

Efeito do enxague oral com carboidrato sobre o desempenho de cavalos da raça Mangalarga Marchador em teste incremental de esforço máximo

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

Departamento:

Clínica Médica

Área de concentração:

Clínica Veterinária

Orientador:

Prof. Dr. Wilson Roberto
Fernandes

**São Paulo
2015**

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

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

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

T.3114 FMVZ	<p>Bogossian, Paulo Moreira Efeito do enxague oral com carboidrato sobre o desempenho de cavalos da raça Mangalarga Marchador em teste incremental de esforço máximo / Paulo Moreira Bogossian. -- 2015. 83 f. :il.</p> <p>Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2015.</p> <p>Programa de Pós-Graduação: Clínica Veterinária. Área de concentração: Clínica Veterinária. Orientador: Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes.</p> <p>1. Maltodextrina. 2. Fadiga. 3. Recompensa. I. Título.</p>
----------------	--

RESUMO

BOGOSSIAN, P. M. Efeito do enxague oral com carboidrato sobre o desempenho de cavalos da raça Mangalarga Marchador em teste incremental de esforço máximo. [Effect of carbohydrate mouth rinse on Mangalarga Marchador breed performance in maximal exercise test]. 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Estudos em neurociência aplicada ao exercício tem demonstrado que a gustação do carboidrato pode estimular áreas cerebrais de recompensa e postergar a exaustão em atletas humanos. O presente estudo tem por objetivo investigar o efeito do enxague oral com maltodextrina sobre o desempenho de cavalos em teste incremental de esforço máximo a campo. Sete equinos da raça Mangalarga Marchador foram avaliados após enxague oral com maltodextrina a 6,4% (teste C) e placebo (teste P). Tempo até a exaustão (TAE), frequência cardíaca, glicose e lactato plasmáticos, e a atividade plasmática de creatinoquinase foram avaliados durante e após os testes. O TAE do teste C foi em média 31 segundos superior ao P. O valor pico de lactato do teste C foi 5,97 mg/dl superior ao teste P. O enxague oral com maltodextrina aumentou a capacidade de resistência dos animais avaliados neste estudo.

Palavras-chave: Maltodextrina. Fadiga. Recompensa.

ABSTRACT

BOGOSSIAN, P. M. **Effect of carbohydrate mouth rinse on Mangalarga Marchador breed performance in maximal exercise test.** [Efeito do enxague oral com carboidrato sobre o desempenho de cavalos da raça Mangalarga Marchador em teste incremental de esforço máximo]. 2015. 83 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Ergogenic effect of carbohydrate mouth rinse has been widely described in human runner and cyclists. This effect seems to be mediated by the activation of brain areas related to reward and motivation. The aim of the present study is to investigate the effect of maltodextrin mouth rinse on field maximal exercise test. Seven MM breed horses were evaluated after mouth rinse with maltodextrin 6, 4% (test C) and placebo (test P). Time to exhaustion, heart rate, plasmatic glucose and lactate, and serum creatinokinase were measured during and after tests. Time to exhaustion of the test C was 31 second higher than test P. Plasmatic lactate peak was 5,97 mmol/l higher in test C. No differences were observed in glucose and CK levels. Maltodextrin mouth rinse improved performance in maximal field test.

Keywords: Maltodextrin. Fatigue. Reward.

1 INTRODUÇÃO

A capacidade atlética do cavalo remonta o período em que este e o homem, endobiontes das estepes da Ásia Central relacionavam-se em algum nível de protocooperação. A figura mitológica do centauro projeta a importância que este animal teria nas sociedades modernas, atuando como um verdadeiro catalizador da história. O cavalo modificou as relações humanas e contribuiu para que o planeta assumisse a forma atual (RINK, 2008).

Dos tempos da equitação mongol de Gengis Khan às disputas olímpicas do hipismo clássico a capacidade atlética do cavalo sempre esteve em foco. Recentemente as estratégias de incentivo a essa capacidade tornaram-se uma verdadeira obsessão de competidores e treinadores, uma vez que as exigências físicas dos concursos atuais tornaram-se altíssimas.

Diversos estudos em humanos e animais tem descrito o efeito benéfico da ingestão de carboidrato em exercícios de alta intensidade ($>75\% \text{ VO}_2 \text{ máx}$) e curta duração ($<1\text{h}$) (ANANTARAMAN et al., 1995), entretanto os mecanismos responsáveis por este efeito permaneceram obscuros por longos períodos no passado.

