

**Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho**  
**Faculdade de Medicina**  
*Campus de Botucatu*

**Efeito do consumo agudo de erva mate sobre o rendimento físico em esteira ergométrica e indicadores metabólicos da exaustão em jogadoras profissionais de futebol.**

**Erick Prado de Oliveira**

**BOTUCATU - SP**

**2014**

**Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho**  
**Faculdade de Medicina**  
*Campus de Botucatu*

**Efeito do consumo agudo de erva mate sobre o rendimento físico em esteira ergométrica e indicadores metabólicos da exaustão em jogadoras profissionais de futebol.**

**Erick Prado de Oliveira**  
**Orientador: Roberto Carlos Burini**

Tese apresentada ao programa de pós-graduação em Patologia da Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor

**BOTUCATU - SP**

**2014**

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

Oliveira, Erick Prado de.

Efeito do consumo agudo de erva mate sobre o rendimento físico em esteira ergométrica e indicadores metabólicos da exaustão em jogadoras profissionais de futebol / Erick Prado de Oliveira. - Botucatu, 2014

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina de Botucatu

Orientador: Roberto Carlos Burini

Capes: 40501000

1. Erva-mate - Consumo. 2. Stress oxidativo. 3. Exercícios físicos. 4. Músculos - Ferimentos e lesões. 5. Jogadores de futebol.

Palavras-chave: Estresse oxidativo; Eva mate; Exercício exaustivo; Jogadoras de futebol; Lesão muscular.

*Dedicatória*

**Aos meus pais Nivaldo Teixeira de Oliveira e Eliane  
Maria Prado de Oliveira; e à minha irmã Andreza  
Prado de Oliveira, por todo o amor e apoio**

## Agradecimentos

- Ao meu orientador **Professor Titular Roberto Carlos Burini**, meu mentor e maior exemplo profissional, por me ensinar a fazer ciência com amor e qualidade, além de me proporcionar a experiência única de ter feito parte da equipe do Cemenutri por sete anos, onde estive com prazer em cada dia de trabalho. Sem dúvidas, sempre será a minha maior referência.
- Ao **GAP** e especialmente ao **José Eduardo Corrente**, pela realização das análises estatísticas.
- À **Vânia do Amaral Soler e Márcia Guimarães da Silva**, pela atenção e esclarecimentos de dúvidas.
- À funcionária do setor de Pós-Graduação **Regina**, por toda a ajuda fornecida.
- À **CAPES**, pela bolsa concedida durante o doutorado.
- À treinadora **Natália**, por toda a ajuda fornecida.
- Aos profissionais e alunos de nutrição, educação física, fisioterapia, biólogos, biomédicos, médicos e técnicos que passaram ou estão no CeMENutri. Em especial a todos contribuíram de forma significativa para a realização deste trabalho.

## Resumo

**Introdução:** A erva mate (*Ilex Paraguariensis*) é uma bebida consumida principalmente na América do Sul e contém componentes com função antioxidante e possíveis propriedades ergogênicas. Sabe-se que o exercício eleva o estresse oxidativo e a lesão muscular, portanto o consumo do chá mate poderia proporcionar efeitos benéficos. **Objetivo:** Avaliar o efeito do consumo agudo de chá mate nos parâmetros de estresse oxidativo e lesão muscular em jogadoras de futebol profissional que foram expostas ao exercício exaustivo. **Métodos:** Quinze jogadoras de futebol (22,1 ± 4,2 anos) foram avaliadas de forma randomizada consumindo 5g de chá mate solúvel (400 ml) ou 400 ml de água em estudo cruzado com 7 dias de *washout*. Ambas as bebidas foram fornecidas após jejum noturno e 60 minutos antes de um teste incremental de esteira até a exaustão. Todos os indivíduos ingeriram 30g de maltodextrina 30 minutos antes do início do teste. Por meio do desempenho no teste de esteira do grupo água, foram criados dois subgrupos com os indivíduos com o melhor tempo de esteira (MTE, n=8) e os outros com pior tempo de esteira (PTE, n=7). Amostras sanguíneas foram coletadas em jejum, pré e pós-exercício, sendo avaliados marcadores de lesão muscular (CK, AST and ALT), antioxidante (TAP e ácido úrico), estresse oxidativo (MDA) e anaerobiose (lactato). Foi utilizado ANOVA de medidas repetidas para comparar as variáveis basal, pré e pós exercício; e teste-t dependente para comparar os valores de delta (final-inicial) ( $\Delta$ ) e o tempo de esteira entre os grupos chá e água. **Resultados:** Quando foram avaliados todos os indivíduos, notou-se maior concentração de lactato e redução das concentrações de ALT no grupo chá mate. No grupo PTE, quando houve consumo de chá mate notou-se maior tempo de esteira,  $\Delta$  lactato e  $\Delta$  ácido úrico do que o grupo que consumiu água. No grupo MTE não foi observado aumento das concentrações de AST após exercício e menor  $\Delta$  ALT no grupo chá mate. **Conclusão:** O consumo de erva mate aumentou a tolerância ao exercício exaustivo, aumentando a lesão muscular e a capacidade antioxidante, porém, somente nas atletas com pior condicionamento físico. No grupo MTE e para todos os indivíduos notou-se proteção para parâmetros de lesão muscular.

**Palavras-chave:** erva mate, estresse oxidativo, exercício exaustivo, lesão muscular

## Abstract

**Background:** Yerba mate tea (*Ilex Paraguariensis*) is an herbal tea beverage consumed mainly in South America that presents components with antioxidant, antiinflammatory, and possible ergogenic properties. It is known that exercise increases oxidative stress and muscle damage, and then mate tea intake could show beneficial effects. **Purpose:** To evaluate the effect of acute intake of yerba mate on blood markers of oxidative stress and muscle damage in female soccer players exposed to exhaustive exercise. **Methods:** 15 female soccer players ( $22.1 \pm 4.2$  years old) were studied randomized with either 5g of soluble yerba mate (400 ml) or 400 ml of water cross-overly with 7 days of washout. Both liquids were given after an overnight fasting and before 60 minutes of a treadmill incremental test up to exhaustion. All subjects were fed with 30g of maltodextrin 30 minutes before the beginning of the test. From the treadmill performance of the drinking-water players it was evaluated all the individuals and also was created the sub groups of Higher Run Time (HRT, n=8) and the others (WRT, n=7). Blood samples were collected before and immediately post-exercise and assayed for markers of tissue integrity (enzymes CK, AST and ALT), antioxidants (TAP and uric acid), oxidants (MDA) and anaerobiosis (lactate). It was used repeated-measures ANOVA to compare the variables in basal, pre and post-exercise; and t-test dependent to compare the delta (final-initial) values ( $\Delta$ ) and time of treadmill run between groups, for  $p < 0.05$ . **Results:** In all the individuals it was noted higher lactate and lower ALT levels after the exercise in mate group. The yerba mate tea group showed longer treadmill run along with higher increase of  $\Delta$  lactate and  $\Delta$  uric acid than the water group in the WRT sub group. In HRT it was observed no increase in AST and lower  $\Delta$  ALT levels in mate tea group. **Conclusion:** Yerba mate intake by female soccer players increased tolerance to exhaustive exercise only in those presenting low-fitness condition, increasing muscle damage (CK), but also increased antioxidant protection. In HRT and total group it was observed a protection effect in muscle damage.

