MARIA LETÍCIA TESCARO PIFFER

**Influência da maltodextrina no perfil da glicemia, insulina, lactato e cortisol
sérico em equinos submetidos a exercício de alta intensidade e curta
duração**

São Paulo
2015

MARIA LETÍCIA TESCARO PIFFER

Influência da maltodextrina no perfil da glicemia, insulina, lactato e cortisol sérico em equinos submetidos a exercício de alta intensidade e curta duração

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:

Clínica Médica

Área de Concentração:

Clínica Veterinária

Orientador:

Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes

São Paulo

2015

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo)

T.3115
FMVZ

Piffer, Maria Letícia Tescaro
Influência da maltodextrina no perfil da glicemia, insulina, lactato e cortisol sérico
em equinos submetidos a exercício de alta intensidade e curta duração / Maria Letícia
Piffer. -- 2015.
69 f. :il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2015.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Veterinária.

Área de concentração: Clínica Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes.

1. Equinos. 2. Teste de esforço. 3. Maltodextrina. 4. Glicose. 5. Cortisol. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado “Influência da maltodextrina no perfil da glicemia, insulina, lactato e cortisol séricos em equinos submetidos a exercício de alta intensidade e curta duração”, protocolado sob o nº 7256300114, utilizando 4 (quatro) equídeos, sob a responsabilidade Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes, foi aprovado em reunião de 17/12/2014, e está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

We certify that the Research “Influence of maltodextrin supplementation on the blood profile of glucose, insulin, lactate and serum cortisol in horses submitted to high intensity, short-duration exercise”, protocol number 7256300114, utilizing 4 (four) equines, under the responsibility Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes, was approved in the meeting of day 12/17/2014, and agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Ethic Committee in the Use of Animals of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo.

São Paulo, 17 de dezembro de 2014.

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: PIFFER, Maria Letícia Tescaro

Título: Influência da maltodextrina no perfil da glicemia, insulina, lactato e cortisol sérico em equinos submetidos a exercício de alta intensidade e curta duração

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

DATA: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre iluminar e guiar os caminhos que decido trilhar e por sempre colocar pessoas maravilhosas nestes caminhos.

Agradeço principalmente minha família. Meus pais, Fatima e Ricardo Tadeu, pela educação, dedicação e luta para proporcionar sempre o melhor possível para mim e meu irmão. Além de todo o carinho, apoio e amor condicional. Ao meu irmão, João Ricardo, por todo amor, companheirismo, amizade e preocupação sempre dedicados a mim. Meu infinito agradecimento a vocês, pois são minha fonte de motivação, amor e segurança, amo muito vocês.

Ao meu namorado Alexandre, meu companheiro e amigo, por todo amor, atenção e compreensão que sempre dedica a mim, pela paciência e estar sempre ao meu lado, ser meu conforto nos momentos difíceis e pela alegria e descontração.

Ao meu orientador, Professor Wilson Roberto Fernandes por aceitar me orientar. Ainda, pelos incontáveis ensinamentos que datam da graduação e se estendem aos dias atuais, pelos conselhos, paciência, confiança e pelo exemplo profissional e pessoal a ser seguido.

Agradeço aos meus amigos de longa data, Verônica Deyrmendjian, Igor Cintra Sampietri e Katia Antunes Caetano de Souza. Dizem que os amigos são os irmãos que escolhemos. Tendo vocês ao meu lado, meus irmãos, encontro toda amizade, força, amor, carinho, apoio, alegria necessária para seguir em frente. Todos os momentos que passamos juntos são especiais, por isso agradeço por tudo tê-los em minha vida, vocês são parte do meu passado, presente e caminharemos juntos no futuro sempre!

Ao Laboratório de Medicina Esportiva Equina, Tiago Marcelo Oliveira, Mauricio Mirian, Renata Farinelli, Patrícia Miyashiro, Carolina Bonomo, Paulo Moreira Bogossian, Fernanda Maschietto Ayrton Rodrigo Hilgert e Sandro Colla pela amizade, companheirismo, ajuda, disposição, colaboração e troca de experiências.

Aos meus queridos amigos Paulo Moreira Bogossian, Fernanda Maschietto, Talissa Martins e Dayane Amorim Oliveira Araújo. Agradeço a vocês por tudo, cada risada, cada momento de descontração, pela fundamental ajuda sempre que precisei e por estarem sempre ao meu lado durante estes anos. Faltam palavras para descrever o tamanho da

gratidão e carinho que tenho por vocês, por isso deixo aqui meus imensos agradecimentos. Saibam que agradeço a Deus todos os dias por ter amigos como vocês!

À Renata de Siqueira Farinelli pelos ensinamentos, sabedoria, colaboração, atenção e paciência comigo durante o mestrado, principalmente por me ajudar com os ELISA tão paciente e animadamente. Obrigada por todo apoio!

Aos meus queridos amigos de pós-graduação pelo companheirismo, amizade e diversos momentos alegres e divertidos. Marilene Machado Silva, Julio Spagnolo, Kaio Barros Bezerra, Fernanda Stievani, Henrique Macedo, Guilherme Fernandes, Juice Fulber, Patricia Miyashiro, Carolina Bonomo, Ana Paula Moraes, Cristina Mantovani, queridos amigos que levarei para vida inteira.

À todos professores da Clínica Médica e Cirúrgica de Grandes Animais que participaram desta minha jornada na Universidade de São Paulo pelos incontáveis ensinamentos. Ainda, ao professor Júlio Cesar de Carvalho Balieiro que gentilmente me ensinou e ajudou a realizar a estatística da minha pesquisa.

Ao Marcos Roberto Rodrigues Alves, amigo, que esteve sempre pronto a ajudar, trocar experiência e inovar com seu talento e criatividade e ao Gervásio, Rosendo, Henrique e Cícero que sempre foram muito atenciosos e prestativos, muito obrigada.

Agradeço ainda a Clara Satsuki Mori e Samantha Ive Miyashiro pelos ensinamentos, pela disposição, atenção e grande ajuda no laboratório.

Ao Haras Rocas do Vouga, ao Projeto Capa e ao Raul Maura Silva por nos receber com abraços abertos, disponibilizando a estrutura, animais e cavaleiros (João, Edivan, João e Serginho) para a realização desta pesquisa.

Por fim, agradeço ao Programa de Pós Graduação em Clínica Médica Veterinária pela oportunidade e confiança. À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo por me acolher durante estes últimos oito anos e pelos ensinamentos profissionais e pessoais que levarei por toda vida.

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará a seu tamanho original”

Oliver Wendell Holmes

RESUMO

PIFFER, M. L. T. **Influência da maltodextrina no perfil da glicemia, insulina, lactato e cortisol sérico em equinos submetidos a exercício de alta intensidade e curta duração.** [Influence of maltodextrin supplementation on the blood profile of glucose, insulin, lactate and serum cortisol in horses submitted to high intensity, short-duration exercise]. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos da suplementação com maltodextrina sobre a glicemia, insulina, lactato sanguíneo e cortisol sérico durante o exercício de alta intensidade e curta duração. Além disso, o estudo teve como objetivos secundários investigar se a suplementação com este carboidrato pode ser usada como fonte de energia durante o exercício, e, em caso positivo, estabelecer uma dose na qual não se observe pico de insulina e cortisol que poderiam ser prejudiciais ao desempenho físico. Quatro animais foram dispostos em um quadrado latino 4x4 e suplementados com diferentes doses de maltodextrina (0, 50, 100 e 200 gramas) trinta minutos antes de serem submetidos a um teste de esforço progressivo a campo. Para analisar a glicose, insulina, lactato e cortisol sérico, amostras de sangue foram coletadas trinta minutos antes do exercício, logo antes do início deste, ao final de cada estágio de aceleração do teste de esforço, cinco e trinta minutos após o término do teste. A análise estatística destas variáveis indicou influência da velocidade sobre as variáveis: frequência cardíaca, lactato sanguíneo, glicose plasmática e cortisol sérico durante o teste de esforço. Durante a fase de recuperação, houve diferença estatística para influência do tempo nas variáveis: frequência cardíaca, lactato sanguíneo e insulina. A influência do tratamento só foi obtida no teste de esforço para a variável cortisol e na fase de recuperação para o lactato sanguíneo. O resultado do uso da maltodextrina como suplemento antes do exercício não prejudicou o desempenho durante o exercício, não causando pico de insulina e hipoglicemia rebote. Porém, a suplementação aparentemente não se mostrou eficiente para aumentar a disponibilidade energética devido à elevação nos níveis de cortisol, entretanto, a realização de biópsias musculares poderia complementar a avaliação da disponibilidade energética muscular.

Palavras-chave: Equinos. Teste de esforço. Maltodextrina. Glicose. Cortisol.

ABSTRACT

PIFFER, M. L. T. **Influence of maltodextrin supplementation on the blood profile of glucose, insulin, lactate and serum cortisol in horses submitted to high intensity, short-duration exercise.** [Influência da maltodextrina no perfil da glicemia, insulina, lactato e cortisol sérico em equinos submetidos a exercício de alta intensidade e curta duração]. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

The aim of this study was to determine the effects of supplementation with maltodextrin on blood glucose, insulin, blood lactate and serum cortisol in horses submitted to high intensity, short-duration exercise. In addition, the study also aimed to investigate if the supplementation with this carbohydrate could be used as an energy source during exercise, and, if so, establishes a dose in which is not observed an insulin and cortisol peak which could be responsible for poor performance. Four animals were arranged in a 4x4 Latin square and supplemented with different maltodextrin doses (0, 50, 100 and 200 grams) thirty minutes before being submitted to a progressive exercise test in the field. To analyze glucose, insulin, lactate and serum cortisol, blood samples were collected thirty minutes before the exercise, just before the beginning of it, at the end of each stage of the effort test, five and thirty minutes after finishing the test. Statistical analysis showed influence of the speed on the variables: heart rate, blood lactate, plasma glucose and serum cortisol during the effort test. During the recovery phase, there was statistical difference to the influence of time on the variables: heart rate, blood lactate and insulin. The influence of treatment was only obtained at cortisol during the effort test and at plasma lactate during the recovery phase. The result of the use of maltodextrin as a supplement before exercise does not interfered at performance during the test, without cause high levels of insulin and rebound hypoglycemia. However, supplementation apparently not efficient to increase energy availability due to the increase in cortisol levels, however, muscle biopsies could complement the evaluation of muscle energy availability.

Keywords: Equine. Effort test. Maltodextrin. Glucose. Cortisol

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Produção e utilização do lactato pelas células musculares.....	24
Figura 2 – Variação da concentração do ácido láctico sanguíneo durante a atividade física..	24
Figura 3 – Marcação da pista para realização do teste de esforço progressivo a campo para cavalos.....	34
Quadro 1 – Esquema de coleta de amostras.....	35
Quadro 2 – Representação do coeficiente de variação intra e inter-ensaio do kit comercial de ELISA da marca Enzo (ADI-901-071) para determinação do cortisol sérico.....	37
Quadro 3 – Representação do coeficiente de variação intra e inter-ensaio do kit comercial de ELISA da marca Mercodia (Mercodia Equine Insulin 10-1205-01) para determinação da insulina sérica.....	37
Quadro 4 – Resultado do teste de esforço progressivo a campo. Itu – São Paulo (2014).....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Médias das frequências cardíacas obtidas dos grupos durante todo o período experimental. Itu – São Paulo (2014).....	40
Gráfico 2 – Frequência cardíaca: valores estimados e valores observados em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo, Itu – São Paulo (2014).....	41
Gráfico 3 – Frequência cardíaca: valores estimados e valores observados em função do tempo durante o período de recuperação, Itu – São Paulo (2014).....	42
Gráfico 4 – Médias dos valores de lactato sanguíneo dos grupos durante todo o período experimental, Itu – São Paulo (2014).....	43
Gráfico 5 – Concentração de lactato sanguíneo: valores estimados e valores observados em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo, Itu – São Paulo (2014).....	44
Gráfico 6 – Concentração de lactato sanguíneo: valores estimados e valores observados em função do tempo durante o período de recuperação, Itu – São Paulo (2014).....	47
Gráfico 7 – Médias das concentrações de glicose sanguínea dos grupos durante todo o período experimental, Itu – São Paulo (2014).....	48
Gráfico 8 – Concentração de glicose sanguínea: valores estimados e valores observados em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo, Itu – São Paulo (2014).....	49
Gráfico 9 – Médias das concentrações séricas de insulina dos grupos durante todo o período experimental, Itu – São Paulo (2014).....	53
Gráfico 10 – Médias das concentrações de cortisol sérico dos grupos durante todo o período experimental, Itu – São Paulo (2014).....	56

Gráfico 11 – Concentração de cortisol sérico: valores estimados e valores observados em função do aumento da velocidade durante o teste de esforço progressivo, Itu – São Paulo (2014).....	57
Gráfico 12 – Concentração de cortisol sérico: valores estimados e valores observados em função a dose de maltodextrina administrada, Itu – São Paulo (2014).....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média e desvio padrão da frequência cardíaca em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo, Itu – São Paulo (2014).....	40
Tabela 2 – Média e desvio padrão da frequência cardíaca em função do tempo no período de recuperação, Itu – São Paulo (2014).....	42
Tabela 3 – Média e desvio padrão da concentração de lactato sanguíneo em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo, Itu – São Paulo (2014).....	44
Tabela 4 – Média e desvio padrão da concentração de lactato sanguíneo em função do tempo no período de recuperação, Itu – São Paulo (2014).....	47
Tabela 5 – Média e desvio padrão da concentração de glicose sanguínea em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo, Itu – São Paulo (2014).....	49
Tabela 6 – Média e desvio padrão da concentração de glicose sanguínea em função do tempo no período de recuperação, Itu – São Paulo (2014).....	52
Tabela 7 – Média e desvio padrão da concentração de insulina sérica em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo, Itu – São Paulo (2014).....	53
Tabela 8 – Média e desvio padrão da concentração de insulina sérica em função do tempo no período de recuperação Itu – São Paulo (2014).....	55
Tabela 9 – Média e desvio padrão da concentração de cortisol sérico em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo, Itu – São Paulo (2014).....	57
Tabela 10 – Média e desvio padrão da concentração de cortisol sérico em função do tempo no período de recuperação, Itu – São Paulo (2014).....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4 x 4	Quatro por quatro
ATP	Adenosina trifosfato
ACTH	Adrenocorticotropina
bpm	Batimentos cardíacos por minuto
CD	Compact disc
CORT	Cortisol
DC	Débito cardíaco
dL	Decilitro
DP	Desvio Padrão
EHHA	Eixo hipotálamo-hipófise-adrenal
FAD	Flavina-adenina-dinucleotideo
FC	Frequência cardíaca
G	Gauge
GLIC	Glicose
H ⁺	Íons de hidrogênio
INS	Insulina
Kg	Quilogramas
L	Litro
LAC	Lactato
LDH	Lactato desidrogenase
m	Metros
m ²	Metros quadrados
Min	Minutos
ml	Mililitros
mmol	Milimoles
mg	Miligramas
NAD	Nicotinamida-adenina-dinucleotideo
pH	Concentração de íons hidrogênio de uma solução
SAS	Statistical Analysis System
TRAT	Tratamento
TPC	Tempo de preenchimento capilar

