	93,8	213,0	397,0
2	307,5 ^{Aa}	94,5	214,9	400,1
6	307,8 ^{Aa}	92,8	216,8	398,7
12	271,0 ^{Aa}	91,4	181,5	360,5
24	300,5 ^{Aa}	88,5	213,8	387,3
----- Grupo 4 horas -----				
0	284,0 ^{Aa}	46,8	238,1	329,9
1	261,0 ^{Aa}	31,4	230,2	291,8
2	293,5 ^{Aa}	67,2	227,7	359,3
6	306,8 ^{Aa}	91,0	217,5	396,0
12	322,5 ^{Aa}	117,3	207,6	437,4
24	297,5 ^{Aa}	48,2	250,3	344,7
----- Grupo 6 horas -----				
0	285,8 ^{Aa}	30,6	255,7	315,8
1	316,0 ^{Aa}	60,2	257,0	375,0
2	277,0 ^{Aa}	57,7	220,5	333,6
6	259,0 ^{Aa}	40,5	219,3	298,7
12	258,0 ^{Aa}	43,4	215,5	300,5
24	270,0 ^{Aa}	29,4	241,2	298,9

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem entre si relativamente aos grupos, pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e pelo teste Bonferroni ($p < 0,10$). Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente aos tempos pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

Não foi observada diferença entre os tempos, pelo teste Friedman ($p < 0,05$) e também é possível indicar que as concentrações séricas de AST não foram influenciados pelos diferentes tratamentos em estudo de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Também não foi observado um padrão gráfico das concentrações obtidas entre os

3 tratamentos como esperado (Figura 14). A aspartato aminotransferase (AST) não é considerada uma enzima específica para o tecido muscular e, como é uma enzima mitocondrial, necessita de dano celular extenso para que seja liberada por organismo. Portanto, a AST é menos sensível do que outras enzimas tecido-específica como é o caso da CK, uma enzima citosólica, de pequeno tamanho que passa facilmente pela membrana celular mesmo que o dano tecidual seja leve (KINGSTON, 2008). Fato este importante para comparativamente ao condicionamento dos equinos explicar diferenças significativas no padrão apresentado pelas diferentes concentrações séricas dessa enzima durante o teste.

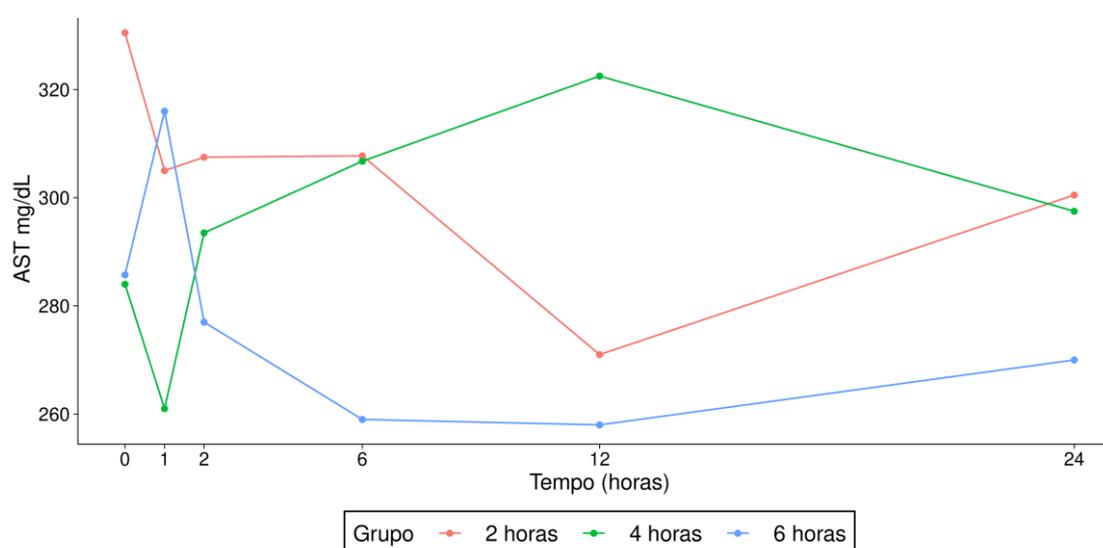


Figura 16. Valores médios da concentração sérica de AST (mg/dL) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) durante o teste incremental de velocidade.

A concentração sérica média de LDH obtida antes e pós teste incremental de velocidade nos tempos 0, 1, 2, 6, 12, 24 e 72 horas foram no grupo 2 horas 391, 431, 443, 666, 547, 412 e 526 mg/dL, no grupo 4 horas 503, 476, 636, 737, 639, 475 e 400 mg/dL no grupo 6 horas 527, 659, 713, 625, 556, 379 e 411 mg/dL (Tabela 15).