**Keywords:** yerba mate, oxidative stress, exhaustive exercise, muscle damage

## Sumário

**Dedicatória**

**Agradecimentos**

**Resumo**

**Abstract**

<b>Capítulo I - Revisão de literatura.....</b>	<b>9</b>
1 Exercício Físico.....	10
1.1 Exercício físico, estresse oxidativo e dano muscular.....	10
1.2 Consumo de ervas e exercício físico.....	12
2. Erva mate.....	14
2.1 Principais componentes bioativos da erva mate.....	14
2.1.1 Ácido Clorogênico.....	15
2.1.2 Xantinas.....	15
2.2 Atividade biológica.....	15
2.2.1 Ação antioxidante.....	15
2.2.2 Ação estimulante e anti-fadiga.....	16
3. Conclusões e novas perspectivas.....	16
4. Referências.....	17
<b>Capítulo II – Artigo Científico.....</b>	<b>21</b>



## *Capítulo I - Revisão de literatura*

## **1. Exercício físico**

### ***1.1 Exercício, estresse oxidativo e dano muscular***

Durante o exercício físico ocorre o aumento de consumo de oxigênio, que leva ao aumento da geração de espécies reativas de oxigênio (EROs) e consequente estresse oxidativo [1]. Exercícios aeróbios e anaeróbios apresentam respostas diferentes de indução de estresse oxidativo. No exercício aeróbio, inicialmente há maior geração de EROs, enquanto que no anaeróbio a indução de EROs é menor, mas é mais prolongada [2].

O aumento de EROs está relacionado com diversas doenças, incluindo cardiovasculares, neurodegenerativas e câncer. A associação entre a indução de EROs pelo exercício físico e aumento de morbidade e mortalidade é encontrada em estudos epidemiológicos, sendo observada em indivíduos que realizam exercícios de intensidade elevada [3].

Além disso, sabe-se que o exercício físico exaustivo aumenta ainda mais o estresse oxidativo [4-6]. Caso a produção EROs seja prolongada, pode exceder a capacidade antioxidante do organismo e resulta em danos nos lipídios, proteínas, carboidratos e DNA, o que leva à perda da função da membrana e organelas das células, latência do retículo sarcoplasmático e desacoplação da mitocôndria [7], sugerindo que esta seria uma das causas de atrofia muscular e fadiga [8]. As EROs geradas durante o exercício intenso podem causar danos nos ácidos graxos poliinsaturados das membranas celulares, causando a peroxidação lipídica [9].

Além do estresse oxidativo, o exercício físico pode induzir respostas de estresse e danos no músculo esquelético devido ao movimento repetitivo excêntrico que ocorre durante a corrida, ocasionando extravasamento de proteínas intracelulares para o

plasma [10, 11]. A elevação plasmática destas proteínas pode ocorrer imediatamente após [12-14] ou 24-48 horas após o exercício [15, 16].

Para avaliar a variação destas variáveis após o exercício exaustivo, alguns marcadores têm sido utilizados para mensurar o estresse oxidativo, lesão muscular e peroxidação lipídica. Os parâmetros que são comumente utilizados para estimar a lesão muscular são a creatina quinase (CK), alanina aminotransferase (ALT.) e aspartato aminotransferase (AST); e para quantificar o estresse oxidativo e capacidade antioxidante, malonildialdeído (MDA), capacidade antioxidante total (TAP) e ácido úrico (AU) [14, 15].

Com base nestes fatos, acredita-se que a suplementação de antioxidantes possa prevenir esses danos, melhorando o processo de recuperação após o exercício [17]. Os suplementos antioxidantes (principalmente vitaminas C e E) são frequentemente consumidos por atletas, entretanto, ainda não há consenso se este tipo de intervenção é eficaz para reduzir o estresse oxidativo, pois alguns estudos mostram melhora, outros não mostram efeitos; e ainda são observados estudos relatando aumento do estresse oxidativo [3].

Além disso, há evidência que a suplementação vitamínica possa atrapalhar processos adaptativos relacionados ao exercício. Teixeira e colaboradores (2009) [18] relataram que além da suplementação vitamínica não proteger contra o estresse oxidativo, diminuiu a recuperação muscular. Adicionalmente, outro estudo mostrou que a suplementação de 800 UI de vitamina E e 1 g de vitamina C durante um mês reduziu a expressão do *peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha* (PGC1 $\alpha$ ), o que pode reduzir o processo de biogênese mitocondrial, importante para melhora do condicionamento físico [19].

Baseado nisso, o consumo de antioxidantes por meio de ervas parece ser uma estratégia interessante, pois além de oferecer proteção antioxidante, alguns componentes dos chás parecem aumentar expressão de proteínas relacionadas com a biogênese mitocondrial [20], o que não acarretaria os problemas observados com a suplementação vitamínica. O ácido clorogênico, substância presente no chá mate, parece ativar a via da AMP-activated protein kinase (AMPK) [21]. O mesmo efeito é observado após o consumo de epigalo catequina galato, catequina presente no chá verde [20].

### ***1.2 Consumo de ervas e exercício físico***

É crescente o número de estudos que relaciona o consumo de ervas, com propriedades antioxidantes e antiinflamatórias, com a redução de estresse oxidativo e/ou lesão muscular [14, 15, 22].

Shanely e colaboradores (2013) [14] avaliaram o efeito da suplementação de 600 mg/dia de *Rhodiola rosea* durante 30 dias em maratonistas. Após prova de maratona não foi observado efeito protetor desta erva sobre parâmetros de lesão muscular (ALT e AST) após exercício.

Uma das ervas mais estudadas atualmente é a *Camellia sinensis*, conhecida popularmente como chá verde, sendo uma das bebidas mais consumidas no mundo [23]. Os principais flavanóis presentes no chá verde são os monômeros de catequinas. As catequinas do chá verde incluem a catequina, a galocatequina, a epicatequina, a epigalocatequina, a epicatequina galato e a epigalocatequina galato (EGCG) [23]. A EGCG é a forma mais ativa das catequinas [24] e sugere-se que sua ação ocorra no sistema nervoso simpático, especificamente inibindo a enzima catecol-O-metil transferase [25], na qual degrada a norepinefrina. Dessa maneira, a EGCG poderia exercer função regulatória na ativação simpática e na lipólise.

Além das modificações dos substratos energéticos utilizados, as catequinas apresentam função antioxidante, apresentando função sinérgica com vitamina E e C [26]. Elas têm sido descritas como neutralizadoras de diferentes espécies reativas, como o superóxido, hidroxila, peróxido de hidrogênio, óxido nítrico e peroxinitrito [27-31]. Também existem relatos que as catequinas podem modular a atividade das enzimas glutathione peroxidase e glutathione reductase, sugerindo sua associação com o aumento da expressão de enzimas detoxificadoras [32]. Com base nestes fatos, parece que a atividade antioxidante das catequinas pode ser direta (neutralizando os radicais livres) e indireta (preservação e modulação de enzimas antioxidantes) [33].

Panza e colaboradores (2008) [22] avaliaram o efeito do consumo de chá verde sobre parâmetros de estresse oxidativo em população de praticantes de atividade física (exercício contra-resistência). Foi observado efeito protetor deste chá sobre parâmetros de peroxidação lipídica. Entretanto, um recente estudo mostrou que o consumo agudo de chá verde pré-exercício em jogadores de futebol não foi eficaz na redução da lesão muscular (CK) [15].

Com o mesmo propósito, alguns estudos isolam apenas um componente antioxidante destas ervas para a suplementação, como por exemplo, a quercetina. O'Fallon e colaboradores (2012) [16] forneceram 1 g de quercetina durante 7 dias antes de realizar exercício de alta intensidade e também não foi observado efeito protetor na elevação de CK após exercício.

Até o momento, não há consenso se o consumo e/ou suplementação de substâncias antioxidantes atenua o estresse oxidativo e parâmetros de lesão muscular, pois enquanto alguns estudos mostraram resultados favoráveis [22, 34], outros não observaram efeitos [14-16].