U	Unidades
UM – Track Test	Université Montreal Track Test
VELOC	Velocidade
VLact 4	Velocidade em que o animal atinge 4,0 mmol/L de lactato
VS	Volume sistólico

LISTA DE SIMBOLOS

/	Por
$\pm$	Mais ou menos
+	Adição
-	Subtração
=	Igual
x	Multiplicação
%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
®	Marca registrada
α	Alfa
β	Beta
μ	Micro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	21
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	22
3.1	TESTE DE ESFORÇO	22
3.2	LACTATO SANGUÍNEO	23
3.3	METABOLISMO DA GLICOSE	25
3.4	INSULINA	27
3.5	EIXO HIPOTÁLAMO-HIPÓFISE-ADRENAL.....	28
3.6	MALTODEXTRINA	29
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
4.1	ANIMAIS	32
4.2	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	32
4.3	SUPLEMENTAÇÃO	33
4.4	TESTE DE ESFORÇO PROGRESSIVO A CAMPO	33
4.5	COLETA DE SANGUE.....	35
4.6	ANÁLISES LABORATORIAIS.....	36
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	37
5	RESULTADOS e DISCUSSÃO	39
6	CONCLUSÃO.....	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados divulgados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atualmente o Brasil possui o maior rebanho de equinos da América Latina e o terceiro maior do mundo, totalizando oito milhões de cabeças, quando somados aos muares e asininos, sendo que maior parte desta população encontra-se na região sudeste do país.

Estima-se que do rebanho equino, cinco milhões de animais são utilizados para o manejo do gado bovino nas fazendas e que 900 mil cavalos são destinados para atividades como esporte e lazer, possuindo maior valor agregado.

O complexo do agronegócio do cavalo envolve mais de trinta segmentos, distribuídos entre insumos, criação e destinação final, gerando 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos e movimentando R\$7,3 bilhões somente com a produção de cavalos.

O equino apresenta uma grande capacidade de realizar exercício, devido a sua elevada capacidade aeróbica e anaeróbica, sendo duas vezes maiores que os seres humanos (HODGSON; ROSE, 1994).

Apesar da inclusão dos cavalos no esporte remeter aos jogos olímpicos disputados na Grécia antiga, foi no ano de 1900 em Paris, na França, que estes animais estrearam oficialmente nos jogos olímpicos modernos, com as provas de salto. Atualmente, existem diversas atividades atléticas equestres, em diversas modalidades: olímpicas – salto, adestramento, Concurso Completo de Equitação, pentatlo moderno; e não olímpicas – corridas de trote, enduro, polo, turfe, volteio, tambor, baliza, rédeas, provas regionais (como o Freio de Ouro e a Vaquejada), entre outras.

A prática de atividades esportivas tem exigido cada vez mais um cavalo atleta de alto desempenho, onde seus sistemas respiratório, musculoesquelético e cardiovascular devem funcionar em seu máximo potencial e em perfeita harmonia. Além disso, Os parâmetros fisiológicos variam muito durante o exercício, por isso é importante compreender estas variações e, ainda, compreender a interação e interdependência entre os sistemas orgânicos para buscar a melhoria no desempenho dos animais de esporte. Desta forma, será possível a investigação quanto à queda de desempenho de um animal e prescrição de treinos específicos para melhoria de condicionamento individual, visando aproveitar ao máximo o potencial genético de cada animal.

Uma maneira de avaliar a resposta de um equino ao exercício e seu condicionamento físico é através da realização de provas ou testes de esforço. Estes podem ser realizados tanto

em esteiras rolantes de alta velocidade como a campo, sendo que cada método apresenta suas vantagens e desvantagens.

A avaliação a campo apresenta a vantagem de se praticar testes com velocidades, andamentos, superfície e ambiente similar ao de competição. Por outro lado, na avaliação a campo, o esforço sofre influência do ginete, do tempo e do ambiente, assim, as vantagens podem se tornar em dificuldades quando se tenta padronizar um teste na prática (EVANS et al., 2004). Mirian e Fernandes (2011), padronizaram com sucesso o teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos, sendo baseado no teste proposto por Léger e Boucher (1980), muito usado para avaliar exercícios e treinamentos em atletas humanos.

O exercício físico representa o estímulo estressante mais fisiológico que existe, pois submete o organismo a desafios temporários na sua homeostasia (CAYADO et al., 2006). Ao ultrapassar um determinado limiar de esforço físico, ocorrerá um efeito sistêmico com envolvimento do sistema nervoso periférico e central, especialmente o sistema nervoso autônomo simpático e o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (EHHA) são ativados (DE GRAAF-ROELFSEMA et al., 2007).

A sensibilização do eixo EHHA libera o cortisol, um dos principais glicocorticoide produzidos pelos equinos, que controla várias funções metabólicas. Dentre elas, destaca-se o metabolismo energético por meio da gliconeogênese, sendo que este hormônio inibe a utilização de glicose pelos tecidos, priorizando a mobilização para o sistema nervoso central e permitindo que, durante o exercício, a glicemia permaneça constante (FERRAZ et al., 2010).

À medida que a intensidade do exercício aumenta, existe um acréscimo na demanda de oxigênio corporal que pode exceder a capacidade do sistema cardiorrespiratório de ofertá-lo para o metabolismo aeróbio. Em condições extremas o consumo do piruvato ocorre na ausência de oxigênio formando ácido láctico (MIRIAN; FERNANDES, 2011).

Ainda, a nutrição é uma importante ferramenta dentro da prática desportiva, pois, quando bem orientada, pode reduzir fadiga, permitindo que o atleta treine durante mais tempo ou que se recupere melhor entre os treinos (WILLIAMS; DEVLIN, 1992). Como vários nutrientes alimentares fornecem energia e regulam os processos fisiológicos relacionados ao exercício, seria tentador associar as modificações dietéticas ao aprimoramento atlético (FERREIRA et al., 2001).

Quanto mais intenso o exercício for, maior será sua dependência em relação ao carboidrato como combustível (MAUGHAN; BURKE, 2004). Em humanos, as bebidas contendo diferentes quantidades e tipos de eletrólitos e/ou nutrientes como carboidratos são utilizadas por atletas e praticantes de atividade física com finalidade de aprimorar o

desempenho físico, sendo que estas bebidas podem ser consumidas antes, durante e após o exercício (SAPATA et al., 2006).

Quando ingeridas antes do exercício, estas bebidas tem o propósito de prevenir e retardar os distúrbios homeostáticos que podem acompanhar a atividade física, assegurando o volume plasmático durante o exercício e promovendo um pequeno reservatório de fluidos no lúmen do trato gastrointestinal que será absorvido durante a atividade (SAPATA et al., 2006).

Além disso, o consumo pré-exercício pode regular as concentrações de glicose no sangue circulante, através do fornecimento de carboidratos (WOLINSKY; HICKSON, 2002). Segundo estudos realizados em humanos por Carter et al. (2005), quando ingeridos durante o exercício, os carboidratos podem melhorar o desempenho atlético.

Porém, mesmo em humanos, o efeito do consumo de bebidas com carboidrato pré-exercício em relação ao metabolismo e desempenho ainda é questionado. Atualmente, o carboidrato mais utilizado nestas bebidas em humanos é a maltodextrina. Porém, ao estudarem o efeito do consumo de bebidas a base de maltodextrina em humanos atletas, alguns autores obtiveram melhora no desempenho físico (GLEESON et al., 1986; RIBEIRO et al., 1998) e outros não obtiveram efeitos estatisticamente significativos (HARGREAVES et al., 1987; SAPATA et al., 2006).

A suplementação com maltodextrina em equinos ainda não está estabelecida e, em alguns esportes equestres, é utilizada de forma empírica. Em algumas competições, os animais permanecem muito tempo sem comer, o que prejudica seu estoque de glicogênio e desempenho esportivo, como pode ser observado antes de provas de enduro, de corridas de alta velocidade, provas de marcha e trote.

2 OBJETIVOS

Avaliar a influência da suplementação com maltodextrina pré-exercício no comportamento da glicemia, da insulina, do lactato e do cortisol séricos durante exercício de alta intensidade e curta duração.

Investigar a suplementação de maltodextrina como possível fonte de energia para realização do exercício.

Estabelecer uma dose desta substância na qual não haja pico sanguíneo de insulina durante o exercício.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 TESTE DE ESFORÇO

Os testes de esforço em cavalos atletas podem ser realizados tanto a campo quanto em esteiras rolantes, sendo que cada método apresenta suas vantagens e desvantagens. Evans (2004) descreve que a avaliação realizada em esteira de alta velocidade possibilita a avaliação da condição física dos cavalos e, ainda, permite o controle das condições ambientais, das velocidades estabelecidas no protocolo e da duração de cada estágio do teste. Além disso, o teste na esteira possibilita ao pesquisador um fácil acesso ao animal, viabilizando coletas de dados – como sangue, eletrocardiograma, pressão arterial, entre outros – durante o exercício, ou seja, sem a necessidade que este faça uma parada. Todavia, a desvantagem deste processo seria a necessidade de adaptação dos animais à esteira.

Na avaliação de cavalos atletas a campo, temos as vantagens de poder praticar velocidades, andamentos, superfícies, ambiente semelhante ao ambiente de competição e o peso do cavaleiro montado, fatores que são importantes para o equino na prática de exercícios físicos e que são difíceis de serem reproduzidos em exercícios realizados na esteira de alta velocidade. Contudo, este tipo de avaliação sofre a influência do ambiente, clima e do ginete e, assim, algumas vantagens podem se tornar dificuldades quando se tenta padronizar um teste (EVANS, 2004).

Em humanos, muitos estudos visando comparar resultados obtidos no teste a campo com o teste em esteira foram realizados. Ceci e Hassmen (1991) avaliaram o esforço subjetivo percebido pelos indivíduos, a frequência cardíaca e os níveis de lactato nas duas condições. Eles concluíram que a percepção de esforço físico foi menor no grupo a campo, apesar deste grupo ter apresentado parâmetros fisiológicos superiores quando comparados aos indivíduos do grupo da esteira.

Gottlieb-Vedi e Lindholm (1997) realizaram um estudo em cavalos e obtiveram resultados semelhantes, onde foram avaliadas a frequência cardíaca e as concentrações de lactato plasmático. Eles concluíram que os valores obtidos pelos animais na esteira foram significativamente menores que no grupo testado a campo.

Os autores Mirian e Fernandes (2011) padronizaram um teste de esforço a campo com caráter progressivo, onde a velocidade é aumentada a cada três minutos. O teste é

interrompido quando o animal não consegue mais acompanhar a velocidade proposta, atrasando três marcas consecutivas. Como os autores descrevem, este teste foi baseado em um dos testes mais utilizados para a avaliação de exercícios e treinamentos em atletas humanos, o teste de Léger e Boucher (1980), denominado UM – Track Test (Université Montréal Track Test), um teste multiestágios de corrida baseado no custo energético de uma corrida horizontal.

3.2 LACTATO SANGUÍNEO

O ácido láctico é produzido pela descarboxilação do piruvato, tendo como catalisador da reação a enzima lactato desidrogenase (LDH) (KOWAL et al., 2006). Desta forma, o ácido láctico produzido é rapidamente tamponado em parte pelo bicarbonato extracelular, resultando na produção do lactato (ROSE; POST, 2001). Morgado e Galzerano (2006), concluíram que a produção excessiva de lactato e seu acúmulo levam a queda do pH sanguíneo, devido ao aumento das concentrações de íons H^+ , que é gerado pela dissociação do ácido láctico em lactato e H^+ . Por fim, a diminuição do pH pode limitar a capacidade do exercício por interferir na atividade das enzimas musculares (THOMASSIAN, 2005).

O acúmulo do ácido láctico no sangue depende do equilíbrio entre a produção de lactato pelo músculo em atividade e sua remoção pelo fígado e/ou pelos rins. A concentração de lactato pode aumentar em função do metabolismo acelerado das fibras musculares ou pela redução da taxa de remoção pelo fígado e rins (POWERS; HOWLEY, 2000). O lactato se acumula no sangue em função da velocidade do exercício e tem sua concentração bastante elevada próxima ao final do exercício, indicando grande contribuição da glicólise anaeróbica para produção de energia (EVANS, 2000).

Por outro lado, o organismo também pode reaproveitar o lactato circulante através do ciclo de Cori. Esta via de obtenção de energia consiste em uma cooperação metabólica entre o fígado e os músculos, onde o lactato acumulado no tecido muscular irá difundir-se para a corrente sanguínea e, ao término do exercício, o lactato é convertido em glicose através da gliconeogênese hepática. Esta glicose recém-formada é transportada de volta para o músculo onde será armazenada em forma de glicogênio (LEHNINGER et al., 2000). A figura 1 mostra as vias metabólicas da produção e utilização do lactato pela célula muscular.

Figura 1 - Produção e utilização do lactato pelas células musculares

Fonte: (LEHNINGER et al., 2000)

O limiar de lactato é indicado pelo ponto em que ocorre a elevação sistemática e contínua da concentração de lactato sérico com a perda da linearidade quando se traça uma reta entre os pontos de trabalho (Figura 2) (POWERS; HOWLEY, 2000).