Segundo Oliveira et al. (2014) os valores obtidos de concentração sérica de LDH para equinos da Raça Brasileiro de Hipismo antes da realização de um teste de esforço físico foi de $463,8 \pm 143,7$ mg/dL, posteriormente foi descrito redução dos valores até 24h após o teste, acontecimento este também descrito por Miranda (2014), e que confirma os resultados obtidos gráficamente no presente estudo. De acordo com os gráficos obtidos é possível observar também que houve um deslocamento do Grupo 6 horas para a esquerda antecipando o pico de LDH do grupo em relação aos restantes (Figura 15).

Tabela 15. Valores médios, desvio padrão e intervalo de confiança 95% da concentração sérica de LDH (mg/dL) em equinos no teste incremental de velocidade.

Tempo pós-teste (horas)	LDH (mg/dL)			
	Média	Desvio Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior
----- Grupo 2 horas -----				
0	391,0 ^{Ab}	37,6	354,1	427,9
1	431,3 ^{Aab}	83,9	349,0	513,5
2	443,3 ^{Bab}	52,3	392,0	494,5
6	666,0 ^{Aa}	132,7	536,0	796,1
12	546,5 ^{Aab}	238,3	313,0	780,0
24	412,0 ^{Aab}	67,6	345,7	478,3
72	525,5 ^{Aab}	158,8	369,9	681,1
----- Grupo 4 horas -----				
0	503,2 ^{Aab}	284,0	224,9	781,6
1	476,0 ^{Aab}	188,3	291,4	660,6
2	635,8 ^{ABab}	221,4	418,8	852,7
6	736,8 ^{Aa}	138,5	601,1	872,5
12	638,8 ^{Aab}	188,3	454,9	823,3
24	475,3 ^{Aab}	119,8	357,8	592,7
72	399,5 ^{Ab}	163,7	239,0	560,0
----- Grupo 6 horas -----				
0	526,8 ^{Aabc}	167,0	363,1	690,4
1	658,5 ^{Aab}	202,0	460,5	856,5
2	713,3 ^{Aa}	91,8	623,3	803,2
6	624,5 ^{Aabc}	49,8	575,7	673,3
12	556,3 ^{Aabc}	70,8	486,8	625,7
24	379,0 ^{Ac}	128,8	252,8	505,2
72	410,5 ^{Abc}	147,0	266,4	554,6

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem entre si relativamente aos grupos, pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e pelo teste Bonferroni ($p < 0,10$). Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si relativamente aos tempos pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) e pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,10$).

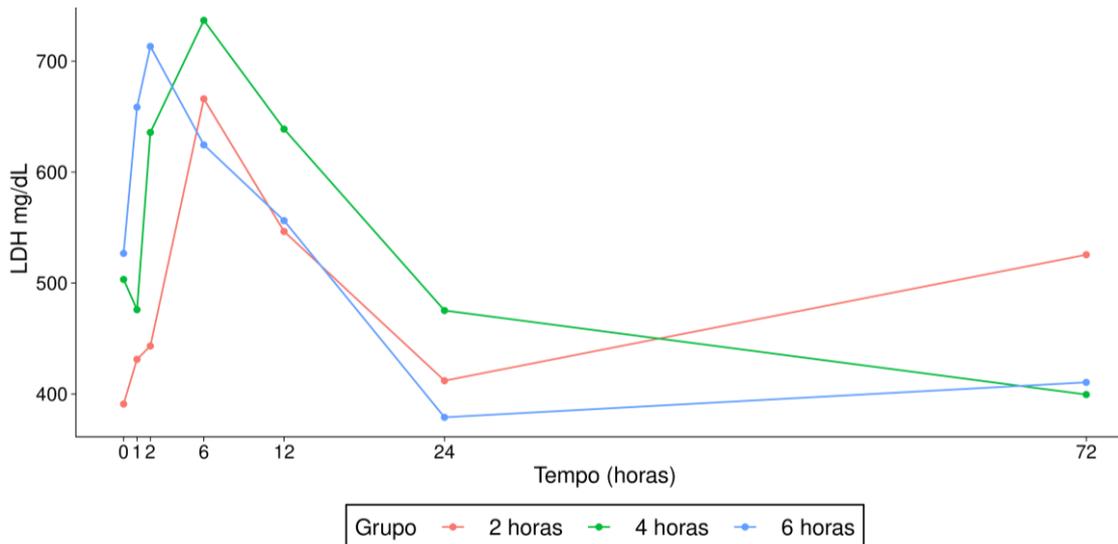


Figura 17. Valores médios da concentração sérica de LDH (mg/dL) em equinos dos diferentes grupos experimentais (2h, 4h e 6h) durante o teste incremental de velocidade.

As concentrações séricas de LDH apresentaram diferença duas horas após o início do teste de esforço físico ($p < 0,05$), mais especificamente entre os equinos do Grupo 2 horas e o Grupo 6 horas ($p < 0,10$). Avaliando os variados tempos em experimentação também foi possível observar resultados significativos entre eles ($p < 0,05$) através do teste de Friedman e do Wilcoxon ($p < 0,10$).