Além disso, algumas ervas antioxidantes, e com possíveis propriedades benéficas durante o exercício, ainda não foram testadas durante o exercício. A erva mate, fonte de ácido clorogênico, que é um potente antioxidante, parece ser uma boa estratégia de aumento de consumo antioxidante.

## **2. Erva mate**

A erva mate (*Ilex Paraguariensis*) é uma bebida derivada e consumida principalmente na América do Sul (Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai). É ingerido mais de 1 litro por dia por milhões de pessoas [35, 36]. Este produto é consumido em diversos tipos de bebidas, como *chimarrão* (consumido principalmente no sul do Brasil); “*tereré*”(ingerido na região centro-oeste); e chá mate (consumido na região sudeste) [37]. Além disso, esta erva tem sido consumida junto com cerveja, cremes, doces, entre outras preparações [38]. Também é crescente o consumo nos supermercados com o propósito de bebida energética e em combinação com outras ervas, como auxílio para perda de peso [38].

Observa-se aumento do número de estudos com o consumo da erva mate com o intuito de encontrar efeitos hipolipidêmicos, hipoglicêmicos, termogênicos [36, 39, 40] e antioxidantes [35, 39, 41]. Uma das propriedades que mais chama atenção é a capacidade antioxidante, pois nota-se que o chá mate apresenta maior capacidade antioxidante do que o chá verde e é semelhante ao vinho tinto [42].

### **2.1 Principais componentes bioativos da erva mate**

O chá mate apresenta diversos componentes, como o ácido clorogênico, galocatequina e cafeína [36]. Além desses compostos, também apresenta alcalóides purínicos (ácido caféico), saponinas, flavonóides (quercetina, kaempferol e rutina), aminoácidos, minerais (P, Fe e Ca) e vitaminas (C, B1 e B2) [37, 43, 44].

Aproximadamente 42% dos compostos fenólicos da erva mate é composta de ácido clorogênico, sendo o principal componente desta erva, que também é o principal antioxidante de outros alimentos, como café, strawberries, blueberries, maçã, etc [36].

### **2.1.1 Ácido Clorogênico**

O ácido clorogênico é o principal antioxidante da erva mate [37]. Aproximadamente 3% do peso do chá mate são constituídos desta substância, cuja biodisponibilidade e absorção são parcialmente conhecidas. Um terço é absorvido no intestino delgado e o restante (dois terços) é no intestino grosso, onde sofre o processo de fermentação por meio da microbiota intestinal, transformando-se em ácido caféico, que posteriormente é metabolizado para ácido ferúlico, vanílico e hipúrico, ambos com ação antioxidante [35, 45].

### **2.1.2 Xantinas**

As xantinas são uma classe de purinas alcalóides encontrada em diferentes plantas, chás e chocolates. No chá mate as principais são a teofilina, teobromina e cafeína, sendo que esta última está presente em 8% dos compostos fenólicos da erva mate [35, 36]. No extrato solúvel, a quantidade de cafeína é de 15 mg/g de chá [46]. No chá mate consumido na forma de infusão há 78 mg de cafeína em um copo de 150 ml de chá mate, quantidade semelhante ao café, que apresenta 85 mg por copo [47].

## **2.2 Atividade biológica**

### **2.2.1 Ação antioxidante**

Devido aos seus diversos componentes, principalmente o ácido clorogênico, a erva mate apresenta função antioxidante importante para nosso organismo. Matsumoto

et al (2009) [48] avaliaram o efeito do consumo da erva mate e observaram aumento da capacidade total antioxidante após 1 semana de consumo. A ingestão de chá mate também está associada à redução da oxidação de LDL-c, assim como proteção da atividade da paraoxonase, que é uma enzima antioxidante carregada pelo HDL-c, que apresenta ação na redução da oxidação do LDL-c e formação da placa de ateroma [42, 49].

Além de agir diretamente na redução do estresse oxidativo, por reduzir a formação dos radicais livres, os compostos fenólicos da erva mate também agem indiretamente, devido ao aumento da expressão de enzimas antioxidantes, como superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase [48].

### ***2.2.2 Ação estimulante e anti-fadiga***

Até o momento, não há estudos sobre o consumo da erva mate e redução de fadiga durante o exercício. Em uma interessante revisão de literatura, Bastos e colaboradores (2007) [37] relataram que o consumo da erva mate apresenta efeito estimulante do sistema nervoso central e que poderia apresentar efeitos benéficos durante o exercício. O principal componente do chá que poderia exercer esta função é a cafeína [50], que tem sido exaustivamente estudada para aumento de desempenho em diversas modalidades [51, 52], sendo o principal mecanismo de ação a redução na percepção de esforço [50].

## **3. Conclusões e novas perspectivas**

O consumo de substâncias antioxidantes pode trazer diversos benefícios para a saúde, tanto em indivíduos atletas, quanto em não atletas. A erva mate, que é típica da nossa região, apresenta importante propriedade antioxidante, mas seus benefícios ainda



não foram testados em atletas, principalmente com o enfoque de redução de estresse oxidativo, inflamatório e lesão muscular. Novos estudos são necessários avaliando este tipo de intervenção, para que esta bebida possa ser ingerida dentro da rotina alimentar do atleta, e que possa trazer benefícios para o desempenho e/ou saúde.

#### 4. Referências

1. Kim HJ, Ko J, Storni C, Song HJ, Cho YG: **Effect of green mate in overweight volunteers: A randomized placebo-controlled human study.** *Journal of Functional Foods* 2012, **4**:287-293.
2. Shi M, Wang X, Yamanaka T, Ogita F, Nakatani K, Takeuchi T: **Effects of Anaerobic Exercise and Aerobic Exercise on Biomarkers of Oxidative Stress.** *Environmental Health and Preventive Medicine* 2007, **12**:202-208.
3. Williams SL, Strobel NA, Lexis LA, Coombes JS: **Antioxidant requirements of endurance athletes: implications for health.** *Nutr Rev* 2006, **64**:93-108.
4. Alessio HM, Goldfarb AH, Cao G: **Exercise-induced oxidative stress before and after vitamin C supplementation.** *Int J Sport Nutr* 1997, **7**:1-9.
5. Sen CK, Atalay M, Hanninen O: **Exercise-induced oxidative stress: glutathione supplementation and deficiency.** *J Appl Physiol* 1994, **77**:2177-2187.
6. Sen CK, Rankinen T, Vaisanen S, Rauramaa R: **Oxidative stress after human exercise: effect of N-acetylcysteine supplementation.** *J Appl Physiol* 1994, **76**:2570-2577.
7. Halliwell B, Chirico S: **Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance.** *Am J Clin Nutr* 1993, **57**:715S-724S; discussion 724S-725S.
8. Barclay JK, Hansel M: **Free radicals may contribute to oxidative skeletal muscle fatigue.** *Can J Physiol Pharmacol* 1991, **69**:279-284.
9. Urso ML, Clarkson PM: **Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation.** *Toxicology* 2003, **189**:41-54.
10. Warhol MJ, Siegel AJ, Evans WJ, Silverman LM: **Skeletal muscle injury and repair in marathon runners after competition.** *Am J Pathol* 1985, **118**:331-339.
11. Suzuki K, Yamada M, Kurakake S, Okamura N, Yamaya K, Liu Q, Kudoh S, Kowatari K, Nakaji S, Sugawara K: **Circulating cytokines and hormones with immunosuppressive but neutrophil-priming potentials rise after endurance exercise in humans.** *Eur J Appl Physiol* 2000, **81**:281-287.
12. Nathwani RA, Pais S, Reynolds TB, Kaplowitz N: **Serum alanine aminotransferase in skeletal muscle diseases.** *Hepatology* 2005, **41**:380-382.
13. Rafter I, Graberg T, Kotronen A, Strommer L, Mattson CM, Kim RW, Ehrenborg E, Andersson HB, Yki-Jarvinen H, Schuppe-Koistinen I, et al: **Isoform-specific alanine aminotransferase measurement can distinguish hepatic from extrahepatic injury in humans.** *Int J Mol Med* 2012, **30**:1241-1249.
14. Shanely RA, Nieman DC, Zwetsloot KA, Knab AM, Imagita H, Luo B, Davis B, Zubeldia JM: **Evaluation of Rhodiola rosea supplementation on skeletal**