Figura 2 - Variação da concentração de ácido láctico sanguíneo durante a atividade física

Fonte: (POWERS; HOWLEY, 2000)

Legenda: Observe que o aumento súbito da concentração de lactato é conhecido como limiar de lactato

A velocidade na qual ocorre o aumento na concentração de lactato é determinada pela intensidade do exercício. Um exercício moderado, pode não determinar um aumento ou um

aumento lento nas concentrações de lactato. No entanto, um exercício de alta intensidade é definido quando ocorre um aumento sustentado, mas constante na curva de lactato. Já um trabalho muito intenso é caracterizado quando o lactato continua a aumentar para níveis maiores que 5 mmol/L, podendo acarretar fadiga (WASSERMAN et al., 2005).

O aumento da concentração de lactato pode ser utilizado para indicar a capacidade atlética do equino, sendo que os animais que apresentam maior capacidade aeróbica, geralmente apresentam baixas concentrações de lactato circulante em resposta ao exercício (ROSE; HUDGSON, 2001). Além disso, a relação entre desempenho e lactato é determinada pela VLac₄, ou seja, a velocidade na qual a concentração de lactato é igual a 4 mmol/L (EATON et al., 1999), sendo que esta pode ser utilizada para comparar o potencial atlético dos animais (ROSE; HUDGSON, 1994).

Apesar do metabolismo do lactato variar entre os indivíduos, para a maioria dos cavalos, o retorno aos valores próximos aos níveis basais ocorre aproximadamente uma hora após o término do exercício (KOWAL et al., 2006).

3.3 METABOLISMO DA GLICOSE

A concentração plasmática de glicose após a ingestão de alimento, chamada resposta glicêmica, pode ser influenciada pelo tamanho da partícula, grau de processamento térmico, composição em proteína, gordura e fibra do alimento, estrutura bioquímica e processo de absorção do carboidrato, conteúdo e intervalo da refeição anterior (GUEZENNEC et al., 1995).

Segundo Hodgson e Rose (1994), a energia é necessária para bombear íons e moléculas orgânicas e manter gradientes iônicos necessários para gerar potenciais de ação e condutividade elétrica no sistema nervoso.

Para que a contração muscular ocorra, os músculos precisam de energia. Desta forma, o metabolismo muscular é especializado em produzir adenosina trifosfato (ATP) como fonte imediata de energia (LEHNINGER et al., 2000). Assim, esta energia pode ser obtida através da degradação do glicogênio acumulado no músculo, da glicólise ou da fosforilação oxidativa (cadeia respiratória) com a presença de mioglobina (carreadora de oxigênio muscular). O músculo ainda pode produzir ATPs pela via anaeróbia resultando na produção de ácido láctico (MIRIAN; FERNANDES, 2011).

Inicialmente, essa energia é fornecida pela metabolização de combustíveis estocados no interior das células musculares. Quando cessados estes estoques de energia, o combustível passa a ser fornecido por outras áreas do corpo, como o fígado, que disponibiliza glicose e ácidos graxos livres (SILVA, 2005).

A fonte de obtenção dos ATPs pode variar de acordo com o tipo de trabalho que a fibra muscular vai exercer. As fibras de contração rápida irão obter mais ATPs pela via anaeróbia do que pela via aeróbia, situação esta que se inverte ao falarmos de fibras de contração lenta (RIVERO; SERRANO, 1998). Durante o exercício, os principais nutrientes que fornecem energia são gorduras, carboidratos e proteínas (POWERS; HOWLEY, 2000).

Os carboidratos fornecem ao organismo uma fonte de energia rapidamente disponível, disponibilizando aproximadamente quatro kcal de energia por grama consumida. Eles apresentam três formas: monossacarídeos – açúcares simples, como a glicose; dissacarídeos – formados pela combinação de dois monossacarídeos; e os polissacarídeos – carboidratos complexos com três ou mais monossacarídeos, como o glicogênio e maltodextrina (POWERS; HOWLEY, 2000).

A glicose é absorvida pelo organismo no trato gastrointestinal e é transportada pelo sistema circulatório até o fígado. Em seguida, a glicose fica armazenada no fígado como glicogênio ou vai para o músculo, sendo usada como fonte de energia ou armazenada também como glicogênio (GUIMARAES; ADELL, 1995).

A fosforilação oxidativa é a formação do ATP através da degradação da glicose ou do glicogênio no interior da mitocôndria através da interação de duas vias metabólicas: o ciclo de Krebs e a cadeia de transporte de elétrons. Ao final, esta via fornece 38 ATPs na degradação da glicose e 39 ATPs na degradação do glicogênio, lembrando que este processo necessita da presença de oxigênio (POWERS; HOWLEY, 2000).

As coenzimas nicotinamida-adenina-dinucleotídeo (NAD) e flavina-adenina-dinucleotídeo (FAD) atuam como carreadoras de hidrogênio e são reduzidas a NADH₂ e FADH₂. Estas coenzimas são essenciais para a fosforilação aeróbica, mas suas concentrações dentro do músculo são baixas, devendo ser reoxidadas via transporte de cadeia de elétrons em que o oxigênio atua como aceitador final de hidrogênio para formar água (ROSE; HODGSON, 1994).

Já a via anaeróbica é degradação da creatina fosfato e da glicose sem a presença de oxigênio. Esta é a segunda via mais rápida para produção de ATP, catalisada pela enzima lactato desidrogenase (LDH) e resulta na formação de ácido láctico e na recuperação no NAD. No término do processo, a via fornece quatro ATPs (POWERS; HOWLEY, 2000).

A terceira forma de produção energética é a gliconeogênese, que se caracteriza pela síntese de glicose a partir de compostos que não são carboidratos, como aminoácidos, lactato e glicerol. Esta via é responsável pela manutenção da oferta de glicose circulante, uma vez que a reserva hepática é limitada e insuficiente para manter os níveis glicêmicos normais após oito horas de jejum (POWERS; HOWLEY, 2000).

Os equinos apresentam uma capacidade limitada de produzir energia por via aeróbica devido à disponibilidade do oxigênio no trabalho muscular (EVANS, 2000). À medida que aumenta a intensidade do exercício, a demanda de oxigênio pode exceder a capacidade do sistema cardiorrespiratório em ofertá-lo. Nessas condições, ocorre a glicólise até a etapa de formação de piruvato e este, na ausência de oxigênio, capta os elétrons da glicólise formando ácido láctico (lactato) (EATON, 1994).

No início do exercício físico, a energia para a contração muscular é proveniente da glicose sanguínea e do glicogênio muscular, sendo observada redução da glicose sanguínea na fase inicial do trabalho. Em seguida, a concentração de glicose sanguínea tende a aumentar, devido à maior glicogenólise e gliconeogênese (GILL et al., 1987).

Ainda, como consequência das catecolaminas circulantes frente ao exercício físico e concomitante ação do cortisol, há uma redução na liberação da insulina e aumento do glucagon circulante (HYYPÄ, 2005), promovendo um efeito hiperglicemiante.

3.4 INSULINA

A utilização e produção de glicose no organismo são, em parte, reguladas pela secreção de insulina, a qual é sintetizada e secretada pelas células beta das ilhotas de Langerhans no pâncreas (KAHN, 1978). O principal efeito da insulina no metabolismo dos carboidratos é permitir o transporte de glicose para dentro das células, mais ainda, estimular a lipogênese e a síntese hepática de glicogênio (REECE, 2008). Durante a atividade física, a insulina sérica apresenta baixas concentrações, principalmente devido à ação do cortisol e das catecolaminas circulantes neste período (MCKEEVER, 2002).

A baixa concentração de insulina permite um aumento da gliconeogênese, com o objetivo de manter a concentração de glicose sanguínea alta durante o exercício. Assim, a supressão da insulina somada à alta concentração de glicose sanguínea resultante previnem o acontecimento de fadiga central (MCKEEVER, 2002).

3.5 EIXO HIPOTÁLAMO-HIPÓFISE-ADRENAL

O exercício físico representa o estímulo estressante mais fisiológico que existe, pois submete o organismo a desafios temporários em sua homeostasia (CAYADO et al., 2006). O termo estresse descreve o estado de um organismo sob influência de fatores externos e internos, que ameaçam ou alteram a homeostase, e as mudanças adaptativas ocorridas em decorrência desses estímulos são cognitivas, comportamentais e corporais (FERRAZ et al., 2010).

Ao ultrapassar um limiar de esforço físico, ocorre um efeito sistêmico envolvendo o sistema nervoso central, periférico e, principalmente, o autônomo simpático e o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (DE GRAAF-ROELFSEMA et al., 2007).

A mensuração da atividade do EHHA é uma ótima abordagem para estudo do estresse induzido pelo exercício em cavalos atletas, esta pode ser realizada através do monitoramento da secreção de β -endorfina circulante, adrenocorticotropina (ACTH) e os níveis de cortisol (GORDON et al., 2007).

A liberação do cortisol ocorre em resposta à elevação do ACTH, com pico circulatório ocorrendo de cinco a trinta minutos após o término do exercício (GORDON et al., 2007). Este sistema neuroendócrino está primariamente envolvido com a manutenção da homeostase metabólica, particularmente na regulação da oferta de energia (DALLMANN et al., 1993).

Desta forma, para manter os esforços musculares, são utilizadas diversas vias, dentre as quais estão a degradação de proteínas teciduais para liberação de aminoácidos usados na gliconeogênese hepática, mobilização de ácidos graxos livres do tecido adiposo e redução da taxa de utilização celular da glicose (HYYPÄÄ, 2005), priorizando a mobilização para o sistema nervoso central e possibilitando que, durante o exercício, a glicemia permaneça constante (FERRAZ et al., 2010).

Portanto, já é esperado um aumento nas concentrações de cortisol durante as provas equestres, todavia, esta resposta pode variar de acordo com a intensidade e duração do exercício, nível de condicionamento físico, aptidão individual, idade, estado nutricional e, até mesmo, ritmo circadiano (FERLAZZO et al., 2012). Este aumento já foi correlacionado tanto com exercício de alta intensidade quanto com exercício moderado por um tempo prolongado (ISLAS et al., 2007).

O aumento da atividade do EHHA afeta a capacidade atlética e a mensuração de seus hormônios, principalmente o cortisol, tem sido utilizadas para avaliar os níveis de

desempenho físico e de treinamento em equinos atletas (MARC et al., 2000), pois sua liberação é menor em indivíduos treinados quando comparados aos não treinados ao serem submetidos ao mesmo tipo de exercício durante o mesmo intervalo de tempo (ISLAS et al., 2007).

3.6 MALTODEXTRINA

A nutrição é uma importante ferramenta dentro da prática esportiva, pois, quando bem orientada, pode reduzir a fadiga, permitindo que o atleta treine por um período mais prolongado ou possibilita uma melhor recuperação entre os treinos (WILLIAMS; DEVLIN, 1992). Dentre os nutrientes, os carboidratos destacam-se como uma fonte energética importante (SAPATA et al., 2006).

Os carboidratos são considerados o principal combustível durante o exercício de alta intensidade e, ainda, sabe-se que, durante exercícios de longa duração, um dos substratos degradado é o carboidrato, o qual é armazenado na forma de glicogênio (HULTMAN, 1999). A glicose, por sua vez, exerce um papel importante, pois serve como combustível primário (glicogênio) para atividade do músculo, principalmente durante exercícios intensos (MAMUS; SANTOS, 2006). Durante a realização de exercício físico de curta duração, porém com uma intensidade máxima, o ATP é gerado a partir do carboidrato (WOLMORE; COSTILL, 2001).

O uso de manipulações dietéticas e o consumo de nutrientes com o propósito de aumento do desempenho atlético por parte dos atletas é uma prática milenar (MAMUS; SANTOS, 2006). Visto que diversos nutrientes alimentares fornecem energia e regulam processos fisiológicos relacionados ao exercício, seria tentador associar as modificações dietéticas ao aprimoramento do desempenho atlético (FERREIRA et al., 2001).

Nierman et al. (2003) descrevem alguns benefícios da suplementação com carboidratos, como o aumento das respostas imunes do organismo, principalmente no que diz respeito às inflamações.

Os carboidratos são divididos em três categorias principais: monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos. A maltodextrina é um polissacarídeo, ou seja, um carboidrato mais complexo que incluem os polímeros de glicose (SACKHEIM; LEHMAN, 2001). Ainda,

a maltodextrina é um derivado do amido com ampla gama de aplicações (MOORE et al., 2006).

A maltodextrina ($C_6H_{10}O_5$) $_n$.H₂O é um polímero de sacarídeos nutritivo e não doce que consiste principalmente de unidades de glicose ligadas por um α -1,4 limite de glicose, com dextrose equivalente inferior a vinte valores (MOORE et al., 2005).

Visto que o organismo não digere ou absorve todos os carboidratos com a mesma intensidade, um mecanismo chamado índice glicêmico foi desenvolvido para avaliar o efeito dos carboidratos sobre a glicose sanguínea (JENKINS et al., 1981). Este índice é um indicador qualitativo da habilidade de um carboidrato ingerido em elevar os níveis glicêmicos no sangue (SIU; WONG, 2004), o que fornece informações importantes para um plano nutricional apropriado em relação à suplementação estratégica de carboidratos para o exercício (COLBERG, 2003)

A maltodextrina é considerada um carboidrato complexo e de alto índice glicêmico, sendo que esta faz com que a glicose passe para a circulação sanguínea de forma mais lenta (SAPATA et al., 2006). Aparentemente, a maltodextrina causa um esvaziamento gástrico mais rápido e não apresenta um gosto adocicado como a glicose, o que evita desconfortos gástricos (COOGAN; SWANSON, 1992).

Mamus e Santos (2006) afirmam que a suplementação com maltodextrina produz um aumento nos estoques de glicogênio muscular, viabilizando uma melhora no desempenho, mediante ao retardo do início da fadiga. Este atraso da fadiga ocorre devido à prevenção do declínio da concentração de glicose sanguínea, que facilita proporções elevadas da oxidação de carboidratos durante as fases finais da competição. Além disso, os altos níveis de glicose sanguínea são imprescindíveis para o desempenho físico, pois favorecem a síntese de glicogênio muscular (MAMUS; SANTOS, 2006).