Hipotetizou-se, inicialmente, que a ingestão de carboidrato poderia manter alto o ritmo de oxidação de glicose nas fibras musculares, e portanto postergar possíveis causas energéticas da exaustão.

Esse mecanismo foi amplamente questionado após a observação de que a infusão intravenosa de glicose não gera benefício ao desempenho (CARTER et al., 2004a). A partir de então supôs-se que o efeito ergogênico da ingestão de carboidrato estaria relacionado à via de administração, e seria portanto, fruto de mecanismos centrais de controle da fadiga.

Estudos posteriores descreveram o efeito benéfico do enxague oral com carboidrato em atletas de ciclismo e corrida (CARTER et al., 2004b; ROLLO et al 2010). Análises utilizando ressonância magnética funcional revelaram que o enxague com carboidratos calóricos ativam regiões do

córtex orbitofrontal responsáveis pela recompensa, motivação e atividade motora (CHAMBERS et al., 2009).

Os achados relacionados ao efeito central são consistentes com estudos que revelaram que o enxague oral com carboidrato aumentou a sensação de prazer e diminuiu a percepção subjetiva de esforço em atletas humanos durante teste de longa duração (BACKHOUSE et al., 2005).

O estado da arte das investigações acerca da ingestão de carboidratos referem-se aos seus efeitos sobre o controle central da eficiência do exercício, através das diferentes sensações geradas a partir da ativação de áreas específicas do córtex orbitofrontal.

Hipotetizou-se, no presente estudo, que o enxague oral com maltodextrina pode aumentar o desempenho de cavalos em teste de esforço a campo, e contribuir para investigações acerca dos elementos centrais envolvidos na fadiga e sua modulação.

2 CONCLUSÃO

A presença de maltodextrina na cavidade oral aumenta o desempenho de equinos em jejum em teste incremental de esforço máximo a campo.

REFERÊNCIAS

ANANTARAMAN, R.; CARMINES, A. A.; GAESER, G. A.; WELTMAN, A. Effect of carbohydrate supplementation on performance during 1 hour of intense exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v.16, p. 461-465, 1995.

ANNE, I.; ZENI, D.O.; MARTIN, D.; HOFFMAN, M.D.; PHILIP, S. Relationships among heart rate, lactate concentration , and perceived effort for different types on rhythmic exercise in women. **Archive of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 77, n. 3, p. 237-241, 1996.

ANTONIONI, A.; GAITI, A. Physical exercise, oxidative stress, and muscle damage in racehorses. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 119, n. 4, p. 833-836, 1998.

BARROS, M. **Menino do mato**. São Paulo: Leya. 2010. 95 p.

BACKHOUSE, S. H.; BISHOP, N. C.; WILLIAMS, C. Effect of carbohydrate and prolonged exercise on affect and perceived exertion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 10, p. 1768-1773, 2005.

BAIRD, M. F.; GRAHAM, S. M.; BAKER, J. S.; BICKERSTAFF, G. F. Creatine-kinase and Exercise Related Muscle Damage implications for Muscle performance and Recovery. **Journal of Nutrition and Metabolism**. doi [10.1155/2012/960363](https://doi.org/10.1155/2012/960363). 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/elza/Downloads/960363.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2015.

BEAR, M.F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 795p

BEELEN, M.; BERGHUIS, J.; BONAPARTE, B.; BALLAK, S. B.; JEUKENDRUP, A. E.; VAN LOON, L. J. Carbohydrate mouth rinsing in the fed state: lack of enhancement of time-trial performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 19, n. 4, p. 400-409, 2009.

BERTHOUD, H. R.; BEREITER, D. A.; TRIMBLE, E. R.; SIEGEL, E. G.; JEANRENAUD, B. Cephalic phase, reflex insulin secretion. Neuroanatomical and physiological characterization. **Diabetologia**, v. 20, p. 393-401, 1981.

BIRKS, E. K.; JONES, J. H.; VANDERVORL, J.; PRIEST, A. K.; BERRY, J. D. Plasma lactate kinetics during exercise. **Equine Exercise Physiology**, v. 3, p. 179-187, 1991.