- muscle damage and inflammation in runners following a competitive marathon.** *Brain Behav Immun* 2013.
15. Jowko E, Sacharuk J, Balasinska B, Wilczak J, Charmas M, Ostaszewski P, Charmas R: **Effect of a single dose of green tea polyphenols on the blood markers of exercise-induced oxidative stress in soccer players.** *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012, **22**:486-496.
  16. O'Fallon KS, Kaushik D, Michniak-Kohn B, Dunne CP, Zambraski EJ, Clarkson PM: **Effects of quercetin supplementation on markers of muscle damage and inflammation after eccentric exercise.** *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012, **22**:430-437.
  17. Martarelli D, Pompei P: **Oxidative stress and antioxidant changes during a 24-hours mountain bike endurance exercise in master athletes.** *J Sports Med Phys Fitness* 2009, **49**:122-127.
  18. Teixeira VH, Valente HF, Casal SI, Marques AF, Moreira PA: **Antioxidants do not prevent postexercise peroxidation and may delay muscle recovery.** *Med Sci Sports Exerc* 2009, **41**:1752-1760.
  19. Ristow M, Zarse K, Oberbach A, Kloting N, Birringer M, Kiehntopf M, Stumvoll M, Kahn CR, Bluher M: **Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans.** *Proc Natl Acad Sci U S A* 2009, **106**:8665-8670.
  20. Murase T, Misawa K, Haramizu S, Hase T: **Catechin-induced activation of the LKB1/AMP-activated protein kinase pathway.** *Biochem Pharmacol* 2009, **78**:78-84.
  21. Ong KW, Hsu A, Tan BK: **Chlorogenic acid stimulates glucose transport in skeletal muscle via AMPK activation: a contributor to the beneficial effects of coffee on diabetes.** *PLoS One* 2012, **7**:e32718.
  22. Panza VS, Wazlawik E, Ricardo Schutz G, Comin L, Hecht KC, da Silva EL: **Consumption of green tea favorably affects oxidative stress markers in weight-trained men.** *Nutrition* 2008, **24**:433-442.
  23. Jankun J, Selman SH, Swiercz R, Skrzypczak-Jankun E: **Why drinking green tea could prevent cancer.** *Nature* 1997, **387**:561.
  24. Venables MC, Hulston CJ, Cox HR, Jeukendrup AE: **Green tea extract ingestion, fat oxidation, and glucose tolerance in healthy humans.** *Am J Clin Nutr* 2008, **87**:778-784.
  25. Lu H, Meng X, Yang CS: **Enzymology of methylation of tea catechins and inhibition of catechol-O-methyltransferase by (-)-epigallocatechin gallate.** *Drug Metab Dispos* 2003, **31**:572-579.
  26. Chen CY, Milbury PE, Lapsley K, Blumberg JB: **Flavonoids from almond skins are bioavailable and act synergistically with vitamins C and E to enhance hamster and human LDL resistance to oxidation.** *J Nutr* 2005, **135**:1366-1373.
  27. Bixby M, Spieler L, Menini T, Gugliucci A: **Ilex paraguariensis extracts are potent inhibitors of nitrosative stress: a comparative study with green tea and wines using a protein nitration model and mammalian cell cytotoxicity.** *Life Sci* 2005, **77**:345-358.
  28. Guo Q, Zhao B, Shen S, Hou J, Hu J, Xin W: **ESR study on the structure-antioxidant activity relationship of tea catechins and their epimers.** *Biochim Biophys Acta* 1999, **1427**:13-23.

29. Nanjo F, Mori M, Goto K, Hara Y: **Radical scavenging activity of tea catechins and their related compounds.** *Biosci Biotechnol Biochem* 1999, **63**:1621-1623.
30. Rah DK, Han DW, Baek HS, Hyon SH, Park JC: **Prevention of reactive oxygen species-induced oxidative stress in human microvascular endothelial cells by green tea polyphenol.** *Toxicol Lett* 2005, **155**:269-275.
31. Valentao P, Fernandes E, Carvalho F, Andrade PB, Seabra RM, Bastos ML: **Hydroxyl radical and hypochlorous acid scavenging activity of small centaury (*Centaureum erythraea*) infusion. A comparative study with green tea (*Camellia sinensis*).** *Phytomedicine* 2003, **10**:517-522.
32. Canivenc-Lavier MC, Vernevaut MF, Totis M, Siess MH, Magdalou J, Suschetet M: **Comparative effects of flavonoids and model inducers on drug-metabolizing enzymes in rat liver.** *Toxicology* 1996, **114**:19-27.
33. Skrzydlewska E, Ostrowska J, Farbiszewski R, Michalak K: **Protective effect of green tea against lipid peroxidation in the rat liver, blood serum and the brain.** *Phytomedicine* 2002, **9**:232-238.
34. Goldfarb AH, Bloomer RJ, McKenzie MJ: **Combined antioxidant treatment effects on blood oxidative stress after eccentric exercise.** *Med Sci Sports Exerc* 2005, **37**:234-239.
35. Heck CI, de Mejia EG: **Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations.** *J Food Sci* 2007, **72**:R138-151.
36. Bracesco N, Sanchez AG, Contreras V, Menini T, Gugliucci A: **Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview.** *J Ethnopharmacol* 2011, **136**:378-384.
37. Bastos DHM, de Oliveira DM, Matsumoto RT, Carvalho PO, Ribeiro ML: **Yerba maté: Pharmacological properties, research and biotechnology.** *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology* 2007, **1**:37-46.
38. Vieira MA, Rovaris AA, Maraschin M, De Simas KN, Pagliosa CM, Podesta R, Amboni RD, Barreto PL, Amante ER: **Chemical characterization of candy made of Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) residue.** *J Agric Food Chem* 2008, **56**:4637-4642.
39. da Silva EL, Neiva TJC, Shirai M, Terao J, Abdalla DSP: **Acute ingestion of yerba mate infusion (*Ilex paraguariensis*) inhibits plasma and lipoprotein oxidation.** *Food Research International* 2008, **41**:973-979.
40. de Moraes EC, Stefanuto A, Klein GA, Boaventura BC, de Andrade F, Wazlawik E, Di Pietro PF, Maraschin M, da Silva EL: **Consumption of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) improves serum lipid parameters in healthy dyslipidemic subjects and provides an additional LDL-cholesterol reduction in individuals on statin therapy.** *J Agric Food Chem* 2009, **57**:8316-8324.
41. Gugliucci A: **Antioxidant effects of *Ilex paraguariensis*: induction of decreased oxidability of human LDL in vivo.** *Biochem Biophys Res Commun* 1996, **224**:338-344.
42. Gugliucci A, Bastos DH, Schulze J, Souza MF: **Caffeic and chlorogenic acids in *Ilex paraguariensis* extracts are the main inhibitors of AGE generation by methylglyoxal in model proteins.** *Fitoterapia* 2009, **80**:339-344.
43. Pomilio AB, Trajtemberg S, Vitale AA: **High-performance capillary electrophoresis analysis of mate infusions prepared from stems and leaves of *Ilex paraguariensis* using automated micellar electrokinetic capillary chromatography.** *Phytochem Anal* 2002, **13**:235-241.