Este aumento da síntese de glicogênio muscular pode ser explicado por uma maior disponibilidade de substrato, isto é, pelo aumento da concentração de glicose sanguínea, ou pelo aumento da concentração da insulina sistêmica, considerada como um forte ativador na síntese de glicogênio (MAMUS; SANTOS, 2006).

A manutenção das concentrações elevadas de insulina durante a competição é importante devido ao fato da insulina aumentar a captação de glicose sanguínea para o músculo. Após o período de competição, o tecido muscular fica sensível à ação da insulina, colaborando para a reposição dos estoques de glicogênio muscular (MAMUS; SANTOS, 2006).

A prática de ingerir maltodextrina antes e durante a competição aumenta os níveis de insulina no sangue, pois há uma maior disponibilidade de glicose sanguínea e, desta forma, a concentração desta enzima tende a elevar para aumentar a captação de glicose pelo músculo (VOLEK, 2004)

Sapata et al. (2006) avaliaram a resposta glicêmica no desempenho de indivíduos saudáveis após a ingestão de carboidratos. No estudo, três diferentes tipos de bebidas foram administrados trinta minutos antes do teste de esforço: placebo (zero gramas de carboidrato), glicose (18 gramas de carboidrato) e maltodextrina (1 g/kg de massa corporal) . Os autores concluíram que após o consumo de maltodextrina, os níveis glicêmicos apresentaram diferença significativa quando comparados á ingestão de glicose e de placebo. Porém, estes autores não observaram diferença no desempenho dos três grupos.

Em outro estudo, ratos foram suplementados com maltodextrina vinte minutos antes do exercício físico, com doses individuais calculadas com base no peso corporal. Os autores observaram que esta suplementação resultou em economia do glicogênio muscular para o músculo sóleo e economia do glicogênio hepático. Concluiu-se que a suplementação com bebidas carboidratadas pode auxiliar no aumento do desempenho durante o exercício físico de caráter contínuo e prolongado (RUFFO et al., 2004).

Finalmente, Mamus e Santos (2006) concluíram que com a ingestão de carboidratos (maltodextrina ou glicose) o aumento nas concentrações de cortisol pode ser atenuado, quando comparadas ao grupo placebo. Os autores sugerem ainda que este efeito se dá devido aos altos níveis de glicose sanguínea encontrados nos indivíduos suplementados com maltodextrina.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ANIMAIS

Foram avaliados quatro equinos machos da raça Puro Sangue Lusitano, com idade entre três e quatro anos e pesando em média $480\text{kg} \pm 20\text{kg}$. Durante o período experimental, estes animais foram alojados em baias individuais de alvenaria medindo 4,0 x 3,5 m (14,0 m²) no Haras Rocas do Vouga, Itu/SP.

A alimentação de todos foi baseada no fornecimento de feno de capim coast-cross (*Cynodon dactylon*) à vontade, fornecimento de quatro quilogramas de ração Total Especial 15®, divididos em duas vezes ao dia e fornecimento de água à vontade. Nos dias em que os testes de esforço foram aplicados, os animais não receberam o fornecimento de ração pela manhã. Além disso, todos os animais encontravam-se no mesmo estágio de treinamento atlético, tendo início das atividades há um intervalo de seis meses a um ano.

4.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Os animais incluídos nos ensaios experimentais seguiram os seguintes pré-requisitos:

- Pertencerem à raça Puro Sangue Lusitano e estarem em início de treinamento;
- Não apresentar histórico ou manifestações clínicas de doença metabólica ou musculoesquelética

Desta forma, para avaliar a higidez dos animais a serem utilizados, estes animais passaram por uma avaliação clínica detalhada, seguindo o protocolo pré-estabelecido, que consiste em:

- Avaliação física: aferição da frequência cardíaca, respiratória e movimentação cecal através da auscultação cardíaca, pulmonar e movimentação da válvula ileocecal, respectivamente. Além disso, foi aferida a temperatura retal, inspeção das mucosas e do tempo de preenchimento capilar (TPC).
- Exame de claudicação, avaliação do sistema respiratório e hemograma.

4.3 SUPLEMENTAÇÃO

Os quatro equinos selecionados foram distribuídos em um quadrado latino e tratados com as doses de zero grama, 50 gramas, 100 gramas e 200 gramas de maltodextrina conforme rotação pré-estabelecida do quadrado latino 4x4, isto é, quatro animais distribuídos em quatro tratamentos, e foram realizadas medidas repetidas no tempo. Assim, 30 minutos após receber a dose de maltodextrina por via oral, os animais iniciaram um protocolo de teste de esforço a campo, como determinado por Mirian e Fernandes em 2011.

4.4 TESTE DE ESFORÇO PROGRESSIVO A CAMPO

Para minimizar estas possíveis influências no teste, cada animal foi exercitado pelo mesmo cavaleiro e utilizando o mesmo equipamento de montaria em todos os testes. Além disso, os testes de cada período experimental do quadrado latino foram realizados no mesmo dia da semana e mesmo período do dia.

Os testes de esforço foram aplicados sempre no período da manhã, com intervalo de uma semana entre eles. Utilizou-se um teste de esforço progressivo máximo a campo com incremento de velocidade a cada três minutos e vinte segundos, conforme descrito por Mirian e Fernandes em 2011.

Este incremento de velocidade seguiu o seguinte protocolo: início a 150m/min (passo) e incremento de 50m/min a cada 3 minutos nos quatro primeiros estágios, até ser atingida a velocidade de 300m/min (cânter ou galope curto). A partir daí, o incremento de velocidade foi de 100m/min até atingir o 7^o estágio, desenvolvendo uma velocidade de 600m/min (galope). O teste é interrompido quando o animal não consegue mais acompanhar a velocidade proposta, atrasando três marcar consecutivas.

Nos vinte segundos finais de cada estágio, o animal foi submetido a uma parada total para coleta das amostras sanguíneas.

Para executar o protocolo descrito por Mirian e Fernandes (2011), foram realizadas quatro marcações na pista de trabalho, com balizas equidistantes a 40 metros formando um quadrado (Figura 3). Ainda, foi utilizado um marcador sonoro para determinar o momento

exato em que o conjunto cavalo e cavaleiro deveriam passar pelas balizas e manter a velocidade estabelecida para aquele estágio.

Figura 3 - Marcação da pista para realização do teste de esforço progressivo a campo para cavalos

Fonte: (MIRIAN; FERNANDES, 2011)

Foi confeccionado um CD (“Compact Disc”) com as marcações sonoras para possibilitar a reprodução do teste. Esta gravação foi obtida através de um programa de computador que permite a introdução de um sinal numa escala de tempo. Desta forma, o tempo, em segundos, gasto para completar a distância determinada foi calculado através da fórmula $V=d \times t$ (V = velocidade; d = distância; t = tempo). Assim, o sinal sonoro foi introduzido na escala de tempo previamente calculada para as velocidades determinadas pelo protocolo. (MIRIAN; FERNANDES, 2011)

O fim do teste é determinado quando o animal alcança o esforço máximo, ou seja, o animal avaliado não conseguia manter a velocidade determinada pelo sinal sonoro, independente de estímulos, atrasando-se em três marcações consecutivas.

4.5 COLETA DE SANGUE

A coleta de sangue venoso foi realizada através de um cateter 16G x 2 e plug de vedação. Não foi possível realizar a tricotomia da pele onde o cateter foi posicionado devido à relutância do proprietário. Desta forma, foi realizada a antissepsia da pele no local de posicionamento do cateter utilizando clorexidina degermante e clorexidina alcoólico e, em seguida, o cateter foi fixado na pele através de cola de secagem rápida e heparinizado, possibilitando a coleta de sangue venoso para análise sanguínea dos seguintes parâmetros: glicose, lactato sérico, cortisol e insulina.

As coletas de sangue aconteceram trinta minutos antes do exercício e da administração da maltodextrina (M-30), no início do exercício (M0), nos 20 segundos finais de cada incremento de velocidade (M1, M2, M3, M4, M5, M6 e M7) e, ainda, com cinco e trinta minutos após o término do teste (M+5, M+30, respectivamente). As variáveis: glicose, lactato e cortisol foram analisados em todos os momentos de coletas, entretanto, a insulina, foi analisada em alguns momentos durante o exercício, como mostra o quadro 1.

Desta forma, em cada momento de coleta, o sangue foi coletado em dois tubos: um tubo seco para realização das análises de cortisol e insulina e um tubo contendo fluoreto usado para análise de glicose e lactato sérico.

Quadro 1 - Esquema de coleta de amostras

	30 min antes (M-30)	0 m/min (M0)	150 m/min (M1)	200 m/min (M2)	250 m/min (M3)	300 m/min (M4)	400 m/min (M5)	500 m/min (M6)	600 m/min (M7)	5 min após (M+5)	30 min após (M+30)
FC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Glicose	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lactato	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cortisol	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Insulina		x	x	x	x			x	x	x	

A coleta de sangue realizada trinta minutos antes da realização do exercício e logo antes da administração da maltodextrina (M-30) foi comparada com a amostra de sangue coletada imediatamente antes do início do exercício (M0), sendo que os animais já haviam recebido a suplementação com maltodextrina, na dose determinada pelo quadrado latino. Esta

análise teve como objetivo verificar se estes valores diferem estatisticamente dos parâmetros controle (M-30).

4.6 ANÁLISES LABORATORIAIS

Após a coleta, as amostras coletadas nos tubos contendo fluoreto foram centrifugadas a no próprio haras e o plasma obtido foi aliquoteado e conservado em eppendorf® e em seguida foram resfriadas. Já as amostras coletadas em tubo seco, foram refrigeradas na geladeira do haras. Para transportar o plasma e os tubos secos coletados, estes foram acondicionados em um cooler de isopor com gelo. Ao chegar à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, os tubos secos foram centrifugados e o soro obtido foi aliquoteado e conservado em eppendorf®. Finalmente, o soro e plasma obtidos foram conservados no ultrafreezer, à temperatura de -80°C para análise.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Bioquímica e no Laboratório de Pesquisa do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

As concentrações plasmáticas de lactato e glicose foram mensuradas utilizando-se um analisador bioquímico automático Randox (Modelo Daytona, Reino Unido) e kits comerciais da marca Randox L-LACTATE (LAC) e GLUCOSE (GLUC-PAP), respectivamente.

O soro foi utilizado para determinar as concentrações de cortisol e insulina através de ensaios imunoenzimáticos, seguindo as metodologias recomendadas pelos fabricantes descritas nas bulas de cada kit comercial utilizado. Assim, para determinar a concentração do cortisol utilizou-se o kit multiespécie da marca Enzo (ADI-901-071), sendo que os coeficientes de variação da precisão do kit estão descrita no quadro 2. Já para determinar as concentrações de insulina, foi utilizado o kit espécie específico da marca Mercodia (Mercodia Equine Insulin 10-1205-01), sendo que os coeficientes de variação da precisão do kit estão descrita no quadro 3.

Quadro 2 – Representação do coeficiente de variação intra e inter-ensaio do kit comercial de ELISA da marca Enzo (ADI-901-071) para determinação do cortisol sérico

	Cortisol (pg/ml)	Intra-ensaio %CV	Inter-ensaio %CV
Baixo	333	10,5	
Médio	1088	6,6	
Alto	3155	7,3	
Baixo	451		13,4
Médio	969		7,8
Alto	3052		8,6

Fonte: Enzo ADI-901-071

Quadro 3 – Representação do coeficiente de variação intra e inter-ensaios do kit comercial de ELISA da marca Mercodia (Mercodia Equine Insulin 10-1205-01) para determinação da insulina sérica

Amostra	Valor médio (µg/L)	% Intra-ensaio	% inter-ensaio	% Total
1	0,075	3,4	4,2	4,4
2	0,300	3,0	4,3	4,5
3	0,921	3,2	1,9	2,5

Fonte: Mercodia Equine Insulin

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise dos resultados – frequência cardíaca, lactato sanguíneo, glicose plasmática, cortisol e insulina – foi realizada utilizando o programa estatístico computadorizado *Statistical Analysis System* (SAS). Os animais foram distribuídos em um quadrado latino 4x4 e foram realizadas medidas repetidas no tempo. Inicialmente, foi realizado teste de normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Devido à distribuição gaussiana dos dados, os mesmos foram avaliados através de testes paramétricos (análise de variância – ANOVA de duas vias) para comparação entre as médias com nível de significância de 5%.

Para realizar a análise estatística dos dados, estes foram divididos em dois grupos: o grupo de dados obtidos durante o teste de esforço e o grupo de dados obtidos durante a recuperação pós-teste de esforço.

No grupo de dados durante o esforço físico, objetivou-se identificar o efeito da velocidade, do tratamento ou da interação de ambos. Já no grupo de dados da recuperação, visou-se identificar o efeito do tempo, tratamento ou da interação de ambos. Quando houve

diferença estatística significativa, um estudo de regressão polinomial foi realizado com o objetivo de identificar o tipo de comportamento destes dados e assim encontrar a função matemática que o descreve.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, a maioria dos animais atingiu a velocidade de 600m/min (M7). Porém alguns animais necessitaram interromper o teste em um período menor por diversos motivos (Quadro 4).

O cavalo B, quando submetido ao tratamento de 200 gramas de maltodextrina, teve seu teste interrompido na velocidade 400m/min (M5) devido às condições climáticas adversas, que poderiam colocar tanto o animal quanto o cavaleiro em risco.

O animal C, quando submetido ao tratamento 200 gramas, teve seu teste interrompido na velocidade de 500m/min (M6), pois o cavaleiro mostrou-se muito inseguro com a pista na velocidade proposta e solicitou o fim do teste.

O animal B, quando submetido ao tratamento 50 gramas e 100 gramas, e o animal A, quando submetido ao tratamento zero grama, tiveram seus teste de esforço interrompido na velocidade 500m/min por não acompanharem a velocidade solicitada, atrasando três marcações consecutivas.