BLONSTRAND, E. Amino acids and central fatigue. **Amino Acids**, v. 20, p. 25-34, 2000.

BROWN, J. H.; VIJAY, K. G.; LI, B.; MINE, B. T.; RESTREPO, C.; WEST, G. B. The fractal nature of nature: power laws, ecological complexity and biodiversity **Philosophical Transactions**, v. 370, n. 1665, p. 619–623, 2001.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva. 2006. 428 p.

CARTER, J. M.; JEUKENDRUP, A. E.; MANN, C. H.; JONES, D. A. The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 9, p. 1543-1550, 2004a.

CARTER, J.; JEUCKENDRUP, A. E.; JONES, D. A. Effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 12, p. 2107-2011, 2004b.

CHAMBERS, R.S.; BRIDGE, M.W.; JONES, D.A. Carbohydrate sensing in human mouth: effect on exercise performance and brain activity. **The Journal of Physiology**, v. 587, n. 8, p. 1779-1794, 2009.

CHIARADIA, E.; AVELINI, L.; RUECA, F.; SPATEMA, A.; F.PORCIELLO, M. T.; CLARKSON, P. M.; LITCHFIEL, P.; GRAVES, J.; KIRVAN, J. P.; BYRNES, W. C. Serum creatine kinase activity following forearm flexion isometric exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 53, p. 368-371, 1985.

CLARKE, L. L.; ROBERTS, M. C.; ARGENZIO, R. A. Feeding and digestive problems in horses: physiologic response to a concentrated meal. **The Veterinary Clinical of North America: equine practice**, v. 6, n. 2, p. 433-450, 1990.

CONNET, R. J.; GAYESKI, T. E. J.; HONIG, C. R. Lactate accumulation in fully aerobic working dog gracilis muscle. **American Journal of Physiology**, v. 246, p.120-128, 1984.

DOUEN, A.; RAMLAT, T.; KLIP, A.; YOUNG, D.; CARTEHOLLOSZY, J. Exercise-induced increase in glucose transporters in plasma membranes of rat skeletal muscles. **Endocrinology**, v. 124, p. 449-454, 1989.

DUNBAR, C. C.; ROBERTSON, R. J.; BAUN, R.; BLANDIN, M. F.; METZ, K.; BURDETT, R.; GOSS, F. L. The validity of regulating exercise intensity by ratings of perceived exertion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 24, n. 1, p. 94-99, 1992.

ENOKA, R. M.; STUART, D. G. Neurobiology of muscle fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v. 72, n. 5, p. 1631-1648, 1992.

EVANS, D. L. Physiology of equine performance and associated tests of function. **Equine Veterinary Journal**, v. 39, n. 4, p. 373-383, 2007.

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

FARES, E. J. M.; KAYSER, B. Carbohydrate rinse effect on exercise capacity in pre and postprandial states. **Journal of Nutrition and Metabolism**. 2011. doi 385962. Disponível em: <
<http://www.hindawi.com/journals/jnme/2011/385962/>>. Acesso em: 22 fev. 2015.

FORTIER, J.; GOACHET, A.G.; JULLIAND, V.; DELEY, G. Effect of two field continuous incremental tests on cardiorespiratory responses in Standardbred trotters. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutritional**, . doi 10.1111/jpn.12242. Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25154293> >. Acesso em: 22 fev. 2015.

GANDEVIA, S. C. Neural control in human muscle fatigue changes in muscle afferents, motoneurons and motor cortical drive. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 162, p. 275-283, 1998.

GREEN, H.J.; SUTTON, J.; YOUNG, P.; CYMEMAN, A.; HOUSTON, C.S. Operation Everest II: muscle energetics during maximal exhaustive exercise. **Journal of Applied Physiology**, v 66, n. 1, p.142-150. 1985.

HEBBER, S. N.; KIN, K.; MAILLY, P.; CALZAVARA, R. Reward-related cortical inputs define a large stratal region in primates that interface with associative cortical connections, providing a substrate for incentive-based learning. [The Journal of Neuroscience](#), v. 26, n. 32, p. 8368-8376, 2006.

HESPEL, P.; RICHTER, E. A. Glucose uptake and transport in contracting perfused rat muscle with different pre-contraction glycogen concentration. **Journal of Physiology**, v. 427, p. 347-359, 1999.

