

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

ADMINISTRAÇÃO DE MALTODEXTRINA EM CAVALOS SUBMETIDOS
A TESTE DE EXERCÍCIO PROGRESSIVO E A EXERCÍCIOS
SEQUENCIAIS DE ALTA INTENSIDADE E CURTA DURAÇÃO EM
ESTEIRA

THIAGO YUKIO NITTA

BOTUCATU - SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

ADMINISTRAÇÃO DE MALTODEXTRINA EM CAVALOS SUBMETIDOS
A TESTE DE EXERCÍCIO PROGRESSIVO E A EXERCÍCIOS
SEQUENCIAIS DE ALTA INTENSIDADE E CURTA DURAÇÃO EM
ESTEIRA

THIAGO YUKIO NITTA

Dissertação de mestrado apresentada junto ao programa de pós
graduação em Biotecnologia Animal para obtenção do título de
Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Jun Watanabe

Co Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Leticia Andreza Yonezawa

BOTUCATU - SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Nitta, Thiago Yukio.

Administração de maltodextrina em cavalos submetidos a teste de exercício progressivo e a exercícios sequenciais de alta intensidade e curta duração em esteira / Thiago Yukio Nitta. - Botucatu, 2015

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Marcos Jun Watanabe

Coorientador: Letícia Andreza Yonezawa

Capes: 50501070

1. Cavalo. 2. Exercícios físicos. 3. Teste de esforço. 4. Esteira rolante. 5. Carboidratos na nutrição animal - Efeito fisiológico.

Palavras-chave: Carboidrato; Desempenho; Suplementação; Teste físico de exercício.

Nome do Autor: Thiago Yukio Nitta

Título: Administração de maltodextrina em cavalos submetidos a teste de exercício progressivo e a exercícios sequenciais de alta intensidade e curta duração em esteira.

Comissão examinadora

Prof. Dr. Marcos Jun Watanabe

Presidente e Orientador

Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária

FMVZ – UNESP – Botucatu/SP

Prof. Dr. Carlos Alberto Hussni

Membro

Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária

FMVZ – UNESP – Botucatu/SP

Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso

Membro

Departamento de Nutrição e Produção Animal

FMVZ – USP – Pirassununga/SP

Data da defesa: 17 de Julho de 2015.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Wilson e Nair pelo incentivo e apoio em todos os momentos de minha jornada. Aos meus familiares que sempre me apoiaram. Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado nos momentos de dificuldade e felicidade. Aos professores que contribuíram para minha formação e aos animais que possibilitaram experiência inigualável.

Agradecimentos

Ao professor Marcos Jun Watanabe pela disponibilidade de orientação, ensinamentos, amizade e todo apoio que precisei durante esta jornada.

Aos professores Carlos Alberto Hussni, Ana Liz Garcia Alves, Celso Antônio Rodrigues pela disponibilidade e ensinamentos.

À professora Letícia Andreza Yonezawa da UDESC-SC por toda orientação e auxílio para o desenvolvimento da pesquisa.

À aluna de graduação Tatiana Yumi Mizucina Akutagawa por todo apoio, companheirismo, auxílio na prática experimental, manejo com animais e por contribuir pelo desenvolvimento do projeto desde o início.

Aos amigos de pós-graduação Marina Gonzales de Carvalho, Vitor Hugo dos Santos, Juliana de Moura Alonso e Nayara Maria Gil Mazzante pelo auxílio na prática experimental e companheirismo.

Ao Prof. Dr. Guilherme de Camargo Ferraz e sua orientada Henriette Gellert Moranza, pelo apoio e disponibilização do Laboratório de Farmacologia e Fisiologia do Exercício para realização das dosagens de glicose e lactato.

Ao Prof. Dr. Simone Biagio Chiacchio, Profa. Dra. Maria Lúcia Gomes Lourenço e doutoranda Gabriela Nascimento Dantas por viabilizarem as análises hemogasométricas.

À médica veterinária Karoline Alves Rodrigues, analista de desenvolvimento de produtos da empresa Vetnil Indústria e Comércio de Produtos Veterinários, por disponibilizar a maltodextrina utilizada em nossa pesquisa.

Aos alunos de graduação Thamiris Kristine Gonzaga da Rocha, Gabriella Cunha Salewski e Pedro Henrique Leonel Ferreira pelo auxílio da prática experimental e manejo com os animais.

Ao Haras Villa dos Pinheiros por disponibilizar os cavalos utilizados no experimento.

Ao Serviço de Cirurgia de Grandes Animais, ao Hospital Veterinário da FMVZ - UNESP e à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ - UNESP - Botucatu por todo apoio durante o desenvolvimento da pesquisa.

À CAPES pela bolsa de estudos concedida durante o mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pelo apoio financeiro concedido na forma de Auxílio Regular à Pesquisa - Processo nº 2014/15492-9.

Aos meus familiares que sempre me incentivaram.

Aos meus amigos que muito contribuíram em momentos difíceis.

E a todos que contribuíram para o cumprimento desta etapa da minha carreira.

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------|--|----|
| Tabela 1. | Valores do hemograma, plaquetas e leucograma dos 8 equinos utilizados no Estudo 1, realizados como parte dos exames complementares para constatação da higidez..... | 33 |
| Tabela 2. | Perfil bioquímico sérico realizado dos 8 equinos utilizados no Estudo 1, realizados como parte dos exames complementares para constatação da higidez..... | 34 |
| Tabela 3. | Distribuição dos 8 equinos no decorrer dos 4 ciclos de acordo com os respectivos tratamentos..... | 35 |
| Tabela 4. | Momentos de coletas de sangue e avaliações clínicas, dos 8 equinos durante o Estudo 1, antes e após a administração de maltodextrina (GM) ou carboximetilcelulose (GC)..... | 39 |
| Tabela 5. | Momentos avaliados durante o teste padrão de exercício progressivo (TPEP)..... | 47 |
| Tabela 6. | Momentos avaliados durante o teste de exercícios sequenciais (TES)..... | 48 |
| Tabela 7. | Média e erro-padrão das concentrações de glicose, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no estudo 1 nos momentos antes e após a administração de maltodextrina pela via oral, conforme tratamento (GM02, GM04, GM06 e GC) e correspondente análise estatística paramétrica..... | 55 |
| Tabela 8. | Valores de insulina, em μ UI/ml, dos 8 equinos utilizados no Estudo 1 nos momentos antes e após a administração de maltodextrina pela via oral, conforme tratamento (GM02, GM04, GM06 e GC) e correspondente análise estatística não paramétrica..... | 56 |
| Tabela 9. | Medianas das concentrações plasmáticas de lactato, em mmol/L, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 57 |
| Tabela 10. | Valores de lactato, em mmol/L, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 58 |
| Tabela 11. | Concentrações de glicose, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 58 |

| | | |
|------------|--|----|
| Tabela 12. | Concentrações de glicose, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística. | 59 |
| Tabela 13. | Valores de pH dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 60 |
| Tabela 14. | Valores de pH dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 60 |
| Tabela 15. | Médias das pressões parciais O ₂ (pO ₂), em mmHg, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 61 |
| Tabela 16. | Médias das pressões parciais O ₂ (pO ₂), em mmHg, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 61 |
| Tabela 17. | Pressões parciais CO ₂ (pCO ₂), em mmHg, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 62 |
| Tabela 18. | Pressões parciais CO ₂ (pCO ₂), em mmHg, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 62 |
| Tabela 19. | Concentrações totais de CO ₂ (TCO ₂), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e | |

| | | |
|------------|---|----|
| | correspondente análise estatística..... | 63 |
| Tabela 20. | Concentrações totais de CO ₂ (TCO ₂), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 63 |
| Tabela 21. | Valores de bicarbonato (HCO ₃), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 64 |
| Tabela 22. | Valores de bicarbonato (HCO ₃), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 64 |
| Tabela 23. | Valores de excesso de base (BE), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 65 |
| Tabela 24. | Valores de excesso de base (BE), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 65 |
| Tabela 25. | Saturação de hemoglobina por O ₂ (sO ₂), em %, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 66 |
| Tabela 26. | Comparação da saturação de hemoglobina por O ₂ (sO ₂), em %, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e | |

| | | |
|------------|--|----|
| | correspondente análise estatística..... | 66 |
| Tabela 27. | Valores de Volume Globular (VG), em %, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 67 |
| Tabela 28. | Valores de Volume Globular (VG), em %, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 67 |
| Tabela 29. | Valores de proteínas plasmáticas totais (PPT), em g/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 68 |
| Tabela 30. | Valores de proteínas plasmáticas totais (PPT), em g/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 68 |
| Tabela 31. | Dados de frequência cardíaca (FC), em bpm, obtidos por meio de monitor de frequência cardíaca, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 69 |
| Tabela 32. | Valores de frequência cardíaca (FC), em bpm, obtidos por meio de monitor de frequência cardíaca, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 70 |
| Tabela 33. | Valores de creatina quinase (CK), em UI/L, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 71 |
| Tabela 34. | Valores de creatina quinase (CK), em UI/L, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 71 |
| Tabela 35. | Valores de aspartato aminotransferase (AST), em UI, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | |

| | |
|---|----|
| estatística..... | 71 |
| Tabela 36. Valores de aspartato aminotransferase (AST), em UI, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 72 |
| Tabela 37. Valores de triglicerídeos séricos, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 72 |
| Tabela 38. Valores de triglicerídeos séricos, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 73 |
| Tabela 39. Valores de colesterol sérico, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 73 |
| Tabela 40. Valores de colesterol sérico, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise..... | 73 |
| Tabela 41. Valores de V_4 , em m/s, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística paramétrica..... | 74 |
| Tabela 42. Valores de V_{200} , em m/s, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 74 |
| Tabela 43. Valores de frequência cardíaca máxima, em bpm, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP) e teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 74 |
| Tabela 44. Valores da distância percorrida, em metros, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP) e teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística..... | 75 |

| | |
|---|----|
| Tabela 45. Valores da velocidade para 105% da frequência cardíaca máxima, em m/s, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística..... | 75 |
|---|----|

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Etapas do preparo da maltodextrina. (A) Materiais utilizados para o preparo da maltodextrina. (B) Pesagem da maltodextrina. (C) Pesagem da água para hidratação da maltodextrina. (D) (E) Homogeneização da maltodextrina com auxílio de espátula de silicone..... 36
- Figura 2. Demonstração da pesagem das bisnagas. (A) Materiais utilizados para a pesagem. (B) Colocação da maltodextrina hidratada nas bisnagas para posterior administração..... 37
- Figura 3. Bisnagas utilizadas para administração da maltodextrina hidratada (“mistura”) e carboximetilcelulose (grupo controle)..... 37
- Figura 4. Animal com cateter de longa duração durante o período experimental. (A) Animal com proteção visando evitar contaminação do cateter. (B) Cateter fixado com fio de Nylon, cola de secagem rápida e curativo local..... 38
- Figura 5. Sequência de imagens demonstrando etapas da coleta de sangue venoso. (A) Retirada da solução presente no circuito a fim de evitar possível diluição. (B) Coleta de sangue em tubo com ativador de coágulo. (C) Coleta de sangue em tubo com fluoreto de sódio e EDTA. (D) Preenchimento do circuito com solução de NaCl 0,9% a fim de evitar coagulação. (E) Amostras do tubo com fluoreto de sódio e EDTA acondicionadas em gelo triturado. (F) Amostras do tubo com ativador de coagulo após coleta..... 40
- Figura 6. Distribuição dos animais nos grupos, períodos e testes de exercício..... 43
- Figura 7. Animal equipado com transmissor, receptor de frequência cardíaca e cinto suspensor de segurança, preparado para entrar no troco de contenção e cateterização venosa para realização de coletas sanguíneas durante o exercício..... 44
- Figura 8. Etapas da cateterização de veia jugular e fixação de circuito de coletas de sangue. (A) Realização de botão anestésico. (B) Inserção do cateter no sentido do fluxo sanguíneo. (C) Fixação do circuito para coletas de sangue venoso com animal em movimento. (D) Animal preparado para realização de coletas sanguíneas..... 45
- Figura 9. Sequência da coleta de sangue por meio de circuito de coleta sanguíneas.. (A) Realização de descarte do conteúdo presente no circuito. (B) Coleta de sangue para análises posteriores. (C) Coleta de sangue para hemogasometria venosa. (D) Preenchimento com solução de 0,9% de NaCl para evitar coagulação no interior do

| | | |
|------------|--|----|
| | circuito..... | 46 |
| Figura 10. | Animal equipado com transmissor e monitor de frequência cardíaca..... | 49 |
| Figura 11. | Demonstração gráfica obtida através do programa computadorizado R, utilizado para obtenção do valor de V_4 | 49 |
| Figura 12. | Processamento de volume globular e concentração da proteína plasmática. (A) Homogeneização da amostra. (B) Preenchimento do microcapilar. (C) Fechamento do microcapilar. (D) Centrifuga de microhematócrito. (E) Leitura do microcapilar. (F) Refratômetro utilizado para leitura de concentração de proteínas plasmáticas..... | 50 |
| Figura 13. | Processamento de amostras para determinação de glicose e lactato plasmáticos, LAFPEQ – UNESP/Jaboticabal. (A) Equipamento YSI2300 em fase de calibração. (B) Homogeneização da amostra. (C) Processamento da amostra..... | 51 |
| Figura 14. | Processamento de amostras de hemogasometria. (A) Homogeneização da amostra. (B) Parte da amostra desprezada evitando possível contaminação com ar ambiente. (C) Preenchimento de cartucho. (D) Inserção no aparelho e realização de leitura..... | 52 |
| Figura 15. | Processamento de amostras de insulina, Laboratório Santé – Brasília. (A) Equipamento utilizado para processamento. (B) Amostras, momento prévio ao processamento..... | 52 |
| Figura 16. | Concentrações de glicose nos tratamentos: GM02, GM04, GM06 e GC, dos 8 equinos utilizados no estudo 1 nos momentos antes e após a administração de maltodextrina pela via oral..... | 56 |
| Figura 17. | Descrição da variação da frequência cardíaca durante o TPEP dos 8 animais utilizados no estudo 2, submetidos ao Grupo Controle (GC) e Grupo Maltodextrina (GM) com velocidades correspondentes..... | 69 |
| Figura 18. | Descrição da variação da frequência cardíaca durante o TES dos 8 animais utilizados no estudo 2, submetidos ao Grupo Controle (GC) e Grupo Maltodextrina (GM) com velocidades correspondentes..... | 70 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|------------------|---|
| ATP | Adenosina Trifosfato |
| AST | Aspartato Aminotransferase |
| BF | Basófilos |
| bpm | Batimentos por minuto |
| CEUA | Comitê de Ética no Uso de Animais |
| Cm | Centímetros |
| CK | Creatina quinase |
| Dp | Desvio Padrão |
| DMFA | Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal |
| EG | Equivalente de Glicose |
| EDTA | <i>Ethylenediamine Tetraacetic Acid</i> |
| EUA | Estados Unidos da América |
| FCAV | Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias |
| FMVZ | Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia |
| G | Gauge |
| g | Gramas |
| GC | Grupo Controle |
| GM | Grupo Maltodextrina |
| g/Kg | Gramas por quilograma de peso vivo |
| g/min | Gramas por minuto |
| h | Horas |
| HCM | Hemoglobina Corpuscular Médio |
| HCO ₃ | Bicarbonato |
| HDL | Lipoproteína de alta densidade |
| He | Hemácias |
| Hg | Hemoglobina |
| Ht | Hematócrito |
| Hz | Hertz |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| Kg | Quilograma |

| | |
|--------------------|--|
| LDL | Lipoproteína de baixa densidade |
| LHD | Lactato Desidrogenase |
| LT | Linfócitos Totais |
| M | Metros |
| Min | Minuto |
| Mm | Milímetros |
| mrm | Movimentos Respiratórios por Minuto |
| ml | Mililitros |
| m/s | Metros por segundo |
| ml/Kg | Mililitros por quilo |
| mg/dL | Miligrama por decilitro |
| mg/kg | Miligrama por quilo |
| Mmol/L | Milimol por litro |
| μ UI/mL | Microunidade internacional por mililitro |
| NaCl | Cloreto de sódio |
| PPT | Proteínas Plasmáticas Totais |
| PV | Peso vivo |
| PVC | Policloreto de Vinila |
| pH | Potencial Hidrogeniônico |
| pO ₂ | Pressão de Oxigênio |
| pCO ₂ | Pressão de Dióxido de Carbono |
| rpm | Rotações por minuto |
| s | Segundos |
| sO ₂ | Saturação de Oxigênio |
| TES | Teste de exercícios sequenciais |
| TPEP | Teste padrão de exercício progressivo |
| TCO ₂ | Dióxido de Carbono Total |
| UNESP | Universidade Estadual Paulista |
| VO ₂ | Consumo de Oxigênio |
| VO _{2max} | Máximo Consumo de Oxigênio |
| V ₄ | Velocidade em que a concentração de lactato é 4 mmol/L |
| V ₂₀₀ | Velocidade em que a frequência cardíaca é 200 bpm |
| VFC _{Max} | Velocidade em que atinge a FC _{Max} |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO..... | 18 |
| ABSTRACT..... | 20 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 22 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 23 |
| 3. OBJETIVOS..... | 32 |
| 3.1. Objetivo Geral..... | 32 |
| 3.2. Objetivos específicos..... | 32 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 33 |
| 4.1. Estudo 1 | 33 |
| 4.1.1. Animais..... | 33 |
| 4.1.2. Delineamento Experimental..... | 35 |
| 4.1.3. Preparo e administração da Maltodextrina..... | 36 |
| 4.1.4. Preparo dos Animais | 37 |
| 4.1.5. Monitoramento Clínico e Laboratorial | 38 |
| 4.1.6. Processamento das Amostras | 40 |
| 4.1.7. Análise Estatística | 41 |
| 4.2. Estudo 2 | 42 |
| 4.2.1. Animais | 42 |
| 4.2.2. Delineamento Experimental..... | 42 |
| 4.2.3. Preparo e Instrumentação do cavalos para os Testes Físicos de Exercício | 43 |
| 4.2.4. Teste Padrão de Exercício Progressivo (TPEP) | 46 |
| 4.2.5. Teste com sessões sequenciais de exercício alta intensidade e rápida aceleração, denominado de Teste de Exercícios Sequenciais (TES)..... | 47 |
| 4.2.6. Processamento das amostras..... | 48 |
| 4.2.7. Parâmetros Fisiológicos e Metabólicos | 48 |
| 4.2.8. Análise Estatística..... | 53 |
| 5. RESULTADOS | 54 |
| 5.1. Estudo 1..... | 54 |
| 5.1.1. Avaliação Clínica | 54 |
| 5.1.2. Glicemia | 54 |
| 5.1.3. Insulina..... | 56 |

| | |
|---|----|
| 5.2. Estudo 2..... | 57 |
| 5.2.1. Concentração plasmática de lactato..... | 57 |
| 5.2.2. Concentração plasmática de glicose..... | 58 |
| 5.2.3. Hemogasometria venosa..... | 60 |
| 5.2.4. Volume globular e concentração da proteína plasmática..... | 67 |
| 5.2.5. Frequência Cardíaca..... | 69 |
| 5.2.6. Atividade sérica da creatinaquinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST)..... | 71 |
| 5.2.7. Perfil Lipídico..... | 72 |
| 5.2.8. Velocidade na qual a concentração plasmática de lactato é de 4mmol/L (V4)..... | 74 |
| 5.2.9. Velocidade na qual a frequência cardíaca é de 200bpm (V200)..... | 74 |
| 5.2.10. Frequência cardíaca máxima..... | 74 |
| 5.2.11. Distância percorrida..... | 75 |
| 5.2.12. Velocidade para 105% da FC _{Max} | 75 |
| 6. DISCUSSÃO..... | 76 |
| 6.1. Estudo 1..... | 76 |
| 6.1.1. Avaliação Clínica..... | 76 |
| 6.1.2. Glicemia..... | 76 |
| 6.1.3. Insulina | 79 |
| 6.2. Estudo 2..... | 80 |
| 6.2.1. Concentração plasmática de lactato | 80 |
| 6.2.2. Concentração plasmática de glicose | 82 |
| 6.2.3. Hemogasometria venosa..... | 85 |
| 6.2.4. Volume globular e concentração da proteína plasmática total..... | 86 |
| 6.2.5. Frequência cardíaca..... | 87 |
| 6.2.6. Atividade sérica da creatinaquinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST)..... | 88 |
| 6.2.7. Perfil Lipídico | 88 |
| 6.2.8. Velocidade na qual a concentração plasmática de lactato é de 4mmol/L (V ₄) | 89 |
| 6.2.9. Velocidade na qual a frequência cardíaca é de 200bpm (v ₂₀₀) | 89 |
| 6.2.10. Frequência cardíaca máxima | 89 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 6.2.11. Distância percorrida..... | 90 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 91 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 92 |
| ANEXO..... | 99 |

NITTA, T.Y. **Administração de maltodextrina em cavalos submetidos a teste de exercício progressivo e a exercícios sequenciais de alta intensidade e curta duração em esteira.** Botucatu, 2015. 100p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – Unesp.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da administração de maltodextrina em dose única sobre as respostas fisiológicas e metabólicas de cavalos submetidos a testes padrão de exercício progressivo (TPEP) e a sessões sequenciais de exercício de alta intensidade e rápida aceleração (Teste de Exercícios Sequenciais – TES) em esteira ergométrica. Para tanto, o estudo foi dividido em 2 etapas: o Estudo 1 foi realizado visando determinar o efeito da maltodextrina administrada por via oral em dose única em resposta a três quantidades (0,2g/kg; 0,4g/kg; 0,6g/kg) sobre as curvas glicêmica e insulinêmica de equinos em repouso, com o objetivo de determinar a dose de maltodextrina que apresentasse maior persistência das concentrações sanguíneas de glicose associada com menor estímulo insulinêmico, e o Estudo 2 que avaliou o efeito da maltodextrina em resposta a dois tipos de exercícios: TPEP e TES. Foram utilizados oito equinos da raça puro sangue Árabe, machos castrados, com idade de 2 a 8 anos divididos aleatoriamente em dois grupos de quatro animais que passaram por dois tratamentos, suplementados com maltodextrina (GM, n=8) e controle (GC, n=8). Animais submetidos ao GM receberam 0,4g/kg de maltodextrina enquanto os submetidos ao GC receberam carboximetilcelulose pela via oral 30min antes dos exercícios. O TPEP foi realizado em esteira com inclinação de 6% e consistiu em fases sequenciais de velocidades progressivas de 1,8 m/s por um período de 5min, seguindo a 4,0 m/s por 3min, 6,0 m/s por 2min, e fases subsequentes a 7,0; 8,0; 9,0 e 10,0m/s por 1min em cada velocidade, ou até quando os cavalos não conseguiram manter o galope mesmo sendo estimulados. O TES seguiu o protocolo com um período de aquecimento ativo de velocidade de 1,7m/s por 1min (sem inclinação), trote a 3,5m/s por 5min (sem inclinação) e passo a 1,5m/s por 5min (6% de inclinação), ao término deste período, a velocidade da esteira foi aumentada rapidamente para velocidade correspondente a 105% da FC_{max} mantida por 50s. Após este período, denominado de *Sprint*, a velocidade foi imediatamente diminuída para 1,5m/s (6%) mantida por 15min. Todos os cavalos realizaram 3 sessões a 116% da FC_{max} , com períodos de 15min ao passo entre elas.

Após a terceira sessão os cavalos mantiveram a velocidade de 1,7m/s por 15min (sem inclinação da esteira). Resultados do Estudo 1 determinaram a dose de 0,4g/kg de maltodextrina administrado por via oral 30 minutos antes dos exercícios. No Estudo 2, durante o TPEP as concentrações de glicose plasmática foram maiores no GM, enquanto lactato sanguíneo, não variou entre os tratamentos. No TES, as concentrações de lactato e glicose foram maiores no GM. Valores hemogasométricos e hematológicos venosos, atividade sérica de creatina quinase e aspartato aminotransferase, triglicerídeos e colesterol, bem como os índices V_4 , V_{200} , FC_{max} , VFC_{max} , frequência cardíaca e distância percorrida, não variaram entre os tratamentos. Conclui-se que a administração de maltodextrina previamente ao exercício não influencia as respostas fisiológicas e metabólicas de equinos submetidos a exercício progressivo e exercícios sequenciais de alta intensidade e rápida aceleração.

Palavras chave: suplementação, carboidrato, desempenho, teste físico de exercício

NITTA, Y.N. **Administration of maltodextrin in horses submitted to incremental exercise test and sequential high intensity and short duration exercise test on high speed treadmill** [Administração de maltodextrina em cavalos submetidos a teste de exercício progressivo e a exercícios sequenciais de alta intensidade e curta duração em esteira] Botucatu, 2015. 100 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – Unesp.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of acute administration of maltodextrin on the physiological and metabolic responses of horses submitted to standard incremental exercise test (TPEP) and sequential sessions high intensity exercise and rapid acceleration (Sequential Test Exercises - TES) on a treadmill. Therefore, the study was divided into two steps: Study 1 was carried out to determine the effect of maltodextrin orally administered acutely in response to three amounts (0.2 g / kg, 0.4 g / kg; 0.6g / kg) on glucose and insulin curves of horses at rest, allowing determine the amount of maltodextrin to present greater persistence of blood glucose concentrations associated with lower insulinemic stimulus, and the second study that evaluated the effect of maltodextrin in response to two types exercises: TPEP and TES. Eight were used adult horses of the Arab horses, gelding were randomly divided into two groups of four animals that underwent two treatments, supplemented with maltodextrin (GM n = 8) and control (CG n = 8). Animals was used to GM received 0.4 g / kg of maltodextrin while undergoing GC received carboxymethylcellulose orally 30 minutes before exercise. The TPEP was performed on a treadmill with incline of 6% and consisted of sequential stages of progressive speeds of 1.8 m / s for a period of 5 minutes, followed at 4.0 m / s for 3 minutes, 6.0 m / s per 2min, and subsequent phases 7,0, 8.0; 9.0 and 10,0m / s for 1 min at each speed, or even when the horses could not keep galloping even being stimulated. The TES followed the protocol with an active heating period of speed of 1.7 m / s for 1min (0% incline), trot to 3.5 m / s for 5 minutes (0% incline) and step-by-1.5m / s for 5 minutes (6% incline), at the end of this period, the speed of the treadmill was quickly increased to speed corresponding to 105% of HRmax maintained for 50s. After this period, called sprint, the speed was immediately reduced to 1.5m / s

(6%) maintained for 15 minutes. All horses underwent three sessions to 116% of HR max, with periods of 15 minutes while between them. After the third session the horses walked for 15 minutes at 1.7 m / s (0%). Results Study 1 determined the dose of 0.4g / kg of maltodextrins administered orally 30 minutes before the exercise. In Study 2, during TPEP glucose concentrations were higher in GM, lactate, did not differ between treatments. In TES, the lactate and glucose concentrations were higher in GM. Hemogasometric and haematological values venous, serum activity of creatine kinase and aspartate aminotransferase, triglycerides and cholesterol as well as the V4 indexes, V200, HRmax, VFCmax, heart rate and distance traveled, did not differ between treatments. We concluded that maltodextrin administration prior to exercise does not influence the physiological and metabolic responses of horses undergoing progressive exercise and sequential exercises of high intensity and rapid acceleration.

Key words: supplementation, carbohydrate, performance, physical exercise test

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados do IBGE, o Brasil possui o maior rebanho de equinos da América Latina e no ano de 2010 possuía cerca de 5.600.000 equinos, sendo assim considerada a 4ª maior população no mundo, ficando atrás apenas dos EUA, da China e do México (IBGE, 2010). Como resultado, o complexo do agronegócio equino no Brasil movimenta cerca de R\$7,5 bilhões anuais e gera cerca de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos em mais de 30 segmentos. Ressaltam-se os vários fornecedores de insumos, produtos e serviços para a criação, como medicamentos, rações, selas, acessórios, ferrageamento, profissionais como médicos veterinários, zootecnistas e engenheiros agrônomos, transporte, ensino e pesquisa. Neste aspecto econômico, os cavalos desempenham as funções tradicionais de sela, carga e tração, mas deve-se ressaltar que partir da segunda metade do século XX, destacaram-se no aspecto social, como o lazer, equoterapia e, principalmente, no esporte. No complexo agropecuário, o segmento de equinos utilizados em diversas atividades esportivas movimenta valores da ordem de R\$705 milhões e emprega cerca de 20.500 pessoas, com a participação estimada de 50.000 cavalos atletas (LIMA et al., 2006).

Independentemente do esporte ou da espécie, a habilidade atlética é determinada por três fatores principais: genética, ambiente e treinamento. Os fatores ambientais que influenciam o desempenho atlético incluem todos os equipamentos necessários para participar de determinado esporte, a pista e suas características e a nutrição. Sendo que o objetivo da nutrição atlética é cumprir os requisitos energéticos e nutricionais de cada atividade esportiva (HODGSON; FOREMAN, 2013).

Falhas do aporte energético estão relacionadas a queda no desempenho de equinos atletas. A suplementação com carboidratos, proporciona vantagens como retardar a acidose metabólica, melhorar o desempenho atlético, impedir falha imunidade (LEITE, 2011). Em se tratando de exercícios de alta intensidade e curta duração poucas técnicas de suplementação são descritas. Neste sentido, propõe-se utilizar a maltodextrina de forma única (bolus), pré exercício, com o objetivo de oferecer aporte energético e substrato para restauração de reservas utilizadas durante o exercício. Como muitos animais são submetidos a múltiplas competições em um curto espaço de tempo, como na prova de três tambores, o período de recuperação e a disponibilidade energética são essenciais para um bom desempenho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O termo ergogênico tem sua origem do grego *ergon*, que significa trabalho e *genic* que significa produzir. Assim, agente ergogênico pode ser descrito como “algo” que pode aumentar ou melhorar a produção de trabalho, ou seja, do desempenho no exercício, resultando em um aumento da velocidade, da resistência ou força. Neste sentido, com base nos estudos de atletas humanos, há diversos fatores que poderiam melhorar o desempenho de cavalos, dentre eles: fatores psíquicos, fatores mecânicos ou biomecânicos como ferraduras e dilatadores nasais, agentes farmacológicos como os anabolizantes esteróides, e fatores relacionados com melhorias fisiológicas como os programas de treinamento e os suplementos nutricionais (HARRIS; HARRIS, 2005).

De acordo com a portaria nº 222, publicada pelo ministério da saúde em 1998, os suplementos compõe uma categoria de produtos denominada alimentos para praticantes de atividade física e são divididos em cinco categorias: repositores hidroeletrólíticos, repositores energéticos, alimentos proteicos, alimentos compensadores e aminoácidos de cadeia ramificada (BRASIL, 2003).