Embora menos específica que a AST e CK, a enzima LDH tem a sua concentração elevada nas lesões musculares, indicando que duas horas após o início do teste incremental de velocidade o grupo de equinos cujo a dieta foi fornecida 6 horas antes do esforço físico obteve valores mais elevados de LDH, 713,25 mg/dL, do que o grupo cujo dieta foi fornecida 2 horas antes do esforço físico 443,25 mg/dL, podendo haver então influência do horário de fornecimento da dieta pré esforço físico na concentração sérica de LDH.

5 CONCLUSÕES

No ensaio experimental para avaliação da bioquímica sanguínea durante teste incremental de velocidade foi possível concluir que o fornecimento de concentrado em horários diferentes pré-teste não alterou as concentrações sanguíneas de AST e CK mas alterou a concentração de LDH indicando que o substrato energético se encontraria a baixo do ideal dependendo do tempo de fornecimento do alimento.

O horário de fornecimento da dieta também não influenciou na glicemia dos equinos antes e durante o teste incremental mas foi capaz de alterar o restabelecimento da glicemia após teste de esforço físico, sendo necessários mais estudos para avaliar a influência da reposição de glicogênio após esforço físico para comparar com resultados obtidos .

Os tratamentos não alteraram de forma significativa a frequência cardíaca e não influenciaram na concentração de lactato.

Na avaliação do desempenho de cada grupo experimental foi possível concluir que VL₂, VL₄, e V₂₀₀ não foram influenciadas pelo tempo de fornecimento da dieta pré teste incremental de velocidade, indicando que essa variável não influencia no desempenho atlético dos equinos durante o esforço físico, não sendo um fator determinante nos resultados durante competição.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAYLY, W.; GEOR, R. J.; HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J. **Equine Sport Medicine and Surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete**. Saunders Company, Philadelphia USA ,1st ed., 2004, p.27-56.
- BERTIN, F.R.; TAYLOR, S.D.; BIANCO, A.W.; SOJKA-KRITCHEVSKY, J.E. The Effect of Fasting Duration on Baseline Blood Glucose Concentration, Blood Insulin Concentration, Glucose/Insulin Ratio, Oral Sugar Test, and Insulin Response Test Results in Horses. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.30, p.1726-1731, 2016.
- BOFFI, F. **Fisiología del Ejercicio en Equinos**. 1.ed. Buenos Aires: INTER-MÉDICA, 2007, 320p.
- CABRERA, M. E.; SAIDEL, G. M.; KALHAN, S. C. Lactate metabolism during exercise: analysis by an integrative systems model. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, n. 5, v. 277, p. 1522-1536, 1999.
- CASTEJÓN, F.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; TOVAR, P.; TRIGO, P.; AGÜERA, Y.S. Valoración ergométrica y muscular en cinta rolante. In: **Valoración morfofuncional en el plan de mejora del pura raza español-caballo andaluz**. Ed. Junta de Andalucía. Ministerio de Educación y Cultura, p.100-112, 1995.
- CLAYTON, H.M. **Conditioning sport horses**. Sport Horse Publication, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 1991, 242p.
- COUROUCÉ, A. Field Exercise Testing for Assessing Fitness in French Standardbred Trotters. **The Veterinary Journal**, v. 157, n. 2, p. 112-122, 1999.
- DESMECHT, D.; LINDEN, A.; AMORY, H.; ART, T.; LEKEUX, P. Relationship of plasma lactate production to cortisol release following completion of different types of sporting events in horses. **Veterinary Research Communications**, v.20, n.4, p.371-379, 1996.
- DIMACHE, L.A.G.; GODOI, F.N.D.E; CABRAL, G.C.; FRANZAN, B.C.; DIAS, A. C.C.; SILVA, V.P.; ALMEIDA, F.Q. De. **Effects of diets with different energy sources in the body score and percentage of body fat in Brazilian sport horses training for eventing competitions**. In : 52nd Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science, Belo Horizonte, Brazil, 19-23 July 2015 ref.4
- EATON, M. D. Energetics and performance. In: HODGSON, D.R., ROSE, R.J. **The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine**. W.B. Sauders, Philadelphia, p.49-62, 1994.
- EVANS D.L. Exercise testing in the field, p.19-31. In: Hinchcliff K.W., Kaneps A.J. & Geor R. J. (Eds), **Equine Sports Medicine and Surgery**, 1st ed., Saunders, London, UK. 2004.
- EVANS, D. L. **Cardiovascular physiology: Responses to exercise and training**. In: I Simpósio de Fisiologia de Exercício em Equinos, São Paulo, p.4-6, 2009.
- EVANS, D.L. **Training and fitness in athletic horses**. 1.ed., Sidney: RIRDC, 2000. 64p.

- FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; LACERDA-NETO, J. C.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ-NETO, A. Respostas ao exercício de intensidade crescente em equinos: alterações na glicose, insulina e lactato. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1332-1338, 2009.
- GARCIA, T.R.; REZENDE, A.S.C.; SANTIAGO, J.M.; ALMEIDA, F.Q.; FONSECA, M.G.; MUÑOZ, A. Venous hemogasometry and blood electrolytes in mangalarga marchador mares submitted to aerobic training. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 6, p. 559-565, nov./dez., 2013.
- GLATTER, M.; BOCHNIA, M.; GOETZ, F.; GOTTSCHALK, J.; KOELLER, G.; MIELENZ, N.; HILLEGEIST, D.; GREEF, J. M.; EINSPANIER, A.; ZEYNER, A. Glycaemic and insulinaemic responses of adult healthy warm-blooded mares following feeding with Jerusalem artichoke meal. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.101, n. 1, p. 69-78, 2017.
- GOBESSO, A. A. O.; ETCHICHURY, M.; TOSI, H. Resposta plasmática de glicose e insulina em equinos alimentados com diferentes fontes de amido. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, n. 4, p. 324-331, 2009.
- GOLLNICK, P. D.; BAYLY, W. M.; HODGSON, D. R. Exercise intensity, training diet and lactate concentration in muscle and blood. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 18, p. 334-340, 1986.
- GORDON, M. E.; MCKEEVER, K. H.; BETROS, C. L.; MANSO FILHO, H. C. Exercise-induced alterations in plasma concentrations of ghrelin, adiponectin, leptin, glucose, insulin and cortisol in horses. **The Veterinary Journal**, v. 173, n. 3, p. 532-540, 2007.
- GORDON, M.E.; MCKEEVER, K.H.; BETROS, C.L.; MANSO, F.H.C. Exercise-induced alterations in plasma concentrations of ghrelin, adiponectin, leptin, glucose, insulin, and cortisol in horses. **The Veterinary Journal**, v. 84, n. 7, p. 1682-1690, 2006.
- HARRIS, P. A.; MAYHEW, I. G. Musculoskeletal disease. In: REED, S. M.; BAYLY, W. M. (Eds.). **Equine Internal Medicine**. Philadelphia: W.B. Saunders, p. 371-426, 1998.
- HEALY, H.P.; SICILIANO, P.D.; LAWRENCE, L.M. Effect of concentrate form on blood and gastric fluid variables in ponies. **Equine Nutrition and Physiology Society**, v. 15, n. 10, p. 423-428, 1995.
- HENNEKE, D.R.; POTTER, G.D.; KRIEDER, J.L. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal**, v. 15, p. 371-372, 1983.
- HODGSON, D. R., ROSE, R.J. Hematology and biochemistry. In: HODGSON, D.R., ROSE, R.J. **The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine**. W.B. Saunders, Philadelphia, p.63-78, 1994.
- JANSSON, A.; LINDBERG, E. A forage-only diet alters the metabolic response of horses in training. **Animal**, v.6, n.12, p.1939-1946, 2012.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6th ed. New York: Academic Press, 2008, 928p.

- KINGSTON, J.K. 2008. Hematologic and serum biochemical responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K W., KANEPS, A. J., GEOR, R. J. **Equine Exercise Physiology**. 1a ed. Elsevier, 2008, p.397-409.
- KOWAL R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO B.; SUMMA, R. P. CURRY, L. J. Avaliação dos valores de lactate e da atividade séric da enzima creatina quinase em cavalos (*Equus caballus*) da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira ergométrica. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v.13, n.1, p.13-19, 2006.
- LAWRENCE, L.M.; WILLIAMS, J.; SODERHOLM, L.V.; ROBERTS, A.M.; HINTZ, H.F. Effect of feeding state on the response of horses to repeated bouts of intense exercise. **Equine Veterinary Journal**, v.27, p.27-30, 1995.
- LINDNER, A.; MOSEN, H.; KISSENBECK, S.; FUHRMANN, H.; SALLMANN, H. P. Effect of blood lactate-guided conditioning of horses with exercises of differing durations and intensities on heart rate and biochemical blood variables. **Journal of Animal Science**, v. 87, n.10, p.3211-3217, 2009.
- MALINOWSKI, K.; BETROS, C.L.; FLORA, L.; KEARNS, C.F.; MCKEEVER, K.H. Effect of training on age-related changes in plasma insulin and glucose. **Equine Veterinary Journal**, Supplement, v. 34, p. 147-153, 2002.
- MARLIN, D.; NANKERVIS, K. **Equine exercise physiology**. Oxford: Blackwell, 2002, 296p.
- McGOWAN, C. M.; HODGSON, D. R. Hematology and Biochemistry. In: **The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine**. 2 ed. China: Elsevier Saunders, 2014, p. 56 – 68.
- McKEEVER, K. H. The endocrine system and the challenge of exercise. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice**, v. 18, p. 321-353, 2002
- MESQUITA, V.S. **Effect of diets with varying starch content on muscle glicogen concentration during training and replenishment after high-intensity exercise**. 2014. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal –UNESP Câmpus de Jaboticabal, SP, 2014.
- MIRANDA, A. C. T. **Avaliação de Parâmetros Fisiológicos e do Metabolismo Mitocondrial Muscular em Equinos de Concurso Completo de Equitação Submetidos a Exercício Intenso**. 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.
- MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M.D.; VIVO, R.; AGUERA, E.; ESCRIBANO, B. M.; CASTEJÓN, F.M. The use of functional indexes to evaluate fitness in the Andalusian horse. **Journal of Veterinary Medicine Science**, v.59, n. 9, p.747-752, 1997.
- NADEAU, J. A.; FRANK, N.; VALIPE, S. R.; ELLIOT, S. B. Blood lipid, glucose, and insulin concentrations in Morgan horses and Thoroughbreds. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 26, n. 9, p. 401-405, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of horses**. 6th ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 2007. 341p.
- OLIVEIRA, C. A. A.; AZEVEDO, J. F.; MIRANDA, A. C. T.; SOUZA, B. G.; RAMOS, M. T.; COSTA, A. P. D.; BALDANI, C. D.; SILVA, V. P.; ALMEIDA, F. Q. Hematological and blood gas parameters' response to treadmill exercise test in eventing