HILL, A. V.; LONG, C. N. H.; LUPTON, H. Muscular exercise, lactic acid the supply and utilization of oxygen. **Proceedings and Royal Society of London**, v. 97, p. 438-475. 1924.

IVERS, T. **Carbohydrate in the performance horse: new trails to safety and performance**. 2002. Disponível em: < http://www.vitaflex.com/res_carbart2a.php >. Acesso em: 21 fev. 2015.

JENTJENS, R. L.; JEUCKENDRUP, A. E. High rate of carbohydrate oxidation from a mixture of glucose and fructose ingested during prolonged cycling exercise. **British Journal of Nutrition**, v. 33, n. 4, p. 485-492, 2005.

JEUCKENDRUP, A. E.; BROUNS, F.; WAGENMAKER, A. J. M.; SARIS, H. M. Carbohydrate-electrolyte feeding improve 1h time-trial cycling performance. **International Journal of Sports Medicine**, v. 18, p. 125-129, 1997.

JOSE-CUNILLERAS, E.; HINCHCLIFF, K.W.; SAMS, R.A.; DEVOR, S.T.; LINDERMAN J.K. Glycemic index of a meal fed before exercise alters substrate use and glucose flux in exercising horses. **Journal of Applied Physiology**, v.92, n.1, p.117-128, 2002.

JUST, T.; PAU, H. W.; ENGEL, U.; HUMMEI, T. Cephalic phase insulin release in healthy human after taste stimulation. **Appetite**, v. 51, n. 3, p. 622-627, 2008.

KENT-BRAUN, J. A. Central and peripheral contributions to muscle fatigue in humans during sustained maximal effort. **European Journal Applied Physiology**, v. 80, p. 57-63, 1999.

KNIGHT, D. R.; SCHARFRARTZIK, W.; PODE, D. C. Effect of hiperoxia on maximal leg O2 supply and utilization in men. **Journal of Applied Physiology**, v. 75, n. 6, p. 2586-2594, 1993.

KUIPERS, H. Exercise-induced muscle damage. [International Journal of Sports Medicine](#), v. 15, n. 3, p. 132-135, 1994.

LAMBERTS, R. P.; SWART, J.; CAPOSTAGNO, B.; NOAKES, T. D.; LAMBERT, M. I. Heart rate recovery as a guide to monitor fatigue and predict changes in performance parameters. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 20, n. 3, p. 449-457, 2010.

LANE, S. C.; BIRD, S. R.; BURKE, L. M.; HAWLEY, J. A. Effect of a carbohydrate mouth rinse on simulated cycling time-trial performance commenced in fed or fasted state. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 38, p. 134-139, 2013.

LATHAN, J.; CAMPBELL, D. How much can exercise rise creatine kinase level and does it matter? **The Journal of Family Practice**, v. 57, n. 8, p. 545-547, 2008.

LAURSE, P. B.; FRANCIS, G. T.; ABBIS, C. R.; NEWTON, M. J.; NOSAKA, K. Reliability of time-to-exhaustion versus time-trial running tests in runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, n. 8, p. 1374-1379, 2007.

LAWRENCE, L. L.; SODERHOLM, V.; ROBERTS, A.; WILLIAMS, J.; HINTZ, H. Feeding status affects glucose metabolism in exercising horses. **Journal of Nutrition**, v. 123, p. 2152-2157, 1993.

MARCORA, S. M.; STAIANO, W.; MANNING, V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, p. 857-864, 2009.

MCDONOUGH, P.; KINDIG, C. A.; HILDRETH, T. Effect of body incline on cardiac performance. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, p. 506-509, 2002.

MCKEVER, K. H. The endocrine system and the challenge of exercise. **Veterinary Clinical of North America: equine practice**, v. 18, p. 321-353, 2008

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

MOSSO, A. **La fatica**. 3. ed. Milão: Fratelli Treves. 1891. 412 p.

NETER, J.; KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C. J.; LI, W. **Applied linear statistical models**. 5. ed. U.S.A.: [Mcgraw-Hill Professi](#), 2005. 1396 p.

NOAKES, T. D. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict enhance athletic performance. **Scandinavian Journal of Medicine& Science in Sports**, v. 10, n. 3, p. 123-145, 2000.