A musculatura esquelética é composta por centenas ou milhares de células, também chamadas de miócitos ou fibras musculares. As fibras são mantidas em um conjunto denominado fascículos que são envoltos por um tecido conjuntivo denominado perimísio (BAILEY, 2006). Próximo à membrana plasmática das fibras musculares encontram-se múltiplos núcleos, porém o maior volume citoplasmático é ocupado pelas miofibrilas, que são considerados elementos contráteis das células musculares esquelética, pois são supridas pelo ATP e íons de cálcio que promovem a contração (BAILEY, 2006; MACHADO, 2011). Para que as células musculares convertam energia química em energia mecânica há a necessidade da hidrólise do ATP para a inserção e subsequente desinserção da miosina da actina nas células musculares, além disto, a energia é utilizada para bombear íons de cálcio utilizados durante o acoplamento e excitação contração de volta para o retículo sarcoplasmático, este movimento retrógrado exige gasto energético, pois ocorre contra o gradiente de íons de cálcio (BAILEY, 2006).

Segundo Garcia (2012), há diferentes vias de metabolização dos substratos energéticos para obtenção de energia durante o exercício. As vias, tanto a aeróbia quanto a anaeróbia, são utilizadas durante o exercício e a contribuição de cada uma delas depende da natureza, intensidade, duração e frequência do exercício, também do tipo de fibra muscular, da disponibilidade de oxigênio e de substratos energéticos, além da presença de metabólitos

intermediários para poder ativar ou inibir a atuação de algumas enzimas (COSTA et al., 2010).

O metabolismo aeróbio é utilizado principalmente em situações de demandas energéticas de baixas velocidades, onde a produção de ATP tem origem principalmente a partir da oxidação de lipídeos e carboidratos. Os lipídeos são armazenados nos tecidos adiposos e os ácidos graxos não esterificados são transportados pelo sangue até a musculatura esquelética, enquanto que os carboidratos são estocados nos músculos e no fígado sob a forma de glicogênio. O metabolismo anaeróbio é a via utilizada para sintetizar ATP em exercícios de alta intensidade e curta duração, por meio da degradação de glicogênio a lactato. O metabolismo do glicogênio é marcado pelo aumento da concentração de lactato, íons de hidrogênio e fosfatos inorgânicos (EVANS, 2000).

Na produção anaeróbia de energia, cada unidade de glicogênio metabolizado a piruvato tem um rendimento de três moléculas de ATP. Se a glicose sanguínea for utilizada como substrato, a conversão em glicose-6-fosfato, tem um custo de um mol de ATP, resultando 2 mol de ATP no metabolismo anaeróbio. A glicogenólise tem como vantagem a produção de potência em curto espaço de tempo, mas com alta tendência à depleção das reservas (McMIKEN, 1983).

A glicose é estocada na forma de glicogênio no fígado e nos músculos. O glicogênio é um polímero de glicose ramificado com alternâncias de ligações $\alpha 1,4$ e $\alpha 1,6$ entre as unidades de glicose, estando na forma de grânulos no citossol das células (BEITZ, 2006; CUNILLERAS; HINCHCLIFF, 2004). O glicogênio muscular constitui mais que 90% dos carboidratos no organismo sendo que as fibras de contração rápida possuem maior quantidade de glicogênio que as fibras de contração lenta (CUNILLERAS; HINCHCLIFF, 2004). A taxa de utilização de glicogênio muscular durante o exercício é dependente do tipo e intensidade do exercício, que irá refletir na glicemia, níveis de insulina e catecolaminas plasmáticas (TSINTZAS et al., 1996).

O excedente de glicose da dieta é armazenado como glicogênio pelo mecanismo de glicogênese (BEITZ, 2006). A ressíntese de glicogênio muscular e hepático ocorre no fígado a partir da glicose provinda da alimentação com volumosos e grãos ou por meio de suplementos como a maltodextrina, que devido a fácil digestão e rápida disponibilidade de glicose pode ser utilizada em exercícios como fonte energética (GEOR, 2002). A absorção de glicose sanguínea pelo músculo esquelético é dependente de insulina. Devido a isso, o glicogênio muscular aumenta após a injeção de insulina quando comparado ao glicogênio hepático (BEITZ, 2006).

A síntese de glicogênio muscular após o exercício vai depender da disponibilidade do substrato e do intervalo entre o término do exercício e sua nova utilização. Cavalos alimentados com uma dieta rica em grãos e pobre em volumoso apresentaram taxa de síntese de glicogênio muscular maior que dos animais alimentados com uma mistura de feno e grãos, ou dietas somente com feno. A razão pela qual a reposição de glicogênio é lenta nos equinos não é totalmente elucidada, porém acredita-se que um dos motivos é o tempo necessário para a digestão do amido e pelos mecanismos moleculares envolvidos no estímulo insulinêmico necessário para a síntese do glicogênio (CUNILLERAS; HINCHCLIFF, 2004).

Os cavalos têm uma baixa taxa de reposição de glicogênio muscular após o exercício intenso, e tal processo pode levar até 72 h para restaurar a concentração de glicogênio muscular perdido durante o exercício. Em cavalos, é difícil aumentar a taxa de síntese de glicogênio após exercício apenas pela administração oral de glicose. No entanto, administração endovenosa de glicose aumenta a taxa de reposição do glicogênio muscular após exercício, bem como a concentração de insulina que é muito maior nos casos de reposição via endovenosa. Isso sugere que a concentração plasmática de insulina é determinante para a taxa de síntese de glicogênio após o exercício, tanto em cavalos como em seres humanos. No entanto, os cavalos não são tão sensíveis à insulina após exercício como são os humanos (BROJER et al., 2012).

Em altas velocidades os cavalos necessitam de maior suprimento energético do metabolismo anaeróbico e da aceleração do metabolismo energético do glicogênio (EVANS, 2000). A concentração de glicogênio muscular diminui com os exercícios e este decréscimo é proporcional à demanda energética (McMIKEN, 1983). Com alta demanda de ATP, o fluxo sanguíneo não é capaz de fornecer oxigênio e combustíveis suficientes através do metabolismo aeróbico (SECANI; ELZYLENE, 2009). Desta forma, o fornecimento de energia anaeróbia predomina nos exercícios de alta intensidade e curta duração, sendo que a degradação de glicogênio muscular a lactato é a principal via para fornecimento de ATP, sendo os estoques de glicogênio intramuscular limitantes em alguns tipos de atividades físicas (LACOMBE et al., 2001).

A regulação da concentração da glicose está relacionada à secreção de insulina e glucagon pelo pâncreas endócrino. O aumento da glicemia é detectado pelas células β no pâncreas, havendo a liberação de insulina por essas células, promovendo a abertura de “comportas” celulares com o objetivo de fornecer energia para as células musculares e adiposas e desta forma reduzem a glicose sanguínea. Em situações de hipoglicemia ocorre a liberação de glucagon pelo pâncreas e de catecolaminas pela medula da suprarenal,

permitindo a degradação de glicogênio e liberando glicose na circulação, sendo controlado por retroalimentação positiva e gradual entre a glicemia e insulina (EILER, 2006).

A insulina e o glucagon atuam conjuntamente para manter a homeostase da glicose e prevenir a hipoglicemia durante o trabalho muscular. Durante os exercícios, a insulina plasmática tende a aumentar enquanto que o glucagon plasmático diminui. Os mecanismos simpatoadrenérgicos são importantes vias de controle da glicose plasmática durante os exercícios, o desequilíbrio entre a produção e oxidação da glicose, gerando a hiperglicemia, ocorre devido à produção hepática de glicose e a baixa taxa de utilização da glicose periférica, é evidenciado pelo bloqueio β adrenérgico e bloqueando a infusão de adrenalina e favorecendo a utilização de glicose pelos músculos (CUNILLERAS; HINCHCLIFF, 2004).

Entre os inúmeros fatores que influenciam o metabolismo dos carboidratos no exercício muscular, há evidências em estudos com seres humanos, que a composição da dieta e intervalo antes do exercício pode afetar tanto a captação de glicose pelo músculo quanto a taxa de utilização de glicogênio muscular. Nesses estudos, a ingestão de glicose ou uma refeição de alto índice glicêmico antes do exercício resulta em um aumento da oxidação de carboidratos e utilização da glicose presente no sangue, e a taxa de glicogenólise é reforçada ou inalterada. As recomendações atuais da alimentação antes e durante o exercício de resistência em atletas humanos incluem ingestão de soluções de carboidratos para manter a taxa de oxidação de carboidratos (CUNILLERAS et al., 2002).

Com base nos estudos em seres humanos e nos mecanismos de regulação do metabolismo de carboidratos, é plausível que a ingestão de alimentos de alto índice glicêmico pré-exercício em cavalos podem aumentar a disponibilidade de glicose para a musculatura esquelética e alterar os mecanismos de controle hormonal de modo que a oxidação de carboidratos seja mantida e a oxidação de lipídios suprimida, em comparação com a ingestão de uma refeição de baixo índice glicêmico ou não alimentar antes do exercício (CUNILLERAS et al., 2002).

A ingestão de alimentos de alto índice glicêmico antes dos exercícios resultou em uma hiperglicemia e hiperinsulinemia. Estudos em cavalos recomendam alimentos antes do exercício com base nas mudanças nas concentrações de substrato e do hormônio no plasma. Devido à diminuição na concentração de glicose plasmática induzida pelo exercício, não sendo recomendada alimentação rica em grãos antes do mesmo. Em cavalos, o efeito da ingestão de carboidratos no desempenho ao longo dos exercícios de intensidade moderada ainda não foi determinado. Portanto, recomendações sobre intervalo e tipo de alimentação

antes do exercício só podem ser oferecidos com base nas respostas metabólicas induzidas pelo intervalo de alimentação e à composição da refeição (CUNILLERAS et al., 2002).

A maltodextrina é um polímero de hidratos de carbono, comumente utilizada em bebidas esportivas, preparadas por meio da hidrólise controlada do amido (BORGES et al., 2011). As bebidas esportivas têm como principal objetivo a reposição de fluidos corporais e o fornecimento de substratos energéticos. Elas podem ser consumidas antes, durante e após os exercícios. O uso prévio ao exercício tem como propósito prevenir ou retardar os distúrbios homeostáticos e aumentar a concentração de glicose na corrente sanguínea (COSTA et al., 2010).

O amido é um polímero de ocorrência natural de porções de α -D-glicose conectadas por ligações de acetal. Estas ligações são sensíveis à hidrólise ácida e enzimática, sendo ambas utilizadas para a preparação dos hidrolisados de amido (WANG; WANG, 2000). Todos os hidrolisados são definidos pelo seu Equivalente de Glicose (EG), que é uma medida do teor de açúcar reduzido e calculado como uma porcentagem da glicose considerando o peso seco. O valor do EG do amido é igual a zero, enquanto que o valor da glicose é 100. As maltodextrinas são produtos de baixa conversão do amido, com um intervalo de EG entre 2 a 20.

Elas são polímeros que consistem de unidades de sacarídeos de D-glicose ligadas primariamente por α -1,4-ligações, com uma ampla gama de graus de polimerização e cadeias com 3 a 20 moléculas de glicose. As maltodextrinas são intermediárias entre o amido e os xaropes de milho sendo que, ao contrário do amido são solúveis em água fria e ao contrário de xaropes não são doces (DOKIC et al., 1998).

As maltodextrinas são utilizadas como veículo de substâncias, para dar textura, coadjuvantes em sprays secos, substituto de gorduras, formador de filme, agente de controle de congelamento e como suplemento nutricional (MARCHAL et al., 1999). Como recurso dietético em exercícios relaciona-se a uma fonte energética, uma vez que promove aumento da curva glicêmica e supõe-se influenciar no armazenamento de glicose na forma de glicogênio nos tecidos musculares (RUFFO et al., 2009; FAGUNDES et al., 2011). Também relacionada com o exercício, estudos investigaram uma possível influência da ingestão de açúcares no estímulo de áreas do cérebro relacionadas com a motivação e atividade motora (BURKE; HALEY, 2006).

Pesquisas com atletas humanos relataram que a utilização de maltodextrina em momentos prévios aos exercícios aumenta a concentração de glicogênio muscular e o armazenamento de glicogênio hepático. Desta forma, sua utilização foi indicada como meio

eficaz de aumentar a disponibilidade de glicogênio muscular e melhorar o desempenho de resistência, além de permitir a ressíntese de glicogênio muscular entre as sessões de exercício intenso (RUFFO et al., 2009; MAMUS; SANTOS, 2004).

Carter et al. (2003) estudaram 8 homens que pedalarão até a exaustão em exercícios de intensidades de 60% VO_{2max} e 73% VO_{2max} à temperatura ambiente de 35°C. Os grupos foram divididos em bebida com 6,4% de maltodextrina ou placebo, com ingestão de um *bolus* de 8mL/kg 5 min antes e 3mL/kg a cada 15 min durante cada exercício. O tempo para fadiga foi maior com a suplementação para ambas as cargas de trabalho, porém a frequência cardíaca e consumo de oxigênio (VO_2) não diferiram entre os grupos. A hipoglicemia não foi observada, mas as concentrações plasmáticas de glicose foram mais elevadas nos suplementados. Concluíram que a suplementação com carboidrato retardou a fadiga durante o exercício a 60% VO_{2max} no calor e melhorou o desempenho na intensidade de 73% VO_{2max} .

Allis et al. (2005) avaliaram oito ciclistas triatletas treinados submetidos a 150 minutos de exercício em bicicleta a 55% de potência máxima, enquanto ingeriram três tipos de bebidas: solução contendo 1,8 g /min (11,25%) de maltodextrina, solução contendo 1,2 g/ min de maltodextrina + 0,6 g/ min de frutose e somente água. Nos primeiros 2 a 3 min cada atleta bebeu um *bolus* de 600mL e subsequentemente 200mL da solução a cada 15 min, totalizando 2,4 litros durante todo o exercício. Observaram que durante o exercício o grupo que recebeu apenas água apresentou declínio gradual na glicemia e a ingestão de grande quantidade de maltodextrina e frutose resultou em taxas de oxidação de carboidratos 40% superiores à ingestão somente de maltodextrina, recomendando-se a ingestão de uma solução contendo maltodextrina e frutose visando à melhora do desempenho.

Taypey et al. (2013) investigaram a influência da ingestão de bebida contendo maltodextrina, maltodextrina + frutose, maltodextrina + frutose + proteína, sob a oxidação de carboidratos exógenos e no desempenho do exercício de sete ciclistas treinados. Observaram maior taxa de oxidação de carboidratos exógenos no grupo que utilizou a associação de maltodextrina e frutose, assim como melhores tempos, embora com valores sem diferença significativa. Sugeriram que a ingestão de bebida com múltiplos carboidratos produziu maiores taxas de oxidação de carboidrato exógeno, comparada com bebidas isocalóricas de glicose ou maltodextrina isoladamente, e que a evidência de preservação das reservas de glicogênio durante o exercício relacionado com a ingestão de proteína e grande quantidade de carboidratos permanece ainda controversa.

Housseini; Rooji (2013) avaliaram 28 estudantes de educação física divididos nos 4 grupos de acordo com a composição da bebida: 0,25 g/ kg de glutamina; 50 g de

maltodextrina; 50 g de maltodextrina + 0,25 g/kg de glutamina e água com adoçante, sendo que a suplementação foi oferecida 2 h antes dos exercícios. Concluíram que a combinação de glutamina e maltodextrina foi mais eficaz na prevenção do decréscimo do poder anaeróbico em sessões sequenciais de corridas de *sprints*, comparada com o consumo de glutamina ou maltodextrina isoladamente.

No Brasil, estudos utilizando ratos como modelo experimental concluíram que a suplementação com maltodextrina não influenciou o perfil lipídico representado pelas concentrações sanguíneas de colesterol total, HDL, LDL e triglicérides (LEITE et al., 2013), a suplementação associada ao treinamento aeróbico ocasionou elevação do número de linfócitos (LEITE et al., 2012), e associada ao exercício anaeróbico proporcionou elevações nas concentrações de hemoglobina sanguíneas (ROMBALDI et al., 2013).

Pesquisas com atletas humanos no Brasil avaliaram seis estudantes universitárias submetidas a ingestão de bebida placebo ou contendo 6% de maltodextrina, antes (500mL) e durante (500mL) a realização de uma sessão de exercício de corrida em esteira a 70% do VO_{2pico} por 45 min, denominado de exercício de *endurance*. Em seguida, realizaram um teste de repetições máximas e concluíram que a sessão de intensidade moderada e longa duração, realizada previamente afeta de modo negativo a capacidade de realizar repetições máximas. Também, que independente do mecanismo envolvido na redução do número de repetições máximas, o consumo de carboidrato foi incapaz de reverter esse o efeito prejudicial do exercício de *endurance* (AOKI et al., 2003).

Mamus; Santos (2006) avaliaram 14 duatletas suplementados com bebida contendo 6% de maltodextrina e concluíram que, comparativamente ao grupo placebo, a suplementação forneceu indicativos bioquímicos como glicemia, lactato e cortisol sanguíneos que favoreceram sua utilização em competições como o *short duathlon* terrestre.

Sapata et al. (2006) verificaram a influência da resposta glicêmica no desempenho de indivíduos saudáveis, após a ingestão de bebidas com diferentes tipos de carboidratos. Avaliaram dez voluntários submetidos a teste de exercício com cargas progressivas em cicloergômetro para determinação do consumo máximo de oxigênio e limiares ventilatórios. Cada voluntário realizou três testes submáximos, sendo que 30 min antes de cada teste submáximo, ingeriram 250mL de uma das bebidas compostas por: maltodextrina, glicose ou suco dietético (placebo). Observaram que o consumo de bebidas com diferentes tipos de carboidratos e de alto índice glicêmico antes do exercício não foi capaz de alterar o desempenho dos voluntários.

Fayh et al. (2007) estudaram oito voluntários que ingeriram bebida contendo maltodextrina ou placebo 15 min antes do início de duas sessões de exercício separadas por sete dias de intervalo. A glicemia foi mensurada em quatro momentos: antes da ingestão da bebida, 15 minutos após a ingestão da bebida, na metade do treino, e ao final do mesmo. A glicemia aumentou aos 15 minutos após a ingestão da bebida com carboidrato (de $98,25 \pm 17,77$ mg/dL para $133,12 \pm 22,76$ mg/dL), enquanto que no dia da bebida placebo não foram observadas alterações significativas nestes momentos (de $98,25 \pm 13,69$ mg/dL para $94,38 \pm 12,21$ mg/dL). Concluíram que mesmo com o aumento da glicemia pré-exercício após a ingestão da bebida com carboidrato, não houve indicativo de que a ingestão prévia de carboidrato à sessão de exercício de força pode ser uma suplementação eficaz para aumentar o desempenho físico.

Molina et al. (2009) investigaram os efeitos da suplementação aguda com creatina ou maltodextrina no desempenho da potência anaeróbia de 20 atletas de elite de *mountain bike*, e sugeriram que a suplementação com creatina, comparativamente à maltodextrina, pode melhorar o desempenho físico quanto à potência anaeróbia durante o trabalho de alta intensidade e curta duração.

Malfatti et al. (2011) avaliaram oito atletas de elite da modalidade de *mountain bike* que receberam maltodextrina (1g/kg) ou um placebo (suco de tangerina light) diluídos em água destilada 20 min antes da competição ou antes de um teste máximo em laboratório. Observaram que a suplementação com maltodextrina em competição simulada reduziu em 26s o tempo médio gasto para completar todas as voltas. Nos testes em laboratório, a maltodextrina elevou a glicose sanguínea durante o exercício e a potência para o limiar ventilatório. Concluíram que a maltodextrina aumentou o desempenho durante a competição de *mountain bike*, mostrando que a suplementação pode ser utilizada como parte da estratégia nutricional de atletas em competição. Os resultados deste estudo sugerem que pesquisas futuras analisem diferentes doses e consequentes concentrações de glicogênio e sua relação com o desempenho atlético.

Sousa et al. (2012) realizaram estudo com o objetivo de avaliar o efeito da suplementação com maltodextrina sob a resposta hormonal em corridas de alta intensidade e sob os estoques de lipídeos nas células musculares esqueléticas. Para tanto, monitoraram 24 atletas de corrida de enduro em protocolos de treinamento de dez repetições de 800m em alta velocidade e duas sessões de 1.000m associadas com 10.000m em velocidade submáxima, sendo que 12 atletas suplementados receberam 1g/kg de maltodextrina por hora de exercício. Concluíram que a suplementação após um programa de treinamento intenso, seguido por um

protocolo também intenso de exercício, aumentou os estoques de lipídeos intracelulares. Inferindo que a maior capacidade de estocar energia pode ter melhorado a recuperação pós-exercício e assim prevenir a perda de desempenho.

Em um estudo com ratos, notou-se que os grupos que receberam maltodextrina apresentaram maiores concentrações de glicogênio quando comparados com os grupos que receberam apenas água destilada (LEITE, 2011).

Em equinos, o estudo de Fagundes et al. (2010) visou avaliar o efeito ergogênico da maltodextrina, utilizando quatro cavalos submetidos à suplementação de 100g de maltodextrina/ animal, fornecida em duas porções de 50g adicionada à ração, totalizando cinco doses antes do teste físico de exercício a campo. Observaram menores concentrações plasmáticas de lactato nos momentos 10 e 20 min após o exercício comparativamente ao grupo controle.

Nunes Gil et al. (2012), observaram que a cada 1% de amido substituído por maltodextrina aumentou 95,80mg/dL no nível plasmático de glicose, sendo observado este aumento em até 90 min após a alimentação. Notou-se também que as rações que tiveram substituição de amido por maltodextrina apresentaram maior persistência nos níveis plasmáticos de glicose comparados com a ração controle. Em relação à resposta insulinêmica, a substituição de 1% de amido por maltodextrina aumenta 6,37 μ UI/mL no nível plasmático de insulina sendo observado em até 120 min após a alimentação.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito da administração de maltodextrina em dose única sobre as respostas fisiológicas e metabólicas de cavalos submetidos a testes padrão de exercício progressivo (TPEP) e a sessões sequenciais de exercício de alta intensidade e rápida aceleração em esteira ergométrica (Teste de Exercícios Sequenciais – TES).

3.2. Objetivos Específicos

Estudo 1

Determinar o efeito e quantidade de maltodextrina administrada por via oral em dose única em resposta a três quantidades sobre as curvas glicêmica e insulinêmica de equinos em repouso.

Estudo 2

Verificar o efeito da administração aguda de maltodextrina

- ✓ sobre as concentrações de lactato e glicose no TPEP e no TES;
- ✓ sobre valores hemogasométricos no TPEP e no TES;
- ✓ sobre a frequência cardíaca no TPEP e no TES;
- ✓ sobre as atividades séricas das enzimas creatinaquinase (CK) e aspartatoaminotransferase (AST) após o exercício dos TPEP e no TES;
- ✓ sobre as concentrações sanguíneas de colesterol, triglicerídeos e ácidos graxos livres antes e após o TPEP e no TES;
- ✓ sobre os índices V_4 , V_{200} , FC_{max} , $V_{105\%FC_{max}}$ (V_{Sprint}) e distância percorrida obtidos do TPEP.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Unesp, campus de Botucatu, protocolo nº 123/2014 – CEUA.

A presente pesquisa foi dividida em duas etapas, sendo que pelo *Estudo 1* objetivou-se determinar a quantidade e o tempo prévio ao exercício a ser administrada de maltodextrina, baseando-se para tanto nas concentrações de glicose e insulina sanguíneas de equinos em repouso. O *Estudo 2*, foi realizado cerca de 60 dias após o término do *Estudo 1* utilizando-se os mesmos equinos, porém nesta etapa foram submetidos a testes físicos de exercício em esteira.

4.1. Estudo 1

4.1.1. Animais

Foram utilizados 8 equinos da raça Puro Sangue Árabe, machos, castrados, com peso médio de 331 ± 15 kg, com idade entre 2 e 8 anos, considerados hígidos e pertencentes ao plantel de equinos da FMVZ – UNESP.

Os animais foram selecionados após serem submetidos a exame físico que consistiu da avaliação de parâmetros vitais e exames dos sistemas locomotor, respiratório, cardiocirculatório, hemograma (Tabela 1) e perfil bioquímico sérico (concentração de proteínas totais, albumina, globulina, uréia, creatinina, bilirrubinas, LDH, AST e CK) (Tabela 2).

Tabela 1. Valores do hemograma, plaquetas e leucograma dos 8 equinos utilizados no Estudo 1, realizados como parte dos exames complementares para constatação da higidez.

| Equino | Hemograma | | | | | | | Plaquetas | Leucócitos | | | | | |
|--------|-----------|------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|------------|------|-----|------|-----|-----|
| | HT % | HG g/dL | HE $10^9/\text{mm}^3$ | HCM Pg | VCM fL | CHCM % | PPT mg/dL | | S | E | LT | M | BF | |
| 1 | 39.1 | 12.0 | 8.11 | 14.8 | 48.2 | 30.7 | 8.4 | 400000 | 8.800 | 4664 | 440 | 3178 | 352 | 176 |
| 2 | 31.6 | 9.5 | 7.49 | 12.7 | 42.2 | 30.1 | 8.0 | 604000 | 9.900 | 4554 | 198 | 4653 | 396 | 99 |
| 3 | 35.7 | 10.8 | 7.50 | 14.4 | 47.6 | 30.3 | 8.0 | 631000 | 9.000 | 4680 | 180 | 3870 | 270 | 0 |
| 4 | 32.0 | 9.6 | 7.02 | 13.7 | 45.6 | 30.0 | 8.0 | 990000 | 11.100 | 4662 | 0 | 5883 | 555 | 0 |
| 5 | 35.7 | 11.2 | 7.26 | 15.4 | 49.2 | 31.4 | 8.8 | 711000 | 11.500 | 5865 | 345 | 4830 | 460 | 0 |
| 6 | 37.9 | 11.8 | 7.45 | 15.8 | 50.9 | 31.1 | 8.0 | 168000 | 8.700 | 4002 | 261 | 4176 | 261 | 0 |
| 7 | 34.8 | 11.0 | 7.11 | 15.5 | 48.9 | 31.6 | 8.2 | 189000 | 6.400 | 2752 | 64 | 3328 | 256 | 0 |
| 8 | 38.5 | 12.0 | 7.63 | 15.7 | 50.5 | 31.2 | 8.0 | 145000 | 7.300 | 3650 | 146 | 3139 | 292 | 73 |

HT: Hematócrito. HG: Hemoglobina. HE: Hemácia. HCM: Hemoglobina Corpuscular Média. VCM: Volume Corpuscular Médio. CHCM: Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média. PPT: Proteína Plasmática Total. S: Segmentados. E: Eosinófilo. LT: Linfócitos Totais. M: Monócitos. BF: Basófilos.

Tabela 2. Perfil bioquímico sérico realizado dos 8 equinos utilizados no Estudo 1, realizados como parte dos exames complementares para constatação da higidez.

| Equino | Perfil Bioquímico Sérico | | | | | | | | |
|--------|--------------------------|------------------|-------------------|----------------|---------------------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| | PT g/dL | Albumina g/dL | Globulina g/dL | Uréia mg/dL | Creatinina mg/dL | Bilirrubinas mg/dL | LDH U/L | AST U/L | CK U/L |
| 1 | 7,1 | 3,1 | 4,0 | 33 | 1,19 | 1,36 | 546 | 285 | 364 |
| 2 | 6,7 | 3,0 | 3,7 | 35 | 1,04 | 0,90 | 425 | 271 | 227 |
| 3 | 6,8 | 2,9 | 3,9 | 26 | 1,03 | 0,92 | 486 | 329 | 310 |
| 4 | 6,9 | 3,0 | 3,9 | 31 | 1,07 | 0,77 | 518 | 283 | 279 |
| 5 | 7,7 | 2,8 | 4,9 | 25 | 1,04 | 0,67 | 225 | 228 | 213 |
| 6 | 6,8 | 2,8 | 4,0 | 26 | 0,99 | 0,80 | 443 | 269 | 222 |
| 7 | 6,9 | 2,8 | 4,1 | 29 | 0,98 | 0,70 | 535 | 225 | 298 |
| 8 | 6,7 | 3,0 | 3,7 | 29 | 1,06 | 1,66 | 651 | 260 | 247 |

PT: Concentração de proteínas totais .LDH: Lactato desidrogenase, AST: Asparatatoaminotrasferase. CK:Creatinaquinase.

No momento prévio a fase experimental, os animais receberam medicação anti-helmíntica à base de ivermectina¹ na dose de 0,2 mg/kg pela via oral. Quatorze dias antes do experimento e durante toda fase experimental os animais foram mantidos em baias individuais de tamanho 3 x 4 m, visando adaptação da dieta. O manejo nutricional foi estabelecido para atender as necessidades nutricionais para cavalos em manutenção (NRC, 2007), resultando na ingestão de matéria seca de 2,6% do PV, em uma relação de volumoso:concentrado de 66:34, respectivamente, sendo composta de feno de capim *coast-cross* e concentrado comercial para equinos², que foram pesadas em balança digital e fornecidos em duas refeições às 6:00h e 18:00h oferecidos em cochos individuais. O suplemento mineral³ e a água foram oferecidos *ad libitum*.

¹ Equizol®, Bovifarm Ind. Brasileira, Brasil

² Proequi 13 laminados®, Guabi Ind. Brasileira, Brasil

³ Coequi Plus, Tortuga Cia Zootécnica Agrária, Brasil

4.1.2. Delineamento experimental

Os 8 animais passaram por quatro tratamentos no decorrer de quatro ciclos, sendo distribuídos 2 animais em cada tratamento/ciclo. Cada ciclo teve intervalo de 7 dias, visando diminuir a influência dos tratamentos entre os ciclos (Tabela 3). Os animais foram pesados semanalmente em balança destinada a animais de grande porte.

- Grupo 02 de Maltodextrina (GM02, n=8) – equinos que receberam 0,2g/kg de maltodextrina.
- Grupo 04 de Maltodextrina (GM04, n=8) – equinos que receberam 0,4g/kg de maltodextrina.
- Grupo 06 de Maltodextrina (GM06, n=8) – equinos que receberam 0,6g/kg de maltodextrina.
- Grupo Controle (GC, n=8) – equinos que receberam 180g de carboximetilcelulose hidratada.