- horses fed different protein levels. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.34, n.11-12, p. 1279-1285, 2014.
- ORME, C.E.; HARRIS, R.C.; MARLIN, D.J.; HURLEY, J. Metabolic adaptation to a fat-supplemented diet by the thoroughbred horse. **British Journal of Nutrition**, v.78, p.443-458, 1997.
- PAGAN J. D.; BURGER, I; JACKSON, S. G. The long term effects of feeding fat to 2-yearsold Thoroughbreds in training. **Equine Veterinary Journal**, v.18, p. 281-288, 1995.
- PAGAN, J. D. **Advances in Equine Nutrition**. UK: Nottingham. Editora Nottingham University Press, p.71-76, 1998.
- PAGAN, J.D.; HARRIS, P.A. The effects of timing and amount of forage and grain on exercise response in thoroughbred horses. **Equine Veterinary Journal**, v.30, p.451-457, 1999.
- POSO, A. R. Monocarboxylate transporters and lactate metabolism in equine athletes: A review. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.43, n.2, p.63-74, 2002.
- POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. Barueri, SP. Editora Manole. 5ª edição, p.576, 2005.
- PRATES, R. C.; REZENDE H. H. C.; LANA A. M. Q.; BORGES I.; MOSS P.C.B.; MOURA R.S.; REZENDE A.S.C. Heart rate of Mangalarga Marchador mares under marcha test and supplemented with chrome. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.916-922, 2009.
- ROSE, R.J.; ILKIW, J.E.; SAMPSON, D. Changes in blood gas: acid–base and metabolic parameters in horses during three-day event competition. **Research in Veterinary Science**, v.28, n.3, p.393-398, 1980.
- ROSE, R.J.; PURDUE, R.A.; HENSLEY, W. Plasma biochemistry alterations in horses during an endurance ride, **Equine Veterinary Journal**, v.9, n.3, p.122-128, 1977.
- SHERMAN, W.M.; PEDEN. M.C.; WRIGHT, D. Carbohydrate feedings 11 h before exercise improves cycling performance. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.54, p.866-870, 1991.
- SIMÕES, H.G.; CAMPBELL, G.S.C.; KOKUBUN, E.; DENADAI, S.B.; BALDISSERA, V. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 80, n. 1, p. 34-40, 1999.
- SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M.; ANNEE, M.P.; VERDEGAAL, J.M.M.; et al. Exercise-and metabolism-associated blood variables in Standardbreds fed either a low- or a high-fat diet. **Equine Veterinary Journal**, v.34, p.23-32, 2002.
- SNOW, D.H; VALBERG, S.J. Muscle Anatomy, physiology and adaptations to exercise and training. In: ROSE, RJ e HODGSON, DH (Ed.). **The Athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Saunders, 1994. Chap. 8, p. 162-166.

- SOUZA, B. G.; VEIGA, C. C. P.; OLIVEIRA, G. F.; FERREIRA, A. M. R.; ALMEIDA, F. Q. Avaliação de um programa de treinamento para cavalos de concurso completo de equitação: efeitos sobre a frequência cardíaca e a curva de lactato. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.35, n.4, p.385-391, 2013.
- STOCKHAM, S. L.; SCOTT, M. A. Glucose, ketoamines and related regulatory hormones. In: STOCKHAM, S. L.; SCOTT, M. A. **Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology**. 2. ed., Ames: Blackwell Publishing, 2008, p.708-731.
- STULL, C.L.; RODIEK, A.V. Stress and glycemic responses to postprandial interval and feed components in exercising horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.15, p.382-386, 1995.
- THRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. 2. ed. Roca, p.688, 2014.
- TRILK, J. L.; LINDNER, A. J.; GREENE, H. M.; ALBERGHINA, D.; WICKLER, S. J. A lactate-guided conditioning programme to improve endurance performance. **Equine Veterinary Journal, Supplement**, v. 34, p. 122-125, 2002.
- TURŁO, A.; CYWINSKA, A.; CZOPOWICZ, M.; WITKOWSKI, L.; JASKIEWICZ, A.; WINNICKA, A. Racing induces changes in the blood concentration of Serum Amyloid A in Thoroughbred racehorses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.36, p.15-18, 2016.
- VERVUERT, I.; KATRIN VOIGT, K.; HOLLANDS, T.; CUDDEFORDD, D.; COENEN, M. Effect of feeding increasing quantities of starch on glycaemic and insulinaemic responses in healthy horses. **The Veterinary Journal**, v.182, p.67-72, 2009.
- WILLIAMS, R.J.; CHANDLER, R.E.; MARLIN, D.J. Heart rates of horses during competitive dressage. **Comparative Exercise Physiology**, v. 6, n. 1, p. 7-15, 2009.
- WITHAN, C.L.; STULL, C.L. Metabolic responses of chronically starved horses to refeeding with three isoenergetic diets. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.212, n.5, p.691-696, 1998.