44. Zaporozhets OA, Krushynska OA, Lipkovska NA, Barvinchenko VN: **A new test method for the evaluation of total antioxidant activity of herbal products.** *J Agric Food Chem* 2004, **52**:21-25.
45. Farah A, Monteiro M, Donangelo CM, Lafay S: **Chlorogenic acids from green coffee extract are highly bioavailable in humans.** *J Nutr* 2008, **138**:2309-2315.
46. Borges MC, Vinolo MA, Nakajima K, de Castro IA, Bastos DH, Borelli P, Fock RA, Tirapegui J, Curi R, Rogero MM: **The effect of mate tea (*Ilex paraguariensis*) on metabolic and inflammatory parameters in high-fat diet-fed Wistar rats.** *Int J Food Sci Nutr* 2013, **64**:561-569.
47. Mazzafera P: **Mate drinking: caffeine and phenolic acid intake.** *Food Chemistry* 1997, **60**:67-71.
48. Matsumoto RL, Bastos DH, Mendonca S, Nunes VS, Bartchewsky W, Ribeiro ML, de Oliveira Carvalho P: **Effects of mate tea (*Ilex paraguariensis*) ingestion on mRNA expression of antioxidant enzymes, lipid peroxidation, and total antioxidant status in healthy young women.** *J Agric Food Chem* 2009, **57**:1775-1780.
49. Schinella G, Fantinelli JC, Mosca SM: **Cardioprotective effects of *Ilex paraguariensis* extract: evidence for a nitric oxide-dependent mechanism.** *Clin Nutr* 2005, **24**:360-366.
50. Kalmar JM, Cafarelli E: **Caffeine: a valuable tool to study central fatigue in humans?** *Exerc Sport Sci Rev* 2004, **32**:143-147.
51. Silva-Cavalcante MD, Correia-Oliveira CR, Santos RA, Lopes-Silva JP, Lima HM, Bertuzzi R, Duarte M, Bishop DJ, Lima-Silva AE: **Caffeine increases anaerobic work and restores cycling performance following a protocol designed to lower endogenous carbohydrate availability.** *PLoS One* 2013, **8**:e72025.
52. Conger SA, Warren GL, Hardy MA, Millard-Stafford ML: **Does caffeine added to carbohydrate provide additional ergogenic benefit for endurance?** *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2011, **21**:71-84.

## *Capítulo II - Artigo Científico*

## **Artigo Original**

**Titulo: Efeito do consumo agudo de erva mate sobre o rendimento físico em esteira ergométrica e indicadores metabólicos da exaustão em jogadoras profissionais de futebol.**

**Title: Effect of acute intake of yerba mate on the performance in treadmill and metabolic parameters of exhaustive exercise of professional women soccer players.**

## Resumo

**Introdução:** A erva mate (*Ilex Paraguariensis*) é uma bebida consumida principalmente na América do Sul e contém componentes com função antioxidante e possíveis propriedades ergogênicas. Sabe-se que o exercício eleva o estresse oxidativo e a lesão muscular, portanto o consumo do chá mate poderia proporcionar efeitos benéficos. **Objetivo:** Avaliar o efeito do consumo agudo de chá mate nos parâmetros de estresse oxidativo e lesão muscular em jogadoras de futebol profissional que foram expostas ao exercício exaustivo. **Métodos:** Quinze jogadoras de futebol ( $22,1 \pm 4,2$  anos) foram avaliadas de forma randomizada consumindo 5g de chá mate solúvel (400 ml) ou 400 ml de água em estudo cruzado com 7 dias de *washout*. Ambas as bebidas foram fornecidas após jejum noturno e 60 minutos antes de um teste incremental de esteira até a exaustão. Todos os indivíduos ingeriram 30g de maltodextrina 30 minutos antes do início do teste. Por meio do desempenho no teste de esteira do grupo água, foram criados dois subgrupos com os indivíduos com o melhor tempo de esteira (MTE, n=8) e os outros com pior tempo de esteira (PTE, n=7). Amostras sanguíneas foram coletadas em jejum, pré e pós-exercício, sendo avaliados marcadores de lesão muscular (CK, AST and ALT), antioxidante (TAP e ácido úrico), estresse oxidativo (MDA) e anaerobiose (lactato). Foi utilizado ANOVA de medidas repetidas para comparar as variáveis basal, pré e pós exercício; e teste-t dependente para comparar os valores de delta (final-inicial) ( $\Delta$ ) e o tempo de esteira entre os grupos chá e água. **Resultados:** Quando foram avaliados todos os indivíduos, notou-se maior concentração de lactato e redução das concentrações de ALT no grupo chá mate. No grupo PTE, quando houve consumo de chá mate notou-se maior tempo de esteira,  $\Delta$  lactato e  $\Delta$  ácido úrico do que o grupo que consumiu água. No grupo MTE não foi observado aumento das concentrações de AST após exercício e menor  $\Delta$  ALT no grupo chá mate. **Conclusão:** O consumo de erva mate aumentou a tolerância ao exercício exaustivo, aumentando a lesão muscular e a capacidade antioxidante, porém, somente nas atletas com pior condicionamento físico. No grupo MTE e para todos os indivíduos notou-se proteção para parâmetros de lesão muscular.

### Abstract

**Background:** Yerba mate tea (*Ilex Paraguariensis*) is an herbal tea beverage consumed mainly in South America that presents components with antioxidant, antiinflammatory, and possible ergogenic properties. It is known that exercise increases oxidative stress and muscle damage, and then mate tea intake could show beneficial effects. **Purpose:** To evaluate the effect of acute intake of yerba mate on blood markers of oxidative stress and muscle damage in female soccer players exposed to exhaustive exercise. **Methods:** 15 female soccer players ( $22.1 \pm 4.2$  years old) were studied randomized with either 5g of soluble yerba mate (400 ml) or 400 ml of water cross-overly with 7 days of washout. Both liquids were given after an overnight fasting and before 60 minutes of a treadmill incremental test up to exhaustion. All subjects were fed with 30g of maltodextrin 30 minutes before the beginning of the test. From the treadmill performance of the drinking-water players it was evaluated all the individuals and also was created the sub groups of Higher Run Time (HRT, n=8) and the others (WRT, n=7). Blood samples were collected before and immediately post-exercise and assayed for markers of tissue integrity (enzymes CK, AST and ALT), antioxidants (TAP and uric acid), oxidants (MDA) and anaerobiosis (lactate). It was used repeated-measures ANOVA to compare the variables in basal, pre and post-exercise; and t-test dependent to compare the delta (final-initial) values ( $\Delta$ ) and time of treadmill run between groups, for  $p < 0.05$ . **Results:** In all the individuals it was noted higher lactate and lower ALT levels after the exercise in mate group. The yerba mate tea group showed longer treadmill run along with higher increase of  $\Delta$  lactate and  $\Delta$  uric acid than the water group in the WRT sub group. In HRT it was observed no increase in AST and lower  $\Delta$  ALT levels in mate tea group. **Conclusion:** Yerba mate intake by female soccer players increased tolerance to exhaustive exercise only in those presenting low-fitness condition, increasing muscle damage (CK), but also increased antioxidant protection. In HRT and total group it was observed a protection effect in muscle damage.



## 1. INTRODUÇÃO

O exercício físico pode produzir respostas de estresse e danos no músculo esquelético. O movimento repetitivo excêntrico que ocorre durante a corrida pode causar danos musculares, ocasionando extravasamento de proteínas intracelulares para o plasma [1, 2]. Outro mecanismo que induz lesão muscular por meio do exercício físico é o aumento de estresse oxidativo, que pode causar dor muscular e diminuir o desempenho [3]. O elevado consumo de oxigênio durante o exercício leva ao aumento da geração de espécies reativas de oxigênio (EROs) e consequente aumento do estresse oxidativo [4]. Caso a produção das EROs seja prolongada, pode exceder a capacidade antioxidante do organismo, o que resulta em danos nos lipídios, proteínas, carboidratos e DNA, levando à perda da função da membrana e organelas das células, latência do retículo sarcoplasmático e desacoplamento da mitocôndria [5], sugerindo que esta seria uma das causas de atrofia muscular e fadiga [6].