Tabela 3. Distribuição dos 8 equinos no decorrer dos 4 ciclos de acordo com os respectivos tratamentos.

| Ciclo | Equino | Tratamento |
|------------------------------------|--------|------------|
| 1° | 1 e 2 | GM02 |
| | 3 e 4 | GM04 |
| | 5 e 6 | GM06 |
| | 7 e 8 | GC |
| ----- Sete dias de intervalo ----- | | |
| 2° | 1 e 2 | GC |
| | 3 e 4 | GM02 |
| | 5 e 6 | GM04 |
| | 7 e 8 | GM06 |
| ----- Sete dias de intervalo ----- | | |
| 3° | 1 e 2 | GM06 |
| | 3 e 4 | GC |
| | 5 e 6 | GM02 |
| | 7 e 8 | GM04 |
| ----- Sete dias de intervalo ----- | | |
| 4° | 1 e 2 | GM04 |
| | 3 e 4 | GM06 |
| | 5 e 6 | GC |
| | 7 e 8 | GM02 |

GM02 (n=8) – equinos que receberam 0,2g/kg de maltodextrina; GM04 (n=8) equinos que receberam 0,4g/kg de maltodextrina; GM06 (n=8) – equinos que receberam 0,6g/kg de maltodextrina; GC (n=8) – equinos que receberam 180g de carboximetilcelulose hidratada.

4.1.3. Preparo e administração da maltodextrina

Com a finalidade de facilitar a administração, minimizar perdas e garantir administração rápida, a maltodextrina foi hidratada até atingir consistência de pasta (“mistura”). Para tanto, realizou-se a hidratação da maltodextrina em pó⁴ na proporção de 400g de maltodextrina para 150g de água. Atingido uma pasta na concentração de 0,73g de maltodextrina por grama de mistura (Figura 1). O grupo controle recebeu 180g de carboximetilcelulose hidratada até a consistência de pasta, volume correspondente a média dos valores administrados pelos grupos tratados com maltodextrina. Em todas as etapas do processamento da maltodextrina utilizou-se uma balança de precisão⁵ e adoção para a pesagem dos ingredientes como medida padrão a unidade de gramas.

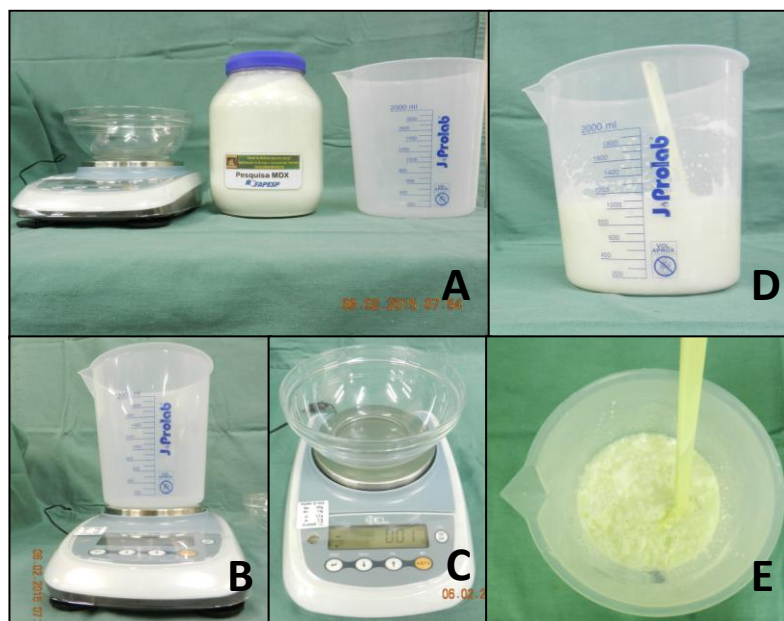


Figura 1. Etapas do preparo da maltodextrina. (A) Materiais utilizados para o preparo da maltodextrina. (B) Pesagem da maltodextrina. (C) Pesagem da água para hidratação da maltodextrina. (D) (E) Homogeneização da maltodextrina com auxílio de espátula de silicone.

As bisnagas contendo maltodextrina ou carboximetilcelulose, de acordo com a dose ou tratamento, foram pesadas no dia anterior à administração (Figura 2) e mantidas sob refrigeração. No dia da administração preconizou-se deixar por 30 minutos à temperatura ambiente, visando a fluidificar a mistura e facilitar a administração.

⁴ Vetnil produtos veterinários, Lote 915819, validade 18/03/16 (ciclo 1, 2 e 3) e Lote 917216-1, validade 23/03/16 (ciclo 4), Brasil

⁵ Mark S1002 classe II, Bel Equipamentos Analíticos, Brasil

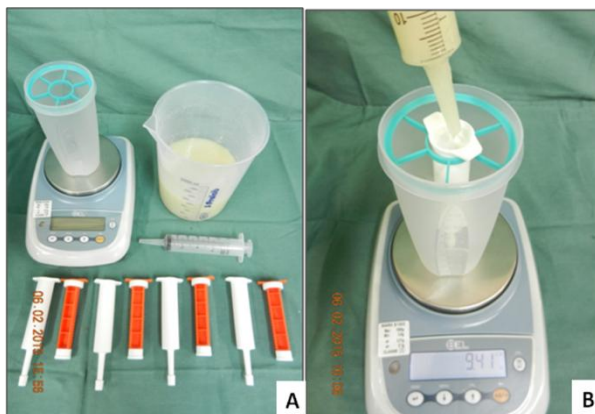


Figura 2. Demonstração da pesagem das bisnagas. (A) Materiais utilizados para a pesagem. (B) Colocação da maltodextrina hidratada nas bisnagas.

A administração da maltodextrina foi realizada pela via oral, utilizando bisnagas destinadas a administração de suplementos comerciais (Figura 3).

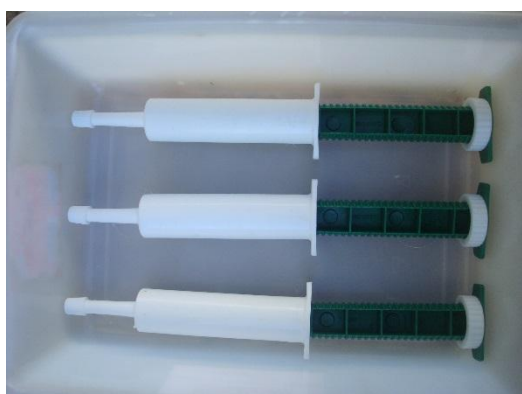


Figura 3. Bisnagas utilizadas para administração da maltodextrina hidratada (“mistura”) ou carboximetilcelulose (grupo controle).

4.1.4. Preparo dos animais

De 12 a 20 horas prévias a primeira administração, os animais foram submetidos à cateterização venosa jugular, com o intuito das coletas sanguíneas serem realizadas sem o estímulo doloroso relacionado com as venopunções. A cateterização consistiu de tricotomia no terço médio do pescoço, realização de antissepsia, bloqueio anestésico com cloridrato de lidocaína⁶ e inserção de cateter intravenoso central⁷, na sua extremidade foi acoplado um *plug* adaptador⁸. O conjunto foi fixado à pele com cola de secagem rápida e fio de Nylon 0,40

⁶ Xylestesin (Cloridrato de Lidocaína), Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda, Brasil

⁷ Cateter Mono lumen 14Gx20cm, Arrow Internacional, USA

⁸ Adaptador tipo PRN, Becton Dickinson Medical Device, Jiangsu, China

(Figura 4). O cateter foi mantido durante os 4 ciclos, sendo submetidos a higienização diária com solução de digluconato de clorexidine alcoólico⁹ e injeção de solução de NaCl 0,9%¹⁰.

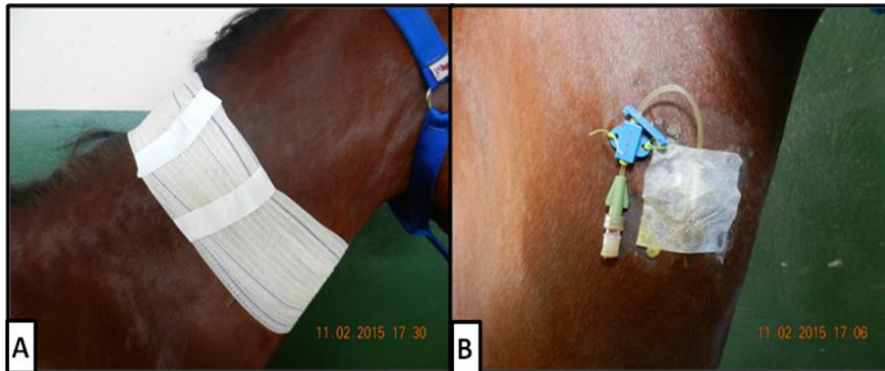


Figura 4. Animal com cateter de longa duração durante o período experimental. (A) Animal com proteção visando evitar contaminação do cateter. (B) Cateter fixado com fio de Nylon, cola de secagem rápida e curativo local.

4.1.5. Monitoramento Clínico e Laboratorial

No dia do experimento os animais não foram alimentados até o término das coletas. A administração da maltodextrina ou carboximetilcelulose, coletas de sangue venoso, e avaliação clínica foram padronizadas de acordo com a tabela 4. O consumo de água foi monitorado, porém oferecido *ad libitum*. Foram documentadas a temperatura e a umidade relativa ambiente utilizando termohigrômetro.

⁹ Riohex, Rioquímica, Ltda, Brasil

¹⁰ Solução de 0,9% NaCl, Sanobiol, Brasil

Tabela 4. Momentos de coletas de sangue e avaliações clínicas, dos 8 equinos durante o Estudo 1, antes e após a administração de maltodextrina (GM) ou carboximetilcelulose (GC).

| Momento | Tempo* | Procedimento |
|---------|--------------------|--|
| M-30 | 30 minutos antes | Coleta de sangue e Avaliação clínica |
| M0 | Imediatamente após | Administração da Maltodextrina Coleta de sangue e Avaliação clínica |
| M15 | 15 minutos após | Coleta de sangue |
| M30 | 30 minutos após | Coleta de sangue e Avaliação clínica |
| M45 | 45 minutos após | Coleta de sangue |
| M60 | 60 minutos após | Coleta de sangue e Avaliação clínica |
| M75 | 75 minutos após | Coleta de sangue |
| M90 | 90 minutos após | Coleta de sangue e Avaliação clínica |
| M105 | 105 minutos após | Coleta de sangue |
| M120 | 120 minutos após | Coleta de sangue e Avaliação clínica |
| M150 | 150 minutos após | Coleta de sangue e Avaliação clínica |
| M210 | 210 minutos após | Coleta de sangue; Avaliação clínica e Mensuração da ingestão de água |

*Tempo em relação à administração de maltodextrina ou carboximetilcelulose, realizada em M0

Com o intuito de se evitar a diluição da amostra, antes de cada coleta a solução de NaCl 0,9% presente no circuito foi retirada com auxílio de uma seringa de 10mL de volume e agulha hipodérmica 40x8. As amostras de sangue venoso foram então coletadas através do cateter, utilizando agulhas e tubos de coleta a vácuo, sendo coletados em tubos com ativador de coágulo e tubos contendo fluoreto de sódio com EDTA (NaF+EDTA). Os tubos com NaF+EDTA foram imediatamente acondicionados em estante imersa em recipiente de isopor contendo gelo triturado e em tubos com ativador de coágulo foram mantidas em estantes em temperatura ambiente (figura 5). Após cada coleta o circuito foi preenchido com solução de NaCl 0,9%. As avaliações clínicas constituíram de monitoramento de parâmetros vitais e auscultação dos quadrantes abdominais, além da avaliação da ingestão voluntária de água (mensuração da quantidade de água ingerida, em litros, durante o período de monitoramento). O exame físico consistiu de aferição da frequência cardíaca, frequência respiratória, tempo de preenchimento capilar, avaliação de mucosas oculopalpebrais e bucal, auscultação abdominal e temperatura retal.

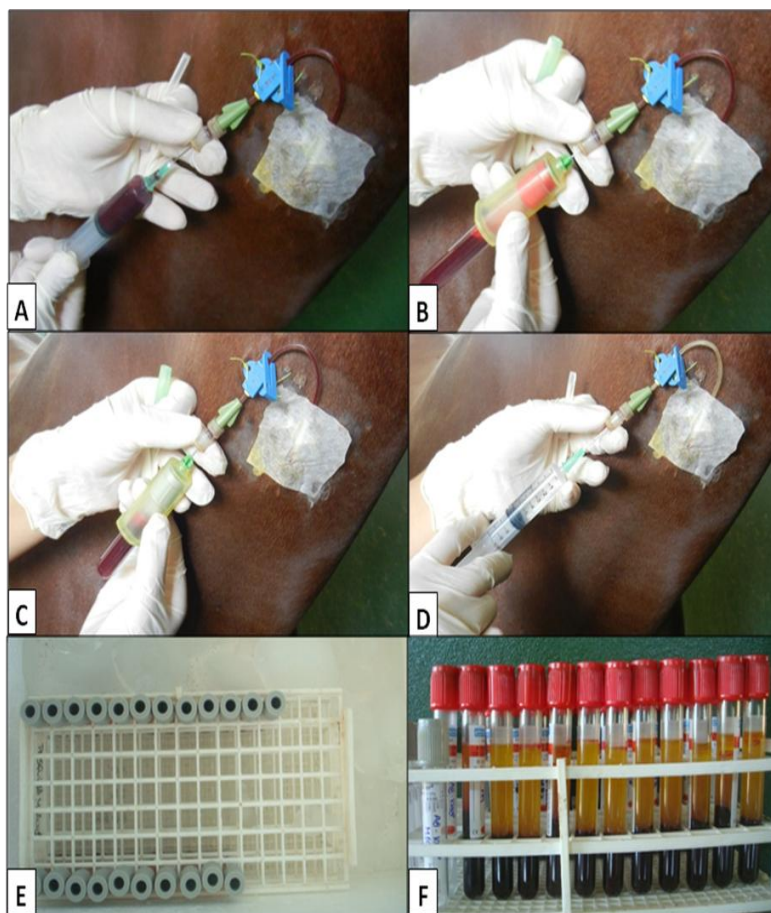


Figura 5. Sequência de imagens demonstrando etapas da coleta de sangue venoso. (A) Retirada da solução presente no circuito a fim de evitar possível diluição. (B) Coleta de sangue em tubo com ativador de coágulo. (C) Coleta de sangue em tubo com fluoreto de sódio e EDTA. (D) Preenchimento do circuito com solução de NaCl 0,9% a fim de evitar coagulação. (E) Amostras do tubo com fluoreto de sódio e EDTA acondicionadas em gelo triturado. (F) Amostras do tubo com ativador de coágulo após coleta.

4.1.6. Processamento das amostras

As amostras para a obtenção de plasma foram centrifugadas a 2.500 rpm (50Hz) por 4 min e para a obtenção de soro foram centrifugadas por 10 minutos a 3.000 rpm¹¹. Após esta etapa, o plasma e o soro foram pipetados e armazenados em microtubos de PVC com capacidade de 0,5 mL¹², devidamente identificados e armazenados em *freezer* à temperatura de - 80°C até seu processamento.

A concentração plasmática de glicose foi obtida das amostras de sangue coletadas em tubos contendo NaF+EDTA e processadas em Analisador Analítico de Glicose¹³ no Laboratório de Farmacologia e Fisiologia do Esforço Equino da DMFA - FCAV - UNESP,

¹¹ Centrifuga LS-3 Plus, CELM Cia Equipadora de Laboratórios Modernos

¹² Guangzhou Jet Bio Filtration Products Co. Ltda

¹³ YSI 2300 STAT PLUS

Campus de Jaboticabal. A concentração sérica de insulina foi determinada por meio de eletroquimioluminescência realizada no laboratório Santé Laboratório de Análises Clínicas Ltda - Asa Sul - Brasília/ DF.

4.1.7. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste ANOVA (análise de variância), baseada em planejamento de medidas repetidas, ou seja, foi avaliado cada tratamento em vários momentos de acompanhamento. Além de avaliar a influência do tratamento foi analisada a influência do tempo, bem como a interação entre o tratamento e o tempo. Quando a análise foi significativa para um ou mais fatores, foi utilizado o teste de Tukey. Todas as análises foram consideradas significativas quando $P < 0,05$.

4.2. Estudo 2

4.2.1. Animais

Foram utilizados os 8 equinos da raça Puro Sangue Árabe, machos, castrados, com idade entre 2 e 8 anos considerados hígidos e que participaram do Estudo 1. Esses equinos passaram por uma fase de condicionamento visando à padronização das respostas fisiológicas e metabólicas dos cavalos durante o experimento, os cavalos foram submetidos à adaptação ao ambiente de realização dos testes físicos e à realização de exercício físico em esteira¹⁴ nos aspectos de equipamento (inclinação da esteira, mudança de velocidade e alta velocidade), ambiente (manipulação no tronco, instrumentação e equipe). Com o intuito de diminuir possível influência dos exercícios físicos realizados no período de condicionamento sob os testes, a última sessão de exercício foi realizada sete dias antes do primeiro teste. Os animais foram mantidos em baias individuais de 3x4m, com água *ad libitum* oferecida em bebedouros automáticos e com manejo nutricional foi similar ao utilizado no *Estudo 1*.

4.2.2. Delineamento Experimental

Os 8 equinos foram divididos em dois grupos de quatro animais, suplementados e controle, com 14 dias de intervalo entre eles (*washout*), e passaram por dois testes físicos de exercício em esteira: TPEP e TES, de acordo com a Figura 6. O grupo suplementado recebeu 0,4g/kg de maltodextrina, 30 minutos antes do exercício, determinados com base nos resultados do *Estudo 1*, considerando a maior persistência das concentrações sanguíneas de glicose e associada ao menor estímulo hiperinsulinêmico.

- Grupo Maltodextrina (GM, n=8) – equinos que receberam 0,4g/kg de maltodextrina hidratada, pela via oral, 30 minutos antes do início do exercício.
- Grupo Controle (GC, n=8) – equinos que receberam 180g de carboximetilcelulose hidratada pela via oral, 30 minutos antes do início do exercício.

¹⁴ Mustang 2200 - KAGRA, Suíça

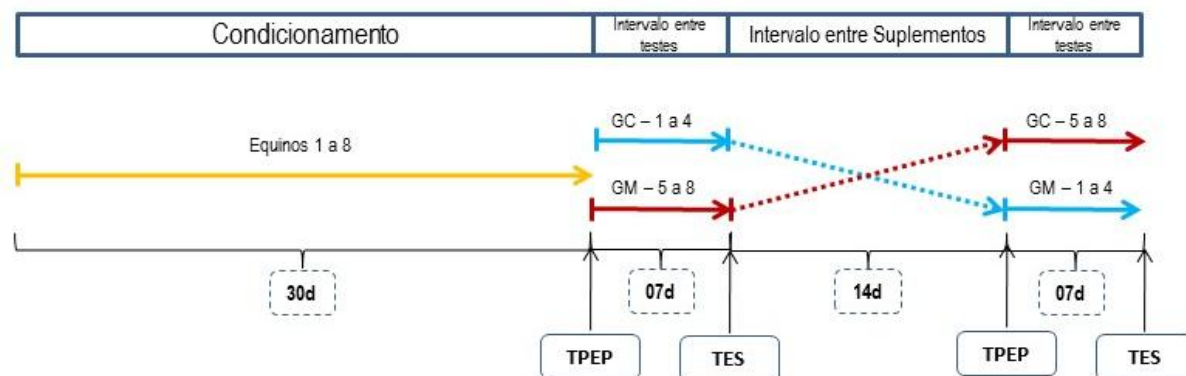


Figura 6. Distribuição dos 8 equinos nos grupos, períodos e testes físicos de exercício em esteira. (GM – equinos que receberam 0,4g/kg de maltodextrina hidratada. GC – equinos que receberam 180g de carboximetilcelulose hidratada pela via oral, 30 minutos antes do início do exercício. TPEP - teste padrão de exercício progressivo. TES - Teste de Exercícios Sequenciais)

4.2.3. Preparo e Instrumentação do cavalos para os Testes Físicos de Exercício

No dia do experimento ao equino não foi oferecida a refeição das 6:00h até finalização do teste em esteira. Na baia, previamente à administração da maltodextrina ou de carboximetilcelulose foram realizadas coletas de sangue venoso por meio de agulha de coleta a vácuo e tubos de coleta a vácuo (momento pré suplementação) e em seguida realizou-se a administração do tratamento de acordo com o grupo (GM ou GC).

No Centro de Medicina Esportiva Equina, o cavalo foi submetido à escovação cutânea e limpeza dos cascos, equipado com transmissor e receptor de frequência cardíaca e o cinto suspensor de segurança (Figura 7).



Figura 7. Animal equipado com transmissor, receptor de frequência cardíaca e cinto suspensor de segurança, preparado para entrar no troco de contenção e cateterização venosa para realização de coletas sanguíneas durante o exercício.

Em seguida, foi conduzido ao tronco de contenção para a realização da cateterização venosa, que consistiu de tricotomia no terço médio do pescoço e realização de antissepsia com algodão embebido em álcool iodado. No intuito de melhorar a qualidade da cateterização e evitar estímulo doloroso, foi realizado botão anestésico com a aplicação subcutânea de 0,3mL de cloridrato de lidocaína a 2% sem vasoconstritor. Um cateter intravenoso 14G (2,2mm de calibre x 50 mm de comprimento)¹⁵ foi inserido no sentido do fluxo sanguíneo, a ele foi acoplado um tubo extensor de 120cm de comprimento fixado à pele com cola de secagem rápida e em sua extremidade, acoplada uma torneira de três vias, denominado de circuito de coleta, com a finalidade de possibilitar as coletas sanguíneas com o animal em movimento (Figura 8).

Com o equino ainda contido no tronco foram aferidas temperatura retal, frequência cardíaca e respiratória. Após este momento, foram coletadas amostras de sangue venoso, denominado momento pré exercício. Imediatamente após as colheitas, o circuito de coleta foi preenchido com solução de NaCl 0,9%, visando a impedir a coagulação sanguínea no interior do circuito. A temperatura e umidade relativa ambiente foram registradas em planilhas.

¹⁵ BD Angiocatch, Becton Dickinson, Brasil

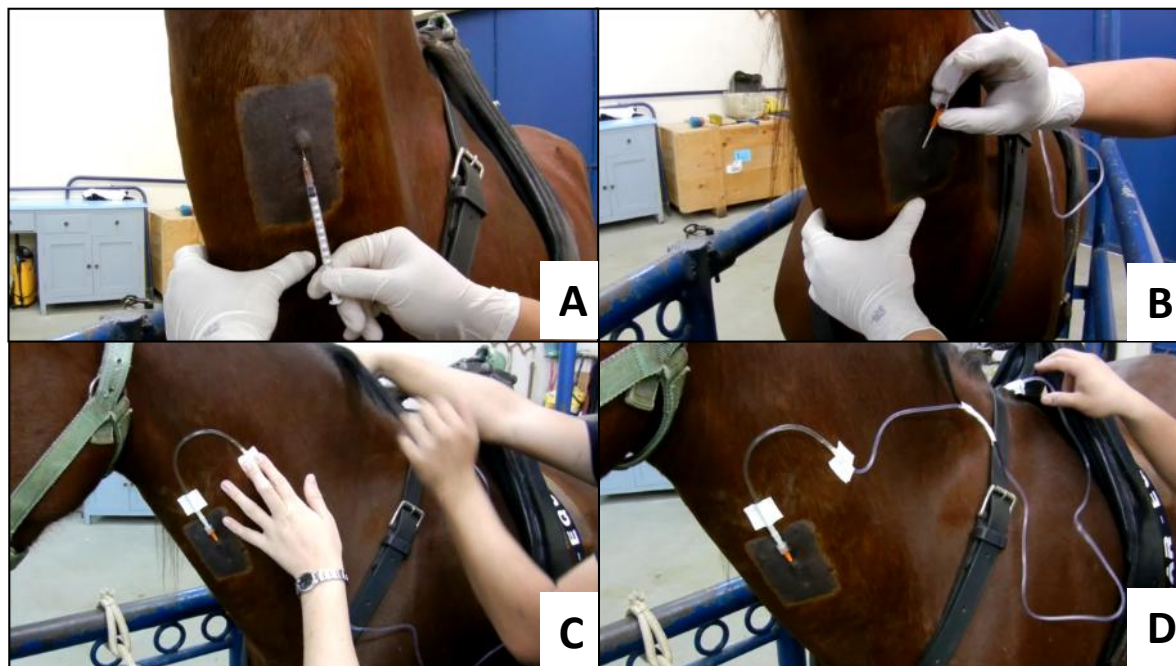


Figura 8. Etapas da cateterização de veia jugular esquerda e fixação de circuito de coletas de sangue. (A) Realização de botão anestésico. (B) Inserção do cateter no sentido do fluxo sanguíneo. (C) Fixação do circuito para coletas de sangue. (D) Animal preparado para realização de coletas sanguíneas.

Com o cavalo devidamente instrumentado foi então conduzido a esteira onde circuito de coletas sanguíneas foi fixado à barra lateral da esteira e o cinto suspensor de segurança foi devidamente acoplado. Durante o exercício, as amostras de sangue venoso foram coletadas nos 15 segundos finais de cada momento do TPEP e nos 5 segundos finais de cada momento do TES, sem a parada da manta da esteira (Figura 9). As amostras para hemogasometria foram coletadas diretamente do circuito de coleta através do acesso lateral do equipo em seringas de 1mL e agulha hipodérmica 40x8 contendo heparina de sódio. Antes das coletas, a solução de NaCl 0,9% presente nos circuitos foi retirada com o auxílio de seringas hipodérmicas de 20mL de volume, a fim de se evitar a diluição das amostras. Imediatamente após as coletas, o circuito foi novamente preenchido com solução de 0,9% NaCl. O monitoramento da frequência cardíaca foi realizado durante todo o exercício.

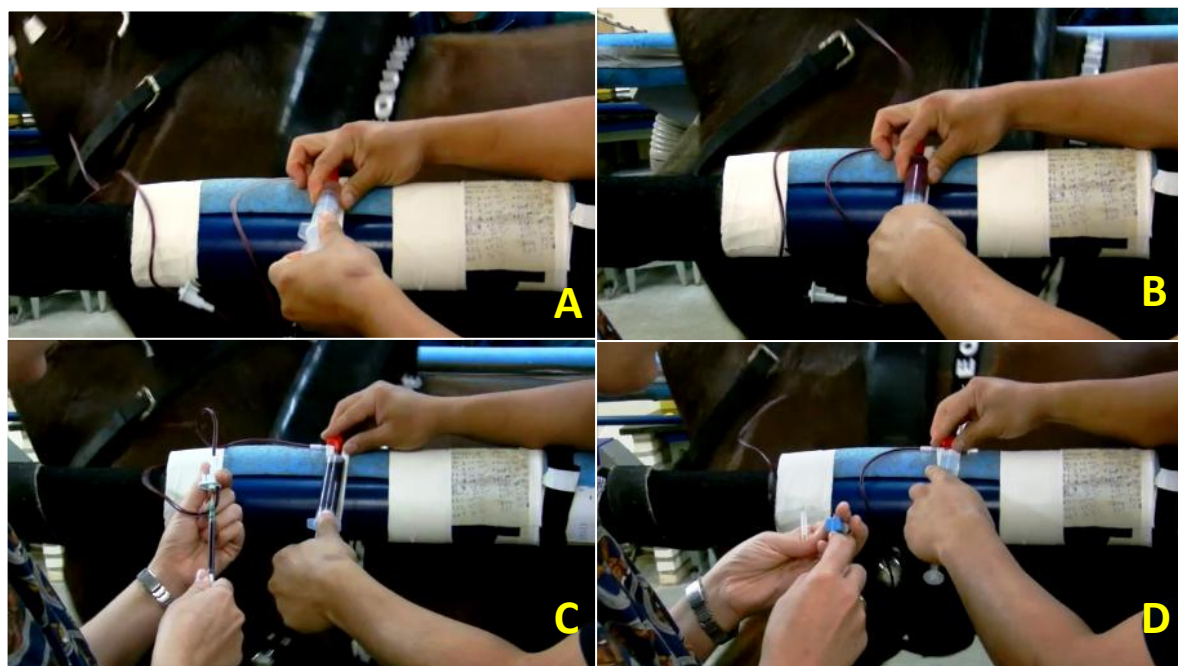


Figura 9. Sequência da coleta de sangue por meio de circuito de coleta sanguíneas.. (A) Realização de descarte do conteúdo presente no circuito. (B) Coleta de sangue para análises posteriores. (C) Coleta de sangue para hemogasometria venosa. (D) Preenchimento com solução de 0,9% de NaCl para evitar coagulação no interior do circuito.

4.2.4. Teste Padrão de Exercício Progressivo (TPEP)

O protocolo de exercício consistiu da inclinação da esteira a +6%, e fases subsequentes de velocidades progressivas, de acordo o protocolo: velocidade inicial de 1,8 m/s por um período de 5 min, seguindo a 4,0 m/s por 3 min, 6,0 m/s por 2 min, e fases subsequentes a 7,0; 8,0; 9,0; 10,0 e 11,0 m/s por 1 min em cada velocidade, ou até quando os cavalos não conseguirem manter o galope mesmo sendo estimulados.

Após o término do exercício o animal foi mantido por 15 minutos sobre a manta da esteira, onde foram mensuradas a frequência respiratória, cardíaca e temperatura retal. A frequência cardíaca foi monitorada nos 15s finais de cada minuto e as amostras de sangue venoso foram coletadas de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5. Momentos avaliados durante o teste padrão de exercício progressivo (TPEP).

| Momento | |
|---------|---|
| M0 | Pré Exercício |
| M1 | 15s finais da fase de velocidade de 6,0 m/s |
| M2 | 15s finais da fase de velocidade de 8,0 m/s |
| M3 | Término do exercício |
| M4 | 1 minuto após o término do exercício |
| M5 | 5 minutos após o término do exercício |
| M6 | 15 minutos após o término do exercício |
| M7 | 3 horas após o término do exercício |
| M8 | 6 horas após o término do exercício |
| M9 | 24 horas após o término do exercício |

4.2.5. Teste com sessões sequenciais de exercício alta intensidade e rápida aceleração, denominado de Teste de Exercícios Sequenciais (TES)

O protocolo de exercício foi realizado conforme proposto por ETO et al. (2004), com a diferença da inclinação de 6% ao invés de 7%, uma vez que, esta inclinação foi utilizada no TPEP; e a carga de trabalho para o cavalo realizar o exercício de alta intensidade e rápida aceleração, denominado *Sprint*, foi de 105% da FC_{max} ao invés de 116%. Esta diminuição da carga de exercício foi determinada pois diferente do presente estudo Eto et. al. (2004) utilizaram equinos da raça PSI e em treinamento.