7 ANEXOS

A – Documento de aprovação da CEUA

 UFRRJ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	Comissão de Ética no Uso de Animais Instituto de Veterinária	 CEUA
---	--	---

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "RESPOSTAS METABÓLICAS E DIGESTIVAS EM EQUINOS DE CCE ALIMENTADOS COM DIETA TOTAL EXTRUSADA DURANTE O TREINAMENTO E COMPETIÇÃO", protocolada sob o CEUA nº 6062121118 (06/2019), sob a responsabilidade de **Fernando Quelroz de Almeida** e equipe; Vinicius Pimental Silva - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CEUA/UFRRJ) na reunião de 27/05/2019.

We certify that the proposal "METABOLIC AND DIGESTIVE RESPONSES IN CCE HORSES FED WITH TOTAL EXTRUDED DIET DURING TRAINING AND COMPETITION", utilizing 24 Equines (males and females), protocol number CEUA 6062121118 (06/2019), under the responsibility of **Fernando Quelroz de Almeida** and team; Vinicius Pimental Silva - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Veterinary Institute of Rural Federal University of Rio de Janeiro (CEUA/UFRRJ) in the meeting of 05/27/2019.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **01/2019 a 12/2019** Área: **Medicina E Cirurgia Veterinária**

Origem: **Não aplicável biotério**

Espécie: Equídeos	sexo: Machos e Fêmeas	Idade: 8 a 14 anos	N: 24
Linhagem: Brasileiro de Higiemo		Peso: 450 a 550 kg	

Local do experimento: A pesquisa será conduzida no Laboratório de Avaliação do Desempenho de Equinos - LADEq/UFRRJ, localizado na Escola de Equitação do Exército (EsEqEx) e, no Laboratório de Pesquisas em Saúde Equina - EQUILAB, localizado no Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Seropédica, 27 de maio de 2019

 Prof. Dr. Fabio Barbour Scott Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	 Carlos Alexandre Ray Matias Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
--	--

BR 465, Km 7 / Campus da UFRRJ - Seropédica - Rio de Janeiro - CEP: 23890-000 - tel: 55 (21) 2660-3000
Número de atendimento: 2ª a 6ª das 8 às 17h - e-mail: ceua@ufrrj.br
CEUA Nº 6062121118

B – Valores dos parâmetros em estudo

Teste de Índice Glicêmico (mg/dL)				
(min)	Odalisca	Nobre	Radar	Turque
0	81	87	63	70
30	83	82	72	66
60	83	88	77	77
90	77	83	71	90
120	70	68	68	76
180	65	74	69	55
240	67	71	64	83
300	64	75	65	68

Frequência Cardíaca TIV (bpm)												
	Grupo 2 Horas				Grupo 4 Horas				Grupo 6 Horas			
(m/s)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
0	55	52	40	47	39	46	52	47	42	57	37	60
1,8	106	86	102	106	98	109	142	100	86	123	96	114
4	123	115	113	129	123	132	149	120	122	144	125	132
6	163	158	146	181	166	144	201	135	145	157	151	209
8	179	189	158	199	179	164	204	147	151	181	162	208
10	195	194	-	205	196	-	210	182	165	174	192	206

Lactato TIV (mmol/L)												
	Grupo 2 Horas				Grupo 4 Horas				Grupo 6 Horas			
(m/s)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
0	0,93	1,15	1,05	1,53	1,46	1,87	1,94	3,37	0,91	1,21	1,42	1,07
1,8	1,08	1,05	1,37	1,79	1,21	2,88	1,18	3,09	0,61	1,22	1,68	1,82
4	1,82	1,13	1,34	1,67	1,90	3,61	2,36	3,29	1,71	1,91	1,78	1,88
6	3,39	1,53	1,89	2,54	2,37	3,99	4,20	3,64	2,82	1,87	2,46	3,60
8	4,03	1,83	2,52	5,08	2,39	4,55	6,24	4,90	3,51	3,70	2,74	10,05
10	4,90	8,24	2,84	6,62	4,07	4,61	9,75	7,47	4,98	4,94	4,05	13,21

Glicose TIV (mg/dL)												
	Grupo 2 Horas				Grupo 4 Horas				Grupo 6 Horas			
(m/s)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
0	83	109	92	72	79	66	74	101	93	85	65	71
1,8	88	97	86	65	76	44	72	88	76	82	65	88
4	81	88	80	54	62	49	63	83	90	78	66	85
6	83	86	80	51	55	40	55	81	88	80	66	90
8	82	88	76	51	55	38	62	79	89	83	66	95
10	85	91	63	51	53	44	68	75	88	86	66	103