Com base nesses fatos, a suplementação antioxidante tem sido estudada exaustivamente com a finalidade de prevenir esses danos para melhorar o processo de recuperação do atleta após a prática do exercício [7]. Baseado nisso, o consumo de antioxidantes é um dos suplementos mais consumidos entre os atletas amadores e profissionais [8, 9].

O chá mate (*Ilex Paraguariensis*) é uma bebida derivada e consumida principalmente na América do Sul e apresenta diversos componentes, como o ácido clorogênico, galocatequina e cafeína [10, 11]. Além desses compostos, também apresenta alcalóides purínicos (ácido caféico), saponinas, flavonóides (quercetina, kaempferol e rutina), aminoácidos, minerais (P, Fe e Ca) e vitaminas (C, B1 e B2) [12, 13].

O mate é ingerido principalmente pelas suas propriedades farmacológicas [11], como propriedade antioxidante [10], proporcionando aumento da capacidade total antioxidante plasmática e redução da peroxidação lipídica [14, 15]. Além disso, o mate apresenta cafeína em sua composição, nutriente que tem sido estudado para aumento de desempenho em diversas modalidades [16, 17].

Até o momento, verificou-se que nenhum estudo avaliou o efeito do consumo de chá mate pré-exercício sobre os parâmetros de estresse oxidativo, capacidade antioxidante e lesão muscular. Além disso, ainda não há consenso se o consumo e/ou suplementação de substâncias antioxidantes atenua o estresse oxidativo e parâmetros de lesão muscular, pois enquanto alguns estudos mostraram resultados favoráveis [18, 19], outros não observaram efeitos [20-22].

Portanto, sabendo que a erva mate apresenta propriedade antioxidante e que o exercício físico induz ao estresse oxidativo e lesão muscular, o objetivo do presente estudo foi observar o efeito do consumo agudo de chá mate pré-exercício sobre parâmetros de estresse oxidativo e lesão muscular em jogadoras profissionais de futebol.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 *Sujeitos***

Quinze jogadoras de futebol profissional de um clube de futebol de uma cidade do interior do estado de São Paulo foram selecionadas aleatoriamente para participar do estudo. Os critérios de inclusão foram: ser jovens, saudáveis e treinadas. Todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento (resolução 196/96 sobre “Pesquisas envolvendo seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde”) e o projeto foi aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Medicina de Botucatu (Protocolo CEP 4085-2011).

## ***2.2 Desenho do estudo e protocolo experimental***

Foi realizado estudo randomizado, cruzado, placebo-controlado. Cada indivíduo completou dois experimentos, os quais ambos realizaram teste de exaustão em esteira, após ingestão de água (controle) ou chá mate. Foi realizado período de *washout* de 7 dias entre cada protocolo.

Na manhã do experimento, os indivíduos chegaram ao laboratório às 7:00 da manhã, após 8 a 10 horas de jejum. Foram coletadas as amostras de sangue em jejum, realizada avaliação antropométrica e avaliação do consumo alimentar. A seguir, ingeriram 400 ml de água ou chá mate 1 hora antes do exercício. Trinta minutos precedentes ao exercício as atletas também ingeriram maltodextrina. Amostras sanguíneas foram coletadas antes do consumo da bebida (basal), imediatamente antes e após os indivíduos iniciarem o protocolo de teste de exaustão (Figura 1).

Por meio do desempenho no teste de esteira do grupo água, foram criados dois subgrupos, separando os indivíduos com o melhor tempo de esteira (MTE, n=8) e com pior tempo de esteira (PTE, n=7), com o intuito de observar o efeito do consumo da erva mate de acordo com o condicionamento físico das atletas.

## ***2.3 Avaliação do consumo alimentar e do chá mate***

No dia do experimento, os indivíduos ingeriram 400 ml de água ou chá mate 1 hora antes do protocolo de corrida. O chá foi preparado dissolvendo 5 g do chá mate solúvel da empresa Mate Leão Jr<sup>®</sup> em 400 ml de água. A quantidade de cafeína, ácido clorogênico e outros compostos desta bebida já foram quantificados anteriormente [23]. Além disso, todos os sujeitos ingeriram 30 g de maltodextrina antes do exercício, diluída em 400 ml de água 30 minutos antes do exercício, para que a corrida não fosse realizada em jejum.

O consumo alimentar foi avaliado por meio de anamnese nutricional com o recordatório de 24 horas. Os dados dietéticos estavam em medidas caseiras e foram convertidos para grama e mililitro a fim de possibilitar a análise química do consumo alimentar. As preparações culinárias elaboradas com mais de um grupo alimentar tiveram seus ingredientes distinguidos e classificados nos respectivos grupos, procedimento este que segue as recomendações da Pirâmide Alimentar Brasileira Adaptada [24]. Posteriormente, as informações foram processadas por meio do programa de análise nutricional NutWin (2002), versão 1.5 [25]. Além disso, foi analisada a ingestão do valor calórico total da dieta, macronutrientes e micronutrientes, como vitaminas C e E.

Para observar o consumo de fontes de antioxidantes (frutas e verduras) nos últimos 6 meses foi aplicado o Questionário de Frequência Alimentar (QFA) quantitativo e avaliado o consumo de frutas e vegetais. Foi questionado quantas vezes e a frequência que era consumido (diário, semanal, mensal ou anual) e o tamanho da porção do alimento.

Foi solicitado que nas 24h precedentes a cada protocolo os indivíduos não consumissem álcool e cafeína e que mantivessem o mesmo treinamento e alimentação habitual.

#### ***2.4 Teste de exaustão em esteira***

Para a realização do teste máximo de exaustão em esteira foi utilizado o protocolo de rampa [26]. Neste teste, o indivíduo começou com aquecimento a 5 km/h durante um minuto, após isso, iniciou-se a caminhada a 6 km/h com incremento de 1 km/h por minuto até 10 km/h. Após essa velocidade, houve incremento de 5% da inclinação a cada 5 minutos, mantendo o aumento de 1 km/h a cada minuto até a exaustão. O incremento sucessivo de velocidade e inclinação estimulou o esforço físico

máximo do indivíduo, e sua exaustão foi caracterizada pelo momento de sua desistência voluntária.

### **2.5 Composição corporal**

A avaliação antropométrica foi composta pelas medidas de peso corporal e estatura, de acordo com os procedimentos já descritos anteriormente [27], com posterior cálculo do IMC. O cálculo da composição corporal (percentual de gordura corporal (%G) e massa livre de gordura (MLG) foram obtidos por meio do exame da impedância bioelétrica em aparelho modelo (Biodinâmics<sup>®</sup>, modelo 450, USA). A avaliação por meio da bioimpedância foi realizada no período da manhã, com jejum de 8 horas. Os indivíduos foram mantidos na posição supina 5 minutos antes da mensuração. Para evitar alteração nos parâmetros de hidratação foi solicitado que fosse evitado o consumo de álcool e cafeína. Para considerar o exame válido, os indivíduos deveriam apresentar valores entre 69-75% de água corporal total por massa magra. A partir da resistência em ohm obtida pela BIA, foi aplicada a equação de Segal *et al* (1988) [28], que calcula a massa livre de gordura (MLG). A partir dos valores da MLG estimou-se a gordura absoluta (GA) pela subtração do peso corporal menos a MLG.