Assim, os cavalos foram submetidos a um período de aquecimento ativo à velocidade de 1,7m/s por 1 min (sem inclinação), trote a 3,5m/s por 5 min (sem inclinação) e passo a 1,5m/s por 5 min (6% de inclinação), ao término deste período, a velocidade da esteira foi aumentada rapidamente para velocidade correspondente a 105% da FC_{max} (calculada para cada cavalo com base na frequência cardíaca obtida no TPEP), mantida por 50 s. Após este período, denominado de *Sprint*, a velocidade foi imediatamente diminuída para 1,5m/s (6%) e mantida por 15 min, denominado de desaquecimento ativo. Sendo que todos os cavalos realizaram três sessões a 105% da FC_{max} (3 *Sprint*) com períodos entre eles de 15 min ao passo. Após a terceira sessão os cavalos caminharam por 15min a 1,7m/s (sem inclinação), denominado também de desaquecimento ativo.

Após o término do exercício, com o cavalo sobre a manta da esteira, foram aferidas temperatura retal, frequência respiratórias e cardíaca. Durante o exercício, a frequência

cardíaca foi monitorada a cada 5s durante todo teste e as amostras de sangue venoso foram coletadas de acordo conforme Tabela 6.

Tabela 6. Momentos avaliados durante o teste de exercícios sequenciais (TES).

| Momento | |
|---------|--------------------------------------|
| M0 | Pré Exercício |
| M1 | Após aquecimento/Pré <i>Sprint</i> 1 |
| M2 | <i>Sprint</i> 1 |
| M3 | Pré <i>Sprint</i> 2 |
| M4 | <i>Sprint</i> 2 |
| M5 | Pré <i>Sprint</i> 3 |
| M6 | <i>Sprint</i> 3 |
| M7 | 1 minuto após <i>Sprint</i> 3 |
| M8 | 15 minutos <i>Sprint</i> 3 |
| M9 | 3 horas após o término do exercício |
| M10 | 6 horas após o término do exercício |
| M11 | 24 horas após o término do exercício |

4.2.6. Processamento das amostras

As amostras de sangue coletadas em tubos contendo NaF + EDTA foram imediatamente acondicionadas em recipiente de isopor contendo gelo triturado. As amostras de sangue venoso coletadas em tubos com anticoagulante EDTA e com ativador de coágulo foram mantidas em estantes à temperatura ambiente. As amostras para hemogasometria foram coletadas em seringas de 1mL contendo heparina de sódio, as possíveis bolhas de ar foram retiradas, foram homogenizadas e a agulha foi ocluída com tampão de borracha e processadas em Analisador de Sangue Portátil.

As amostras para a obtenção de plasma foram centrifugadas a 2.500 rpm (50Hz) por 4 min e para a obtenção de soro foram centrifugadas por 10 min a 3.000 rpm. Após isso, o plasma e o soro foram pipetados em alíquotas e acondicionados em microtubos de PVC de 0,5 mL de capacidade, devidamente identificados e armazenados até seu processamento em freezer a temperatura de -80°C.

4.2.7. Parâmetros Fisiológicos e Metabólicos

- Frequência cardíaca - foi monitorada durante todo o exercício e nos momentos após exercício com transmissor e receptor de frequência cardíaca¹⁶ (Figura 10), com dados gravados no receptor a cada 5s e processados em software específico¹⁷.

¹⁶ Polar MFC RS800CX G3 – Polar Electro, Finlândia



Figura 10. Animal equipado com transmissor e monitor de frequência cardíaca.

- Distância percorrida - foi obtida da esteira de alta velocidade e corresponderá ao início da cronometragem.
- Velocidade na qual a concentração plasmática de lactato é de 4mmol/L (V_4) - foi obtido por meio dos dados tabulados em planilhas com a confecção das curvas das concentrações sanguíneas de lactato (mmol/L) versus a velocidade (m/s) de exercício em todos os TPEP . Destas curvas o V_4 foi obtido pela análise de regressão exponencial utilizando programa de computador R¹⁸ (Figura 11).

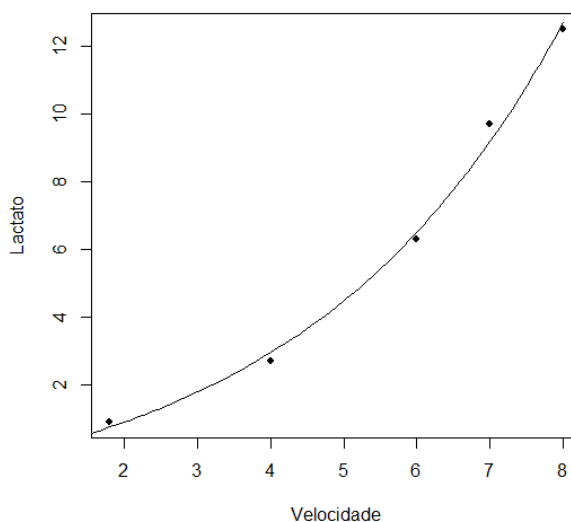


Figura 11. Demonstração gráfica obtida através do programa computadorizado R, utilizado para obtenção do valor de V_4 .

¹⁷ Pro Trainer 5 Edition Software – Polar Electro, Finlândia

¹⁸ R Development Core Team (2007) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>

- Velocidade na qual a frequência cardíaca é de 200bpm (V_{200}) - foi determinado através da regressão linear da frequência cardíaca versus a velocidade, pelo método de previsão.
- Frequência cardíaca máxima ou frequência cardíaca pico- foi definida como o valor de frequência cardíaca em que se observou a não alteração mesmo com a elevação da velocidade de exercício ou o maior valor observado durante a fase de máxima velocidade atingida.
- Velocidade para FC_{max} - foi calculada pela identificação da velocidade na qual o cavalo atinge a FC_{max} . Utilizou este parâmetro para o cálculo da $V_{105\%FC_{max}}$ (velocidade de exercício correspondente a 105% da FC_{max} de cada equino), determinada através da regressão linear da frequência cardíaca *versus* a velocidade de exercício correspondente e obtida em cada TPEP.
- Volume globular e concentração da proteína plasmática - foram obtidos das amostras coletadas em tubos com EDTA e realizadas respectivamente pelo método de microhematócrito e refratometria (Figura 12), conforme JAIN (1993), no Laboratório do Centro de Medicina Esportiva Equina – FMVZ – UNESP – Botucatu.

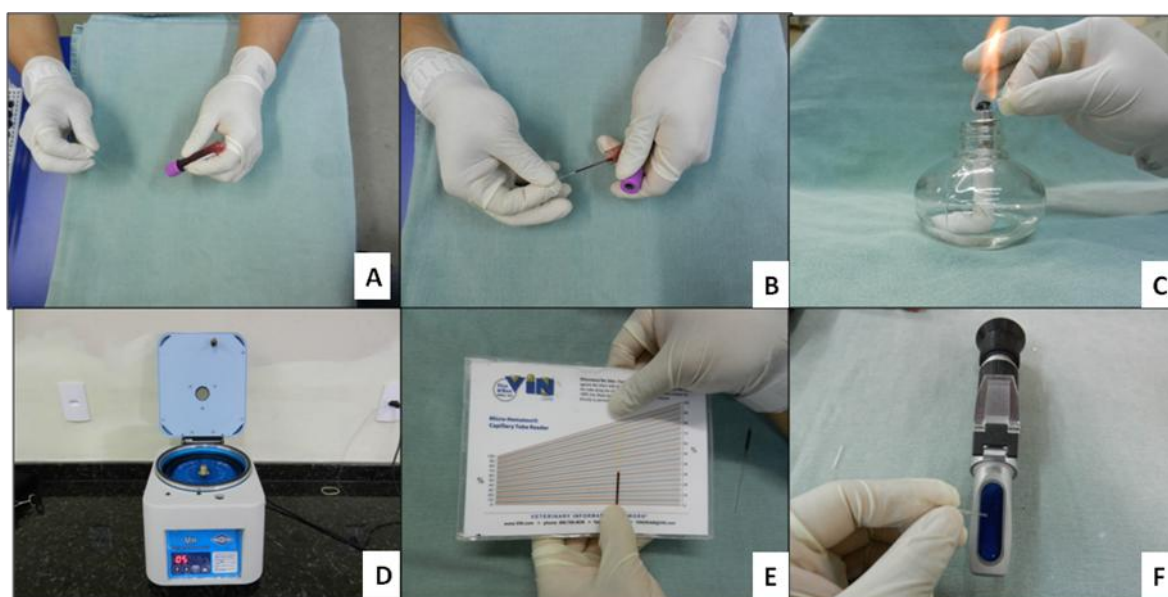


Figura 12. Processamento de volume globular e concentração da proteína plasmática. (A) Homogeneização da amostra. (B) Preenchimento do microcapilar. (C) Fechamento do microcapilar. (D) Centrifuga de microhematócrito. (E) Leitura do microcapilar. (F) Refratômetro utilizado para leitura de concentração de proteínas plasmáticas.

- Concentração plasmática de lactato e glicose - foram obtidas das amostras de sangue coletadas em tubos contendo fluoreto de sódio com EDTA e acondicionadas em caixa térmica. Essas amostras foram centrifugadas e o plasma obtido foi armazenado em freezer -80°C no Laboratório de Terapia Celular da FMVZ – UNESP, Campus de Botucatu. Posteriormente

foram processadas conjuntamente em Analisador Analítico de Lactato e Glicose¹⁹ (Figura 13) do Laboratório de Farmacologia e Fisiologia do Esforço Equino (LAFEQ) da DMFA - FCAV – UNESP, Campus de Jaboticabal.

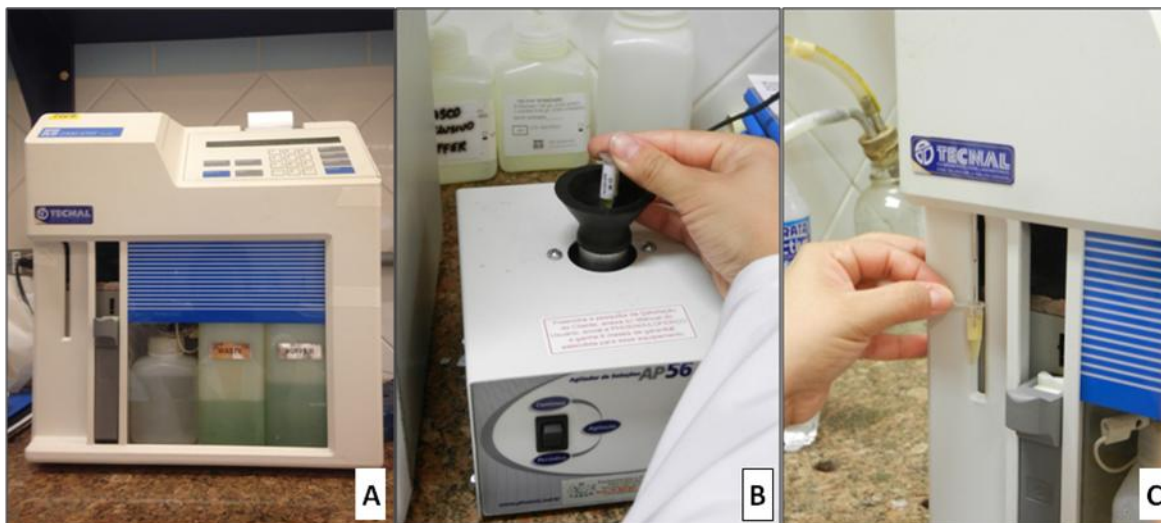


Figura 13. Processamento de amostras para determinação de glicose e lactato plasmáticos, LAFEQ – UNESP/Jaboticabal. (A) Equipamento YSI2300 em fase de calibração. (B) Homogeneização da amostra. (C) Processamento da amostra.

- Atividade sérica da creatinaquinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST) - foram determinadas por meio da técnica cinética, utilizando *kit* comercial e leitura em equipamento automático²⁰, análises realizadas no laboratório Vida Vet, Botucatu/ SP.
- Colesterol e Triglicerídeos sérico – foram determinadas por meio da técnica enzimática colorimétrica de ponto final, utilizando *kit* Reagente³³ e leitura em equipamento automático Cobas Mira, análises realizadas no laboratório Vida Vet, Botucatu/ SP.
- Hemogasometria venosa - foram obtidas das amostras coletadas em seringas de 1mL contendo heparina de sódio. Após a coleta, amostra de sangue foi depositada no compartimento de cartuchos descartáveis com tecnologia de micro sensores, com solução calibradora interna e leitura em Analisador de Sangue Portátil²¹ (Figura 14), com os valores de pH, pO₂, pCO₂, TCO₂, HCO₃, BE e sO₂ registrados em papel.

¹⁹ YSI 2300 STAT PLUS – YSI Life Sciences, EUA

²⁰ Cobas Mira – Roche,

²¹ i STAT Abbott

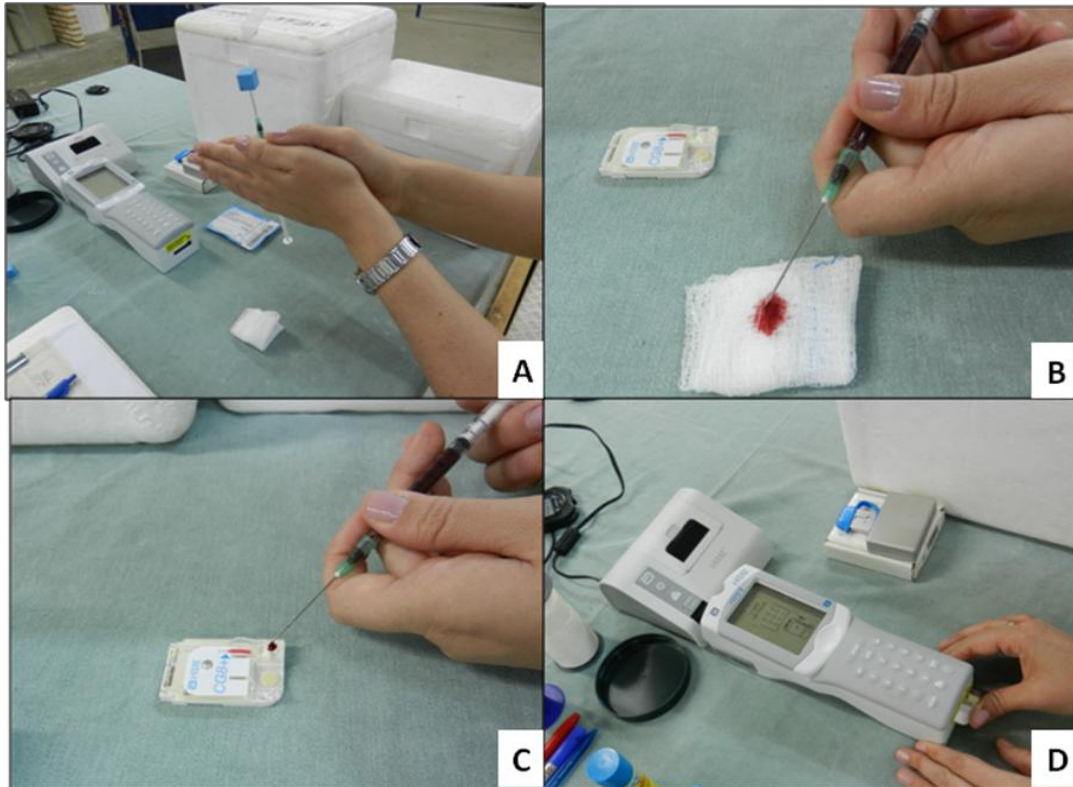


Figura 14. Processamento de amostras de hemogasometria. (A) Homogeneização da amostra. (B) Parte da amostra desprezada evitando possível contaminação com ar ambiente. (C) Preenchimento de cartucho. (D) Inserção no aparelho e realização de leitura.

- Concentração de Insulina - As amostras de sangue foram acondicionadas em tubos contendo ativador de coágulo. Os tubos serão centrifugados 2.000G por 10 minutos e, então, as amostras de soro foram separadas em alíquotas e congeladas a -80°C até as análises. A concentração sérica de insulina foi determinada por meio de eletroquimioluminescência²² (Figura 15), análise realizada no laboratório Santé, Brasília.

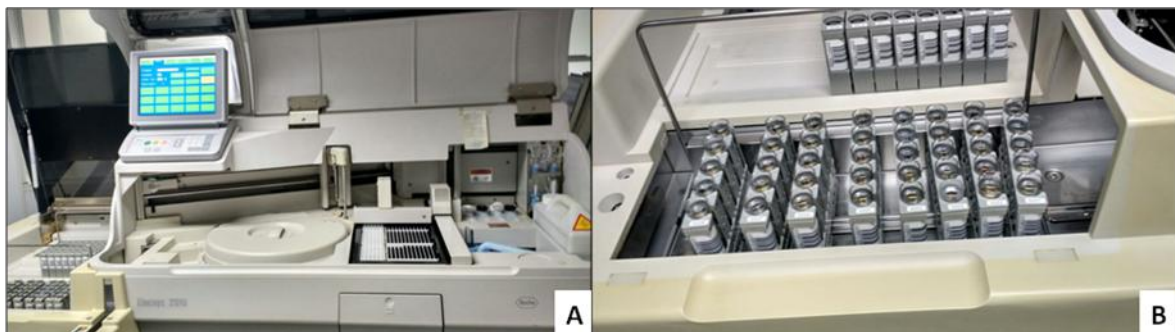


Figura 15. Processamento de amostras de insulina, Laboratório Santé – Brasília. (A) Equipamento utilizado para processamento. (B) Amostras, momento prévio ao processamento.

²² Kit Roche®, utilizando Eletcsys® Systems 2010

4.2.8. Análise Estatística

De acordo com a distribuição dos dados, foram analisados pelo Teste de Kolgomorov e Smirnov, as variáveis foram avaliadas segundo métodos estatísticos paramétricos ou não-paramétricos. Na ocorrência do primeiro caso, os dados foram inicialmente avaliados através de teste F de análise de variância, e quando significativo, as médias foram confrontadas pelo teste de múltipla amplitude de Tukey. No caso de testes não-paramétricos os mesmos foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis. As análises foram processadas com o auxílio do programa estatístico computadorizado (SigmaStat versão 3.10). Todas as análises foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

5.1. Estudo 1

5.1.1. Avaliação Clínica

Na avaliação clínica, os animais mantiveram-se dentro dos valores de normalidade para a espécie equina nos parâmetros de frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal, tempo de preenchimento capilar, avaliação de mucosas aparentes, auscultação abdominal e taxa de ingestão de água. Sendo que para frequência cardíaca, adotou-se o intervalo de 28 a 40 bmp, para a frequência respiratória adotou-se intervalo de 8 a 16mm e para temperatura retal adotou-se como valores com intervalo de 37,5 a 38,5°C (FEITOSA, 2008).

O tempo de preenchimento capilar e mucosas aparentes (Oculopalpebrais e oral) não alteraram entre os momentos e nem entre os tratamentos, e mantiveram dentro da normalidade para equinos hígidos. Com relação à auscultação abdominal, não houve alteração de motilidade após administração de maltodextrina ou carboximetilcelulose nos momentos avaliados. Com relação a ingestão de água houve uma variação entre os animais e grupos, porém não houve relação com a administração da maltodextrina.

5.1.2. Glicemia

No GM02 houve elevação da glicemia no M30 comparativamente ao momento pré administração (M-30), com valores elevados até o M60, constatando um platô de 30 minutos de duração e retorno gradativo aos valores basais. No GM04 observou-se elevação da glicemia também a partir do M30, mantendo esta elevação até o M90, apresentando um platô de 60 minutos, retornando aos valores próximos ao valor basal no M120. No GM06, a elevação da glicemia foi observada no M30, mantendo elevação até M60, com platô de 30 minutos de duração e elevação no M120. No GC não foram observadas diferenças entre os momentos avaliados.

Tabela 7. Média e erro-padrão das concentrações de glicose, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no estudo 1 nos momentos antes e após a administração de maltodextrina pela via oral, conforme tratamento (GM02, GM04, GM06 e GC) e correspondente análise estatística paramétrica.

| Momento | GM02 | GM04 | GM06 | GC |
|----------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------|
| M-30 | 89,12±1,97 bc | 89,73±2,00 cd | 89,91± 2,86 ade | 89,43±1,45 |
| M30 | 112,50±2,50 a B | 108,94±4,06 ab B | 108,11±3,05 b AB | 88,00±1,27 A |
| M60 | 109,89±3,09 a B | 121,96±3,22 a B | 122,43±5,16 c B | 88,76±1,65 A |
| M90 | 99,55±3,18 ab AB | 116,73±4,37 a BC | 123,74±7,46 ac C | 89,37±1,64 A |
| M120 | 89,37±2,56 bc A | 101,26±6,22 bc AB | 119,59±8,42 bc B | 87,66±1,89 A |
| M150 | 82,32±2,70 c A | 88,22±5,16 cd AB | 103,11±7,47 d B | 86,06±1,13 AB |
| M210 | 83,49±1,95 bc | 76,67±2,43 d | 87,57±5,70 e | 86,33±1,92 |

GM02- Grupo maltodextrina 0,2g/kg; GM04- Grupo maltodextrina 0,4g/kg; GM06- Grupo maltodextrina 0,6g/kg; GC – Grupo Controle; M- momento.

Valores apresentados com média ± erro padrão

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c, d, e) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B, C) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com relação à glicemia entre os tratamentos, observaram-se elevação nos grupos tratados com maltodextrina a partir do M30 comparativamente ao GC e os valores decresceram no GM02 e GM06 a partir do M60, comparativamente ao GM04 que persiste até o M90.

No momento 60 e 90 minutos após a administração os GM04 e GM06 apresentaram maiores concentrações de glicose que o GC. No momento 60 minutos após a administração não houve diferença entre os grupos tratados com maltodextrina, já no momento 90 minutos após a administração o GM06 apresentou glicemia maior que no grupo GM02.

No momento 120 minutos após administração os valores diferiram apenas do GM06, que apresentou concentração glicêmica maior que o GC e GM02. Nos M-30 e M210 os valores foram semelhantes em todos os tratamentos.

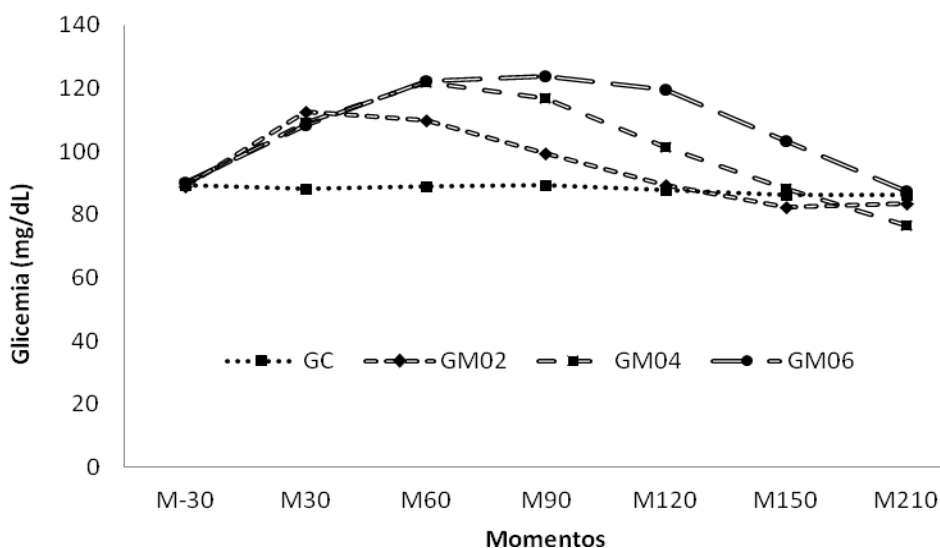


Figura 16. Concentrações de glicose nos tratamentos: GM02, GM04, GM06 e GC, dos 8 equinos utilizados no estudo 1 nos momentos antes e após a administração de maltodextrina pela via oral.

5.1.3. Insulina

Tabela 8. Valores de insulina, em $\mu\text{UI/ml}$, dos 8 equinos utilizados no Estudo 1 nos momentos antes e após a administração de maltodextrina pela via oral, conforme tratamento (GM02, GM04, GM06 e GC) e correspondente análise estatística.

| | | M-30 | M30 | M60 | M90 | p |
|-------------|---------|-------|--------|--------|--------|-------|
| GC | Mediana | 1,048 | 1,110 | 0,859 | 1,018 | 0,964 |
| | P25 | 0,861 | 0,854 | 0,640 | 0,815 | |
| | P75 | 1,320 | 1,325 | 1,445 | 1,545 | |
| GM02 | Mediana | 1,575 | 5,500 | 3,310 | 2,095 | 0,061 |
| | P25 | 1,027 | 2,265 | 1,835 | 1,630 | |
| | P75 | 2,970 | 9,260 | 7,170 | 3,415 | |
| GM04 | Mediana | 1,960 | 4,290 | 6,385 | 6,720 | 0,084 |
| | P25 | 0,899 | 2,760 | 3,910 | 4,215 | |
| | P75 | 4,700 | 6,295 | 9,805 | 9,120 | |
| GM06 | Mediana | 2,435 | 4,790 | 5,655 | 6,720 | 0,081 |
| | P25 | 1,655 | 3,280 | 4,005 | 4,630 | |
| | P75 | 4,335 | 10,540 | 10,815 | 11,455 | |
| p | | 0,156 | 0,002 | <0,001 | <0,001 | |

GM02- Grupo maltodextrina 0,2g/kg; GM04- Grupo maltodextrina 0,4g/kg; GM06- Grupo maltodextrina 0,6g/kg; GC – Grupo Controle; M- momento.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B, C) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não houve diferença significativa entre os momentos avaliados. Os valores de insulina dos grupos tratados com maltodextrina diferiram do GC a partir do M30 (0,002), sendo que neste momento os três tratamentos diferiram estatisticamente do GC. No M60 e M90 os tratamentos GM04 e GM06 diferiram do GC (<0,001) enquanto que o GM02 não diferiu entre o GC e dos demais tratamentos. Entre as três doses não houve diferença entre si, além de todos os momentos os valores de insulina mostraram-se dentro da normalidade segundo estudos de Menezes (2014) onde referenciou diferentes autores que citam valores divergentes, porém valores até 62 μ UI/ml foram aceitos como dentro da normalidade para a espécie equina.

5.2. Estudo 2

5.2.1. Concentração plasmática de lactato

Tabela 9. Medianas das concentrações plasmáticas de lactato, em mmol/L, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | p |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| GC | Mediana | 0,64 | 4,81 | 8,64 | 10,65 | 15,70 | 15,50 | 12,50 | <0,001 |
| | | a | ab | abc | bc | c | c | c | |
| | P25 | 0,57 | 3,89 | 7,30 | 9,87 | 13,55 | 13,45 | 10,95 | |
| | P75 | 0,70 | 5,79 | 9,91 | 14,35 | 17,65 | 18,95 | 17,45 | |
| GM | Mediana | 0,66 | 4,41 | 8,54 | 12,15 | 15,30 | 14,60 | 11,55 | <0,001 |
| | | a | ab | abc | bc | c | c | bc | |
| | P25 | 0,64 | 3,73 | 7,34 | 10,95 | 14,35 | 14,15 | 10,90 | |
| | P75 | 0,72 | 5,60 | 10,97 | 13,65 | 19,60 | 21,50 | 18,60 | |
| p | | 0,263 | 0,852 | 0,726 | 0,382 | 0,805 | 0,721 | 0,878 | |

M0: Pré exercício; M1: 6,0m/s; M2: 8,0m/s; M3: Parada; M4: 1 minuto após parada; M5: 5 minutos após parada; M6: 15 minutos após parada.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

A análise estatística não paramétrica, as concentrações plasmáticas de lactato no TPEP não diferiram entre os tratamentos GC e GM nos momentos ($p > 0,05$) e elevaram-se no decorrer do teste conforme o aumento da velocidade de exercício, porém apenas no M3 os valores foram significativamente superiores ao M0. Os momentos após o término do exercício foram estatisticamente superiores ao M0 em todos os momentos, M4, M5 e M6.

Tabela 10. Valores de lactato, em mmol/L, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | p |
|----|---------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|------------|-----------|--------|
| GC | Mediana | 0,68 a | 0,69 a | 1,93 Aab | 1,75 ab | 2,94 Ab | 1,85 ab | 3,66 b | <0,001 |
| | P25 | 0,56 | 0,61 | 1,03 | 1,51 | 2,53 | 1,47 | 2,96 | |
| | P75 | 0,73 | 0,72 | 2,89 | 2,11 | 3,13 | 1,99 | 4,15 | |
| GM | Mediana | 0,66 a | 0,68 a | 3,40 Bab | 2,95 ab | 4,50 Bb | 3,42 b | 4,35 b | <0,001 |
| | P25 | 0,64 | 0,61 | 2,81 | 1,84 | 3,81 | 2,11 | 3,50 | |
| | P75 | 0,76 | 0,74 | 4,07 | 4,93 | 6,07 | 5,53 | 7,78 | |
| p | | 0,746 | 0,885 | 0,038 | 0,066 | <0,001 | 0,083 | 0,066 | |

M0:Pré exercício; M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3
Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

De acordo com análise estatística não paramétrica, as concentrações plasmáticas de lactato no TES diferiram entre os tratamentos GC e GM. O GM apresentou maiores concentrações de lactato nos M2 e M4 comparativamente ao GC.

Na análise entre os momentos, no GC os valores de lactato foram superiores ao M0 no M4 e M6, enquanto que no GM a lactacidemia foi superior nos M4, M5 e M6.

5.2.2. Concentração plasmática de glicose

Tabela 11. Concentrações de glicose, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | p |
|----|---------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------|
| GC | Mediana | 91,26 Aab | 84,78 a | 87,75 a | 88,92 ab | 94,87 ab | 121,89 b | 112,16 ab | 0,003 |
| | P25 | 88,47 | 79,19 | 80,00 | 80,27 | 88,38 | 96,67 | 90,90 | |
| | P75 | 94,96 | 92,52 | 92,70 | 100,09 | 109,10 | 152,07 | 139,82 | |
| GM | Mediana | 107,66 B | 90,45 | 87,75 | 89,37 | 90,99 | 114,78 | 108,02 | 0,008* |
| | P25 | 100,72 | 86,40 | 82,16 | 78,29 | 82,61 | 99,82 | 92,22 | |
| | P75 | 117,84 | 100,81 | 94,87 | 95,50 | 100,99 | 133,69 | 126,67 | |
| p | | 0,007 | 0,190 | 0,591 | 0,772 | 0,442 | 0,634 | 0,689 | |

M0: Pré exercício; M1:6,0m/s; M2: 8,0m/s; M3: Parada; M4: 1 minuto após parada; M5: 5 minutos após parada; M6: 15 minutos após parada.