Frequência Cardíaca Pós-TIV (bpm)												
	Grupo 2 Horas				Grupo 4 Horas				Grupo 6 Horas			
(m/s)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
10	195	194	-	205	196	-	210	182	165	174	192	206
4	139	145	135	157	157	157	162	184	126	168	140	166
1,8	100	96	92	108	98	97	109	97	83	101	86	122

Glicose Pós-TIV (mg/dL)												
	Grupo 2 Horas				Grupo 4 Horas				Grupo 6 Horas			
(min)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
0	85	91	63	51	53	44	68	75	88	86	66	103
5	85	87	63	57	49	56	55	68	94	81	73	103
15	79	90	74	68	62	73	70	78	95	85	74	78
30	90	92	80	74	71	76	80	89	97	100	79	77

Lactato Pós-TIV (mmol/L)												
	Grupo 2 Horas				Grupo 4 Horas				Grupo 6 Horas			
(min)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
0	4,90	8,24	2,84	6,62	4,07	4,61	9,75	7,47	4,98	4,94	4,05	13,21
5	2,84	11,21	2,13	7,75	4,65	1,88	10,11	5,84	3,46	4,09	3,20	12,82
15	2,18	8,98	1,83	3,83	1,86	1,27	3,51	4,07	2,31	2,64	1,93	7,64
30	2,14	6,48	1,31	3,33	1,58	1,17	2,65	3,24	1,98	2,04	1,73	4,05

CK (mg/dL)												
	Grupo 2 Horas				Grupo 4 Horas				Grupo 6 Horas			
(h)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
0	166	152	176	178	181	420	325	172	133	421	191	309
1	173	167	233	206	196	468	257	182	174	445	306	338
2	170	178	227	199	204	600	335	205	316	420	216	448
6	304	235	298	266	212	632	312	431	325	885	212	281
12	288	239	195	170	147	556	333	378	315	382	188	287
24	165	147	206	164	163	275	194	211	120	464	100	202

AST (mg/dL)												
	Grupo 2 Horas				Grupo 4 Horas				Grupo 6 Horas			
(h)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
0	275	225	391	431	229	306	336	265	273	330	260	280
1	249	203	370	398	222	294	277	251	264	390	340	270
2	246	209	372	403	216	363	334	261	248	330	210	320
6	255	208	357	411	228	436	300	263	266	290	200	280
12	261	216	204	403	215	488	311	276	252	300	200	280
24	248	204	362	388	249	364	292	285	240	270	260	310

LDH (mg/dL)												
	Grupo 2 Horas				Grupo 4 Horas				Grupo 6 Horas			
(h)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
0	440	349	382	393	489	217	893	414	313	721	543	530
1	476	312	501	436	487	283	729	405	402	753	871	608
2	487	395	490	401	532	666	930	415	611	699	709	834
6	847	532	665	620	555	802	877	713	620	666	656	556
12	885	535	416	350	392	797	774	592	544	652	481	548
24	504	350	419	375	436	393	653	419	274	518	265	459
72	696	588	497	321	269	296	629	404	234	421	394	593

C – Área sob a curva individual

Valor da área sob a curva (mmol x min/L) individual para cada equino.

EQUINO	AUC
RADAR	595,99
ODALISCA	617,08
TURQUE	632,63
NOBRE	663,15

D – Resultados do teste Kruskal-wallis para cada parâmetro.

FC (bpm) durante o teste

Velocidade	p-valor
0	0,79
1,8	0,76
4	0,27
6	0,84
8	0,89
10	0,44

Lactato (mmol/L) durante teste

Velocidade	p-valor
0	0,12
1,8	0,59
4	0,37
6	0,12
8	0,67
10	0,94

Glicemia (mg/dL) durante o teste

Velocidade	p-valor
0	0,58
1,8	0,49
4	0,28
6	0,18
8	0,10
10	0,17

FC (bpm) após teste

Velocidade	p-valor
1,8	0,87
4	0,21
10	0,44

Glicemia (mg/dL) após o teste

Tempo	p-valor
0	0,17
5	0,04
15	0,15
30	0,40

Lactato (mmol/L) após teste

Tempo	p-valor
0	0,94
5	0,98
15	0,79
30	0,62

CK (mg/dL)

Tempo	p-valor
0	0,23
1	0,22
2	0,08
6	0,57
12	0,37
24	0,59

AST (mg/dL)

Tempo	p-valor
0	0,79
1	0,62
2	0,79
6	0,78
12	0,59
24	0,74

LDH (mg/dL)

Tempo	p-valor
0	0,44
1	0,31
2	0,04
6	0,48
12	0,62
24	0,64
72	0,49

E – Comparações múltiplas – teste de Bonferroni

Tempo 5 da variável glicemia (mg/dL)

	2 horas	4 horas
4 horas	0,34	
6 horas	1	0,09

Tempo 2 da variável LDH (mg/dL)

	2 horas	4 horas
4 horas	0,34	
6 horas	0,09	1

F – Resultados da ANOVA para cada parâmetro.