### **2.6 Parâmetros bioquímicos**

Foram avaliados parâmetros de hemoconcentração, osmolaridade, acidose, lesão muscular, estresse oxidativo e capacidade total antioxidante. Todos os tubos utilizados para a coleta sanguínea foram revestidos com papel alumínio, sendo 1 tubo seco de 5 mL, 3 tubos de K<sub>2</sub>EDTA (totalizando 12 mL) e 3 mL de tubo seco para a gasometria venosa. As amostras colhidas foram centrifugadas a 4000 rpm (rotações por minuto) durante 10 minutos, foram separadas alíquotas de soro e plasma para

armazenamento. A partir da alíquota de plasma separada, 1 mL foi obtido para preparação de amostra para dosagem da capacidade antioxidante total (TAP).

Ácido úrico, glicose, triglicerídios, colesterol total e HDL-c foram quantificados no soro pelo método de química seca. LDL-c foi calculado pela fórmula de Friedewald ( $LDL-c = CT - (HDL-c + TG/5)$ ) [29]. Uréia e creatinina sérica, gama-GT, ALT, AST e creatina quinase (CK) foram quantificados no soro pelo método de química seca (Sistema Vitros<sup>®</sup>, Johnson & Johnson). Os parâmetros de hemoconcentração (hematócrito; hemoglobina) e acidose (pH; pO<sub>2</sub>; pCO<sub>2</sub>; íon bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)) foram realizados utilizando analisador automático Omni S<sup>®</sup> (Roche).

O indicador de estado pró-oxidante utilizado foi o malondialdeído (MDA), mensurado por cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC; Sistema LC10A<sup>®</sup>, Shimadzu, Japão). Foi utilizado um método de análise baseado na adaptação entre dois métodos descritos anteriormente [30, 31].

A avaliação da capacidade antioxidante total compreendeu a determinação plasmática da capacidade antioxidante TAP (do inglês *total antioxidant performance*). O ensaio utilizou 200 uL de plasma que foram inicialmente incubados com o indicador fluorescente BODIPY (4,4-difluoro-4-bora-3a,4a-diaza-s-indacene), durante 10 minutos a 37°C. A seguir foi adicionado às amostras o gerador de radical livre AAPH [2,2'-Azobis (2-amidino-propano)-dihidroclorado] e aplicadas em triplicatas (200 uL em cada poço) em placas específicas (Perkin-Elmer, Boston, MA, USA). A fosfatidilcolina foi utilizada como referência de matriz hidrofílica. O leitor de fluorescência (Wallac Vitor 2X<sup>®</sup>, Perkin-Elmer, Boston, MA, USA) realizava leituras a cada 5 minutos durante 3 horas e 30 minutos. Durante esse tempo, conforme a proteção antioxidante se esgotava a sonda (BODIPY) passava a ser oxidada pelos radicais livres gerados

proporcionando fluorescência ao meio. Assim, foi possível observar a curva de fluorescência e determinar a capacidade antioxidante [32].

### ***2.7 Análise estatística***

Os testes foram realizados utilizando o programa SAS versão 9.1 e o STATISTICA 6.0. Testou-se a normalidade da amostra por meio do teste Shapiro-Wilk e os dados foram descritos em média  $\pm$  DP e/ou mediana (mínimo e máximo). Para comparar as análises descritivas dos grupos com melhor e pior tempo de esteira foi realizado teste t independente (dados paramétricos) e Mann-Whitney (dados não-paramétricos). Foi utilizado delineamento em medidas repetidas para dois tratamentos (água e chá mate) repetidos em 3 momentos (basal, pré, pós). Quando os dados apresentaram distribuição simétrica, foi realizada ANOVA em medidas repetidas, seguido de teste de Tukey *post-hoc*. Para dados sem distribuição simétrica, foi realizado ajuste em distribuição gama, seguido de teste de comparação múltipla. Foram calculados os valores do delta (final-inicial) ( $\Delta$ ) dos parâmetros bioquímicos para todos os indivíduos e os grupos com melhor e pior tempo de esteira; e posteriormente os grupos água e chá mate foram comparados por meio do teste t dependente ou Wilcoxon. Os resultados foram discutidos com base no nível de significância de  $p < 0,05$ .

## **3 RESULTADOS**

### ***Caracterização da amostra, dados sociodemográficos e dietéticos.***

As atletas eram jovens e com elevado percentual de gordura. Além disso, apresentavam os parâmetros de avaliação renal (creatinina, uréia e ácido úrico), hepático (ALT, AST e gama-gt), perfil lipídico (colesterol total, HDL-c, LDL-c e triglicéridios) e pressão arterial dentro da normalidade (Tabela 1).

Com relação ao consumo alimentar, notou-se baixo consumo de carboidrato, fibra, e proteína, com adequada ingestão de gordura total, saturada, mono e polinsaturada. Com relação ao consumo de antioxidantes, observou-se baixo consumo de vitamina E e adequado consumo de vitamina C (valores médios), entretanto, quando observado os valores mínimos, podemos ressaltar que alguns indivíduos apresentaram consumo próximo de zero. (Tabela 1 e 2). Por meio do QFA, notou-se o consumo de 64,5 (17,1 – 142,9) g de hortaliças e 270 (123 – 925) g de frutas por dia, obtendo o consumo total de 381 (176 – 990) g de frutas e vegetais (dados não demonstrados).

Todos os parâmetros avaliados foram semelhantes entre os grupos com pior e melhor tempo de esteira, com exceção da pressão arterial diastólica, que foi menor entre os indivíduos com maior tempo de esteira (Tabela 1).

Notou-se que não houve diferença no consumo alimentar nas 24h antecedentes a cada teste (água e chá), sendo observado baixo consumo de carboidrato, proteína e antioxidantes (Tabela 2).

#### ***Efeito do consumo do chá mate em todos os indivíduos do estudo.***

Na tabela 3 podemos observar o efeito do consumo do chá mate sobre os parâmetros bioquímicos de acidose metabólica, lesão muscular e estresse oxidativo em todos os indivíduos do estudo nos momentos basal, pré e imediatamente após o exercício. Em ambos os grupos houve alteração de marcadores associados ao exercício exaustivo, ocorrendo a redução do pH e  $\text{HCO}_3^-$ , ao mesmo tempo que houve aumento do  $\text{pO}_2$  e lactato, este último, com maior elevação no grupo chá. Em ambos os grupos houve elevação da glicose no pré-exercício após o consumo da maltodextrina.

Com relação aos parâmetros de lesão muscular, não foi observada elevação na CK, mas houve aumento da AST em ambos os grupos. Quando consumido o chá mate,



houve redução do ALT após o exercício (Tabela 3). Em ambos os grupos, não houve alterações nos valores de estresse oxidativo (MDA), capacidade antioxidante (AU e TAP) gama-gt (Tabela 3).

Observando a variação das concentrações dos parâmetros bioquímicos antes e após o exercício (delta -  $\Delta$ ), notou-se que houve maior  $\Delta$  de lactato e menor  $\Delta$  das concentrações de ALT no grupo chá mate (Tabela 4).

O consumo agudo de chá mate não aumentou o tempo de esteira quando comparado com o consumo de água (Figura 2).

#### ***Efeito do consumo do chá mate nos indivíduos com o pior tempo de esteira (PTE).***

Na tabela 5 podemos observar que em ambos os grupos houve alteração de marcadores associados ao exercício exaustivo, reduzindo o pH e  $\text{HCO}^{-3}$  ao mesmo tempo que houve aumento do  $\text{pO}_2$  e lactato após o exercício. Com relação aos parâmetros de lesão muscular, não foi observada elevação na CK e ALT, mas houve aumento do AST em ambos os grupos. Além disso, não houve alterações nos valores de estresse oxidativo (MDA), capacidade antioxidante (AU e TAP) e gama-gt.