*embora o p<0,05 não houve diferença entre momentos

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Na análise estatística não paramétrica, as concentrações plasmáticas de glicose diferiram entre os tratamentos GC e GM apenas no M0, sendo que após início do exercício os valores de glicose não variaram no GM e no GC apenas no M5 notou-se elevação comparativamente ao M1 e M2.

Tabela 12. Concentrações de glicose, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | M0 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | p |
|-----------|----------------------|---------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------|----------|
| GC | 93,72 ± 5,12 A | 87,41± 8,59 A | 87,50± 9,92 | 95,70± 10,38 | 96,01± 11,93 | 91,40 ± 6,97 A | 93,20 ± 8,82 A | 0,308 |
| GM | 108,94± 8,78 B | 97,82± 6,92 B | 93,18± 15,69 | 102,41± 12,62 | 105,18± 15,24 | 107,27 ± 16,25 B | 110,02 ± 16,56 B | 0,155 |
| p | <0,001 | 0,018 | 0,234 | 0,265 | 0,202 | 0,024 | 0,024 | |

M0:Pré exercício; M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3.

Valores apresentados com média ± desvio padrão

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na análise estatística paramétrica realizada entre os valores de glicose no TES observou-se concentrações de glicose no GM maiores ao GC nos M0 ($<0,001$), M1 (0,018), M5 (0,024) e M6 (0,024). Sendo que nos demais momentos apresentaram concentrações semelhantes ao GC. Em ambos os tratamentos a análise entre os momentos não demonstrou alteração nas concentrações de glicose ($p > 0,05$).

5.2.3. Hemogasometria venosa

Tabela 13. Valores de pH dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M4 | p |
|-----------|---------|-----------|-----------|----------|
| GC | Mediana | 7,40 | 7,25 | <0,001 |
| | | a | b | |
| | P25 | 7,40 | 7,19 | |
| | P75 | 7,42 | 7,27 | |
| GM | Mediana | 7,42 | 7,27 | <0,001 |
| | | a | b | |
| | P25 | 7,40 | 7,18 | |
| | P75 | 7,43 | 7,30 | |
| p | | 0,519 | 0,279 | |

M0: Pré exercício ; M4: 1 minuto após parada.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Análise estatística não paramétrica demonstrou que os valores de pH no TPEP não diferiram entre os tratamentos GC e GM. Porém os valores no M4 foram significativamente menores do que no M0, em ambos tratamentos.

Tabela 14. Valores de pH dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | p |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| GC | Mediana | 7,43 | 7,40 | 7,44 | 7,42 | 7,44 | 7,42 | 7,34 | <0,001 |
| | | a | ab | a | ab | a | ab | b | |
| | P25 | 7,41 | 7,37 | 7,42 | 7,39 | 7,43 | 7,37 | 7,31 | |
| | P75 | 7,44 | 7,43 | 7,45 | 7,44 | 7,46 | 7,43 | 7,37 | |
| GM | Mediana | 7,43 | 7,37 | 7,43 | 7,39 | 7,44 | 7,40 | 7,31 | <0,001 |
| | | a | b | a | ab | a | ab | b | |
| | P25 | 7,42 | 7,35 | 7,42 | 7,37 | 7,43 | 7,38 | 7,30 | |
| | P75 | 7,44 | 7,39 | 7,45 | 7,40 | 7,46 | 7,42 | 7,32 | |
| p | p | 0,555 | 0,152 | 0,865 | 0,052 | 0,826 | 0,800 | 0,128 | |

M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3; M7:1 minuto após Sprint 3.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Por meio de análise estatística não paramétrica, não houve alterações de pH entre os tratamentos GC e GM. Porém o valor de pH foi significativamente menor após o exercício

(M7), em ambos os tratamentos, comparativamente aos M1, M3, M5. No GM o M2 foi significativamente menor que o M1, sendo que não alterou nos demais momentos.

Tabela 15. Médias das pressões parciais O₂ (pO₂), em mmHg, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | M0 | M4 | p |
|-----------|-----------------|-----------------|----------|
| GC | 28,50±2,20 a | 37,50±3,93 b | <0,001 |
| GM | 29,63±4,00 a | 37,25±4,77 b | 0,004 |
| p | 0,497 | 0,911 | |

M0: Pré exercício ; M4: 1 minuto após parada.

Valores apresentados com média ± desvio padrão

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Análise estatística paramétrica demonstrou que não houve diferença entre os tratamentos GC e GM. Porém em ambos os tratamentos, no momento após exercício (M4) do TPEP os valores de pO₂ foram significativamente maiores comparativamente ao M0, em ambos os tratamentos.

Tabela 16. Médias das pressões parciais O₂ (pO₂), em mmHg, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | p |
|-----------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------|
| GC | 31,50± 1,60 a | 23,38± 2,39 b | 35,13± 2,47 ac | 22,25± 2,25 b | 34,75± 3,37 ac | 22,63± 2,26 b | 37,63± 2,97 c | <0,001 |
| GM | 30,25± 3,33 a | 21,63± 1,77 b | 36,00± 4,07 c | 20,38± 2,20 b | 35,50± 3,93 c | 20,75± 2,49 b | 37,00± 3,46 c | <0,001 |
| p | 0,355 | 0,118 | 0,612 | 0,065 | 0,688 | 0,138 | 0,704 | |

M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3; M7:1 minuto após Sprint 3.

Valores apresentados com média ± desvio padrão

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Análise estatística paramétrica demonstrou que não houve diferença entre os tratamentos GC e GM. No decorrer do TES as concentrações de pO₂ foram menores nos momentos M2, M4 e M6 comparativamente ao M1, em ambos os tratamentos. No GC os

valores de pO₂ nos momentos M3 e M5 não diferiram do M1 enquanto que o M7 foi superior ao M1. No GM, os valores de pO₂ foram superiores ao M1 nos momentos M3, M5 e M7.

Tabela 17. Pressões parciais CO₂ (pCO₂), em mmHg, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M4 | p |
|----|---------|-------|-------|-------|
| GC | Mediana | 43,75 | 38,30 | 0,010 |
| | | a | b | |
| | P25 | 42,10 | 36,25 | |
| | P75 | 44,65 | 40,90 | |
| GM | Mediana | 43,95 | 37,55 | 0,051 |
| | P25 | 41,95 | 36,85 | |
| | P75 | 44,80 | 42,80 | |
| | p | 0,798 | 0,718 | |

M0: Pré exercício ; M4: 1 minuto após parada.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Análise estatística não paramétrica demonstrou não que não houve diferença entre os tratamentos GC e GM, porém apenas no GC o M4 apresentou menor concentração de pCO₂ comparativamente ao M0, enquanto que no GM não apresentou diferença entre M0 e M4.

Tabela 18. Pressões parciais CO₂ (pCO₂), em mmHg, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | p |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| GC | Mediana | 42,00 | 45,50 | 39,10 | 44,65 | 39,25 | 46,90 | 39,10 | <0,001 |
| | | ab | a | bc | ab | b | ac | bc | |
| | P25 | 41,25 | 42,55 | 36,65 | 40,35 | 36,95 | 42,75 | 36,35 | |
| | P75 | 44,15 | 50,75 | 40,75 | 46,55 | 40,25 | 49,40 | 41,85 | |
| GM | Mediana | 42,40 | 50,35 | 37,40 | 45,80 | 36,45 | 42,55 | 40,00 | <0,001 |
| | | abc | b | ac | ab | c | ab | ac | |
| | P25 | 40,60 | 48,65 | 37,05 | 44,35 | 35,30 | 42,35 | 36,80 | |
| | P75 | 42,95 | 52,90 | 38,40 | 48,40 | 37,40 | 44,95 | 42,95 | |
| p | | 0,547 | 0,093 | 0,442 | 0,574 | 0,076 | 0,130 | 0,787 | |

M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3; M7:1 minuto após Sprint 3.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Análise estatística não paramétrica não demonstrou diferença entre os tratamentos GC e GM. Os valores de pCO₂ tenderam a ser maiores durante os *Sprint* comparativamente ao correspondente momento prévio. No GC, o M2 foi superior ao M3 e o M5 foi inferior ao M6. No GM, M2 também foi superior ao M3, M4 foi superior ao M5 e M5 foi inferior ao M6.

Tabela 19. Concentrações totais de CO₂ (TCO₂), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente Análise estatística.

| | M0 | M4 | p |
|-----------|-----------------|-----------------|----------|
| GC | 28,75±1,75 a | 17,25±2,05 b | <0,001 |
| GM | 29,00±1,69 a | 18,13±2,10 b | <0,001 |
| p | 0,776 | 0,414 | |

M0: Pré exercício ; M4: 1 minuto após parada.

Valores apresentados com média ± desvio padrão

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Análise estatística paramétrica demonstrou que não houve diferença estatística entre os tratamentos GC e GM, porém os valores de TCO₂ foram menores no M4 quando comparados ao M0 em ambos os tratamentos.

Tabela 20. Concentrações totais de CO₂ (TCO₂), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente Análise estatística.

| | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | p |
|-----------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------|
| GC | Mediana | 29,00 ab | 29,50 ab | 27,00 ac | 30,00 ab | 28,00 abc | 31,00 Ab | 22,00 c | <0,001 |
| | P25 | 28,50 | 28,35 | 27,00 | 28,00 | 27,00 | 29,00 | 21,00 | |
| | P75 | 30,50 | 31,00 | 28,00 | 30,00 | 29,00 | 32,00 | 23,00 | |
| GM | Mediana | 29,50 ab | 30,50 a | 27,00 bc | 29,00 ab | 27,00 bc | 28,00 Bab | 21,50 c | <0,001 |
| | P25 | 28,00 | 29,50 | 24,50 | 27,50 | 25,00 | 27,00 | 18,50 | |
| | P75 | 30,00 | 31,65 | 28,00 | 30,00 | 28,00 | 30,00 | 22,50 | |
| p | | 0,861 | 0,250 | 0,350 | 0,721 | 0,178 | 0,046 | 0,379 | |

M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3; M7:1 minuto após Sprint 3.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Análise estatística não paramétrica demonstrou que no M6 o GC diferiu do GM, sendo que o valor de TCO₂ foi menor no GM, nos demais momentos não houve diferença entre os tratamentos. Em ambos os tratamentos o valor de TCO₂ no M7 foi menor que os M1, M2, M4 e M6. No GC os demais momentos não diferiram entre si, enquanto que no GM, o M2 foi maior que o M3.

Tabela 21. Valores de bicarbonato (HCO_3), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | M0 | M4 | p |
|-----------|-----------------|-----------------|--------|
| GC | 27,49±1,73 a | 16,03±1,89 b | <0,001 |
| GM | 27,81±1,70 a | 17,05±1,96 b | <0,001 |
| p | 0,710 | 0,306 | |

M0: Pré exercício ; M4: 1 minuto após parada.

Valores apresentados com média ± desvio padrão

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c, d, e) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$)

Análise estatística paramétrica demonstrou que não houve diferença entre os tratamentos, porém valores de HCO_3 foram significativamente menores no momento após exercício (M4).

Tabela 22. Valores de bicarbonato (HCO_3), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | p |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| GC | Mediana | 28,00 | 28,45 | 25,95 | 28,30 | 26,80 | 29,60 | 21,40 | <0,001 |
| | | abc | ab | ac | abc | abc | Ab | c | |
| | P25 | 27,10 | 27,65 | 25,65 | 26,80 | 25,75 | 27,70 | 20,25 | |
| | P75 | 29,05 | 29,35 | 26,85 | 28,75 | 27,55 | 30,30 | 22,55 | |
| GM | Mediana | 28,45 | 29,25 | 25,95 | 27,95 | 25,90 | 26,50 | 20,45 | <0,001 |
| | | ab | b | ac | ab | ac | Bab | c | |
| | P25 | 27,25 | 28,40 | 23,55 | 25,95 | 23,55 | 25,45 | 17,70 | |
| | P75 | 28,85 | 30,55 | 26,75 | 28,30 | 26,70 | 28,80 | 21,55 | |
| p | | 0,791 | 0,191 | 0,359 | 0,505 | 0,174 | 0,048 | 0,184 | |

M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3; M7:1 minuto após Sprint 3.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Realizou-se análise estatística não paramétrica para avaliação dos valores de bicarbonato. No GC os valores no M6 foram superiores ao GM. No GM os valores de HCO_3 no M7 foi menor que o M1, M2, M4 e M6, além de apresentar menor concentração no M3 comparativamente ao M2. No GC no M7 os valores foram menores que o M2 e M6, e o M3 foi inferior ao M6.

Tabela 23. Valores de excesso de base (BE), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | M0 | M4 | p |
|-----------|----------------|------------------|--------|
| GC | 2,88±2,03 a | -11,63±2,62 b | <0,001 |
| GM | 3,13±1,89 a | -10,25±2,82 b | <0,001 |
| p | 0,802 | 0,195 | |

M0: Pré exercício ; M4: 1 minuto após parada.

Valores apresentados com média ± desvio padrão

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Realizou-se análise estatística paramétrica para avaliação dos valores de BE, sendo que não houve diferença entre os tratamentos, e em ambos os tratamentos os valores de BE foram significativamente menores no M4 comparativamente ao M0.

Tabela 24. Valores de excesso de base (BE), em mmol/l, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | p |
|-----------|---------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| GC | Mediana | 3,5 a | 3,5 a | 1,5 ab | 3,5 ab | 3,0 ab | 4,5 Aa | -4,5 b | 0,002 |
| | P25 | 2,5 | 3,0 | 1,0 | 2,5 | 1,0 | 3,0 | -5,5 | |
| | P75 | 5,0 | 5,0 | 3,0 | 4,0 | 3,5 | 6,0 | -2,5 | |
| | Mediana | 3,5 a | 3,5 a | 1,5 ab | 3,0 a | 1,5 ab | 1,5 Ba | -6,0 b | |
| P25 | 2,5 | 3,0 | -1,0 | 0,5 | -1,0 | 0,5 | -8,5 | | |
| P75 | 4,5 | 5,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | -4,5 | | |
| p | | 1,000 | 1,000 | 0,379 | 0,101 | 0,238 | 0,049 | 0,096 | |

M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3; M7:1 minuto após Sprint 3.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Análise estatística não paramétrica, demonstrou que valores de BE no GC foram maiores que o GM no M6. Em ambos os tratamentos, os valores de BE foram menores no M7 comparativamente ao M1, M2 e M6. No GM o M7 também foi superior no M4.

Tabela 25. Saturação de hemoglobina por O₂ (sO₂), em %, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | M0 | M4 | p |
|-----------|------------|-------------|-------|
| GC | 54,25±5,18 | 60,50±8,77 | 0,104 |
| GM | 56,63±8,91 | 61,25±10,49 | 0,358 |
| p | 0,525 | 0,721 | |

M0: Pré exercício ; M4: 1 minuto após parada.
 Valores apresentados com média ± desvio padrão
 Não houve diferença entre os tratamentos

Tabela 26. Comparação da saturação de hemoglobina por O₂ (sO₂), em %, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, obtido por meio de hemogasometria de sangue venoso realizado em analisador portátil de gases, nos momentos do teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | p |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| GC | Mediana | 61,5 | 43,0 | 70,0 | 39,0 | 71,0 | 38,5 | 67,0 | <0,001 |
| | | ab | a | b | Aa | b | a | b | |
| | P25 | 59,5 | 36,0 | 66,5 | 36,0 | 65,5 | 36,0 | 64,0 | |
| | P75 | 65,0 | 46,0 | 73,0 | 40,5 | 72,0 | 43,0 | 72,5 | |
| GM | Mediana | 61,0 | 33,5 | 72,0 | 32,0 | 73,0 | 35,0 | 65,5 | <0,001 |
| | | ab | a | b | Ba | b | a | b | |
| | P25 | 55,5 | 32,5 | 67,0 | 26,5 | 64,0 | 29,0 | 58,0 | |
| | P75 | 65,0 | 36,0 | 74,5 | 33,5 | 75,5 | 37,0 | 71,0 | |
| p | | 0,419 | 0,083 | 0,716 | 0,039 | 0,785 | 0,193 | 0,357 | |

M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3; M7:1 minuto após Sprint 3.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c, d, e) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

Análise estatística não paramétrica foi realizada comparando os tratamentos e no M4 notou-se que o GM apresentou menores valores de sO₂ comparativamente ao GC. O GC e GM mostraram semelhante comportamento de sO₂, sendo que em nenhum momento diferiu do M1, sendo que os M2, M4 e M6 (*Sprint*) foram menores que os M3, M5 e M7.

5.2.4. Volume globular e concentração da proteína plasmática

Tabela 27. Valores de Volume Globular (VG), em %, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | p |
|----|---------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|--------|
| GC | Mediana | 34,5 a | 45,5 ab | 47,5 b | 48,0 b | 48,0 b | 46,0 ab | 41,0 a | <0,001 |
| | P25 | 32,0 | 44,5 | 45,5 | 46,0 | 45,5 | 44,0 | 39,0 | |
| | P75 | 36,5 | 46,5 | 50,0 | 51,0 | 50,0 | 47,5 | 44,0 | |
| GM | Mediana | 34,5 a | 44,5 ab | 45,5 bc | 46,5 b | 47,0 b | 44,5 bc | 39,5 ac | <0,001 |
| | P25 | 32,5 | 44,0 | 45,0 | 45,5 | 45,0 | 43,0 | 37,0 | |
| | P75 | 36,5 | 45,5 | 49,5 | 50,0 | 50,0 | 47,5 | 43,5 | |
| p | | 0,807 | 0,316 | 0,382 | 0,442 | 0,862 | 0,505 | 0,456 | |

M0: Pré exercício; M1:6,0m/s; M2: 8,0m/s; M3: Parada; M4: 1 minuto após parada; M5: 5 minutos após parada; M6: 15 minutos após parada.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não houve diferença entre os tratamentos, no momento da parada (momento de maior velocidade) o valor de VG foi maior que valor pré exercício, valores retornam a valores próximos ao basal com 15 minutos de recuperação.

No GC, os M2, M3 e M4 foram maiores que o M0 e M6. No GM, os M3 e M4 foram maiores que M0 e M6. Os demais momentos não diferiram entre si.

Tabela 28. Valores de Volume Globular (VG), em %, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | p |
|----|--|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------|
| GC | | 33,9± 1,6 a | 36,9± 2,9 abc | 39,5± 3,4 bc | 36,4± 1,9 ab | 39,9± 2,5 bc | 36,6± 1,8 a | 40,8± 3,0 c | <0,001 |
| | | 32,8± 2,5 a | 35,0± 1,3 ad | 39,4± 2,5 bcef | 36,3± 1,8 abd | 40,8± 2,4 cf | 36,6± 1,7 de | 40,9± 2,6 f | |
| | | 0,304 | 0,130 | 0,934 | 0,894 | 0,488 | 1,000 | 0,930 | |

M0:Pré exercício; M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3

Valores apresentados com média ± desvio padrão

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não houve diferença entre os tratamentos, notou-se que os valores de VG foram nos momentos de *Sprint* (M2, M4, M6), sendo superiores ao momento pré exercício (M0). No GC, o M0 foi menor que o M2, M4 e M6, e o M4 foi superior ao M5. No GM, o M0 foi

menor que o M2, M4, M5 e M6, além de M2 ser maior que M1, M4 ser maior que M3 e M6 ser maior que M5.

Tabela 29. Valores de proteínas plasmáticas totais (PPT), em g/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | p |
|-----------|---------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|----------|
| GC | Mediana | 6,80 a | 7,30 ab | 7,65 b | 7,90 b | 7,90 b | 7,60 ab | 7,00 ab | <0,001 |
| | P25 | 6,70 | 7,15 | 7,40 | 7,45 | 7,25 | 7,10 | 6,90 | |
| | P75 | 7,00 | 7,80 | 8,00 | 8,10 | 8,00 | 7,80 | 7,45 | |
| GM | Mediana | 6,80 a | 7,50 ab | 7,50 ab | 7,70 b | 7,60 ab | 7,30 ab | 6,90 ab | 0,024 |
| | P25 | 6,30 | 7,00 | 7,00 | 7,20 | 7,10 | 6,90 | 6,70 | |
| | P75 | 7,20 | 7,80 | 8,00 | 8,00 | 8,10 | 7,80 | 7,40 | |
| p | | 0,709 | 0,878 | 0,597 | 0,646 | 0,685 | 0,628 | 0,787 | |

M0: Pré exercício; M1:6,0m/s; M2: 8,0m/s; M3: Parada; M4: 1 minuto após parada; M5: 5 minutos após parada; M6: 15 minutos após parada

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não houve diferença entre os tratamentos. No GC, os valores de PPT no M0 foram menores que o M2, M3 e M4. No GM, somente o M3 foi maior que o M0.

Tabela 30. Valores de proteínas plasmáticas totais (PPT), em g/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | p |
|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| GC | Mediana | 6,70 | 6,90 | 7,00 | 6,60 | 6,70 | 6,45 | 6,80 | 0,051 |
| | P25 | 6,50 | 6,70 | 6,70 | 6,30 | 6,50 | 6,20 | 6,30 | |
| | P75 | 6,80 | 7,00 | 7,00 | 6,60 | 6,90 | 6,60 | 7,0 | |
| GM | Mediana | 6,70 | 6,80 | 7,00 | 6,40 | 6,80 | 6,60 | 6,70 | 0,534 |
| | P25 | 6,40 | 6,50 | 6,70 | 6,20 | 6,40 | 6,10 | 6,30 | |
| | P75 | 6,90 | 7,00 | 7,10 | 6,80 | 6,90 | 6,90 | 6,90 | |
| p | | 0,717 | 0,530 | 0,878 | 0,887 | 0,892 | 0,760 | 0,904 | |

M0:Pré exercício; M1:Pré Sprint 1; M2:Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M4:Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M6:Sprint 3

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Não houve diferença entre os tratamentos e momentos.

5.2.5. Frequência Cardíaca

Tabela 31. Dados de frequência cardíaca (FC), em bpm, obtidos por meio de monitor de frequência cardíaca, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| Velocidade | | 1,8m/s | 4,0m/s | 6,0m/s | 7,0m/s | 8,0m/s | Parada | p |
|------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| GC | Mediana | 100,0 | 158,0 | 186,0 | 201,0 | 214,5 | 222,0 | <0,001 |
| | | a | ab | abc | bcd | cd | d | |
| | P25 | 95,5 | 148,0 | 179,5 | 193,5 | 206,5 | 210,5 | |
| | P75 | 109,0 | 160,0 | 191,5 | 205,5 | 216,0 | 224,5 | |
| GM | Mediana | 107,5 | 157,5 | 187,5 | 200,0 | 210,0 | 216,0 | <0,001 |
| | | a | ab | abc | bcd | cd | d | |
| | P25 | 97,0 | 151,0 | 176,0 | 189,0 | 202,0 | 211,0 | |
| | P75 | 110,5 | 167,0 | 191,5 | 204,5 | 217,5 | 225,5 | |
| p | | 0,654 | 0,857 | 0,998 | 0,934 | 0,970 | 0,970 | |

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c, d) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores de FC não variaram entre os tratamentos. As frequências cardíacas no TPEP mostraram-se significativamente diferentes do início do exercício a partir da velocidade de 7,0 m/s as FC foram superiores até o término do teste. A velocidade de 6,0 m/s também manifestou FC inferior ao momento de maior velocidade alcançada (parada).

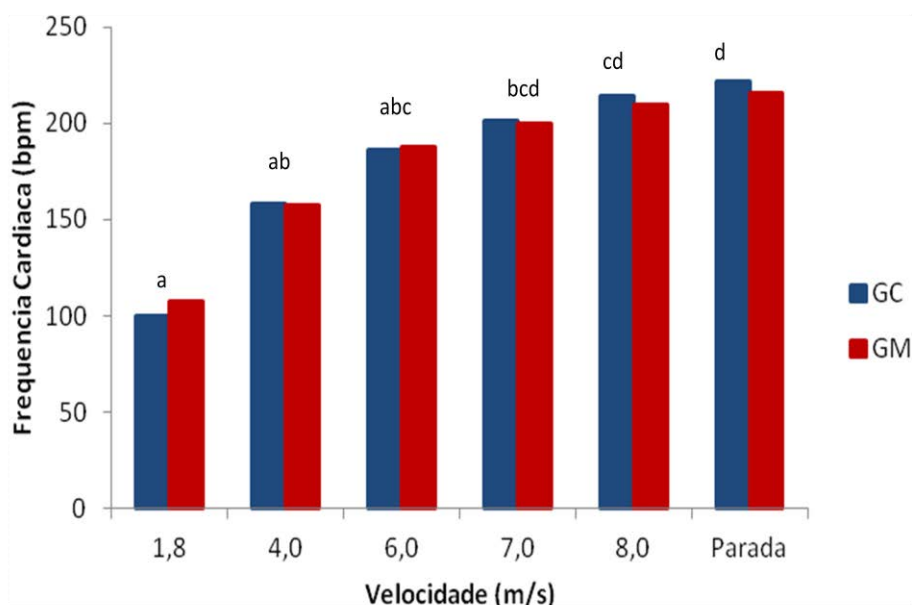


Figura 17. Descrição da variação da frequência cardíaca durante o TPEP dos 8 animais utilizados no estudo 2, submetidos ao Grupo Controle (GC) e Grupo Maltodextrina (GM) com velocidades correspondentes.

Tabela 32. Valores de frequência cardíaca (FC), em bpm, obtidos por meio de monitor de frequência cardíaca, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| Velocidade | 1,5m/s | <i>Sprint</i> | 1,5m/s | <i>Sprint</i> | 1,5m/s | <i>Sprint</i> | 1,7m/s | p |
|------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|
| GC | 91,1± | 206,9± | 98,4± | 209,1± | 98,8± | 210,0± | 90,4± | <0,001 |
| | 6,7 | 6,3 | 6,7 | 7,6 | 4,8 | 4,8 | 4,6 | |
| | a | b | a | b | a | b | a | |
| GM | 89,4± | 207,1± | 102,0± | 211,9± | 104,6± | 209,4± | 95,5± | <0,001 |
| | 6,0 | 8,4 | 6,7 | 8,1 | 7,2 | 7,4 | 6,9 | |
| | a | b | c | b | c | b | ac | |
| p | 0,590 | 0,947 | 0,296 | 0,495 | 0,077 | 0,844 | 0,103 | |

Valores apresentados com média ± desvio padrão

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

As frequências cardíacas no TES não diferiram entre os tratamentos. No GC os momentos de Sprint foram superiores aos momentos onde a velocidade foi de 1,5 ou 1,7 m/s. No GM, os momentos de Sprint também foram superiores aos momentos onde a velocidade foi de 1,5 ou 1,7 m/s e o M3 e M5 foram superiores ao M1.

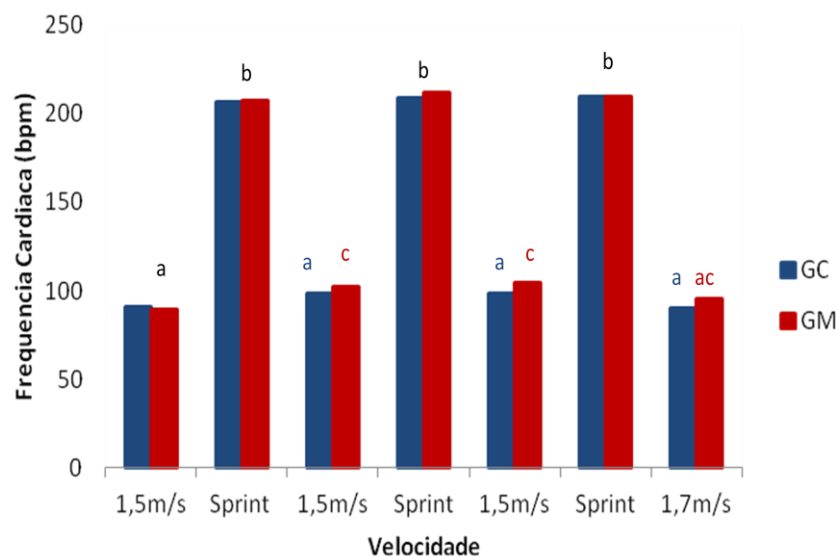


Figura 18. Descrição da variação da frequência cardíaca durante o TES dos 8 animais utilizados no estudo 2, submetidos ao Grupo Controle (GC) e Grupo Maltodextrina (GM) com velocidades correspondentes.

5.2.6. Atividade sérica da creatinaquinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST)

Tabela 33. Valores de creatina quinase (CK), em UI/L, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M6 | M7 | M8 | p |
|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|
| GC | Mediana | 267,0 | 278,0 | 283,0 | 0,844 |
| | P25 | 175,0 | 179,5 | 159,5 | |
| | P75 | 302,0 | 319,0 | 324,0 | |
| GM | Mediana | 225,5 | 250,5 | 232,5 | 0,800 |
| | P25 | 203,0 | 224,5 | 189,5 | |
| | P75 | 256,0 | 266,0 | 279,0 | |
| p | | 0,491 | 0,560 | 0,481 | |

M6: 15 minutos após término do TPEP, M7: 3 horas após, M8: 6 horas após.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos e momentos.