PALMER, G. S.; HAWLEY, J. A.; DENNIS, S. C.; NOAKES, T. D. Heart rate response during 4-d cycle stage race. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 26, n. 10, p. 1278-1283, 1994.

PERSSON, S. G. B. Evaluation of exercise tolerance and fitness in the performance horse. In: SHOW, D. H.; PERSSON, S. G. B.; ROSE, R. J. **Equine exercise physiology**. Cambridge: Granta Editions, 1983. p. 441.

PINHEIRO, J. C.; BATES, D. M. **Mixed-effects models in S and S-PLUS**. U.S.A.: Springer. 2000. 528 p.

PINHEIRO, J.; BATES, D.; DEBROY, S.; SARKAR, D.; TEAM, C. R. **Nlme**: linear and nonlinear mixed effects models. 2015. R Package version 3.1-120. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=nlme>>. Acesso em: 22 fev. 2015.

POTIER, A.; BOUCKAERT, J.; GILLS, W. Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. **Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports**, v. 20, n. 1, p. 105-111, 2010.

PROUST, M. **Em busca do tempo perdido – No caminho de Swan**. 3. ed. São Paulo: Globo. 2006. 558 p.

RINK, B. **Desvendando o enigma do Centauro**: como a união homem-cavalo acelerou a história e transformou o mundo. São Paulo: Ecos Brasil, 2008. 343 p.

RISCHTER, E. A.; DERAIVE, W.; WOJTASZEWSKI, J. F. P. Glucose, exercise and insulin: emerging concepts. **Journal of Physiology**, v. 535, p. 313-322, 2001.

ROLLO, I.; COLE, M.; MILLER, R.; WILLIAMS, C. Influence of Mouth Rinsing a Carbohydrate Solution on 1-h Running Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 4, p. 798-804, 2010.

ROLLS, E. T. The function of the orbitofrontal cortex. **Brain and cognition**, v. 55, n. 1, p. 11-29, 2004.

ROLLS, E. T.; GRABENHORST, F. The orbitofrontal cortex and beyond: From affect to decision-making. **Progress in neurobiology**, v. 86, p. 216-244, 2008.

ROLLS, E. T.; SIENKIEWICS, Z. J.; YAXLEY, S. Hunger modulates the response to gustatory stimuli of single neurons in the caudolateral orbitofrontal cortex of the macaque monkey. **European Journal of Neuroscience**, v. 1, n. 1, p. 53-60, 1989.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. **The athletic horse**. Philadelphia: Saunders, 1994. 497 p.

SIETSEMA, K. E.; DALY, J. A.; WASSERMAN, K. Early dynamics of O₂ uptake and heart rate as affected by exercise work rate. **Journal of Applied Physiology**, v. 67, n. 6, p. 2535-2541, 1989.

SILVA, E. C. Relação corpo-mente: A mente como ideia do corpo na ética de Benedictus de Spinoza. **Conatus**, v. 5, n. 9, p. 19 a 24, 2011.

SILVA, T. A.; SOUZA, M. A.; AMORIM, J. F.; STATHIS, C. G.; LEANDRO, C. G.; LIMA-SILVA, A. E. Can carbohydrate mouth rinse improve performance during exercise? A systematic review. **Nutrients**, v. 6, p. 1-10, 2014.

SINCLAIR, J.; BOTTOMS, L.; FLYNN, C.; BRADLEY, E.; ALEXANDRE, G.; MCCULLAGH, S.; FINN, T.; HURST, H. T. The effect of different durations of carbohydrate mouth rinse on cycling performance. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 3, p. 259-264, 2014.

ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T. D. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, p. 797-806, 2004.

STEGMANN, H.; KINDERMAN, W. Comparison of prolonged exercise at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4 mmol/l lactate. **International Journal of Sports Medicine**, v. 3, p.105-119, 1982.

TRIPICCHIO, A. **Relação mente-corpo de Montaigne a Kant**. 2007.
Disponível em: < <http://www.redepsi.com.br/2007/07/12/rela-o-mente-corpo-de-montaigne-a-kant/>>. Acesso em: 21 fev. 2015.

WEIR, J. P.; BACK T. W.; CROMER, J. T.; HOUSH, T. J. Is fatigue all in your mind? A critical review of the central governor model. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, p. 573-83, 2006.