Quadro 4 - Resultado dos testes de esforço progressivo a campo - Itu – São Paulo -2014

TTO	Animal	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Tempo Total
0 g	A									19:55
0 g	B									21:01
0 g	C									21:25
0 g	D									20:57
50 g	A									21:05
50 g	B									17:55
50 g	C									21:18
50 g	D									21:35
100 g	A									21:03
100 g	B									19:16
100 g	C									23:00
100 g	D									21:25
200 g	A									21:24
200 g	B									16:40
200 g	C									18:56
200 g	D									21:05

Os dados obtidos para a variável frequência cardíaca estão dispostos no gráfico 1, onde estão representados todos os dados obtidos no período experimental através das médias obtidas de cada grupo.

Gráfico 1 – Médias das frequências cardíacas obtidas dos grupos durante todo o período experimental - Itu – São Paulo -(2014

Para melhor análise dos dados, o teste de esforço e o período de recuperação foram analisados separadamente. Desta forma, os resultados referentes à frequência cardíaca durante o teste de esforço progressivo a campo estão dispostos na tabela 1. Houve diferença estatisticamente significativa quanto ao incremento da velocidade e da intensidade do exercício ($p < 0,0001$). Assim, o estudo de regressão revelou um comportamento linear, descrito pela função: $FC = 33,7793 + 0,2361 \text{VELOC}$ (Gráfico 2). Porém não houve diferença estatisticamente significativa para as diferentes doses de maltodextrina e nem para a interação entre dose e velocidade.

Tabela 1 – Média e desvio padrão da frequência cardíaca (bpm) em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo - Itu – São Paulo - 2014

VELOC	TRATAMENTO				Média	DP
	0	50	100	200		
0	47	52	45	44	47	8,33
150	65	55,5	57	57	58,63	13,08
200	76	71	77	65	72,25	12,09
250	83	92	86	91	88	16,40
300	101	103	114	106	106	18,82
400	120	134	134	136	131	15,42
500	160	159	169	161,3	162,25	19,87
600	176	176	174,7	158	171	12,71
Média	101,16	103,03	104,9	96,41	101,46	44,95

Veloc: <0,0001

Trat: 0,5656

Veloc*Trata: 0,8660

Gráfico 2 – Frequência cardíaca: valores estimados e valores observados em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo - Itu – São Paulo - 2014

Como demonstrado nos gráficos acima (Gráfico 2), é possível observar que com o aumento da velocidade do teste de esforço há um aumento da frequência cardíaca até atingir um pico de frequência máxima, quando o exercício é interrompido.

Durante o teste de esforço, a elevação da frequência cardíaca está diretamente relacionada com a manutenção do débito cardíaco, visando suprir a demanda de oxigênio e nutrientes da musculatura envolvida com o exercício, uma vez que o débito cardíaco (DC) é determinado pelo produto da multiplicação da frequência cardíaca (FC) pelo volume sistólico (VS) – $DC=FC \times VS$ (WASSERMAN et al., 2007).

A frequência cardíaca máxima atingida também pode ser relacionada com a intensidade do exercício ou com a velocidade máxima deste, sendo que esta relação pode ser analisada como um índice para determinar o condicionamento físico. Kobayashi et al. (1999) propuseram uma análise baseada na velocidade em que o animal atinge os 200 bpm (V200) para demonstrar o grau de condicionamento físico dos animais, porém este índice pode ser influenciado pelo tipo de piso onde o teste é realizado e pelo peso do cavaleiro.

Em um estudo realizado por Gramkow e Evans (2006), os autores correlacionaram a velocidade máxima da frequência cardíaca com o desempenho dos cavalos nas corridas e foi possível concluir que os animais que atingiram a frequência cardíaca máxima em velocidades mais elevadas obtiveram melhores resultados nas corridas, apresentando um melhor condicionamento físico que os demais animais do estudo.

Já na fase de recuperação, os resultados obtidos estão retratados na tabela 2. Também se observou uma diferença estatisticamente significativa para o efeito do tempo na recuperação pós-exercício ($p < 0,0001$), sendo que esta se comporta de forma quadrática e descrita pela função: $FC = 164,2467 - 21,6833 \text{TEMPO} + 0,5867 \text{TEMPO}^2$ (Gráfico 3). No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa para as diferentes doses de maltodextrina e nem para a interação entre dose e o tempo durante a fase de recuperação.

Tabela 2 – Média e desvio padrão da frequência cardíaca (bpm) em função do tempo no período de recuperação - Itu – São Paulo - 2014

TEMPO	TRATAMENTO				Média	DP
	0	50	100	200		
0	172	168	170	147	164,25	17,74
5	76	73	69	64	70,50	15,38
30	42	43	40	42	41,75	2,91
Média	96,7	94,7	93	84,3	92,17	54,52

Tempo: < 0,0001

Trat: 0,1050

Tempo*Trat: 0,3691

Gráfico 3 – Frequência cardíaca: valores estimados e valores observados em função do tempo durante o período de recuperação - Itu – São Paulo - 2014

Como esperado, após o término do exercício, houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$) relacionada ao tempo e com comportamento quadrático (Gráfico 3), ou seja, há uma queda desta frequência até atingir os valores considerados normais para o

repouso. Não houve diferença estatística significativa para a influência dos tratamentos durante o período de recuperação ($p=0,1050$), porém podemos observar que houve uma tendência linear no comportamento destes valores, isto é, quanto maior a quantidade de maltodextrina administrada menor o valor da frequência cardíaca durante o período de recuperação.

Fagundes et al. (2011) realizaram um estudo utilizando a dieta controle, dieta com suplementação com creatina durante o período de treinamento por 56 dias e dieta com suplementação com maltodextrina utilizando 50 gramas a cada 12 horas por via oral durante três dias, sendo que a ultima dose foi administrada antes do teste físico de alta intensidade e curta duração. Estes autores também não encontraram influência da suplementação na frequência cardíaca dos animais durante o exercício físico.

Os dados obtidos para a variável concentração de lactato sanguíneo estão disposto no gráfico 4, onde estão representados todos os dados obtidos no período experimental através das médias obtidas de cada grupo.

Gráfico 4 – Médias dos valores de lactato sanguíneo dos grupos durante todo o período experimental - Itu – São Paulo - 2014

Os resultados referentes ao lactato sanguíneo durante o teste de esforço estão dispostos na tabela 3. Houve diferença estatisticamente significativa quanto ao incremento da velocidade e da intensidade do exercício ($p<0,0001$). Assim, o estudo de regressão revelou um

comportamento quadrático, descrito pela função: $LAC=1,3408-0,01157VELOC+0,000038VELOC^2$ (Gráfico 5). Não houve diferença estatisticamente significativa para as diferentes doses de maltodextrina e nem para a interação entre dose e velocidade durante o teste de esforço.

Tabela 3 – Média e desvio padrão da concentração de lactato sanguíneo (mmol/l) em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo - Itu – São Paulo - 2014

VELOC	TRATAMENTO				Média	DP
	0	50	100	200		
0	0,50	2,02	0,65	0,89	1,02	1,23
150	0,76	1,0	0,74	0,78	0,82	0,36
200	0,56	0,75	0,56	0,65	0,63	0,24
250	0,59	0,79	0,67	0,74	0,70	0,29
300	0,85	0,98	1,05	1,05	0,98	0,36
400	1,88	1,91	2,19	2,23	2,05	0,71
500	6,06	5,44	6,10	5,87	5,85	1,53
600	7,21	8,71	7,98	8,14	8,00	1,52
Média	2,14	2,51	2,19	2,04	2,22	2,58

Veloc: <0,0001

Trat: 0,4515

Veloc*Trata: 0,9536

Gráfico 5 – Concentração de lactato sanguíneo: valores estimados e valores observados em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo - Itu – São Paulo - 2014

Durante o período de exercício, houve diferença estatística para a influência da velocidade sobre os valores de lactato sanguíneo ($p < 0,0001$) e esta teve o comportamento quadrático (Gráfico 5).

Neste período podemos notar que durante as fases iniciais do exercício os níveis de lactato mantêm-se baixos e próximos aos valores basais. No entanto, na velocidade 400 m/min há o início do acúmulo de lactato no sangue, no qual observamos um rápido aumento destas concentrações a partir deste ponto até atingir seu valor máximo no momento da exaustão dos animais, quando o teste foi interrompido (Gráfico 4). Assim sendo, este comportamento da curva de lactato corrobora com relatos na literatura que indicam que quanto maior a intensidade do exercício, maior será a produção de lactato (DAHL et al., 2006; MAMUS; SANTOS, 2006).

Mirian e Fernandes (2011), em um estudo utilizando o mesmo teste de esforço, mensuraram valores de lactato durante o teste e também obtiveram um início no acúmulo de lactato sanguíneo na velocidade 400 m/min.

O lactato pode contabilizar até 50% da síntese do glicogênio hepático em atletas devido ao fato de ser um produto da desintegração do carboidrato (glicose e glicogênio), dessa forma, pode ser transformado novamente em qualquer um destes compostos no fígado e no músculo (MCARDLE et al., 2003).

O acúmulo de lactato na corrente sanguínea depende do equilíbrio entre a produção muscular de lactato durante sua atividade e a remoção pelo fígado e outros órgãos. Ou seja, à medida que a intensidade do exercício aumenta, o lactato sanguíneo pode aumentar devido à acelerada produção de lactato, causada por uma maior depleção de glicogênio muscular e consequente aumento da via metabólica anaeróbica, ou a uma redução na remoção deste (LACOMBE et al., 1999). Ainda, com o aumento da intensidade do exercício, o fluxo sanguíneo aos músculos não ativos, aos rins, ao fígado e ao trato gastrointestinal diminui, reduzindo a taxa de remoção do lactato (WILMORE; COSTILL, 2001).

Com a administração de maltodextrina no período que antecedeu o exercício, esperava-se fornecer uma fonte de energia cuja absorção fosse mais lenta do que a da glicose, devido ao tamanho da molécula de maltodextrina. Assim sendo, seria possível formar uma espécie de reservatório energético a fim de poupar os estoques de glicogênio muscular.

Desta forma, esperávamos que esta fonte complementar de energia retardasse o acúmulo de lactato na corrente sanguínea e prolongasse o exercício, o que não foi possível observar no presente estudo, onde observamos o início deste acúmulo no mesmo momento

para todos os grupos, sendo que nos grupos tratados com maior quantidade de maltodextrina apresentaram valores de lactato discretamente mais elevados neste ponto.

Outro ponto importante a ser destacado são os valores máximos de lactato na corrente sanguínea no momento da exaustão e interrupção do teste de esforço. Todos os animais que receberam maltodextrina antes do exercício apresentaram valores mais elevados no momento da exaustão do que o grupo de animais que realizaram o teste sem o suplemento, apesar destes não apresentarem diferença estatística significativa.

Nossos resultados corroboram com alguns estudos encontrados na literatura. Sapata et al. (2006), ao suplementar atletas com bebidas carboidratadas no pré-exercício, também não encontraram diferença estatística entre os grupos placebo, maltodextrina e glicose. Além destes autores, outros autores também constaram o aumento de lactato pós-exercício em comparação com os valores de repouso, mas quando comparados os grupos que ingeriram refeições de alto índice glicêmico, baixo índice glicêmico e placebo, não verificaram alterações significativas (FEBBRAIO; STEWART, 1996).

Porém, diferentemente destes autores e do presente estudo Fagundes et al. (2011) obtiveram concentrações de lactato sanguíneo significativamente mais baixas em animais suplementados com maltodextrina do que os animais suplementados com creatina e controle imediatamente após o teste físico, sendo que estes valores menores se mantiveram até 20 minutos pós-exercício.

Visto que a medida de lactato sanguíneo é bastante utilizada como índice de diagnóstico, prescrição, predição do desempenho e controle da intensidade do exercício (MYERS; ASHLEY, 1997), as concentrações de lactato encontradas neste estudo sugerem que todos os testes foram realizados na mesma intensidade.

Durante o período de recuperação, os resultados obtidos para o lactato sanguíneo estão retratados na tabela 4. Na fase de recuperação, também se observou uma diferença estatisticamente significativa para o efeito do tempo pós-exercício ($p=0,0003$), sendo que esta também se comporta de forma quadrática e descrita pela função: $LAC=6,7299-0,6283TEMPO+0,01514TEMPO^2$ (Gráfico 6).

Ainda, houve diferença estatística entre as diferentes doses de maltodextrina administradas ($p=0,0307$), entretanto, não foi possível encontrar uma função que descrevesse o comportamento dos dados obtidos, pois nenhum modelo se ajustou aos dados obtidos neste estudo. Por isso, na tabela 4 estão demonstrados quais valores diferem estatisticamente entre si. Por fim, não observamos diferença estatística para a interação do tempo e do tratamento.

Tabela 4 - Média e desvio padrão da concentração de lactato sanguíneo (mmol/l) em função do tempo no período de recuperação - Itu – São Paulo - 2014

TEMPO	TRATAMENTO				Média	DP
	0	50	100	200		
0	6,67	7,75	7,98	5,13	6,79	2,54
5	3,49	5,18	4,24	2,96	3,97	2,00
30	1,35	2,02	1,40	1,27	1,51	0,76
Média	3,84 ^{a,b}	4,98 ^a	4,42 ^a	3,12 ^b	4,04	2,86

Tempo: < 0,0001

Trat: 0,0307

Tempo*Trat: 0,6531

Letras minúsculas na mesma linha indicam diferença entre os tratamentos (p < 0,05)

Gráfico 6 – Concentração de lactato sanguíneo: valores estimados e valores observados em função do tempo durante o período de recuperação - Itu – São Paulo - 2014

Na fase de recuperação desta variável, foi observada diferença estatisticamente significativa tanto para a influência do tempo de recuperação quanto para influência do tratamento com maltodextrina em que o animal foi submetido. Como já observado em estudos anteriores, com o término do exercício físico, os valores de lactato sanguíneos reduzem com o passar do tempo voltando aos valores basais (MIRIAN; FERNANDES, 2011). Isto se deve, principalmente, ao reestabelecimento da taxa normal de remoção do lactato excedente presente no sangue.