Tabela 34. Valores de creatina quinase (CK), em UI/L, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M8 | M9 | M10 | p |
|-----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| GC | Mediana | 174,0 | 195,0 | 206,0 | 0,315 |
| | P25 | 155,0 | 168,5 | 172,0 | |
| | P75 | 217,5 | 276,5 | 401,0 | |
| GM | Mediana | 202,5 | 227,0 | 205,0 | 0,470 |
| | P25 | 165,5 | 177,0 | 177,5 | |
| | P75 | 240,0 | 277,0 | 279,0 | |
| p | | 0,828 | 0,798 | 0,954 | |

M8: 15 minutos após Sprint 3, M9: 3 horas após término de TES, M10: 6 horas após término do TES.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Não houve diferença significativa entre os tratamentos e momentos

Tabela 35. Valores de aspartato aminotransferase (AST), em UI, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M6 | M9 | p |
|-----------|---------|-----------|-----------|----------|
| GC | Mediana | 411,0 | 298,5 | 0,195 |
| | P25 | 284,0 | 276,5 | |
| | P75 | 469,0 | 312,5 | |
| GM | Mediana | 301,5 | 303,0 | 0,651 |
| | P25 | 288,5 | 283,5 | |
| | P75 | 373,5 | 318,0 | |
| p | | 0,228 | 0,721 | |

M6: 15 minutos após término do TPEP, M9: 24 horas após

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Não houve diferença significativa entre os tratamentos e momentos

Tabela 36. Valores de aspartato aminotransferase (AST), em UI, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | M8 | M11 | p |
|-----------|------------|------------|----------|
| GC | 306,3±38,6 | 317,5±40,6 | 0,579 |
| GM | 292,0±37,3 | 299,5±35,1 | 0,685 |
| p | 0,465 | 0,359 | |

M8: 15 minutos após Sprint 3, M11: 24 horas após término de TES.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Não houve diferença significativa entre os tratamentos e momentos

5.2.7. Perfil Lipídico

Tabela 37. Valores de triglicerídeos séricos, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M6 | p |
|-----------|---------|-----------|-----------|----------|
| GC | Mediana | 30,5 | 62,5 | <0,001 |
| | | a | b | |
| | P25 | 27,0 | 54,5 | |
| | P75 | 33,0 | 72,0 | |
| GM | Mediana | 28,5 | 64,0 | <0,001 |
| | | a | b | |
| | P25 | 25,5 | 55,0 | |
| | P75 | 34,5 | 76,5 | |
| p | | 0,968 | 0,878 | |

M0: Pré exercício, M6: 15 minutos após término do TPEP.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não houve diferença entre os tratamentos GC e GM. Em ambos os tratamentos, os valores de triglicerídeos no momento após exercício (M6) foram superiores ao momento pré exercício (M0).

Tabela 38. Valores de triglicerídeos séricos, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M1 | M3 | M5 | M8 | p |
|-----------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|
| GC | Mediana | 30,5 | 40,0 | 42,0 | 43,5 | 0,111 |
| | P25 | 26,5 | 30,0 | 31,5 | 37,0 | |
| | P75 | 39,0 | 46,5 | 54,0 | 52,5 | |
| GM | Mediana | 28,0 a | 38,0 ab | 44,0 b | 45,5 b | 0,009 |
| | P25 | 23,5 | 31,5 | 39,5 | 39,5 | |
| | P75 | 35,5 | 46,5 | 58,0 | 52,0 | |
| p | | 0,551 | 0,878 | 0,740 | 0,706 | |

M1:Pré Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M8:15 minutos após Sprint 3

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Letras minúsculas na mesma linha (a, b) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não houve diferença entre os tratamentos GC e GM. No GC não houve diferença entre os momentos avaliados. No GM, os M5 e M8 foram superiores ao M1, porém M3 não diferiu dos demais momentos.

Tabela 39. Valores de colesterol sérico, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | | M0 | M6 | p |
|-----------|---------|-----------|-----------|----------|
| GC | Mediana | 119,5 | 114,0 | 0,279 |
| | P25 | 109,0 | 101,5 | |
| | P75 | 126,0 | 118,0 | |
| GM | Mediana | 107,5 | 107,0 | 0,310 |
| | P25 | 104,5 | 98,5 | |
| | P75 | 118,0 | 111,0 | |
| p | | 0,500 | 0,268 | |

M0: Pré exercício, M6: 15 minutos após término do TPEP.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos e momentos.

Tabela 40. Valores de colesterol sérico, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise.

| | | M1 | M3 | M5 | M8 | p |
|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| GC | Mediana | 101,0 | 96,5 | 99,0 | 95,0 | 0,130 |
| | P25 | 98,0 | 94,5 | 95,5 | 93,5 | |
| | P75 | 104,5 | 105,0 | 108,0 | 103,0 | |
| GM | Mediana | 102,0 | 93,0 | 92,0 | 92,0 | 0,315 |
| | P25 | 91,0 | 87,0 | 81,0 | 85,5 | |
| | P75 | 108,5 | 100,5 | 98,0 | 97,0 | |
| p | | 0,374 | 0,307 | 0,052 | 0,178 | |

M1:Pré Sprint 1; M3:Pré Sprint 2; M5:Pré Sprint 3; M8:15 minutos após Sprint 3

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos e momentos.

5.2.8. Velocidade na qual a concentração plasmática de lactato é de 4mmol/L (V_4)

Tabela 41. Valores de V_4 , em m/s, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística paramétrica.

| | |
|-----------|---------|
| GC | 5,7±0,8 |
| GM | 5,8±0,9 |
| p | 0,860 |

Valores apresentados com média ± desvio padrão.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos.

5.2.9. Velocidade na qual a frequência cardíaca é de 200bpm (v_{200})

Tabela 42. Valores de V_{200} , em m/s, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | |
|-----------|---------|
| GC | 6,9±0,6 |
| GM | 7,2±0,6 |
| p | 0,694 |

Valores apresentados com média ± desvio padrão.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos.

5.2.10. Frequência cardíaca máxima

Tabela 43. Valores de frequência cardíaca máxima, em bpm, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP) e teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | TPEP | TES | p |
|-----------|-------------|------------|----------|
| GC | 215,9±7,0 | 211,1±4,9 | 0,141 |
| GM | 218,0±7,7 | 212,8±7,0 | 0,176 |
| p | 0,574 | 0,600 | |

Valores apresentados com média ± desvio padrão.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos.

5.2.11. Distância percorrida

Tabela 44. Valores da distância percorrida, em metros, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2 submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP) e teste de exercícios sequenciais (TES), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8), e correspondente análise estatística.

| | TPEP | TES |
|-----------|--------------|--------------|
| GC | 3318,5±359,6 | 6916,9±86,6 |
| GM | 3333,0±253,8 | 7001,4±115,9 |
| p | 0,927 | 0,121 |

Valores apresentados com média ± desvio padrão.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos.

5.2.12. Velocidade para 105% da FC_{Max}

Tabela 45. Valores da velocidade para 105% da frequência cardíaca máxima, em m/s, dos 8 equinos utilizados no Estudo 2, submetidos ao teste padrão de exercício progressivo (TPEP), no Grupo Controle (GC, n=8) e Grupo Maltodextrina (GM, n=8) e correspondente análise estatística.

| | |
|-----------|---------|
| GC | 9,1±0,6 |
| GM | 9,7±0,6 |
| p | 0,166 |

Valores apresentados com média ± desvio padrão.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos.

6. DISCUSSÃO

6.1. Estudo 1

6.1.1. Avaliação Clínica

A ingestão de maltodextrina não causou alterações sistêmicas quando utilizadas em doses de até 0,6 mg/kg, similarmente ao observado por Nunes Gil, (2009) e Fagundes et al. (2011).

Não foram observadas alterações relacionadas com a elevação ou diminuição da motilidade monitorada pela auscultação dos quadrantes abdominais com a ingestão de maltodextrina mesmo que há indicações de que a ingestão de carboidratos, em humanos, pode retardar o esvaziamento gástrico causando desconforto gástrico. Hosseini; Roohi (2013) citaram que a maltodextrina estimulou um esvaziamento gástrico mais rápido que soluções de glicose. Já, Nunes Gil (2009) relataram que a maltodextrina não alterou a digestibilidade dos nutrientes ingeridos.

Com relação aos animais que demonstraram temperatura retal ligeiramente abaixo dos valores de normalidade para a espécie independente do tratamento, Feitosa (2008) cita que a variação *nictemeral* está presente em animais domésticos que apresentam atividade durante o dia, sendo que a temperatura pode variar de 0,5 a 1,5°C nos momentos em que naturalmente estariam em repouso.

6.1.2. Glicemia

A escolha da maltodextrina como carboidrato a ser utilizado previamente aos exercícios baseou-se na informação de que carboidratos com baixa osmolaridade e polímeros de glicose são os produtos mais indicados para esta situação, pois a utilização de polímeros de glicose apresentam esvaziamento gástrico mais rápido que as soluções de glicose por exemplo, e tal característica evitaria uma hipoglicemia acentuada e a hiperinsulinemia induzida pelo exercício (HOSSEINI; HOOHI, 2013). Tal situação foi explanada por Sapata et al. (2006) quando comparou a ingestão de glicose e maltodextrina, e após 30 minutos da ingestão a glicemia dos atletas suplementados com maltodextrina foi maior ao controle e àqueles que ingeriram glicose. Possivelmente o grupo que consumiu glicose sofreu efeito da hipoglicemia rebote, uma vez que a glicose, carboidrato simples de alto índice glicêmico, rapidamente (cerca de 5 a 10 minutos após a administração) foi transportada para células através dos transportadores de glicose tipo 4 e o estímulo insulinêmico equilibraria os níveis glicêmicos próximos aos valores iniciais em um intervalo menor a 30 minutos. Por sua vez, a

maltodextrina sendo um carboidrato de alto índice glicêmico, porém complexo, faz com que a glicose seja absorvida de maneira mais lenta, sendo que os níveis de glicose aumentado são notados após 30 minutos do seu consumo. Compativelmente com achados em nossa pesquisa.

Após a administração de maltodextrina os níveis glicêmicos elevaram progressivamente, enquanto que no grupo controle a glicemia manteve-se constante. Similarmente, Nunes Gil (2009) substituiu de amido por maltodextrina na dieta de equinos e observou elevação de 15,52% na área abaixo da curva glicêmica quando comparado com o grupo controle, mostrando claramente o potencial da maltodextrina em manter a glicemia. Também, Araujo; Martel (2009) observaram que animais tratados com maltodextrina tenderam à elevação da glicemia de maneira semelhante a ingestão de outros carboidratos, sendo que além das características do carboidrato, a disponibilidade de glicose e insulina, e a quantidade presente no lúmen intestinal também podem influenciar nesta glicemia.

Na presente pesquisa, a elevação da glicemia após 30 minutos da administração da maltodextrina foi similar ao estudo de Sapata et al. (2006) que notaram elevação dos níveis de glicose após 30 minutos da administração de maltodextrina para atletas humanos. Segundo Depew et al. apud Gobesso et al.(2009) notaram aumento na glicemia após 60 minutos da alimentação. Gobesso et al. (2009), a concentração de glicose aumentou após a ingestão da dieta, sendo que a concentração de glicose sofreu uma elevação expressiva após 90 minutos. Meyer (1995) afirmou que a glicemia após dietas ricas em amido ou açúcar podem elevar até 150 mg/dL após 2 ou 3 horas após a ingestão. Porém, para a análise destas diferenças deve-se considerar o fato do organismo não ser capaz de digerir e absorver diferentes carboidratos com a mesma velocidade, sendo esta característica graduada por meio do denominado índice glicêmico, o qual é utilizado para avaliar o efeito dos carboidratos sobre a concentração de glicose sanguínea. Sendo um indicador qualitativo da capacidade em elevar níveis glicêmicos no sangue.

Desta forma ao se comparar a glicemia de equinos alimentados ou suplementados com diferentes fontes de polímeros de glicose, acredita-se que os animais tratados com maltodextrina apresentem níveis mais elevados de glicose com maior rapidez devido ligações menos complexas comparadas ao do amido, pois em seu processamento a maltodextrina apresenta alterações estruturais devido a hidrólise prévia (CHRONAKIS, 1998), desta forma permitindo que a absorção de glicose oriunda da hidrólise da maltodextrina seja mais rápida, pois exige menores clivagens (LEITE, 2011).

A manutenção dos valores elevados de glicemia após 30 min da administração de maltodextrina pode ser explicada pela necessidade de um período hábil para elevação dos

níveis glicêmicos, primeiramente por hidrólise química no estômago pelo ácido clorídrico sem influência enzimática, e então devido a hidrólise enzimática das ligações α -1,4 sendo a principal enzima a α -glicosidase (maltase) no intestino delgado. A ação destas enzimas na borda em escova da mucosa intestinal completa a hidrólise para produzir glicose livre e ser absorvida pela corrente sanguínea (HOFFMAN, 2003). Os polímeros de glicose devem sofrer hidrólise e liberação de moléculas de glicose livre na porção proximal do intestino delgado, para que seja passível de absorção por meio dos transportadores de glicose sódio dependentes, a absorção da glicose do lúmen intestinal para a corrente sanguínea, ocorre basicamente por meio de proteínas transportadoras, uma delas que requer transporte ativo, havendo necessidade de ATP e é sódio dependente (SGLT 1) e outro que requer transporte de glicose por meio de difusão facilitada (GLUT 2) (WALLIS et al., 2005).

A persistência da glicemia pelo período de 30 a 60 minutos dependendo da dose de maltodextrina, corrobora com Wallis et al. (2005) que observaram a existência de capacidade máxima para absorção de carboidratos exógenos a serem absorvidas em exercício de ciclismo prolongado, e este seria aproximadamente 1,25 g/min mesmo em altas ingestões de carboidratos e sendo que em condições de repouso, a máxima capacidade de absorção no intestino é de 1,2 a 1,7 g/min. Desta forma, animais que ingerem maltodextrina não são capazes de absorver em um único momento toda glicose presente no lúmen intestinal, necessitando do efeito do transito intestinal para que um maior número de transportadores fiquem disponíveis no decorrer do trato gastrintestinal. Sugerindo assim que o platô glicêmico seja resultado da constante absorção de glicose decorrente da metabolização gradativa da maltodextrina (HOFFMAN, 2003). Wallis et al. (2005) citaram que a ingestão de grandes quantidades de carboidratos não resultou em maiores taxas de oxidação devido especificidade do transportador e limitação. Assim mesmo com o aumento da taxa de ingestão de maltodextrina de 1,1 g/min para 2,4g/min foram observadas concentração de glicose livre similares.

6.1.3. Insulina

As concentrações séricas de insulina foram maiores nos equinos que receberam a maltodextrina, pois este hormônio é uma importante via de controle da glicemia. Concentrações elevadas de glicose sanguíneas desencadeiam a síntese e liberação de insulina pelas células- β das ilhotas pancreáticas, através de um sistema de *feedback* positivo (CUNNINGHAM.; KLEIN, 2008), desta forma a elevação de insulina é essencial para o transporte intracelular da glicose através da membrana plasmática em tecidos sensíveis à insulina que utilizam um tipo de proteína transportadora de glicose, dependente de insulina, para absorver glicose (LACOMBE, 2014). As células em que a insulina aumenta a captação de glicose são as musculares e adiposas. Enquanto que os neurônios, células do epitélio intestinal, eritrócitos, células renais, células do epitélio tubular, células hepáticas e leucócitos não sofrem influência na captação de glicose por ação da insulina (BEITZ, 2006).

Observou-se diferença significativa nos valores de insulina no M60 e M90, de modo que o GC foi significativamente menor que ao GM04 e GM06, enquanto que no GM02 foi semelhante a todos grupos. Desta forma a resposta insulinêmica do GM06 foi maior quando comparada ao GC e o GM02 e teve resposta semelhante ao GM04. Este fenômeno está envolvido com a resposta aos níveis de glicose, que no M90 também apresentou este comportamento. A regulação da concentração da glicose pertence ao sistema não dependente do eixo hipotalâmico epifisário. O aumento da glicemia é detectado pelas células β no pâncreas, havendo a liberação de insulina por essas células, promovendo a abertura de “compartos” celulares com o objetivo de fornecer energia para as células musculares e adiposas e desta forma reduzindo a glicose sanguínea, sendo controlado por retroalimentação positiva e gradual entre a glicemia e insulina (BEITZ, 2006).

Os níveis de insulina séricos aumentaram a valores superiores aos basais, em resposta à administração de maltodextrina por via oral. Alguns hormônios do trato gastrointestinal, como a gastrina, colecistocinina, secretina e peptídeo inibidor gástrico podem estimular a secreção de insulina, sendo que parte da insulina secretada pode ser oriunda do estímulo do trato gastrointestinal, apresentando uma maior resposta insulinêmica de carboidratos ingeridos via oral quando comparados a administração sistêmica de glicose (CUNNINGHAM; KLEIN, 2008). Parte da resposta insulinêmica observada neste estudo pode estar relacionada à ação de hormônios do trato gastrointestinal, uma vez que a administração foi por via oral.

6.2. Estudo 2

6.2.1. Concentração plasmática de lactato

A semelhanças entre as concentrações de lactato entre o GM e GC durante o TPEP, foi semelhante ao observado por Sapata et al. (2006) que não observaram diferença nos valores de lactato de atletas humanos submetidos a testes submáximos suplementados com maltodextrina ou com glicose.

O lactato é produzido como resultante do trabalho muscular durante todo tipo de exercício e existe relação entre a concentração de lactato e intensidade do exercício (ERICKSON, 1996). Esta informação corrobora com achados de nossa pesquisa, uma vez que no TPEP os valores de lactato após início do exercício foram superiores ao momento pré exercício (M0), a partir do M3 os valores foram significativamente maiores sendo que neste momento resulta na maior velocidade alcançada pelos animais. Watanabe (2004) observou em animais da raça puro sangue Árabe submetidos ao teste padrão de exercício progressivo, que a partir da velocidade de 8,0 m/s com a esteira em aclave de 6%, houve elevação exponencial das concentrações de lactato sanguíneo, e conseqüente desenvolvimento de acidemia arterial.

O presente trabalho corrobora com valores de lactato descrito por Hodgson; Rose (1994), obtidos no TPEP, no momento pré exercício os valores são próximos a 0,5 mmol/L, na velocidade de 6m/s as concentrações foram de 3,5 mmol/L, 7m/s de 4,9 mmol/L e 8m/s de 7,9 mmol/L, sendo esses valores próximos aos encontrados tanto no grupo controle quanto no grupo maltodextrina. Salientando que cavalos PSI podem alcançar valores de lactato próximos a 25 a 30 mmol/L após exercícios de alta intensidade, diferentemente no presente estudo foram utilizados animais da raça puro sangue Árabe. Também, Ferraz et al. (2009) obtiveram resposta à concentração de lactato de equinos da raça puro sangue Árabe, submetidos ao exercício de intensidade crescente de maneira similar aos obtidos em nossa pesquisa. Uma vez que a lactacidemia elevou-se aos 8 minutos, etapa correspondente a transição da velocidade de 8,0 para 10,0 m/s e a máxima concentração de lactato sanguíneo foi obtida durante o desaquecimento ativo.

No TPEP não foi observado diferença entre o grupo controle e grupo maltodextrina. No TES observou-se diferença nas concentrações de lactato nos M2 e M4, sendo que o grupo maltodextrina apresentou maior concentração de lactato comparada ao grupo controle. Sabendo que os valores de lactato estão diretamente relacionados a intensidade do exercício, sugere-se que os valores no grupo maltodextrina esteja relacionada à maior carga de trabalho no grupo suplementado, uma vez que a carga do TES foi baseada na curva de frequência cardíaca obtida no TPEP.

A utilização de maltodextrina em equinos submetidos ao TPEP não alterou parâmetro de lactacidemia, enquanto que no TES os valores de lactato foram superiores no grupo maltodextrina comparativamente ao grupo controle, achado que difere ao estudo de Hosseini; Roohi (2013), que utilizaram suplementação com maltodextrina duas horas antes dos exercícios, e esta foi capaz de prevenir queda na potência anaeróbia porém em atletas humanos submetidos a repetidos *bouts* do teste anaeróbio de repetidos.

Já no TES os valores de lactato foram superiores nos *Sprint* porém apenas nos dois últimos *Sprints* (M4 e M5) o lactacidemia foi significativamente superior aos valores pré exercício (M0).

A concentração de lactato sanguíneo é principal indicador de intensidade de treino e performance a campo. O lactato é um produzido durante o processo de glicólise durante o exercício de alta intensidade, sendo o principal indicador de capacidade aeróbia, juntamente com V_4 e limiar de lactato. O lactato atravessa a membrana celular por difusão e é metabolizada pelo fígado após os exercícios e parte do lactato é metabolizado por células que utilizam o metabolismo aeróbio, principalmente as fibras do tipo I e miocárdio. Portanto, tem extrema importância para cavalos com fibras oxidativas, que rapidamente metabolizam o lactato, com finalidade de reduzir o acúmulo e manter o exercício por longos períodos (ERICKSON, 1996). Evidências da metabolização do lactato puderam ser notadas no TES onde os valores de lactato foram maiores durante o *Sprint* e nos momentos de recuperação ativa onde os valores tenderam a serem semelhantes ao momento pré exercício.

As concentrações de lactato plasmático no TPEP nos momentos de recuperação foram maiores do que no momento pré exercício, em ambos tratamentos. Diferentemente, Garcia (2012) notou que os valores de lactato após 10 minutos do término do exercício foram numericamente menores que valores encontrados no momento final do teste de esforço máximo em éguas da raça Mangalarga Marchador, considerando que o pico da concentração de lactato pode ocorrer em até 5 minutos após o esforço devido fluxo contínuo de lactato do músculo para o sangue.

Equinos submetidos ao TPEP não alteraram valores de lactato, entre os tratamentos, conforme citado por Sapata et al. (2006) que não notaram diferença nos valores de lactato de atletas humanos submetidos a testes submáximos na intensidade do segundo limiar respiratório, suplementados com maltodextrina ou com glicose. No TES a concentração de lactato foi superior no grupo maltodextrina possivelmente devido a maior exigência da carga de trabalho empregada.

No TES, os momentos de maiores concentrações plasmáticas de lactato foram no segundo (M3) e terceiro (M5) *Sprint*, sendo significativamente superiores ao momento pré exercício (M0) e do primeiro *Sprint* (M1). Este dado corrobora com Eto et al. (2004), que submeteu animais PSI ao TES, e observaram maiores concentrações de lactato no terceiro *Sprint*, quando o período de recuperação foi de 15 minutos, similarmente à presente pesquisa.

6.2.2. Concentração plasmática de glicose

As concentrações séricas de glicose do GM no TPEP foram superiores no momento pré exercício porém durante o exercício e no período de recuperação foram semelhantes ao GC. No TES a glicemia foi maior no GM sendo que foram maiores no M0, M1, M5 e M6. Mamus; Santos (2004) observaram que o grupo tratado com maltodextrina apresentou níveis de glicose superiores aos do grupo controle. A utilização da maltodextrina pré exercício objetivou a manutenção de maiores concentrações de glicose, uma vez que a glicose sanguínea disponibiliza um suprimento energético imediato (EATON, 1994). Sapata et al. (2006) citam que quanto mais intenso for o exercício, maior será a dependência dos carboidratos como substrato energético, contudo diferentes tipos de carboidratos, simples ou complexos, e com alto índice glicêmico 30 minutos antes dos exercícios não alteraram o desempenho de atletas humanos.

A glicemia apresentada neste estudo em resposta ao exercício, não se alteraram no decorrer do TPEP e nem TES, sendo diferente do observado por Balarin et al. (2005) que verificaram aumento dos valores de glicose após cavalos serem submetidos ao trote e ao galope, em resposta ao aumento da glicogenólise, da atividade simpática e do glucagon plasmático. Também referem que o aumento de glicose é proporcional a intensidade do exercício e após dois minutos de exercícios de alta intensidade. Segundo Snow et al., (1991), a concentração de glicose plasmática aumenta nos animais submetidos a exercício de alta intensidade, uma vez que há estímulo do processo da glicogenólise hepática, em resposta a atividade simpática. Spinha de Toledo et al. (2001) também observaram aumento dos níveis de glicose após exercícios de várias as intensidades, porém houve um aumento mais exacerbado em cavalos submetidos a exercícios mais intensos.

Ferraz et al. (2009) avaliaram a resposta glicêmica de cavalos puro sangue Árabes submetidos ao exercício de intensidade crescente e obtiveram resultados semelhantes à presente pesquisa, uma vez que a glicemia se manteve constante em todas etapas do exercício e nas fases de desaquecimento ativo evidenciou aumento na glicemia. Oliveira (2011)

verificou glicemia durante o TPEP menor que o valor basal embora no momento após exercício os valores de glicose aumentaram, cita ainda que o comportamento da glicemia durante o exercício é influenciado pelo condicionamento físico e pela quantidade de lipídeos na dieta. Contudo, nos exercícios de longa duração é observada uma diminuição da concentração de glicose decorrente da depleção dos estoques de glicogênio. Informações estas observadas por Fernandes (1994), que constatou diminuição significativa dos valores da glicemia nas raças de equinos, Árabe, Mangalarga e Mestiços, estudadas após o final de um exercício de enduro de 30 km de percurso. Sapata et al. (2006) observaram que após a ingestão de maltodextrina ou glicose, houve redução nos níveis de glicose, quando comparados a momentos antes e após exercício, já no grupo placebo não houve alteração na glicemia.

O fato da glicemia manter-se constante durante o exercício foi explanado por Ferraz et al. (2009), nas fases iniciais os valores tenderam a diminuição devido a mobilização da glicose sanguínea para a musculatura, sendo que o exercício de curta duração e alta intensidade demanda maiores concentrações de glicose, desta forma o aumento da atividade hormonal desencadeia a glicogenólise e neoglicogênese hepática, levando a normalização da concentração sanguínea de glicose. O aumento na fase de desaquecimento esta relacionada a menor demanda de glicose nesta etapa.

Mesmo com diferenças encontradas no presente estudo, em nenhum momento ou tratamento os valores de glicose divergiram da normalidade para a espécie equina. Sendo considerados normais valores entre 70 e 140 mg/dL (HODGSON; ROSE, 1994), mesmo da fase de desaquecimento.

De acordo com os resultados obtidos por Cunilleras et al. (2002) a ingestão de alimento de alto índice glicêmico, 2 horas antes do exercício pode ser indicado em exercício de intensidade moderada em que a oxidação de carboidratos é responsável pelo fornecimento de mais da metade da exigência de energia para realização do exercício. Em nossa pesquisa padronizou-se a utilização de maltodextrina 30 minutos antes dos exercícios, visto que neste momento os valores de glicose foram superiores comparados ao valor basal e a resposta insulinêmica foi menor, visando a menor influência de efeito hiperglicêmico.

Sapata et al. (2006) administrou maltodextrina para atletas humanos 30 minutos antes do exercício submáximo, constatou redução da glicemia 15 minutos após a administração e aumento da glicemia após 30 minutos da ingestão de maltodextrina. No presente estudo as concentrações séricas de glicose não diferiram entre os momentos iniciais de exercício, tanto no TPEP quanto no TES.

As concentrações séricas de glicose não diferiam entre os tratamentos controle e maltodextrina após 15 minutos do término do exercício no TPEP, resultado este diferente do esperado, pois Mamus; Santos (2004) citaram que maiores concentrações de glicose e insulina no momento após exercício pode contribuir para a síntese de glicogênio. O efeito da suplementação com carboidratos possibilitaria maiores concentrações de glicogênio muscular, retardo da fadiga e melhor desempenho.

Cunilleras (2002) demonstrou que a ingestão de alimentos de alto índice glicêmico antes do exercício aumenta a utilização da glicose pela taxa de oxidação de carboidratos em cavalos durante exercício de intensidade moderada, mas não altera o uso de glicogênio muscular. No presente estudo, durante o TPEP os valores de glicose sanguíneos foram numericamente menores durante o exercício, sendo que nos períodos de recuperação os valores tenderam a elevação.

Embora alguns estudos relatem que o consumo de carboidratos de alto índice glicêmico afetaria negativamente o desempenho por elevar rapidamente a glicemia, o que acarretaria uma hipoglicemia de rebote por induzir a liberação de insulina pelo pâncreas. Esta hipoglicemia pode gerar um bloqueio do catabolismo das gorduras e possível depleção precoce das reservas de glicogênio. Em contrapartida, no presente estudo a maltodextrina 30 minutos antes do exercício não alterou negativamente os níveis glicêmicos, similarmente Sapata et al. (2006) observaram que a ingestão de glicose ou maltodextrina não alterou o desempenho atlético quando comparadas ao grupo placebo. Segundo Hargreaves et al. (2004) a ingestão de carboidratos de alto índice glicêmico com 45 minutos de antecedência ao exercício também não alterou o desempenho, independentemente da curva glicêmica.

Segundo Hosseini; Roohi (2013) o consumo de carboidratos previamente aos exercícios contribuem para aumentar o glicogênio hepático e muscular sendo um método alternativo para um potencial aumento de oxidação durante os exercícios, além da maior disponibilidade de glicose e glicogênio, aumentando a capacidade de trabalho a ser realizada. Observaram que no grupo tratado com maltodextrina a concentração de glicogênio muscular e hepático foram maiores ou houve maior manutenção de glicose plasmática e glicogênio. Mamus; Santos (2004) acreditam que a suplementação com maltodextrina aumentam o estoque de glicogênio muscular, permitindo uma competição mais duradoura ou uma performance melhor relacionada com o menor o risco de fadiga. Esse atraso no desenvolvimento da fadiga é devido principalmente à prevenção da redução da concentração de glicose no sangue, o que facilitaria taxas elevadas de oxidação de carboidratos durante as

fases finais do exercício. No presente estudo não foram mensuradas as concentrações de glicogênio muscular, portanto não foi possível estimar disponibilidade de glicogênio.

6.2.3. Hemogasometria venosa

A análise hemogasométrica consistiu da análise dos parâmetros: pH, pO₂, pCO₂, TCO₂, HCO₃, BE, sO₂ por meio da utilização de aparelho de análise de gases portátil e coleta de sangue venoso. Para estas análises durante o TES não foram realizadas correções de temperatura, uma vez que a aferição de temperatura durante o exercício não foi realizada, da mesma forma que realizado por Watanabe (2004).

Os valores de pH do sangue venoso coletados durante o TPEP e TES não demonstrou alterações entre os grupos controle e maltodextrina. Porém foram observadas variações estatística no decorrer do exercício. Uma vez que o metabolismo anaeróbio possui como produto final a produção de lactato, e a difusão de ácido láctico para a circulação sanguínea resulta na redução do pH sanguíneo de cavalos submetidos ao exercício (WATANABE, 2004). Tal fenômeno foi observado por Watanabe (2004) onde os valores de pH reduziram de 7,44 para 7,22 após teste de exercício progressivo em esteira e por Silva et al. (2009) que correlacionou a redução de pH a menores valores de bicarbonato e menor BE, sendo inversamente proporcionais ao lactato.

Em ambos os testes, TPEP e TES, os valores de pH mostraram-se menores no momento 1 minutos após o exercício, independentemente da forma de recuperação, uma vez que no TPEP a recuperação foi passiva enquanto que no TES a recuperação foi ativa.

A elevação da pO₂ 1 min após o término do exercício no TPEP foi decorrente do processo da hiperventilação envolvida a estímulos físicos e químicos (Silva et al., 2009). Já no TES a diminuição da pO₂ observada ao final dos *Sprints* foi decorrente do maior requisito de O₂ durante os exercícios de alta intensidade (MANOHAR al., 2001) devendo-se considerar também que alguns animais diminuem capacidade respiratória em altas velocidades. Watanabe (2004) relatou limitação do fluxo aéreo para os pulmões devido ao sincronismo entre movimentos respiratórios e galões durante o galope em alta velocidade.