V200, VI2 e VI4 - ANOVA do modelo ajustado para cada grupo:

2 horas

Fonte	gl	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Média	F	p
Velocidade	1	6,52	6,52	57,23	0,0000
Residuals	22	2,51	0,11		

4 horas

Fonte	gl	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Média	F	p
Velocidade	1	3,50	3,50	27,10	0,0001
Residuals	16	2,07	0,13		

6 horas

Fonte	gl	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Média	F	p
Velocidade	1	8,96	8,96	62,97	0,00000
Residuals	22	3,13	0,14		

G – Análise de regressão de V_{200} , VL_2 e VL_4 .

Análise de regressão para estimativa de V_{200} no Grupo 2 horas pós-prandial.

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	t	p
Intercepto	108,1974	20,4383	5,29	0,0005
Velocidade	9,0329	2,5621	3,53	0,0065

Análise de regressão para estimativa de V_{200} no Grupo 4 horas pós-prandial.

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	t	p
Intercepto	121,0000	37,2821	3,25	0,0176
Velocidade	8,0000	4,7159	1,70	0,1407

Análise de regressão para estimativa de V_{200} no Grupo 6 horas pós-prandial.

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	t	p
Intercepto	137,5833	33,7694	4,07	0,0022
Velocidade	4,6875	4,1359	1,13	0,2835

Análise de regressão para estimativa de VL_2 e VL_4 em equinos no Grupo 2 horas pós-prandial.

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	t	p
Intercepto	-0,0229	0,1209	-0,19	0,8515
Velocidade	0,1513	0,0200	7,56	0,0000

Análise de regressão para estimativa de VL_2 e VL_4 em equinos no Grupo 4 horas pós-prandial.

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	t	p
Intercepto	0,4180	0,1487	2,81	0,0125
Velocidade	0,1280	0,0246	5,21	0,0001

Análise de regressão para estimativa de VL₂ e VL₄ em equinos no Grupo 6 horas pós-prandial.

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	t	p
Intercepto	-0,0212	0,1351	-0.16	0,8766
Velocidade	0,1773	0,0223	7,94	0,0000

H – Correlação de Pearson Glicose-Lactato

		LACTATO APÓS TESTE						LACTATO DURANTE TESTE					
		LAC 0	LAC 5	LAC 15	LAC 30	LAC 0	LAC 1,8	LAC 4	LAC 6	LAC 8	LAC 10		
GLICOSE APÓS TESTE	GLI 0	Pearson Correlation	,524	,454	,611*	,525	-,337	-,539	-,108	-,069	,312	,524	
		Sig. (2-tailed)	,080	,138	,035	,080	,285	,070	,738	,832	,323	,080	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	GLI 5	Pearson Correlation	,397	,293	,517	,424	-,410	-,561	-,012	-,111	,289	,397	
		Sig. (2-tailed)	,202	,356	,085	,169	,186	,057	,971	,731	,363	,202	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	GLI 15	Pearson Correlation	,087	,051	,344	,369	-,307	-,515	,058	-,217	-,124	,087	
		Sig. (2-tailed)	,788	,875	,274	,238	,332	,086	,857	,499	,701	,788	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	GLI 30	Pearson Correlation	-,077	-,112	,122	,200	-,175	-,474	,110	-,214	-,243	-,077	
Sig. (2-tailed)		,811	,728	,706	,533	,585	,120	,733	,505	,447	,811		
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		
GLICOSE DURANTE TESTE	GLI 0	Pearson Correlation	-,033	,095	,384	,487	-,071	-,319	-,030	-,326	-,416	-,033	
		Sig. (2-tailed)	,920	,768	,217	,109	,827	,312	,927	,301	,179	,920	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	GLI 1,8	Pearson Correlation	,300	,388	,571	,557	-,249	-,521	-,270	-,298	-,021	,300	
		Sig. (2-tailed)	,344	,212	,052	,060	,436	,082	,397	,347	,949	,344	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	GLI 4	Pearson Correlation	,222	,197	,453	,410	-,280	-,582	-,080	-,230	-,004	,222	
		Sig. (2-tailed)	,488	,539	,139	,186	,378	,047	,806	,473	,991	,488	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	GLI 6	Pearson Correlation	,231	,193	,451	,390	-,304	-,616	-,071	-,266	,058	,231	
Sig. (2-tailed)		,470	,547	,141	,210	,336	,033	,826	,403	,857	,470		
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		
GLI 8	Pearson Correlation	,353	,317	,521	,447	-,323	-,620	-,135	-,217	,151	,353		
	Sig. (2-tailed)	,260	,315	,082	,145	,305	,032	,675	,498	,639	,260		
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		
GLI 10	Pearson Correlation	,524	,454	,611*	,525	-,337	-,539	-,108	-,069	,312	,524		
	Sig. (2-tailed)	,080	,138	,035	,080	,285	,070	,738	,832	,323	,080		
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		