Apesar de não ter conseguido estabelecer um modelo matemático que se ajustasse aos dados para demonstrar a regressão do comportamento dos tratamentos para esta variável, constatamos que há diferença estatística entre os valores obtidos nos tratamentos realizados

(Tabela 4). Neste caso, há uma tendência de comportamento quadrático destes dados, onde os valores da média dos tratamentos 50 gramas e 100 gramas apresentam valores estatisticamente mais elevados do que a média dos tratamentos zero gramas e 200 gramas.

Os dados obtidos para a variável concentração de glicose sanguínea estão dispostos no gráfico 7, onde estão representados todos os dados obtidos no período experimental através das médias obtidas de cada grupo.

Gráfico 7 – Médias das concentrações de glicose sanguínea dos grupos durante todo o período experimental - Itu – São Paulo - 2014

Os resultados referentes à glicose sanguínea durante o teste de esforço estão dispostos na tabela 5. Houve diferença estatisticamente significativa quanto ao incremento da velocidade e da intensidade do exercício ($p < 0,0001$). Assim, o estudo de regressão revelou um comportamento quadrático dos dados, descrito pela função: $GLIC = 94,6258 - 0,0920VELOC + 0,000173VELOC^2$ (Gráfico 8). Porém não houve diferença estatisticamente significativa para as diferentes doses de maltodextrina e nem para a interação entre dose e velocidade.

Tabela 5 – Média e desvio padrão da concentração de glicose sanguínea (mmol/l) em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo - Itu – São Paulo - 2014

VELOC	TRATAMENTO				Média	DP
	0	50	100	200		
0	87,63	85,95	97,48	99,25	92,58	10,51
150	84,9	86,45	90,78	95,4	89,38	9,69
200	83,75	84,2	85,65	85,58	84,80	8,77
250	82,08	82,5	81,95	79,8	81,58	8,43
300	78,33	78,8	81,48	79,55	79,54	10,83
400	79,58	83,83	84,98	83,7	83,02	10,38
500	95,18	91,63	94,64	97,3	94,50	11,70
600	102,37	92,2	104,17	114,05	102,21	11,81
Média	86,22	85,48	89,52	90,11	87,78	12,03

Veloc: <0,0001

Trat: 0,0967

Veloc*Trata: 0,8953

Gráfico 8 – Concentração de glicose sanguínea: valores estimados e valores observados em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo - Itu – São Paulo - 2014

A glicose constitui uma importante fonte de energia para a fibra muscular. O metabolismo anaeróbio de glicose representa um rápido e importante mecanismo de geração de energia, embora de seja de baixa produção. Vários fatores regulam a atividade glicolítica, como a disponibilidade de oxigênio e as concentrações de ATP/ADP (MARTINS et al., 2005). Em exercícios de alta intensidade, a quantidade de oxigênio disponível é insuficiente para a fosforilação oxidativa e uma proporção de NADH é reoxidada, via piruvato, sendo metabolizada a lactato. À medida que a intensidade do exercício aumenta, maior quantidade

de lactato é produzida e uma maior proporção de energia é suprida pelas vias anaeróbias (EATON, 1994).

Analisando os dados, constatamos que esta variável sofreu influência estatisticamente significativa da velocidade, sendo que esta teve um comportamento quadrático, e não houve influência estatística do tratamento nem da interação tratamento *versus* velocidade (Tabela 5).

A concentração plasmática de glicose apresentou uma manutenção dos valores iniciais até a velocidade 250 m/min (M3), a partir desse ponto apresentou uma queda estatisticamente significativa nos valores plasmáticos, voltando a se elevar após a velocidade 500 m/min (M6) e atingiu seus valores máximos no momento de interrupção do teste (Gráfico 7).

Este comportamento da curva de glicose durante o exercício também foi encontrado por Mirian e Fernandes (2011), sendo que durante o teste de esforço estes autores constataram uma queda na concentração plasmática de glicose na velocidade 300 m/min e 400 m/min e em seguida estes valores começaram a subir. Os autores descrevem que não foi possível estabelecer a causa da queda de glicemia durante o exercício.

Durante o exercício de curta duração, já foram observados tanto o aumento quanto a redução nas concentrações de glicose sanguínea. No início do exercício, a energia para a contração muscular é proveniente da glicose sanguínea e do glicogênio muscular, sendo observada uma redução da glicemia na fase inicial do trabalho. Posteriormente, a glicemia tende a aumentar, devido à maior glicogenólise e gliconeogênese, provocadas pela ação tanto do cortisol como da atividade adrenérgica (GILL et al., 1987). Sendo assim, os dados obtidos no presente estudo para as concentrações de glicose sanguíneas corroboram com o descrito pelos autores supracitados.

Ferraz et al. (2010) realizaram um estudo investigando a influência do treinamento aeróbico sobre a concentração de cortisol e glicose plasmáticos. Para tal avaliação, os autores realizaram um exercício teste de alta intensidade e curta duração, com período de recuperação ativa de 20 minutos em esteira de alta velocidade. Diferentemente do encontrado na presente pesquisa, os autores relatam que a concentração de glicose plasmática elevou-se conforme foram incrementadas as etapas de esforço em todos os grupos experimentais.

Apesar dos valores de concentração plasmática de glicose no momento de interrupção do exercício físico estarem dentro dos limites superiores do intervalo de referência descrito por Robinson et al. (2003), estes valores mostram-se estatisticamente elevados quando comparados aos valores basais e valores mensurados no início do exercício. Este resultado corrobora com o descrito por Ferraz et al. (2010); Gordon et al. (2007) e Martins et al. (2005),

que também obtiveram valores glicêmicos mais elevados ao término do exercício quando comparado aos valores iniciais.

Embora não tenha apresentado influência do tratamento estatisticamente significativa na glicemia ($p=0,0967$), observamos uma tendência de aumento na média da concentração plasmática de glicose nos tratamentos, conforme aumentamos a dose de maltodextrina.

Na literatura encontramos divergências sobre o consumo de bebidas compostas por diferentes tipos de carboidratos e sua relação com o desempenho físico em humanos atletas (SAPATA et al., 2006). Alguns estudos relatam que o consumo de carboidratos com altos índices glicêmicos antes do exercício afetaria negativamente o desempenho por elevar rapidamente a glicemia, causando uma hipoglicemia reativa ou hipoglicemia de rebote, por induzir aumento na liberação de insulina pelo pâncreas (HARGREAVES et al., 1985).

Contudo, alguns estudos realizados para comparar a ingestão de bebidas carboidratadas de alto índice glicêmico com bebidas placebo antes do exercício demonstraram que estas não alteraram o desempenho durante o exercício, independentemente da resposta glicêmica (FEBBRAIO et al., 2000; SAPATA et al., 2006). Nossos resultados estão de acordo com estes autores, visto que não houve prejuízo no desempenho físico dos animais, vide o fato de não termos encontrado diferenças estatísticas entre os animais suplementados e os não suplementados nas variáveis de frequência cardíaca e lactato sanguíneo, muito utilizados como indicadores de desempenho atlético.

A administração de maltodextrina antes do teste de esforço teve o propósito de prevenir ou retardar distúrbios homeostáticos que podem acompanhar a atividade física, assegurando um volume plasmático adequado desde o início do exercício, promovendo um pequeno reservatório de fluidos no lúmen gastrointestinal que poderia ser absorvido durante o exercício. Segundo descrito por Sapata et al. (2006), a maltodextrina, por ser classificada como um carboidrato de alto índice glicêmico e ao mesmo tempo complexo, faz com que a glicose passe para a corrente sanguínea de forma mais lenta. Assim sendo, a elevação da curva glicêmica se mantém por mais tempo.

Tem sido demonstrado que o aumento de glicose circulante, através da ingestão de carboidratos (maltodextrina), atenua distúrbios à homeostasia como a hipoglicemia e produção de glicose hepática (ANGUS et al., 2001). Também foi descrito que a suplementação com este carboidrato produz um aumento nos estoques de glicogênio muscular, permitindo o prolongamento da competição ou melhora no desempenho físico, devido ao retardo do início da fadiga. Este atraso da fadiga deve-se, principalmente, à prevenção do declínio da concentração de glicose sanguínea, a qual facilita proporções

elevadas de oxidação de carboidratos durante a competição (ANDREWS et al., 2003). Contudo, estes efeitos não puderam ser observados no presente estudo.

Embora não tenha apresentado influência do tratamento estatisticamente significativa na glicemia ($p=0,0967$), observamos uma pequena tendência de aumento na média da concentração plasmática de glicose dos tratamentos durante o teste de esforço, conforme aumentamos a dose de maltodextrina (Tabela 5). Este resultado está de acordo com os resultados obtidos pelos autores Leite et al. (2013) e Fagundes et al. (2011) que encontraram aumento na concentração plasmática de glicose pós-exercício nos grupos suplementados, porém este também não foi significativo estatisticamente.

Os resultados obtidos para esta variável durante a fase de recuperação estão retratados na tabela 6. Nesta variável não houve diferença estatística para o tempo de recuperação, nem para as diferentes doses de maltodextrina e nem para a interação entre dose e o tempo durante a fase de recuperação.

Tabela 6 – Média e desvio padrão da concentração de glicose sanguínea (mmol/l) em função do tempo no período de recuperação - Itu – São Paulo - 2014

TEMPO	TRATAMENTO				Média	DP
	0	50	100	200		
0	102,45	91,7	104,17	92,7	97,33	15,19
5	106,15	103,22	111,60	97,25	104,56	14,22
30	98,58	102,40	115,95	111,45	107,09	14,79
Média	102,39	99,11	111,15	100,48	103,11	14,99

Tempo: 0,1732

Trat: 0,1726

Tempo*Trat: 0,5406

Na fase de recuperação, não obtivemos diferença estatística para a influência de nenhum dos fatores: tempo, tratamento e interação entre tempo e tratamento. Neste período, observamos praticamente uma manutenção nos valores da glicemia em todos os grupos ao longo do tempo.

Os dados obtidos para a variável concentração de sérica de insulina estão dispostos no gráfico 9, onde estão representados todos os dados obtidos no período experimental através das médias obtidas de cada grupo.

Gráfico 9 – Médias das concentrações séricas de insulina dos grupos durante todo o período experimental - Itu - São Paulo - 2014

Na tabela 7, estão retratados os resultados obtidos para a insulina durante o teste de esforço. Nesta variável não houve diferença estatística para a velocidade, nem para as diferentes doses de maltodextrina e nem para a interação entre dose e a velocidade.

Tabela 7 - Média e desvio padrão da concentração de insulina sérica (µU/ml) função da velocidade durante o teste de esforço progressivo - Itu - São Paulo - 2014

VELOC	TRATAMENTO				Média	DP
	0	50	100	200		
0	0,73	1,30	1,84	2,66	1,63	1,50
150	1,07	1,81	1,48	2,38	1,69	1,65
200	1,63	1,24	1,30	1,51	1,42	1,07
250	0,93	1,00	1,12	1,18	1,06	0,84
500	0,52	0,50	0,77	1,31	1,12	0,50
600	1,34	1,00	0,88	1,70	0,48	0,06
Média	1,10	1,24	1,32	1,81	1,37	1,20
Veloc: 0,3017 Trat: 0,3791 Veloc*Trat: 0,7282						

No estudo da insulina, não obtivemos diferença estatisticamente significativa para a influência de tempo, tratamento ou interação de ambos durante o exercício. O comportamento da insulina durante este período foi bastante heterogêneo entre os grupos estudados, demonstrando que há uma grande variação individual entre os animais com relação à produção de insulina durante o exercício físico (Gráfico 9).

Apesar disso, pudemos observar que os grupos de animais que receberam a maltodextrina apresentaram valores de insulina mais elevados e foi possível notar que em

todos os grupos estudados houve uma queda nos valores a partir da velocidade 300 m/min (Gráfico 9). Esta diminuição nos níveis de insulina pode levar a mobilização de glicose dos estoques hepáticos, uso de gordura como energia e gliconeogênese (GARRET; KIRKENDALL, 2000), indicando a necessidade do organismo de manter a concentração ideal de glicose sanguínea (MCARDLE et al., 2003)

Durante um exercício com duração de 30 minutos, as concentrações de insulina tendem a baixar, embora a glicemia possa manter-se relativamente constante (WILLMORE; COSTILL, 2001). Este efeito ocorre provavelmente em decorrência do aumento das catecolaminas circulantes frente ao exercício e o aumento gradual das concentrações plasmáticas de glucagon, que irá estimular a glicogenólise hepática, e, ainda, somam-se à ação do cortisol para produzir um efeito hiperglicemiante (COELHO et al., 2011). Assim, aumenta-se a disponibilidade de glicose para as células, mantendo concentrações de glicose plasmática adequadas para as demandas metabólicas aumentadas durante o exercício (SAPATA et al., 2006).

A prática de consumir maltodextrina antes e durante o exercício físico aumenta os níveis de insulina que podem ser mantidos durante todo o período do exercício (GARRET; KIRKENDALL, 2000). Porém o presente estudo não encontrou diferença significativa para esta variável, corroborando com outros relatos na literatura (ANGUS et al., 2001; MAMUS; SANTOS, 2006; RAMALHO et al., 2012).

Alguns autores relatam a importância de manterem-se níveis elevados de insulina durante o exercício, devido ao fato da insulina aumentar a captação de glicose sanguínea para o músculo e, principalmente no período pós-competição, essa captação de glicose pelo músculo fica mais sensível à insulina, o que facilita a resíntese dos estoques de glicogênio muscular (MAMUS; SANTOS, 2006).

Os resultados obtidos para a insulina durante a fase de recuperação estão dispostos na tabela 8. Nesta variável, observou-se diferença estatisticamente significativa para o efeito do tempo pós-exercício ($p=0,0390$), sendo que esta também se comporta de forma linear e descrita pela função: $INS=1,005825+0,2939TEMPO$. Porém, não houve diferença estatística para as diferentes doses de maltodextrina e nem para a interação entre dose e o tempo durante esta fase.