O pCO₂ no TPEP foi menor após exercício quando comparado aos valores pré exercício, resultados semelhantes ao observado por Watanabe (2004), sendo o desenvolvimento de hipocapnia consequência da hiperventilação. Similarmente, Silva et al. (2009) observou redução da pCO₂ estando associado à redução do pH, caracterizando alcalose

respiratória, sendo que este mecanismo foi suficiente para restauração do pH a valores iniciais após 30 minutos do término da atividade física.

No TES, a diminuição da $p\text{CO}_2$ ao final dos períodos de desaquecimento ativo A redução do $p\text{CO}_2$ foi relacionado a eficiência no processo respiratório em eliminar o CO_2 produzido durante o exercício em altas velocidades, e no período de recuperação dos testes não houve diferença entre os demais momentos porém tendeu a redução durante o período de recuperação.

Os valores de TCO_2 no TPEP mostraram-se menores após o exercício quando comparados aos valores pré exercício, o que corrobora com achados por Watanabe (2004), uma vez que este autor cita como parte do transporte do CO_2 , 60 a 80%, ocorre como íon bicarbonato, estimando desta forma a concentração total de CO_2 no plasma ou soro. Desta forma, a redução das concentrações totais de CO_2 ocorre devido tamponamento sanguíneo por meio do bicarbonato. Com base nesta resposta, a concentração de bicarbonato também foi menor após o exercício. O efeito tampão realizado pelo bicarbonato foi relatado por Evans (2000) como mecanismo fundamental para manutenção da locomoção de equinos submetidos a exercício de alta intensidade, uma vez que controla o pH muscular e efeitos sistêmicos severos. Também associado aos níveis de bicarbonato presente, os valores de BE mostraram-se diminuídos após o exercício, pois a relação entre excesso de base e bicarbonato são diretamente proporcionais.

Valores de $s\text{O}_2$ durante o TPEP não variou entre o momento pré exercício e pós exercício, o que diverge do relatado por Silva et al. (2009) que detectaram maior saturação de oxigênio no final de exercícios submáximos, estando relacionado com o aumento do pH que aumenta a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio. No TES foi observado menores $s\text{O}_2$ durante os *sprint* em ambos os tratamentos. Watanabe (2004) cita correlação entre $s\text{O}_2$ e $p\text{O}_2$, e esta será menor nos momentos de exercício de maior intensidade.

6.2.4. Volume globular e concentração da proteína plasmática total

A resposta do VG e PPT variaram de acordo com a intensidade de exercício. No TPEP os valores de VG durante o exercício foram superiores aos valores pré exercício (M0) em ambos os tratamentos, no TES os valores de VG foram maiores durante os *Sprints* (M2, M4, M6), comparativamente ao valor pré exercício (M0). Tal situação corrobora com Evans (2000), que relaciona valores de VG com liberação de adrenalina e exercício de moderada a intensa intensidade, estando relacionada à contração esplênica, refletindo em aumento nos

valores de volume globular e hemoglobina no final do exercício máximo (SILVA et al., 2009). Kowal et al. (2006) relataram relação entre volume globular, volume total de hemácias e capacidade de carrear oxigênio, sendo que o hematócrito aumenta linearmente com o aumento da intensidade do exercício podendo chegar até a 61%, segundo Evans (2000) o volume de globular pode até dobrar durante os exercícios devido a contração esplênica e com o consumo máximo de oxigênio.

Com relação aos valores de PPT foi observada maior concentração nos animais submetidos ao TES, nos M2, M3 e M4 do grupo controle. Enquanto que no grupo maltodextrina observou maior concentração de PPT apenas no M3. No TES os valores de PPT, não alteraram entre os momentos, Kowal et al. (2006), referiram que o aumento da concentração das proteínas plasmáticas totais durante o exercício foi reflexo do movimento compensatório de fluidos dos vasos para os tecidos.

6.2.5. Frequência cardíaca

Na presente pesquisa não foram observadas alterações entre os tratamentos GC e GM, sendo que ambos apresentaram semelhante resposta ao TPEP. Já Sapata et al. (2006), relataram elevações da frequência cardíaca apenas no grupo que ingeriu glicose, possivelmente pelo efeito adrenérgico da insulina, que pode produzir um efeito cronotrópico, outra hipótese seria a hiperglicemia que acarretaria em aumento da atividade do sistema nervoso simpático que levaria ao aumento da frequência cardíaca. Desta forma o consumo de bebidas com carboidratos foi capaz de alterar a glicemia e a frequência cardíaca.

A elevação da frequência cardíaca ao longo do TES foi relacionada com a intensidade do exercício empregada, sendo que rapidamente manifesta-se em resposta ao estímulo ao exercício e está associada ao estímulo do sistema nervoso simpático e liberação de catecolaminas (HODGSON ; ROSE, 1994). No presente estudo não foram observadas diferenças na frequência cardíaca entre os *Sprints*, diferentemente ao observado por Eto et al. (2004) que avaliaram os valores de frequência cardíaca de cavalos PSI submetidos ao TES com três períodos de recuperação entre os *Sprints*: 2min, 5min e 15min e constataram que independentemente do período de recuperação os valores de frequência cardíaca no terceiro *Sprint* foram superiores.

6.2.6. Atividade sérica da creatinaquinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST)

Não foram observadas alterações nas concentrações das enzimas CK e AST dos animais submetidos ao TPEP e ao TES entre os momentos analisados e entre os tratamentos realizados, grupo controle e grupo maltodextrina. Hodgson; Rose (1994) relataram que avaliação das enzimas CK e AST são grandes indicativos de danos musculares. Correa et al. (2010), citaram valores de CK pré exercício foi de 176,8 UI/L enquanto que após exercício de 32 km de caminhada lenta foi 296,01 UI/L em equinos não suplementados. Dados apresentados em nossa pesquisa corroboram com valores considerados de normalidade para espécie equina para Hodgson; Rose (1994), sendo que considera normal valor de CK intervalo de 100 a 300 U/L e valores de AST entre 150 e 400 U/L.

6.2.7. Perfil Lipídico

Os valores de triglicerídeos séricos mostraram-se significativamente maiores no momento após o término do exercício. No TPEP os valores no M0 foram menores que o M6, já no TES o decorrer do teste levou a evolução crescente dos níveis de triglicerídeos. Similarmente, Leite et al. (2013) citaram que a administração de maltodextrina para ratos submetidos a exercícios aeróbio e anaeróbio não alteraram níveis glicêmicos e perfil lipídico de nenhum grupo experimental analisado. Já, Oliveira (2011) notou aumento nos níveis de triglicerídeos durante o exercício de longa duração, sendo que após 10 minutos do termino do exercício os valores decresceram, enquanto que a concentração sérica de colesterol permaneceu inalterada em todos os momentos desta modalidade de teste. Sousa et al. (2012) realizaram estudo com o objetivo de avaliar o efeito da suplementação com maltodextrina sob a resposta hormonal em corridas de alta intensidade e sob os estoques de lipídeos nas células musculares esqueléticas e concluíram que a suplementação após um protocolo intenso de exercício, aumentou os estoques de lipídeos intracelulares e preveniu a perda de desempenho.

Os valores de colesterol sérico mostraram concentrações semelhantes nos momentos pré exercício, durante e após os exercícios, visto que não houve diferença significativa nos momentos, entre os tratamentos e em ambos os testes. Leite et al. (2013) citaram resultados semelhantes, sendo que dietas balanceadas e rica em carboidratos não causou diferença nos valores de glicose e colesterol, tanto em ratos quanto em humanos, sendo sugestivos de ação de insulina e hormônio lípase sensível.

6.2.8. Velocidade na qual a concentração plasmática de lactato é de 4mmol/L (V_4)

Não foram observadas diferenças na V_4 entre tratamentos controle e maltodextrina, indicando que a administração de maltodextrina não influenciou neste índice, que é considerado um valor com alta repetibilidade e confiabilidade para a determinação do nível de condicionamento em pesquisas realizadas com cavalos da raça PSI (LINDNER, 1996). Resultados de numerosos estudos indicam que cavalos com alta capacidade aeróbica, normalmente têm baixas concentrações de lactato frente a intensidades de exercício submáximos (EVANS et al., 1995). Neste sentido, altos valores de V_4 foram associados com o maior desempenho atlético em provas de Trote (COUROUCÉ et al., 1999).

6.2.9. Velocidade na qual a frequência cardíaca é de 200bpm (V_{200})

Os valores de V_{200} não variaram entre os tratamentos GC e GM, no presente estudo os valores foram calculados conforme proposto por Hodgson; Rose (1994) os valores de V_{200} foram calculados utilizando três ou quatro aferições de frequência cardíaca em um exercício com valores entre 120 e 210 bpm por meio de uma equação de regressão linear.

Em exercícios submáximos valores de V_{200} apresentam importante ferramenta para comparar cavalos individualmente ou em grupos em momentos diferentes, indicando melhor desempenho quando estes valores tendem a aumentar (HODGSON ; ROSE, 1994). No presente estudo almejava-se maiores valores de V_{200} no GM, porém os tratamentos não diferiram entre si, mesmo que numericamente o GM foi maior que o GC.

Alonso et al. (2013) citam que o treinamento não altera valores de frequência cardíaca pico e nem de V_{200} , em contrapartida outros autores citam que respostas adaptativas podem promover melhoras nestes índices.

6.2.10. Frequência cardíaca máxima

Os valores de frequência cardíaca máxima não variaram entre os tratamentos, GC e GM, e nem entre os testes, TPEP e TES. Este resultado era esperado, visto que a frequência cardíaca máxima é um índice que apresenta grande variedade individual, que não é influenciado com o treinamento e diferentemente de humanos não apresenta correlação com a idade (HODGSON; ROSE, 1994).

Evans (2000) refere que para determinar frequência cardíaca máxima deve-se localizar o momento em que a frequência cardíaca se eleva até estabilização, a ponto de

formar um platô, geralmente em cavalos valores próximos de 210 a 240 batimentos por minuto. Dados que condizem com o presente estudo, uma vez que valores médios variaram de 210 a 220 batimentos por minuto.

O parâmetro de frequência cardíaca máxima deve ser obtido em teste de exercício progressivo e o platô deve estar presente, caso não enquadre nestes requisitos será denominado frequência cardíaca pico (HODGSON; ROSE, 1994). No presente estudo a frequência cardíaca pico foi obtida em ambos os testes, TPEP e TES. Similarmente, Alonso et al. (2013) utilizaram a frequência cardíaca pico (FC_{Pico}) e constataram que a FC_{Pico} de equinos submetidos ao treinamento não alteraram entre os momentos pré treinamento e após nove semanas de treinamento.

6.2.11. Distância percorrida

A distância percorrida nos testes TPEP e TES não variou entre os tratamentos GC e GM. Alonso et al. (2013) relataram que a distancia percorrida durante o teste em esteira é um índice pouco utilizado em pesquisas, porém permite verificar a adaptação ao exercício, uma vez que animais com melhores condições percorrem uma distância maior, além dos fatores individuais.

7. CONCLUSÕES

A administração oral de maltodextrina, apesar de elevar a glicemia e a insulinemia em equinos em repouso não influencia as respostas fisiológicas e metabólicas de equinos submetidos a exercício progressivo e exercícios sequenciais de alta intensidade e rápida aceleração em esteira.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAIN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, v. 20, p. 470-475, 1974.

ALLIS, G. A.; ROWLANDS, D. S.; SHAW, C.; JENTJENS, R. L. G.; JEUKENDRUP, A. E. Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise. **Medicine and science sports Exercise**, v. 37, n. 3, p. 426-432, 2005.

ALONSO, J. M.; WATANABE, M. J.; HUSSNI, C. A.; MANTOVANI, C. F.; FERNANDES, V. S.; MACHADO, L. P.; YONEZAWA, L. A.; KOHAYAGAWA, A.; THOMASSIAN, A. O treinamento nos valores da V_{200} , FC_{pico} e distância percorrida de cavalos da raça Árabe e Crioula. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 722-728, 2013.

AOKI, M. S.; PONTES JUNIOR, F. L.; NAVARRO, F.; UCHIDA, M. C.; BACURAU, R. F. P. Suplementação de carboidrato não reverte o efeito deletério do exercício de endurance sobre o subsequente desempenho de força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9, n. 5, p. 282-287, 2003.

ARAÚJO, J. R.; MARTEL, F. Regulação da absorção intestinal de glicose. **Arquivos de Medicina**, v. 23, n. 2, p. 35-43, 2009.

BAILEY, J. G. Fisiologia Muscular. In: REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2006. p. 811-830.

BALARIN, M. R. S.; LOPES, R. S.; KOHAYAGAWA, A.; LAPOSY, C. B.; FONTEQUE, J. H. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamyltransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p. 211-218, 2005.

BEITZ, D. C. Metabolismo dos carboidratos. In: REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2006. p. 463-475.

BORGES, J. H.; HOFFMANN, L. D.; GREGÓRIO, N. P.; COSTA, T. A. Impacto da ingestão previa demaltodextrina+frutose sobre a glicemia e o desempenho de nadadores durante exercício aeróbio. **EFDeportes.com, Revista Digital**, Buenos Aires, v. 16, n. 160, Set. 2011. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd160/impacto-da-maltodextrina-sobre-nadadores.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria 222, de 24 de março de 1998**. Dispõe sobre alimentos para praticantes de atividade física. Agência nacional de vigilância sanitária. Brasília: ANVISA, 2003.

BROJER, J. T.; NOSTELL, K. E. A.; ESSEN GUSTAVSSON, B.; HEDENSTROM, U. O. Effect of repeated oral administration of glucose and leucine immediately after exercise on plasma insulin concentration and glycogen synthesis in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 73, n. 6, p. 867-874, 2012.

BURK, L. M.; HALEY, J. A. Fat and carbohydrate for exercise. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 9, p. 476-481, 2006.

CARTER, J.; JEUKENDRUP, A. E.; MUNDEL, T. Carbohydrate supplementation improves moderate and high-intensity exercise in the heat. **Pflugers Archiv - European Journal of Physiology**, v. 446, p. 211-219, 2003.

CHRONAKIS, I. S. On the molecular characteristics, compositional properties, and structural-functional mechanisms of maltodextrins: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 38, n. 7, p. 599-637, 1998.

CHRISTLEY, R. M.; EVANS, D. L.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. Blood gas changes during incremental and sprint exercise. **Equine Exercise Physiology**, v. 30, p. 24-26, 1999.

COSTA, T. A.; GREGÓRIO, N. P.; MANARIN, B. Y. F.; SILVA, T. M. Influencia da maltodextrina sobre a glicemia e o rendimento de atletas juvenis de basquete. **Voos Revista Polidisciplinar Eletrônica da Faculdade Guairacá**, v. 2, n. 2, p. 14-51, Dez., 2010. Disponível em: <www.revistavoos.com.br/seer/index.php/voos/article/download/125/103>. Influencia da maltodextrina sobre a glicemia e o rendimento de atletas juvenis de basquete>. Acesso em: 30 nov. 2013.

CORRÊA, K. S.; MATTOSO, C. R. S.; SILVA, C. F. G. K. T.; LAGOS, M. S.; TAKAHIRA, R. K.; LOPES, R. S. Enzimas musculares e eletrólitos em equinos submetidos a esforço físico prolongado, suplementados com acetato de tocoferol e selênio. **Veterinária e Zootecnia**, v. 17, n. 1, p. 85-93, 2010.

COUROUCÉ, A. Field exercise testing for assessing fitness in French standardbred trotters. **Veterinary Journal**, v. 157, n. 2, p. 112-122, 1999.

CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. K. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

CUNILLERAS, E. J.; HINCHCLIFF, K. W. Carbohydrate metabolism in exercising horses. **Equine and comparative exercise physiology. Equine and Comparative Exercise Physiology**, v. 1, n. 1, p. 23-32, 2004.

CUNILLERAS, E. J.; HINCHCLIFF, K. W.; SAMS, R. A.; DEVOR, S. T.; LINDRMAN, J. K. Glycemic index of a meal fed before exercise alters substrate use and glucose flux in exercising horses. **Journal Applied Physiology**, v. 92, p. 117-128, 2002.

DOKIC, P.; JAKOVLJEVIC, J.; DOKIC BAUCAL, L. J. Molecular characteristics of maltodextrins and rheological behaviour of diluted and concentrated solutions. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 141, n. 15, p. 435-440, 1998.

EATON, M. D. Energetic and performance. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horse**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1994. p. 49-61.

EILER, H. Glândulas endócrinas. In: REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2006. p. 577-622.

ETO, D.; HADA, T.; KUSANO, K.; KAI, M.; KUSUNOSE, R. Effect of three kinds of severe repeated exercises on blood lactate concentrations in throughbred horses on a treadmill. **Journal of Equine Science**, v. 15, n. 3, p. 61-65, 2004.

ERICKSON, H. H. Fisiologia do Exercício. In: SWENS, M. J.; REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1996. p. 278-296.

ESSÉN-GUSTAVSSON, B.; BLOMSTRAND, E.; KARLSTRON, K. Influence of diet on substrate metabolism during exercise. **Equine Veterinary Journal - Equine Exercise Physiology**, v. 3, suppl., p. 288, 1991.

EVANS, D. L. **Training and fitness in athletic horses**. Australia: Rural Industries Reserch and Development Corporation, 2000.

EVANS, D. L.; RAINGER, J. E.; HODGSON, D. R.; EATON, M. D.; ROSE, R. J. The effects of intensity and duration of training on blood lactate concentrations during and after exercise. **Equine Veterinary Journal**, v. 18, suppl., p. 422-425, 1995.

FAGUNDES, A. S.; ALMEIDA, F. Q.; GODOI, F. N.; MIGNON, E. X. F.; 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.

FAYH, A. P. T.; UMPIERRE, D.; SAPATA, K. B.; DOURADO NETO, F. M.; DE OLIVEIRA, A. R. Efeitos da ingestão prévia de carboidrato de alto índice glicêmico sobre a resposta glicêmica e desempenho durante um treino de força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 6, 2007.

FEITOSA, F. L. **Semiologia: a arte do diagnóstico**. São Paulo: Roca. 2008, 2ed. 752p.

FENGER, C. K.; McKEEVER, K. H.; HINCHCLIFF, K.W. KOHN, C. W. Determinants of oxygen delivery and hemoglobin saturation during incremental exercise in horses. **American Journal Veterinary Research**, v. 61, p. 1325-1332, 2000.

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

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA NETO, A. R.; LACERDA NETO, J. C.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ NETO, A. Respostas ao exercício de intensidade crescente em equinos: alterações na glicose, insulina e lactato. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1332-1338, 2009.

FERNADES, W. R. **Alterações dos Parâmetros do Eletrocardiograma e da Crase Sanguínea em Equinos das Raças Árabe e Mangalarga, bem como de Mestiços, submetidos à Prova de Enduro**. 1994. 73 f. Dissertação (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

FOSSATI, P.; PRENCIPE, L. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. **Clinical Chemistry**, v. 28, p. 2077-2080, 1982.

GARCIA, T. R. **Digestibilidade da dieta e desempenho físico de éguas mangalarga marchador suplementadas com *saccharomyces cerevisiae* durante treinamento em esteira**

ergométrica. 2012. 93 f. Tese de doutorado do programa de pós-graduação em zootecnia da escola de veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

GEOR, R. **Carbohydrates for energy**. Ago. 2002 (Desenvolvido por The horse). Disponível em: <<http://www.thehorse.com/articles/13264/carbohydrates-for-energy>>. Acesso em: 3 out. 2013.

GOBESSO, A. A. O.; ETCHICHURY, M.; TOSI, H. Resposta plasmática de glicose e insulina em equinos alimentados com diferentes fontes de amido. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, n. 4, p. 324-331, 2009.

HARGREAVES, M.; HAWLEY, J. A.; JEUKENDRUP, A. Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: effects on metabolism and performance. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, n. 1, p. 31-38, 2004.

HARRIS, P.; GEOR, R. J. Primer on dietary carbohydrates and utility of the glycemic index in equine nutrition. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 25, p. 23-37, 2009.

HARRIS, P.A.; HARRIS, R. C. Ergogenic potential of nutritional strategies and substances in the horse. **Livestock Production Science**, v. 92, p. 157-165, 2005.

HODGSON, D. R.; FOREMAN, J. H. Comparative aspects of exercise physiology. In: HODGSON, D. R.; MCKEEVER, K. H.; MCGOWAN, C. M. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: W. B. Saunders, 2013. p. 9-17.

HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horse**. Philadelphia: Saunders company, 1994.

HOFFMAN, R. M. **Carbohydrate metabolism in horses: recent advances in equine nutrition**. Ithaca: International Veterinary Information Service, 2003.

HOUSSEINI, M. K.; ROOJI, B. N. Effect of Glutamine and Maltodextrin Acute Supplementation on Anaerobic Power. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 4, n. 2, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. v. 38, p. 1-65.

JAIN, N. C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417p.

KOWAL, R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO, B.; SUMMA, R. P.; CURY, L. J. Avaliação dos valores hematológicos em cavalos (*Equus caballus*) da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira ergométrica. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 25-31, 2006

LACOMBE, V. A.; HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; BASKIN, C. R. Muscle glycogen depletion and subsequent replenishment affect anaerobic capacity of horses. **Journal Applied Physiology**, v. 91, p. 1782-1790, 2001.

LACOMBE, V. A. Expression and regulation of facilitative glucose transporters in equine insulin sensitive tissue: From physiology to pathology. **ISRN Veterinary Science**, p. 1-15, 2014.

LEITE, C. F. **Dano oxidativo e atividade imunológica de ratos treinados, suplementados com maltodextrina**. 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

LEITE, C. F.; AMARAL, M. G.; HARTLEBEN, C. P.; HAX, C. B.; ROMBALDI, A. J. Efeitos do treinamento moderado contínuo sobre parâmetros imunológico e metabólico de ratos suplementados com maltodextrina. **Revista Brasileira de Educação Física do Esporte**, v. 26, n. 1, 2012.

LEITE, C. F.; HARTLEBEN, C. P.; MAGALHÃES, C. S.; ROMBALDI, A. J. Perfil lipídico e glicêmico de ratos treinados em exercício aeróbico ou anaeróbico e suplementados com maltodextrina. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**, v. 35, n. 1, 2013.

LIMA, R. A. S.; SHIROTA, R.; BARROS, G. S. C. **Estudo do complexo do agronegócio cavalo**. 2006. 250 f. Relatório final, Centro de estudos avançados em economia aplicada – ESALQ/USP. Piracicaba.

MACHADO, J. P. D. R. G. **Fisiologia do exercício em cavalos - determinação do limiar anaeróbico e sua relação com a condição física e desempenho desportivo**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

MALFATTI, C. R. M.; LAAT, E. F.; SOLER, L. T.; BRONKHORST, I. W.; PACHECO, C. L.; FUNEZ, E. I. B.; PAVLAK, J. L.; DILVA, L. A.; OSIECKI, R. Maltodextrin's effect on the performance of elite Mountain Biking Athletes during simulated competition and on power output at the ventilatory threshold. **Human Movement**, v. 12, n. 3, p. 232-236, 2011.

MAMUS, R.; SANTOS, M. G. Efeitos bioquímicos da suplementação de carboidratos após uma competição simulada de *Short Duanthlon* Terrestre. **Revista Portuguesa Ciência do Desporto**, v. 6, n. 1, p. 29-37, 2004.

MANOHAR, M.; GOETZ, T. E.; HASSANE, A. S. Effect of prior high-intensity exercise on exercise induced arterial hypoxemia in Thoroughbred horses. **Journal Applied Physiology**, v. 90, p. 2371-2377, 2001.

MARCHAL, L. M.; BEEFTINK, H. H.; TRAMPER, J. Towards a rational design of commercial maltodextrins. **Trends in Food Science & Technology**, v. 10, p. 354-355, 1999.

McMIKEN, D. F. An energetic basis of equine performance. **Equine Veterinary Journal**, v. 15, n. 2, p. 123-133, 1983.

MENEZES, M. L. **Parâmetros plasmáticos de equinos alimentados com níveis crescentes de polpa cítrica**. 2014. 55 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J. Exames Laboratoriais e Enzimologia clínica. In: _____. **Medicina de laboratório veterinária**. São Paulo: Roca, 1995.

MOLINA, G. E.; ROCCO, G. F.; FONTANA, K. E. Desempenho da potência anaeróbia em atletas de elite do mountain bike submetidos à suplementação aguda com creatina. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 5, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of horses**. 6. ed. Washington, 2007. p. 341.

NOBLE, G. K.; SILLENCE, M. N. Diurnal rhythm and effects of feeding, exercise and recombinant equine growth hormone on serum insulin concentrations in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 45, p. 745-750, 2013.

NUNES GIL, P. C.; GANDRA, J. R.; TARAN, F. M. P.; GONZAGA, I. V. F.; GOBESSO, A. A. O. Influence of high levels of maltodextrin in horse diets. **Livestock Science**, v. 147, p. 66-71, 2012.

NUNES GIL, P. C. N. **Uso da maltodextrina na substituição do amido em dieta para equinos**. 2009. 63 f. Dissertação (Mestrado em nutrição e produção animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

OLIVEIRA, T. M. **Desempenho atlético e adaptação metabólica de cavalos Árabes em teste de longa duração em esteira suplementados com óleo de arroz ou óleo de soja**. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ROMBALDI, A. J.; LEITE, C. F.; HARTLEBEN, C. P.; MEDEIROS, T. H. Efeitos da suplementação carboidratada e de diferentes tipos de treinamento físico sobre as concentrações de células sanguíneas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 3, 2013.

RUFFO, A.; OSIECKI, R.; FERNANDES, L.; FELIPE, C.; OSIECKI, A.; MALFATTI, C. Moderate to high dose of maltodextrin before exercise improves glycogen availability in soleus and liver after prolonged swimming in rats. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 12, n. 4, Ago. 2009. Disponível em: < .asep.org/.../ EPonlineAugust alf atti.doc>. Acesso em: 30 nov. 2013.

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

SECANI, A.; ELZYLENE, L. Fisiologia do exercício em equinos. **Revista Nucleus Animalium**, v. 1, n. 2, 2009.

SILVA, M. A. G.; MARTINS, C. B.; GOMIDE; L. M. W.; ALBERNAZ, R. M.; QUEIROZ-NETO, A.; LACERDA-NETO, J. C. Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolalidade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e *anion gap* no sangue venoso de equinos destreinados submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 5, p. 1021-1027, 2009.

SOUSA, M.; SIMÕES, H. G.; CASTRO, C. C.; OTADUY, M. C.; NEGRÃO, C. E.; PEREIRA, R. M.; MADSEN, K.; SILVA, M. E. Carbohydrate supplementation increases intramyocellular lipid stores in elite runners. **Metabolism**, v. 61, n. 8, p. 1189-1196, 2012.

SPINHA DE TOLEDO, P.; DOMINGUES JÚNIOR, M.; FERNANDES, W. R.; MAGONE, M. Atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gamaglutamil transeferase, lactato desidrogenase e glicemia de cavalos da raça PSI submetidos a exercícios

de diferentes intensidades. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 8, n. 2, p. 73-77, 2001.

SOUZA, B. G.; VEIGA, C. C. P.; OLIVEIRA, G. F.; FERREIRA, A. M. R.; ALMEIDA, F. Q. Avaliação de um programa de treinamento para cavalos de concurso completo de equitação: Efeitos sobre a frequência cardíaca e a curva de lactato. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 35, n. 4, p. 385-391, 2013.

SNOW, D. H.; HARRIS, R. C. Effects of daily exercise on muscle glycogen in the thoroughbred racehorse. **Equine Exercise Physiology**, v. 3, p. 299-304, 1991.

TARPEY, M. D.; ROBERTS, J. D.; KASS, L. S.; TARPEY, R. J.; ROBERTS, M. G. The ingestion of protein with a maltodextrin and fructose beverage on substrate utilisation and exercise performance. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 38, p. 1-9, 2013.

THOMASSIAN, A.; CARVALHO, F.; WATANABE, M. J.; SILVEIRA, V. F.; ALVES, A. L.; HUSSNI, C. A.; NICOLETTI, J. L. M. Atividades sricas da aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactate desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercicios progressivo em esteira. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 3, p. 183-190, 2007.

TSINTZAS, O. K.; WILLIAMS, C.; WILSON, W.; BURRIN, J. Influence of carbohydrate supplementation early in exercise on endurance running capacity. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 28, n. 11, p. 1373-1379, 1996.

WATANABE, M. J. **Avaliações clínicas e metabólicas de cavalos da raça Árabe submetidos a exercício progressivo em esteira**. 2004. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

WERKMANN, J.; LINDNER, A.; SASSE, H. H. L. Conditioning effects in horses of 5, 15 or 25 minutes duration at two blood lactate concentrations. **Pferdeheilkunde**, v. 12, n. 4, p. 474-479, 1996.

WANG, Y. J.; WANG, L. Structures and properties of commercial maltodextrins from corn, potato, and rice starches. **Starch/Stärke**, v. 52, p. 296-304, 2000.

WALLIS, G. A.; ROWLANDS, D. S.; SHAW, C.; JENTJENS, R. L. P. G.; JEUKENDRUP, A. E. Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, p. 426-432, 2005.

ANEXO 1

Tabela 1. Momentos e parâmetros laboratoriais durante o teste padrão de exercício progressivo em esteira.

| Parâmetro | Exercício (inclinação 6%) | | | | | | | | | | Pós-exercício | | | | | | |
|--------------------|---------------------------|---------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|---------------|---|---|----|----|---|---|
| | PréSupl | PréExer | Velocidade (m/s) | | | | | | | | min | | | | | | |
| | | | 1,8 | 4,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | 1 | 3 | 5 | 10 | 15 | | |
| Ht e PT | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Lactato | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Glicose | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Insulina | ☼ | ☼ | | | | | | | | | ☼ | ☼ | | ☼ | | | ☼ |
| Hemogasometria | | ☼ | | | | | | | | | ☼ | | | | | | |
| CK e AST* | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Perfil lipídico ** | | ☼ | | | | | | | | | | | | | | | ☼ |

- o símbolo ☼ indica coleta para determinação do parâmetro.

Ht – Hematócrito; PT – concentração de proteína plasmática total.

*As atividade séricas das enzimas Creatinaquinase e aspartato aminotransferase serão determinadas respectivamente nos momentos 6 horas e 24 horas após o término do exercício.