Tabela 8 – Média e desvio padrão da concentração de insulina sérica ($\mu\text{U/ml}$) em função do tempo no período de recuperação - Itu – São Paulo - 2014

TEMPO	TRATAMENTO				Média	CV
	0	50	100	200		
0	1,13	0,88	0,88	1,32	0,98	0,65
5	2,84	2,09	2,83	2,14	2,48	1,64
Média	1,98	1,48	1,71	1,73	1,79	1,44
Tempo: 0,0390		Trat: 0,8670		Tempo*Trat: 0,6898		

Na fase de recuperação do presente estudo, obteve-se uma influência estatisticamente significativa do tempo sobre a insulina (Tabela 8), sendo que os valores sofrem uma elevação ao término do exercício, que foi observada após cinco minutos do término do exercício, o que confirma o descrito por Mamus e Santos (2006). Não houve influência estatística para o tratamento ou interação de tempo e tratamento.

Dugat et al. (2011) citaram valores de referência de insulina para equinos no repouso de $4,9 \mu\text{U/ml}$ e $45 \mu\text{U/ml}$. Nadeual et al. (2006) registraram valores de insulina de $2,7-8,2 \mu\text{U/ml}$ para equinos da raça Morgan e de $2,3-12,0 \mu\text{U/ml}$ para equinos da raça Puro Sangue Inglês. Já McGowan (2008) citou que valores inferiores a $62 \mu\text{U/ml}$ são considerados normais quanto à insulinemia. Por fim, Ralston (2002) citou valores de referência para insulina entre $<5 \mu\text{U/ml}$ a $20 \mu\text{U/ml}$.

A literatura descreve um intervalo bem variado de valores para a insulinemia em equinos, um dos motivos para tal fato pode ser os diferentes métodos laboratoriais utilizados para determinação destes valores. Portanto, a interpretação numérica da insulina deve ser feita com cautela.

Os dados obtidos para a variável concentração sérica de cortisol estão dispostos no gráfico 10, onde estão representados todos os dados obtidos no período experimental através das médias obtidas de cada grupo.

Gráfico 20 – Médias das concentrações séricas de cortisol dos grupos durante todo o período experimental - Itu - São Paulo - 2014

Para analisar os dados desta variável durante o teste de esforço, os resultados estão dispostos na tabela 9. Houve diferença estatisticamente significativa quanto ao incremento da velocidade e da intensidade do exercício ($p=0,0002$). Assim, o estudo de regressão revelou um comportamento linear dos dados, descrito pela função: $CORT=34,48375+0,08089VELOC$ (Gráfico 11).

Ainda, houve diferença estatisticamente significativa para as diferentes doses de maltodextrina administradas ($p<0,0001$). O estudo de regressão revelou um comportamento quadrático dos dados, representados pelo seguinte função: $CORT=21,90488+0,9963TRAT-0,00392TRAT^2$ (Gráfico 11). Finalmente, não se obteve diferença estatística para a interação entre dose e velocidade durante o teste de esforço.

Tabela 9 – Média e desvio padrão da concentração de cortisol sérico (mg/dl) função da velocidade durante o teste de esforço progressivo - Itu – São Paulo - 2014

VELOC	TRATAMENTO				Média	DP
	0	50	100	200		
0	0,41	1,28	3,02	1,32	1,51	1,44
150	0,46	1,56	3,02	1,38	1,60	1,41
200	0,54	2,18	2,02	1,71	1,61	0,96
250	0,65	2,12	3,10	1,97	1,96	1,24
300	0,75	2,85	2,41	2,94	2,24	1,57
400	0,88	2,25	3,40	1,61	2,04	1,23
500	1,20	2,37	3,86	5,54	3,24	2,63
600	1,54	3,68	3,33	3,79	3,21	1,34
Média	0,82	2,31	3,02	2,55	2,08	1,58

Veloc: 0,0046

Trat: 0,0004

Veloc*Trata: 0,3340

Gráfico 11 – Concentração de cortisol sérico: valores estimados e valores observados em função da velocidade durante o teste de esforço progressivo - Itu – São Paulo - 2014

Gráfico 12 - Concentração de cortisol sérico: valores estimados e valores observados em função a dose de maltodextrina administrada - Itu - São Paulo - 2014

Como o presente estudo envolveu avaliação hormonal e, conhecendo o ritmo circadiano da liberação do cortisol, o período do dia escolhido para realização dos testes de esforço foi o da manhã, pois coincide com o pico de liberação de cortisol, como descrito por Islas et al. (2007). Assim, com este procedimento, foi possível evitar grandes oscilações dos valores estudados, viabilizando uma interpretação mais fidedigna da influência do exercício físico imposto aos animais sobre as concentrações séricas deste hormônio.

Como já citado anteriormente, em consequência a atividade física, o cortisol é liberado com a função de prover biodisponibilidade dos precursores energéticos necessários para manter os esforços musculares através de diversas vias de ação, dentre as quais degradação de proteínas teciduais para liberação de aminoácidos utilizados na gliconeogênese hepática, mobilização de ácidos graxos livres do tecido adiposo e redução da taxa de utilização celular da glicose (COELHO et al., 2011).

Durante o repouso, Marc et al. (2000) citaram intervalo de valores cortisol sérico de 1,47 e 6,73 mg/dl e Williams et al. (2002) descreveram valores entre 4,5 e 6,73 mg/dl. Em trabalhos mais recentes de Dugat et al. (2010) citam valores oscilando entre 2,9 e 6,6 mg/dl, Coelho et al. (2011) encontraram valores entre 6,89 e 12,45 mg/dl e, finalmente, Ramalho et al. (2012) descrevem valores de 6,86 a 10,89 mg/dl. Novamente, existem diversos métodos laboratoriais para determinação do cortisol circulante e a maioria dos estudos utiliza o radioimunoensaio para esta dosagem hormonal sanguínea. Desta forma, a comparação dos

valores brutos encontrados no presente estudo com os descrito na literatura ficaria um pouco inadequada, sendo mais adequada a comparação do comportamento da liberação do cortisol durante a atividade física.

A liberação de cortisol permite que o indivíduo tolere e se adapte aos desafios a homeostase gerado pelo exercício físico. O nível de cortisol sérico aumenta nos equinos durante uma variedade de atividades físicas (HYPPA, 2001). Durante o período de esforço físico obtivemos influência significativa da velocidade do exercício, que pode ser representada em uma regressão linear, demonstrando que com o aumento da velocidade houve um aumento dos valores de cortisol séricos.

O aumento do cortisol frente ao exercício físico é esperado, pois este desencadeia uma cascata de eventos fisiológicos visando à produção eficiente de energia para a manutenção dos esforços musculares (MIRCEAN et al., 2007). Este aumento em resposta a atividade física também foi encontrado neste estudo, onde observamos um aumento significativo entre os valores mensurados logo antes do início do exercício (M0 – 0 m/min) e os mensurados no momento de interrupção do teste de esforço (M7 – 600 m/min). Este achado corrobora com os encontrados por Ferraz et al. (2010); Ferlazzo et al. (2012) e Ramalho et al. (2012); , todos trabalhando com equinos submetidos a exercícios de alta intensidade e curta duração.

Ferraz et al. (2010) estudaram a influência do treinamento aeróbico sobre o cortisol e glicose plasmáticos em equinos. Os animais foram submetidos a um teste de esforço de alta intensidade e curta duração com desaquecimento ativo antes do protocolo de treinamento aeróbico de noventa dias. Após este período, os animais foram submetidos ao mesmo teste de esforço. Os autores constataram que há um aumento significativo nos valores do cortisol durante o exercício conforme o aumento da intensidade deste.

Em outro estudo, Ramalho et al. (2012) analisaram a variação de cortisol, insulina, triglicérides e glicose de equinos da raça Mangalarga Marchador antes e após a prova de laço em dupla. Os autores afirmam que a prova de laço pode ser considerada um exercício de alta intensidade e curta duração e concluíram que o exercício causou um aumento significativo dos valores de cortisol e triglicérides séricos, porém, não constaram nenhuma influência sobre os valores de glicose plasmática e insulina sérica.

A maioria dos estudos relata que o exercício agudo provoca aumento no cortisol tanto em humanos como em equinos, sendo que esta elevação está relacionada com a intensidade e duração do exercício físico (FERRAZ et al., 2010). Nos exercícios curtos (4 minutos), mas realizados em altas intensidades, a resposta do córtex da adrenal é menor quando comparada àquelas observadas com intensidades moderada, porém ocorridas em exercícios de duração

maior (12 minutos) (NAGATA et al., 1999). Desta forma, estes autores concluíram que a elevação do cortisol está mais relacionada à duração do que à intensidade do exercício.

O treinamento físico tende a reduzir a magnitude de elevação do cortisol após o exercício físico, o que permite que a mensuração deste hormônio possa ser utilizada como ferramenta na avaliação do treinamento imposto (FERRAZ et al., 2010).

Também foi detectada influência do tratamento de maltodextrina aos quais os grupos foram submetidos, sendo que o comportamento dos dados foi representado em uma regressão quadrática, onde o grupo que não recebeu maltodextrina apresentou os menores valores de cortisol. Acreditamos que esta curva de valores de cortisol tende a manter um platô nas doses mais elevadas de maltodextrina e não volte a cair, como pode sugerir o gráfico 12.

Esperava-se que, com a ingestão da maltodextrina, o aumento do cortisol pudesse ser atenuado, quando comparado ao grupo que não recebeu o carboidrato como descrito pelos autores Grenn et al. (2003) e Utter et al. (2004), pois haveria uma disponibilidade maior de substrato energético para manutenção da atividade física, não sendo necessárias grandes intervenções do cortisol para manter esse fornecimento.

No entanto, encontramos valores de cortisol sérico elevados em todos os grupos que receberam a maltodextrina quando comparados ao grupo que não recebeu este carboidrato antes do teste de esforço, diferindo dos achados relatados pelos autores Manus e Santos (2006) que, ao estudarem atletas humanos, obtiveram valores mais baixos de cortisol sérico no grupo suplementado com maltodextrina do que o grupo placebo e grupo suplementado com glicose.

Finalmente, os resultados obtidos para o cortisol durante a fase de recuperação estão retratados na tabela 10. Nesta variável não houve diferença estatística para o tempo de recuperação, nem para as diferentes doses de maltodextrina e nem para a interação entre dose e o tempo durante a fase de recuperação.

Tabela 10 – Média e desvio padrão da concentração de cortisol sérico (mg/dl) em função do tempo no período de recuperação - Itu – São Paulo - 2014

TEMPO	TRATAMENTO				Média	DP
	0	50	100	200		
0	1,35	3,67	3,33	2,88	2,77	1,42
5	2,12	2,66	3,66	3,46	2,98	1,40
30	2,02	2,63	2,32	2,44	2,35	1,00
Média	1,83	2,98	3,16	2,93	2,71	1,29
Tempo: 0,4649		Trat: 0,1108		Tempo*Trat: 0,6950		

Na fase de recuperação, não houve influência estatisticamente significante nem do tempo de recuperação, nem do tratamento ao quais os animais foram submetidos ou da interação do tempo e tratamento.

Gordon et al. (2007) e Isla et al. (2007) descrevem que os maiores valores de cortisol sérico são registrados entre cinco e 30 minutos após o término da atividade física, justificando tal fato como resposta aguda frente ao estresse fisiológico causado pelo exercício. O presente estudo encontrou comportamento parecido ao descrito sendo que os maiores valores de cortisol foram registrados com 5 minutos após a interrupção do exercício, com exceção dos grupos tratados com 50 e 200 gramas de maltodextrina, onde houve uma queda. Com trinta minutos após o término do exercício, os níveis de cortisol encontravam-se próximos aos valores inicialmente mensurados no repouso. Esta resposta pós-exercício também foi constatada por Coelho et al. (2011) e Ferlazzo et al. (2012).

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo nos permitem concluir que a administração de maltodextrina não alterou o desempenho físico dos animais no teste de esforço, visto que não foi observada diferença estatística nas variáveis frequência cardíaca e lactato sanguíneo entre os grupos tratados, sendo que estas variáveis são usualmente associadas com o desempenho.

A administração de maltodextrina não causou um pico de glicose plasmática, hipoglicemia rebote nem pico de insulina durante o exercício, fatores que diminuiriam a disponibilidade energética durante a atividade física e poderiam prejudicar o desempenho físico dos animais no teste de esforço.

No entanto, a administração deste carboidrato aparentemente não se mostrou eficiente para aumentar a disponibilidade de substrato energético para a realização da atividade física ou para preservar as reservas energéticas do organismo, visto que ocasionou uma elevação nos níveis de cortisol séricos. Porém a realização de outras análises, como biópsias musculares, poderia complementar a avaliação desta disponibilidade energética muscular proporcionada pela suplementação com a maltodextrina.

REFERÊNCIAS

- ANDREWS, J. L.; SEDLOCK, D. A.; FLYNN, M. G.; NAVALTA, J. W. Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runners. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, p. 584- 590, 2003.
- ANGUS, D. J.; FEBBRAIO, M. A.; LASINI, D.; HARGREAVES, M. Effect of carbohydrate ingestion on glucose kinetics during exercise in the heat. **Journal of Applied Physiology**, v. 90, p. 601-605, 2001.
- CARTER, J.; JEUKENDRUP, A. E.; JONES, D. A. The effect of sweetness on the efficacy of carbohydrate supplementation during exercise in the heat. **Canadian Journal Applied Physiology**, v. 30, n. 4, p. 379-391, 2005.
- CAYADO, P.; MUÑOZ-ESCASSI, B.; DOMÍNGUEZ, C; MANDLEY, W.; OLABARRI, B.; CASTEJON, F.; MARAÑÓN, G.; VARA, E. Hormone response to training and competition in athletic horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 36, p. 274-278, 2006. Supplement.
- CECI, R.; HASSMÉN, P. Self-monitored exercise at three different RPE intensities in treadmill vs. field running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 23, n. 6, p. 732-738, 1991.
- COELHO, C. S.; GAMA, J. A. N.; LOPES, P. F. R.; SOUZA, V. R. C. Glicemia e concentrações séricas de insulina, triglycerides e cortisol em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 9, p. 756-760, 2011.
- COGGAN, A. R.; SWANSON, S. C. Nutritional manipulations before and during endurance exercise: effects on performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 9, p. S331-S335, 1992.
- COLBERG, S. R. Atividade física e diabetes. 1a edição. São Paulo: Manole, 2003.
- DAHL, S.; COTREL, C.; LELEU, C. Optimal active recovery intensity in standardbreds after submaximal work **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n. 36, p. 102-105, 2006. Supplement.
- DALLMANN, M. F.; STRACK, A. M.; AKANA, S. F.; BRADBURY, M. J.; HANSON, E. S.; SCRIBNER, K. A.; SMITH, M. Feast and famine: critical role of glucocorticoids with insulin in daily energy flow. **Frontiers in Neuroendocrinology**, v. 14, p. 303-47, 1993.