** Perfil lipídico representado pela determinação das concentrações séricas de triglicérides, colesterol e ácidos graxos livres.

PréSupl – momento pré suplementação; PréExer – momento pré exercício.

Tabela 2. Momentos e parâmetros laboratoriais durante o teste de exercícios sequenciais em esteira.

| Parâmetro | Carga de trabalho | | 1ª sessão | | 1º Intervalo | | | | | 2ª sessão | | 2º Intervalo | | | | | 3ª sessão | | Desaquecimento ativo | | | | | |
|--------------------|------------------------------|---------|------------------------------|----|--------------|---|---|---|----|------------------------------|----|--------------|---|---|---|----|------------------------------|----|----------------------|---|---|---|----|----|
| | 116% VFC _{max} (6%) | | 116% VFC _{max} (6%) | | 1,5 m/s (6%) | | | | | 116% VFC _{max} (6%) | | 1,5 m/s (6%) | | | | | 116% VFC _{max} (6%) | | 1,7 m/s (0%) | | | | | |
| | Unidade de tempo | | s | | min | | | | | S | | min | | | | | s | | min | | | | | |
| | PréSupl | PréExer | 0 | 50 | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 0 | 50 | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 0 | 50 | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 |
| Ht e PT | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | | | | | | ☼ | ☼ | | | | | | ☼ | ☼ | | | | | | ☼ |
| Lactato | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Glicose | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Insulina | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | | | | | | ☼ | ☼ | | | | | | ☼ | ☼ | | | | | | ☼ |
| Hemogasometria | | ☼ | ☼ | ☼ | | | | | | ☼ | ☼ | | | | | | ☼ | ☼ | ☼ | | | | | |
| CK e AST* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Perfil lipídico ** | | ☼ | | | | | | | | ☼ | ☼ | | | | | | ☼ | ☼ | | | | | | ☼ |

- o símbolo ☼ indica coleta para determinação do parâmetro.

Ht – Hematócrito; PT – concentração de proteína plasmática total.

VFC_{max} – velocidade para a frequência cardíaca máxima

*As atividade séricas das enzimas creatinaquinase e aspartato aminotransferase serão determinadas respectivamente nos momentos 6 h e 24 h após o término do exercício.

** Perfil lipídico representado pela determinação das concentrações séricas de triglicerídeos, colesterol e ácidos graxos livres.

PréSupl – momento pré suplementação; PréExer – momento pré exercício.

“EFEITO DA ADMINISTRAÇÃO AGUDA DE MALTODEXTRINA SOBRE AS
RESPOSTAS GLICÊMICA E INSULÍNICA E EQUÍNICAS EM EQUÍNOS EM REPOUSO”

(Effect of acute maltodextrin administration on the glycemetic and insulinemic answers in
horses at rest)

Tatiana Yumi Mizucina AKUTAGAWA, Thiago Yukio NITTA, Marina Gonzales de
CARVALHO, Marcos Jun WATANABE

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “ ÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Campus de Botucatu

Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária

Correspondência para:

Marcos Jun Watanabe

Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP - Botucatu

Distrito de Rubião Júnior CP. 560; CEP: 18618000 – Botucatu – São Paulo

Email: watanabe@fmvz.unesp.br

RESUMO

A maltodextrina é um polímero de hidratos de carbono, o uso prévio ao exercício tem como propósito prevenir ou retardar os distúrbios homeostáticos e aumentar a concentração de glicose na corrente sanguínea. Na literatura existem poucos estudos deste produto na espécie equina. Desta forma, o objetivo desse estudo foi determinar o efeito da administração aguda de maltodextrina por via oral em resposta a três doses sobre as respostas glicêmica e insulinêmica de equinos em repouso. Para tanto, foram utilizados 8 equinos adultos da raça Árabe que passaram por quatro tratamentos em quatro ciclos, sendo distribuídos 2 animais em cada tratamento por ciclo. Cada ciclo teve intervalo de 7 dias, sendo: Grupo 02 de Maltodextrina (GM02, n=8); Grupo 04 de Maltodextrina (GM04, n=8); Grupo 06 de Maltodextrina (GM06, n=8) e Grupo Controle (GC, n=8). As avaliações dos parâmetros clínicos e coletas de amostras sanguíneas para exames laboratoriais foram realizados nos seguintes momentos: 30 minutos antes (M-30); 30 minutos após (M30); 60 minutos após (M60); 90 minutos após (M90); 2,0h após (M120); 2,5h após (M150) e 3,5h após (M210) à administração aguda de maltodextrina ou placebo, conforme o grupo. Os dados foram submetidos ao teste ANOVA (análise de variância). A maltodextrina não alterou parâmetros clínicos de equinos suplementados e os níveis glicêmicos e insulinêmicos de equinos suplementados com maltodextrina foram superiores ao grupo controle. As glicemias do GM02 e GM06 apresentaram platô glicêmico de 30 minutos enquanto do GM04 apresentou platô glicêmico de 60 minutos. Os valores de insulina para animais suplementados com maltodextrina foram superiores ao grupo controle a partir do M30 em todos os tratamentos, no M60 e 90 apenas GM04 e GM06 tiveram valores superiores ao GC. Os animais suplementados com maltodextrina apresentam resposta insulinêmica superiores ao GC, o GM02 apresentou maior platô glicêmico e o GM04 e GM06 apresentaram resposta insulinêmica semelhantes, sendo maiores que o GC.

Palavras chave: suplementação, carboidrato, maltodextrina, glicemia, insulina

ABSTRACT

Maltodextrin is a carbohydrate polymer, prior use to exercise has the purpose to prevent or decrease homeostatic disturbances and increase the concentration of glucose in the bloodstream. In the literature there are few studies of this product in the equine species. Thus, the aim of this study was to determine the effect of acute administration of maltodextrin orally in response to three doses of the glucose and insulin responses of horses at rest. Therefore, we used eight adult horses of the Arab horse that went through four treatments in four cycles, distributed two animals in each treatment cycle. Each cycle has period of 7 days, as follows: Group 02 Maltodextrin (GM02, n = 8); Group 04 Maltodextrin (GM04, n = 8); Group 06 Maltodextrin (GM06, n = 8) and control group (CG, n = 8). The evaluations of clinical parameters and collection of blood samples for laboratory tests were performed at the following times: 30 minutes before (M-30); 30 minutes (M30); 60 minutes (M60); 90 minutes after (M90); 2.0h after (M120); 2.5h after (M150) and after 3.5 h (M210) to the acute administration of maltodextrin or placebo, according to the group. The data were submitted to ANOVA (analysis of variance). Maltodextrin did not change clinical parameters of supplemented horses and blood glucose and insulin level of horses supplemented with maltodextrin were higher than the control group. The GM02 and GM06 of glucose levels showed glycemic plateau of 30 minutes while the GM04 presented glycemic plateau 60 minutes. Insulin values with maltodextrin supplemented animals were higher than the control group from the M30 in all treatments, the M60 and only 90 CM04 and GM06 had values higher than the GC. The animals supplemented with maltodextrin present insulinemic response superior to GC, the GM02 showed higher glycemic plateau and the GM04 and GM06 showed similar insulinemic response, being larger than the GC.

Keywords: supplementation, carbohydrate, maltodextrin, glucose, insulin

INTRODUÇÃO

Em altas velocidades os cavalos necessitam de maior suprimento energético do metabolismo anaeróbio e da aceleração do metabolismo energético do glicogênio. O metabolismo anaeróbio é a principal via utilizada para sintetizar ATP em exercícios de alta intensidade e curta duração, por meio da degradação de glicogênio a lactato. O metabolismo do glicogênio é marcado pelo aumento da concentração de lactato, íons de hidrogênio e fosfatos inorgânicos (Evans, 2000). A concentração de glicogênio muscular diminui com os exercícios e este decréscimo é proporcional à demanda energética, uma vez que glicogenólise tem como vantagem a produção de potência em curto espaço de tempo, mas com alta tendência à depleção das reservas (McMiken, 1983).

Os carboidratos são importantes fontes de substratos energéticos para a contração muscular durante exercícios realizados sob intensidade moderada e em exercícios de alta intensidade e curta duração (Beitz, 2006). Dentro dessa temática, se enquadra a utilização de ergogênicos nutricionais, que são compostos, ou elementos, que podem ser administrados por via oral e que possuem uma função nutricional orientada. Um agente ergogênico pode ser descrito como qualquer componente que pode aumentar ou melhorar a produção de trabalho, resultando em aumento da velocidade, resistência ou força durante o exercício (Harris e Harris, 2005).

A maltodextrina é um polímero de hidratos de carbono, comumente utilizada em bebidas esportivas como fonte energética e é preparada comercialmente por meio da hidrólise controlada do amido (Borges, 2011). Pode ser classificada como um carboidrato de alto índice glicêmico e ao mesmo tempo complexo, fazendo com que a glicose seja absorvida mais lentamente, e a elevação da curva glicêmica se mantenha por maior período de tempo (Sapata et. al., 2006), além de ser armazenada de forma mais lenta no tecido muscular (Fagundes et. al., 2011).

A insulina e o glucagon atuam conjuntamente para manter a homeostase da glicose e prevenir a hipoglicemia durante o trabalho muscular. Durante os exercícios, a insulina plasmática tende a aumentar enquanto que o glucagon plasmático diminui. Os mecanismos simpatoadrenérgicos são importantes vias de controle da glicose plasmática durante os exercícios, o desequilíbrio entre a produção e oxidação da glicose, gerando a hiperglicemia, que ocorre devido à produção hepática de glicose e a baixa taxa de utilização da glicose periférica, é evidenciado pelo bloqueio β adrenérgico e bloqueando a infusão de adrenalina e favorecendo a utilização de glicose pelos músculos (Cunilleras e Hincheliff, 2004).

Entre os inúmeros fatores que influenciam o metabolismo dos carboidratos no exercício muscular, há evidências em estudos com seres humanos, que a composição da dieta e intervalo antes do exercício pode afetar tanto a captação de glicose pelo músculo quanto a taxa de utilização de glicogênio muscular. Nesses estudos, a ingestão de glicose ou uma refeição de alto índice glicêmico antes do exercício resultam em um aumento da oxidação de carboidratos e utilização da glicose presente no sangue, e a taxa de glicogenólise é reforçada ou inalterada. As recomendações atuais da alimentação antes e durante o exercício de resistência em atletas humanos incluem ingestão de soluções de carboidratos para manter a taxa de oxidação de carboidratos (Cunilleras et al., 2002). Para tanto objetivou-se determinar o efeito da maltodextrina administrada por via oral de forma aguda em resposta a três quantidades sobre as curvas glicêmica e insulinêmica de equinos em repouso.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi desenvolvido nas dependências do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, campus de Botucatu, São Paulo, Brasil. Para tanto, foram utilizados 8 equinos adultos da raça Puro Sangue Árabe, machos castrados, com peso copóreo médio de 320 ± 30 kg, considerados hígdios.

Os animais passaram por um período de adaptação de quatorze dias antes do experimento, sendo que neste período os animais receberam medicação anti-helmíntica, foram submetidos a casqueamento e submetidos a exames laboratoriais para constatação de higidez. Durante toda fase experimental os animais foram mantidos em baias individuais com 3m x 4m. O manejo nutricional foi estabelecido para atender as necessidades nutricionais para cavalos em manutenção (NRC, 2007), consistindo de alimentação à base de feno de capim “Coast-cross”, ração comercial para eqüinos (Proequi 13 laminados[®], Guabi Ind. Brasileira, Brasil), fornecidos em duas refeições às 6:00h e 18:00h oferecidos em cochos individuais, o suplemento mineral e a água foram oferecidos *ad libitum*.

Os 8 animais passaram por quatro tratamentos no decorrer de quatro ciclos, sendo distribuídos 2 animais em cada tratamento/ciclo. Cada ciclo teve um intervalo de 7 dias, visando a diminuir a influência dos tratamentos nos ciclos.

- Grupo 02 de Maltodextrina (GM02, n=8) – equinos que receberam 0,2 g/Kg de maltodextrina.
- Grupo 04 de Maltodextrina (GM04, n=8) – equinos que receberam 0,4 g/Kg de maltodextrina.
- Grupo 06 de Maltodextrina (GM06, n=8) – equinos que receberão 0,6 g/Kg de maltodextrina.
- Grupo Controle (GC, n=8) – equinos que receberam 180g de placebo.

A administração do suplemento foi padronizada para início às 6h da manhã, uma vez o ciclo circadiano esta envolvido na secreção de glicose (Wallis et al., 2005). No dia das avaliações os animais não foram alimentados até o termino das coletas, mas tiveram acesso à água, sendo que o consumo foi monitorado.

Os animais foram submetidos à cateterização venosa jugular, realizada no momento prévio ao início da fase experimental. A fim de coletas sanguíneas em todos os ciclos, utilizou-se cateter venoso central de longa duração (Cateter Mono lumen 14Gx20cm , Arrow Internacional, USA).

A maltodextrina foi hidratada para facilitar a administração e permitir mínimo de perdas e administração rápida, sendo utilizada bisnagas para facilitar administração.

Os animais foram submetidos a avaliações clínicas e coletas sanguíneas para determinação de glicose plasmática e insulina séricos. As avaliações clínicas consistiram no monitoramento de parâmetros vitais e auscultação dos quadrantes abdominais, além da avaliação do consumo de água, através da mensuração da ingestão em litros por meio da diferença do volume oferecido antes e após 3,5h da administração. Os parâmetros vitais avaliados foram frequência cardíaca; frequência respiratória, temperatura retal; tempo de preenchimento capilar e mucosas ocular e oral.

Para a determinação de glicose, as amostras foram coletadas em tubos contendo fluoreto de sódio e EDTA sendo que o processamento foi realizado em analisador analítico de glicose (Yellow Spring, YSI 2300 STAT PLUS). Para dosagem de insulina, as amostras foram coletadas em tubos com ativador de coagulo e determinados por meio de eletroquimioluminescencia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscou-se avaliar possíveis alterações clínicas desencadeadas em resposta a administração de maltodextrina por via oral. Nas avaliações clínicas, os animais mantiveram-se dentro dos valores considerados de normalidade para a espécie equina nos parâmetros de frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal, tempo de preenchimento capilar, avaliação de mucosas aparentes, auscultação abdominal e taxa de ingestão de água, em todos os momentos avaliados. Dados da literatura também não relatam alterações clínicas dignas de citação, em equinos submetidos a ingestão de maltodextrina (Fagundes, et al., 2011; Nunes Gil et al., 2012). Autores que trabalham com humanos relatam que administração de carboidratos podem retardar o esvaziamento gástrico causando desconforto abdominal, porém não ocorreu nenhuma manifestação ou alteração de motilidade no presente estudo. A administração de maltodextrina em dose de até 0,6g/kg não causa alterações sistêmicas em cavalos hígidos.

A escolha da maltodextrina como carboidrato a ser utilizado previamente aos exercícios baseou-se na informação de que carboidratos com baixa osmolaridade e polímeros de glicose são os produtos mais indicados para esta situação, pois a utilização de polímeros de glicose apresentam esvaziamento gástrico mais rápido que as soluções de glicose por exemplo, e tal característica evitaria uma hipoglicemia acentuada e a hiperinsulinemia induzida pelo exercício (Hosseini; Hoochi, 2013). Tal situação foi explanada por Sapata et al. (2006) quando comparou a ingestão de glicose e maltodextrina, e após 30 minutos da ingestão a glicemia dos atletas suplementados com maltodextrina foi maior ao controle e àqueles que ingeriram glicose. Possivelmente o grupo que consumiu glicose sofreu efeito da hipoglicemia rebote, uma vez que a glicose, carboidrato simples de alto índice glicêmico, rapidamente (cerca de 5 a 10 minutos após a administração) foi transportada para células através dos transportadores de glicose tipo 4 e o estímulo insulinêmico equilibraria os níveis glicêmicos próximos aos valores iniciais em um intervalo menor a 30 minutos. Por sua vez, a maltodextrina sendo um carboidrato de alto índice glicêmico, porém complexo, faz com que a glicose seja absorvida de maneira mais lenta, sendo que os níveis de glicose aumentado são notados após 30 minutos do seu consumo. Compativelmente com achados em nossa pesquisa.

Tabela 1. Média e desvio padrão das concentrações de glicose, em mg/dL, dos 8 equinos utilizados no estudo 1 nos momentos antes e após a administração de maltodextrina pela via oral, conforme tratamento (GM02, GM04, GM06 e GC).

| Momento | GC | GM02 | GM04 | GM06 |
|-------------|------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| M-30 | 89,43±1,45 | 89,12±1,97 bc | 89,73±2,00 cd | 89,91± 2,86 ade |
| M30 | 88,00±1,27 A | 112,50±2,50 Ba | 108,94±4,06 Bab | 108,11±3,05 ABb |
| M60 | 88,76±1,65 A | 109,89±3,09 Ba | 121,96±3,22 Ba | 122,43±5,16 Bc |
| M90 | 89,37±1,64 A | 99,55±3,18 ABab | 116,73±4,37 BCa | 123,74±7,46 Cac |
| M120 | 87,66±1,89 A | 89,37±2,56 Abc | 101,26±6,22 ABbc | 119,59±8,42 Bbc |
| M150 | 86,06±1,13 AB | 82,32±2,70 Ac | 88,22±5,16 ABcd | 103,11±7,47 Bd |
| M210 | 86,33±1,92 | 83,49±1,95 bc | 76,67±2,43 d | 87,57±5,70 e |

GM02- Grupo maltodextrina 0,2g/kg; GM04- Grupo maltodextrina 0,4g/kg; GM06- Grupo maltodextrina 0,6g/kg; GC – Grupo Controle; M- momento.

Valores apresentados com média ± erro padrão

Letras minúsculas na mesma linha (a, b, c, d, e) - Diferença significativa entre os momentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B, C) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Após a administração de maltodextrina os níveis glicêmicos elevaram progressivamente, enquanto que no grupo controle a glicemia manteve-se constante. Similarmente, Nunes Gil (2009) substituiu de amido por maltodextrina na dieta de equinos e observou elevação de 15,52% na área abaixo da curva glicêmica quando comparado com o grupo controle, mostrando claramente o potencial da maltodextrina em manter a glicemia. Também, Araujo e Martel (2009) observaram que animais tratados com maltodextrina tenderam à elevação da glicemia de maneira semelhante a ingestão de outros carboidratos, sendo que além das características do carboidrato, a disponibilidade de glicose e insulina, e a quantidade presente no lúmen intestinal também podem influenciar nesta glicemia.

Na presente pesquisa, a elevação da glicemia após 30 minutos da administração da maltodextrina foi similar ao estudo de Sapata et al. (2006) que notaram elevação dos níveis de glicose após 30 minutos da administração de maltodextrina para atletas humanos. Segundo Depew et al. apud Gobesso et al.(2009) notaram aumento na glicemia após 60 minutos da alimentação. Gobesso et al. (2009), a concentração de glicose aumentou após a ingestão da dieta, sendo que a concentração de glicose sofreu uma elevação expressiva após 90 minutos. Meyer (1995) afirmou que a glicemia após dietas ricas em amido ou açúcar

podem elevar até 150 mg/dL após 2 ou 3 horas após a ingestão. Porém, para a análise destas diferenças deve-se considerar o fato do organismo não ser capaz de digerir e absorver diferentes carboidratos com a mesma velocidade, sendo esta característica graduada por meio do denominado índice glicêmico, o qual é utilizado para avaliar o efeito dos carboidratos sobre a concentração de glicose sanguínea. Sendo um indicador qualitativo da capacidade em elevar níveis glicêmicos no sangue.

Desta forma ao se comparar a glicemia de equinos com diferentes fontes de polímeros de glicose, acredita-se que animais tratados com maltodextrina apresentem níveis máximos de glicose mais rapidamente devido ligações menos complexas comparadas ao do amido, pois em seu processamento a maltodextrina apresenta alterações estruturais devido a hidrólise prévia (CHRONAKIS, 1998), desta forma permitindo que a absorção da maltodextrina seja mais rápida, pois exige menores clivagens (LEITE, 2011).

A manutenção dos valores elevados de glicemia após 30 minutos da administração de maltodextrina pode ser explicada pela necessidade de um período hábil para elevação dos níveis glicêmicos, primeiramente por hidrólise química no estômago pelo ácido clorídrico sem influência enzimática, e então devido a hidrólise enzimática das ligações α -1,4 sendo a principal enzima a α -glicosidase (maltase) no intestino delgado. A ação destas enzimas na borda em escova da mucosa intestinal completa a hidrólise para produzir glicose livre e ser absorvida pela corrente sanguínea (HOFFMAN, 2003). Os polímeros de glicose devem sofrer hidrólise e liberação de moléculas de glicose livre na porção proximal do intestino delgado, para que seja passível de absorção por meio dos transportadores de glicose sódio dependentes, a absorção da glicose do lúmen intestinal para a corrente sanguínea, ocorre basicamente por meio de proteínas transportadoras, uma delas que requer transporte ativo, havendo necessidade de ATP e é sódio dependente (SGLT 1) e outro que requer transporte de glicose por meio de difusão facilitada (GLUT 2) (WALLIS et al., 2005).

A persistência da glicemia pelo período de 30 a 60 minutos dependendo da dose de maltodextrina, corrobora com Wallis et al. (2005) que observaram a existência de capacidade máxima para absorção de carboidratos exógenos a serem absorvidas em exercício de ciclismo prolongado, e este seria aproximadamente 1,25 g/min mesmo em altas ingestões de carboidratos e sendo que em condições de repouso, a máxima capacidade de absorção no intestino é de 1,2 a 1,7 g/min. Desta forma, animais que ingerem maltodextrina não são capazes de absorver em um único momento toda glicose presente no lúmen intestinal, necessitando do efeito do transito intestinal para que um maior número de transportadores fiquem disponíveis no decorrer do trato gastrointestinal. Sugerindo assim que

o platô glicêmico seja resultado da constante absorção de glicose decorrente da metabolização gradativa da maltodextrina (HOFFMAN, 2003). Wallis et al. (2005) citaram que a ingestão de grandes quantidades de carboidratos não resultou em maiores taxas de oxidação devido especificidade do transportador e limitação. Assim mesmo com o aumento da taxa de ingestão de maltodextrina de 1,1 g/min para 2,4g/min foram observadas concentração de glicose livre similares.

As concentrações séricas de insulina foram maiores nos equinos que receberam a maltodextrina, pois este hormônio é uma importante via de controle da glicemia. Concentrações elevadas de glicose sanguíneas desencadeiam a síntese e liberação de insulina pelas células- β das ilhotas pancreáticas, através de um sistema de *feedback* positivo (CUNNINGHAM. e KLEIN, 2008), desta forma a elevação de insulina é essencial para o transporte intracelular da glicose através da membrana plasmática em tecidos sensíveis à insulina que utilizam um tipo de proteína transportadora de glicose, GLUT4, dependente de insulina, para absorver glicose (LACOMBE, 2014). As células em que a insulina aumenta a captação de glicose são as musculares e adiposas. Enquanto que os neurônios, células do epitélio intestinal, eritrócitos, células renais, células do epitélio tubular, células hepáticas e leucócitos não sofrem influência na captação de glicose por ação da insulina (BEITZ, 2006).

Observou-se diferença significativa nos valores de insulina no M60 e M90, de modo que o GC foi significativamente menor que ao GM04 e GM06, enquanto que GM02 foi estatisticamente semelhante a todos grupos. Desta forma a resposta insulinêmica do GM06 foi maior quando comparada ao GC e o GM02 e teve resposta semelhante ao GM04. Este fenômeno está envolvido com a resposta aos níveis de glicose, que no M90 também apresentou este comportamento. A regulação da concentração da glicose pertence ao sistema não dependente do eixo hipotalâmico epifisário. O aumento da glicemia é detectado pelas células β no pâncreas, havendo a liberação de insulina por essas células, promovendo a abertura de “comportas” celulares com o objetivo de fornecer energia para as células musculares e adiposas e desta forma reduzindo a glicose sanguínea, sendo controlado por retroalimentação positiva e gradual entre a glicemia e insulina (BEITZ, 2006).

Tabela 2. Valores de insulina, em $\mu\text{UI/ml}$, dos 8 equinos utilizados no estudo 1 nos momentos antes e após a administração de maltodextrina pela via oral, conforme tratamento (GM02, GM04, GM06 e GC).

| | | M-30 | M30 | M60 | M90 | p |
|-------------|---------|-------------|------------|------------|------------|----------|
| GC | Mediana | 1,048 | 1,110 | 0,859 | 1,018 | 0,964 |
| | P25 | 0,861 | 0,854 | 0,640 | 0,815 | |
| | P75 | 1,320 | 1,325 | 1,445 | 1,545 | |
| GM02 | Mediana | 1,575 | 5,500 | 3,310 | 2,095 | 0,061 |
| | P25 | 1,027 | 2,265 | 1,835 | 1,630 | |
| | P75 | 2,970 | 9,260 | 7,170 | 3,415 | |
| GM04 | Mediana | 1,960 | 4,290 | 6,385 | 6,720 | 0,084 |
| | P25 | 0,899 | 2,760 | 3,910 | 4,215 | |
| | P75 | 4,700 | 6,295 | 9,805 | 9,120 | |
| GM06 | Mediana | 2,435 | 4,790 | 5,655 | 6,720 | 0,081 |
| | P25 | 1,655 | 3,280 | 4,005 | 4,630 | |
| | P75 | 4,335 | 10,540 | 10,815 | 11,455 | |
| P | | 0,156 | 0,002 | <0,001 | <0,001 | |

GM02- Grupo maltodextrina 0,2g/kg; GM04- Grupo maltodextrina 0,4g/kg; GM06- Grupo maltodextrina 0,6g/kg; GC – Grupo Controle; M- momento.

Valores apresentados com mediana e percentis 25 (P25) e 75 (P75)

Letras maiúsculas na mesma coluna (A, B, C) - Diferença significativa entre os tratamentos, de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os níveis de insulina séricos aumentaram a valores superiores aos basais, em resposta à administração de maltodextrina por via oral. Alguns hormônios do trato gastrointestinal, como a gastrina, colecistocinina, secretina e peptídeo inibidor gástrico podem estimular a secreção de insulina, sendo que parte da insulina secretada pode ser oriunda do estímulo do trato gastrintestinal, apresentando uma maior resposta insulinêmica de carboidratos ingeridos via oral quando comparados a administração sistêmica de glicose (CUNNINGHAM e KLEIN, 2008). Parte da resposta insulinêmica observada neste estudo pode estar relacionada à ação de hormônios do trato gastrointestinal, uma vez que a administração foi por via oral.

CONCLUSÕES

A administração aguda de maltodextrina elevou concentrações de glicose e insulina. A quantidade administrada determinou a persistência do platô glicêmico e da atividade insulinêmica.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J.R.; MARTEL, F. Regulação da absorção intestinal de glicose. **Arquivos de Medicina**, v.23, n.2, p.35-43, 2009.

BEITZ, D.C. Metabolismo dos carboidratos. In: REECE, W.O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. Ed.12. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2006. p.463-475.

BORGES, J.H.; HOFFMANN, L.D.; GREGÓRIO, N.P.; COSTA, T.A. Impacto da ingestão prévia de maltodextrina + frutose sobre a glicemia e o desempenho de nadadores durante exercício aeróbio. **EFDeportes.com, Revista Digital**, Buenos Aires, v.16, n.160, Set.2011. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd160/impacto-da-maltodextrina-sobre-nadadores.htm>>. Acesso em: 20.Fev.2015.

BROJER, J.T.; NOSTELL, K.E.A.; ESSEN GUSTAVSSON, B.; HEDENSTROM, U.O. Effect of repeated oral administration of glucose and leucine immediately after exercise on plasma insulin concentration and glycogen synthesis in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.73, n.6, p.867-874, Jun. 2012.

CHRONAKIS, I. S. On the Molecular Characteristics, Compositional Properties, and Structural-Functional Mechanisms of Maltodextrins: A Review, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.38, n.7, p.599-637, 1998.

CUNILLERAS, E.J.; HINCHCLIFF, K.W.; SAMS, R.A.; DEVOR, S.T.; LINDRMAN, J.K. Glycemic index of a meal fed before exercise alters substrate use and glucose flux in exercising horses. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v.92, p.117-128, 2002.

CUNILLERAS, E.J.; HINCHCLIFF, K.W. Carbohydrate metabolism in exercising horses. *Equine and comparative exercise physiology*. **Equine and Comparative Exercise Physiology**. Cambridge, v.1, n.1, p.23-32, 2004.

CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.K. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

EVANS, D.L. **Training and Fitness in Athletic Horses**. Australia: Rural industries research and development corporation, 2000.

FAGUNDES, A.S.; ALMEIDA, F.Q.; GODOI, F.N.; MIGNON, E.X.F.; 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.

GOBESSO, A.A.O.; ETCHICHURY, M.; TOSI, H. Resposta plasmática de glicose e insulina em equinos alimentados com diferentes fontes de amido. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.46, n.4, p.324-331, 2009.

HARRIS, P.A.; HARRIS, R.C. Ergogenic potential of nutritional strategies and substances in the horse. **Livestock Production Science**, v.92, p.157-165, 2005.

HOFFMAN, R.M. Carbohydrate Metabolism in Horses. **International Veterinary Information Service**. 2003.

LACOMBE, V. A. Expression and regulation of facilitative glucose transporters in equine insulin sensitive tissue: From physiology to pathology. **ISRN Veterinary Science**, p.1-15, 2014.

MENEZES, M.L. **Parâmetros plasmáticos de equinos alimentados com níveis crescentes de polpa cítrica**. 2014. 55f. Dissertação de mestrado em zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo. Pirassununga.

McMIKEN , D.F. An energetic basis of equine performace. **Equine Veterinary Journal**, v.15, n.2, p.123-133, 1983.

MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J. Exames Laboratoriais e Enzimologia clínica. In: _____ **Medicina de laboratório veterinária**. São Paulo: Roca, 1995.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of horses**. Washington, D.C., e.6, p.341, 2007.

NOBLE, G. K. ; SILLENCE, M. N. Diurnal rhythm and effects of feeding, exercise and recombinant equine growth hormone on serum insulin concentrations in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v.45, p.745-750, 2013.

NUNES GIL, P.C.; GANDRA, J.R.; TARAN, F.M.P.; GONZAGA, I.V.F.; GOBESSO, A.A.O. Influence of high leves of maltodextrin in horse diets. **Livestock Science**, v.147, p.66-71, 2012.

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

WALLIS, G.A.; ROWLANDS, D.S.; SHAW, C.; JENTJENS, R.L.P.G.; JEUKENDRUP, A.E. Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and frutose during exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, p.426-432, 2005.