DE GRAAF-ROELFSEMA, E.; KEIZER, H. A.; VAN BREDA, E.; WIJBERG, I. D.; VAN DER KOLK, J. H. Hormonal responses to acute exercise, training and overtraining. A review with emphasis on the horse. **The Veterinary quarterly**, v. 29, n. 3, p. 82–101, 2007.

DUGAT, S. L.; TAYLOR, T. S.; MATHEWS, N.; GOLD, J. R. Values for triglycerides, insulin, cortisol and ACTH in a herd of normal donkeys. **Journal Equine Veterinary Science**, v. 30, n. 3, p. 141-144, 2011.

EATON, M. D. Energetics and performance In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia, W.B.: Saunders Company, 1994. p. 49-61.

EVANS, D. L. **Training and fitness in athletic horses**. Sydney: Rural Industries Research & Development Corporation, p. 64, 2000.

EVANS, D. L. Exercise testing in the field. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **Equine sports medicine and surgery**. London: Saunders, 2004. p. 19-31.

EVANS, D. L. Physiology of equine performance and associated test of function. Review article. **Equine Veterinary Journal**, v. 39, n. 4, p. 373-83, 2007.

FAGUNDES, A. S.; ALMEIDA, F. Q.; DE GODOI, F. N.; MIGON, E. X. F.; DOS SANTOS, T. M.; LARANJEIRA, P. V. E. H. Creatine and maltodextrine dietetic supplementation in eventing horses at training. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1933-1940, 2011.

FEBBRAIO, M. A.; STEWART, K. L. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. **Journal of Applied Physiology**, n. 81, p. 1115-20, 1996.

FEBBRAIO, M. A.; CHIU, A.; ANGUS, D. J.; ARKINSTALL, M. J.; HAWLEY, J. A. Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, p. 2220-6, 2000.

FERLAZZO, A.; MEDICA, P.; CRAVANA, C.; FAZIO, E. Circulating β -Endorphin, Adrenocorticotropin, and Cortisol Concentrations of Horses Before and After Competitive Show Jumping with Different Fence Heights. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 32, n. 11, p. 740-746, 2012.

FERRAZ, G.; TEIXEIRA NETO, A. R.; PEREIRA, M. C.; LINARD, R. L.; LACERDA NETO, J. C.; QUEIROZ NETO, A. Influência do treinamento aeróbico sobre o cortisol e glicose plasmáticos em equinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v. 62, n. 1, p. 23–29, 2010.

FERREIRA, A. M. D.; RIBEIRO, B. G.; SOARES, E. A. Consumo de carboidratos e lipídios no desempenho em exercícios de ultrarresistência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 7, p. 67-74, 2001.

GARRET, W. E.; KIRKENDALL, D. T. **Exercise and sport science**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

GILL, J.; JABLONSKA, E. M.; ZIOLKOWSKA, S. M. Influence of differential training on some haematological and metabolic indices in sport horse before and after exercise trials. **Journal of Veterinary Medical Education**, Washington, v. 34, p. 609-616, 1987.

GLEESON, M.; MAUGHAN, R. J.; GREENHAFF, P. L. Comparison of the effects of pre-exercise feeding of glucose, glycerol and placebo on endurance and fuel homeostasis in man. **European Journal of Applied Physiology Occupational Physiology**, v. 55, p. 645-53, 1986.

GOTTLIEB-VEDI, M.; LINDHOLM, A. Comparison of standardbred trotters exercising on a treadmill and race track with identical draught resistances. **Veterinary Record**, v. 140, p. 525-528, 1997.

GRENN, K. J.; CROAKER, S. J.; ROWBOTTOM, D. G. Carbohydrate supplementation and exercise induced changes in T-lymphocyte function. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, p. 1216-1223, 2003.

GUEZENNEC, C. Oxidation rates, complex carbohydrates and exercise. **Sports Medicine**, v. 19 p. 365-372 1995.

GUIMARÃES, J. L.; ADELL, E. A. A. **Estrutura e bioquímica do músculo**. Campinas: Unicamp, 1995. p. 34Apostila do Laboratório de Carnes.

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, p. 532-40, 2007.

GRAMKOW, H. L.; EVANS, D. L. Correlation of race earnings with velocity at maximal heart rate during a field exercise test in thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal**, v. 38 , n. 36, p. 118-122, 2006. Supplement.

HARGREAVES, M.; COSTILL, D. L.; KATZ, A.; FINK, W. J. Effects of fructose ingestion on muscle glycogen usage during exercise. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 17, p. 360-3, 1985.

HARGREAVES, M.; COSTILL, D. L.; FINK, W. J.; KING, D. S.; FIELDING, R. A. Effects of pre-exercise carbohydrate feedings on endurance cycling performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 19, p. 33-36, 1987.

HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horse**: principles and practice of equine sports medicine. Philadelphia: Saunders, 1994. p. 497.

HOLMES, O. W. “A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará a seu tamanho original” [falta: local: quem publicou, data.? completar a referência](#)

HULTMAN, E. Physiological role of muscle glycogen in man, with special reference to exercise. **Circulation Research**, v. 20-21, p. 99-114, 1999. Supplement, 1.

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

ISLAS, A.; MERINO, V.; MORA, G.; QUEZADA, M.; KRAUSHAAR, R.; ALVAREZ, J.; ARAYA, H. Evaluación de estrés en equinos en entrenamiento para participar em prueba de resistencia. **Agro e Ciência**, v. 23, n. 2, p. 73-78, 2007.

JENKINS, D. J.; WOLEYER, T. M.; TAYLOR, R. H.; BARKER, H.; FIELDEN, H.; BALDWIN, J. M. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 34, p. 362-366, 1981.

KAHN, C. R. Insulin resistance, insulin insensitivity, and insulin unresponsiveness: a necessary distinction. **Metabolism Journal**, v. 27, p. 1893–1902, 1978.

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

KOWAL, R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO, B.; SUMMA, R. P.; CURY, L. J. descrever os demais autores Avaliação dos valores de lactato e da atividade sérica da enzima da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira ergométrica. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 13–19, 2006.

LACOMBE, V.; HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; LAUDERDALE, M. A. Exercise that induces substantial muscle glycogen depletion impairs subsequent anaerobic capacity. **Equine Veterinary Journal**, v. 31 n. 30, p. 293-297, 1999. Supplement.

LÉGER, L.; BOUCHER, R. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montréal track test. **Canadian Journal of Applied Sport and Science**, v. 5, n. 2, p. 77-84, 1980.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2000. p. 552–557.

LEITE, C. F.; HARTLEBEN, C. P.; MAGALHÃES, C. S.; ROMBALDI, A. J. Perfil lipídico e glicêmico de ratos treinados em exercício aeróbio ou anaeróbio e suplementados com maltodextrina. **Revista Brasileira de Ciência no Esporte**, v. 35, n. 1, p. 39-50, 2013.

MAMUS, R.; SANTOS, M. G. Efeitos bioquímicos da suplementação de carboidratadas após uma competição simulada de Short Duathlon Terrestre. **Revista Portuguesa de Ciência Desportiva**, v. 6, n. 1, p. 29–37, 2006.

MARTINS, C. B.; OROZCO, C. A. G.; D'ANGELIS, F. H. F.; FREITAS, E. V. V.; CHRISTOVÃO, F. G.; QUEIROZ NETO, A.; LACERDA NETO, J. C. descrever os demais autores Determinação de variáveis bioquímicas em equinos antes e após a participação em prova de enduro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 12, n. 1-3, p. 62–65, 2005.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício – energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MCGOWAN, C. The role of insulin in endocrinopathic laminitis. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 28, n. 10, p. 603-607, 2008.

MCKEEVER, K. H. The endocrine system and the challenge of exercise. **Veterinary Clinics of North America: equine practice**, v. 18, p. 321-353, 2002.

MIRCEAN, M.; GIURGIU, G.; MIRCEAN, V.; ZINVELIU, E. Serum cortisol variation of sport horses in relation with the level of training and effort intensity. **Bulletin USAMV-CN**, v. 64, n. 1-2, p. 488-492, 2007.

MIRIAN, M.; FERNANDES, W. Padronização de teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos que pratiquem hipismo clássico. **Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 4, p. 668–679, 2011.

MOORE, G. R. P.; CANTO, L. R.; AMANTE, E. R.; SOLDI, V. Cassava and corn starch in maltodextrin production. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p.34- 38, 2005.

MORGADO, E.; GALZERANO, L. Utilização de óleo em dietas para equinos. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 2, n. 10, p. 1-14 , 2006.

MYERS, J.; ASHLEY, E. Dangerous curves. A perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. **Ches**, v. 111, n. 3, p. 787-95, 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.

NAGATA, S.; TAKEDA, F.; KUROSAWA, M.; MIMA, K.; HIRAGA, A.; KAI, M.; TAYA, K. Plasma adrenocorticotropin, cortisol and catecholamines response to various exercises. **Equine Veterinary Journal**, v. 31, n. 30, p. 570-574, 1999 Supplement.

NIEMAN, D. C.; DAVIS, J. M.; HENSON, D. A.; WALBERG-RANKIN, J.; SHUTE, M.; DUMKE, C. L.; VINCI, D. M.; CARSON, J. A.; BROWN, A.; LEE, W. J.; McANULTY, S. R.; MCANULTY, L. S. Carbohydrate ingestion influences skeletal muscle cytokine mRNA and plasma cytokine levels after a 3-h run. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, p. 1917-1925, 2003

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. Metabolismo do Exercício. In: POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. São Paulo: Manole, 2000. p. 45-62.

RALSTON, S. L. Insulin and glucose regulation. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 18, n. 2, p. 295-304, 2002.

RAMALHO, L. O.; CAIADO, J. C. C.; SOUZA, V. R. C.; COELHO, C. S. Glicemia e concentrações séricas de insulina, triglicérides e cortisol em equinos da raça Quarto de Milha e mestiços usados em provas de laço em dupla. **Brazilian Journal of Veterinary Research**, v. 49, n. 4, p. 318-324, 2012.

REECE, W. O. Sistema endócrino. In: REECE, W. O. **Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos**. São Paulo: Roca, 2008. p. 432-446.

RIBEIRO, B. G.; PIERUCCI, A. P. T.; SOARES, E. A.; CARMO, M. G. T. A influência dos carboidratos no desempenho físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 4, p. 197-202, 1998.

RIVEIRO, J. L. L.; SERRANO, A. Composición fibrilar del músculo gluteus medius em equinos com distinto historial em carreras de resistência. **Arquivos Médicos Veterinários**, v. 30, n. 1, p. 115-123, 1998.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. Practical considerations in equine sports medicine – clinical exercise testing. In: ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. **The athletic horse**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1994. Sec. 2, cap. 12, p. 245-258.

ROSE, B. D.; POST, T. W. Regulation of water and electrolyte balance - regulation of acid-base balance. In: ROSE, B. D.; POST, T. W. **Clinical physiology of acid-base and electrolyte disorders**. 5. ed. New York. McGraw-Hill, 2001. Sec. 2, cap. 11, p. 239-402.

RUFFO, A. M. **Efeitos da Suplementação de diferentes concentrações de maltodextrina em ratos submetidos a exercício contínuo e prolongado.** Curitiba: [s.n.], 2004.

SACKHEIM, G. I.; LEHMAN, D. D. **Química e bioquímica para ciências biomédicas.** 8. ed. São Paulo: Manole, 2001.

SAPATA, K.; PAULA, A.; FAYH, T.; OLIVEIRA, R. Efeitos do consumo prévio de carboidratos sobre a resposta glicêmica e desempenho. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 4, 189-194, 2006.

SILVA, L. Q. P. **Fisiologia do exercício no cavalo atleta.** 2005. 50 f. Monografia. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2005.

SIU, P. M.; WONG, S. H. Use of the glycemic index: effects on feeding patterns and exercise performance. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**, v. 23, p. 1-6, 2004.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos Cavalos.** São Paulo: Varela, 2005. p. 81–94.

UTTER, A. C.; KANG, J.; ROBERTSON, R. J.; NIEMAN, D. C. Effect of carbohydrate ingestion on ratings of perceived exertion during a marathon. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 11, p. 1779-1784, 2004.

VOLEK, J. S. Influence of nutrition on responses to resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 689–696, 2004.

WASSERMAN, K.; HANSEY, J. E.; SUE, D. Y.; CASABURI, R.; WHIPP, B. J. Fisiologia do Exercício. In: WASSERMAN, K.; HANSEY, J. E.; SUE, D. Y.; CASABURI, R.; WHIPP, B. J. **Prova de esforço: princípios e interpretação.** Rio de Janeiro: Revinter, 2005. p. 10-61.

WILLIAMS, R. J.; MARLIN, D. J.; SMITH, N.; HARRIS, R. C.; HARESIGN, W.; DAVIES MOREL, M. C. Effects of cool and hot humid environmental conditions on neuroendocrine responses of horses to treadmill exercise. **Veterinary Journal**, v. 164, n. 1, p. 54-63, 2002.

WILLIAMS, C.; DEVLIN, J. T. **Foods, nutrition and sports performance.** London: E & FN SPON, 1992.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício.** São Paulo: Manole, 2001.

WOLINSKY, I.; HICKSON, J. R. **Nutrição no exercício e no esporte.** 2. ed. São Paulo: Roca, 2002.