Além disso, foi observada a variação das concentrações dos parâmetros bioquímicos antes e após o exercício ( $\Delta$ ). Notou-se maior  $\Delta$  lactato (tendência,  $p=0,07$ ),  $\Delta$  CK e  $\Delta$  AU (Tabela 4).

O consumo agudo de chá mate aumentou o tempo de esteira até atingir a fadiga na esteira nos indivíduos com menor condicionamento físico (Figura 2).

#### ***Efeito do consumo do chá mate nos indivíduos com o melhor tempo de esteira (MTE).***

Na tabela 6 podemos observar que em ambos os grupos houve alteração de marcadores associados ao exercício exaustivo, assim como nos outros grupos já

descritos anteriormente. Com relação aos parâmetros de lesão muscular, não foi observada elevação na CK em ambos os grupos. No grupo que consumiu chá mate, não houve aumento das concentrações de AST e ocorreu a redução ALT após o exercício. Não foram observadas alterações nos valores de MDA, capacidade antioxidante (AU e TAP) e gama-gt.

Observando a variação das concentrações dos parâmetros bioquímicos antes e após o exercício ( $\Delta$ ), notou-se que houve maior redução de  $\Delta$  ALT no grupo que ingeriu chá mate. (Tabela 4).

O consumo agudo de chá mate não alterou o tempo de fadiga na esteira nos indivíduos com melhor condicionamento físico (Figura 2).

#### **4. DISCUSSÃO**

Os principais achados do estudo foram que o grupo que consumiu chá mate uma hora antes do exercício apresentou maior elevação de lactato e redução de ALT e quando foram separados os subgrupos, notamos que o grupo com melhor condicionamento físico também obteve proteção para lesão muscular (ALT e AST), sem alterações no tempo de esteira. Adicionalmente, o chá mate mostrou possível efeito ergogênico no grupo com pior condicionamento físico, pois aumentou o tempo de esteira, e conseqüentemente proporcionou maior lesão muscular (CK) e aumento de lactato, por outro lado, houve aumento das concentrações de AU, o que podemos interpretar como aumento da atividade antioxidante. Além disso, ao contrário da nossa hipótese inicial, não houve aumento da capacidade total antioxidante e redução do estresse oxidativo.

No nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que observou o efeito do consumo agudo pré-exercício de chá mate em atletas. Apesar de não ser principal

objetivo do estudo, foi observado que o consumo desta erva pode apresentar efeito ergogênico, reduzindo a fadiga, mas este efeito só foi observado nos indivíduos que não apresentaram elevado condicionamento físico. A principal substância presente no chá mate que poderia estar associada a essa redução da fadiga seria a cafeína, substância que está presente na proporção de 8% dos compostos orgânicos da erva [11]. A dose ergogênica mais utilizada entre os estudos é de 5-6 mg/kg [16, 17], sendo o principal mecanismo de ação a redução na percepção de esforço por ser estimulante do sistema nervoso central [33]. Apesar do presente estudo não ter quantificado os componentes do chá, um estudo recente quantificou os componentes do mesmo extrato e foi demonstrado que há 15 mg/g de cafeína [23], o que resultou no consumo de 75 mg de cafeína. Considerando que o peso médio dos indivíduos foi 60,6 kg, as atletas consumiram aproximadamente 1,23 mg/kg de cafeína por meio da bebida, o que pode ser considerada uma dose baixa para aumento do desempenho, mostrando que talvez algum outro componente do chá mate possa agir sinergicamente com a cafeína. Mais estudos são necessários avaliando o possível efeito ergogênico desta erva.

A quantidade de 5 g de chá foi escolhida para simular o consumo de aproximadamente 1 litro de chá durante o dia, entretanto, foi fornecido em 400 ml (maior concentração) para que as atletas não sentissem desconforto gastrointestinal devido ao grande volume de líquido. Além disso, foi fornecida a bebida 1 h antes do exercício, para que houvesse o pico de absorção dos flavonóides e cafeína [34, 35].

Foi observada maior elevação das concentrações de AU no grupo que consumiu chá mate (grupo PTE). O AU é o produto final do metabolismo das purinas e é o principal antioxidante hidrossolúvel presente no sangue [36]. Sabe-se que o aumento das concentrações de AU é responsável por um terço da capacidade antioxidante após exercício exaustivo [37], o que mostra aumento de resposta antioxidante após o

consumo do chá mate. Um dos mecanismos propostos para o aumento do AU após o exercício seria por meio do consumo de ATP, gerando grande quantidade de AMP, que é precursor para formação de IMP, xantina e conseqüentemente AU [38]. No grupo que ingeriu chá mate ocorreu maior duração do exercício, o que provocou maior consumo de ATP. Além disso, o chá mate contém teofilina, que durante seu processo de metabolização envolve sua conversão para 3-metilxantina, a qual é desmetilada para xantina antes de entrar na via de catabolismo das purinas, sendo degradada à xantina e posteriormente à ácido úrico [10].

Ainda observando os efeitos do consumo de chá mate no grupo PTE, notamos maior  $\Delta$  CK plasmática, o que pode indicar menor integridade da membrana celular após o exercício [39, 40]. Alguns estudos associam a maior lesão muscular com o aumento do estresse oxidativo, sendo observado que os radicais livres produzidos durante o exercício aumentariam a peroxidação lipídica da membrana celular, levando a mudanças na integridade celular [22, 41]. Apesar do chá mate conter substâncias antioxidantes e ter proporcionado maior elevação de AU, que poderiam proteger para a elevação de parâmetros de lesão muscular, estas substâncias não foram suficientes para proteger contra este dano, pois os indivíduos deste grupo aumentaram o tempo de esteira, o que provocou maior dano muscular.

A elevação da CK neste grupo só foi observada quando foi avaliado o  $\Delta$  desta variável e não houve diferença significativa quando comparados os valores médios pós-exercício, sendo que o mesmo foi observado para os grupos MTE e todos os indivíduos. Não foi observada diferença significativa nos valores de CK pós-exercício. A possível explicação para este fato poderia ser que a elevação de CK tem o pico entre 24-48 horas após o exercício [21, 22] e no presente estudo foi avaliado somente imediatamente após o exercício. Um recente estudo [22] avaliou o efeito do consumo agudo de chá verde

pré-exercício e o efeito sobre parâmetros de lesão muscular pós-exercício em jogadores de futebol. Assim como no presente estudo, não foi observado aumento de CK imediatamente após o exercício, entretanto, houve elevação 24 h após o exercício, mas não houve influência do consumo desta erva na redução deste parâmetro. Outro interessante estudo [21] suplementou 1 g de quercetina durante 7 dias antes de realizar exercício. Também não foi observado efeito protetor na elevação de CK após exercício, o que corrobora com os nossos dados.

Outro parâmetro de lesão muscular (AST) [42] foi avaliado no presente estudo. Apesar de não ter sido observada elevação de CK, houve aumento de AST após o exercício em ambos os grupos, entretanto, no grupo MTE, não foi observado aumento no grupo que ingeriu o chá. Além disso, no grupo que consumiu esta erva, notou-se redução do ALT após exercício (todos os indivíduos e MTE), o que também podemos associar como fator protetor para lesão muscular. Habitualmente estes parâmetros são utilizados como marcador de lesão hepática, entretanto, não houve alteração de gama-gt, o que pode garantir que estes parâmetros possam ser considerados como marcadores de lesão muscular. Apesar do presente estudo ter avaliado as concentrações totais de ALT, duas isoformas deste parâmetro foram identificadas recentemente, ALT1 e ALT2, sendo que a segunda seria marcador específico para quantificar lesão muscular [42, 43]. Shanely e colaboradores (2013) [20] observaram aumento das concentrações de ALT e AST após exercício, sem efeito protetor após o consumo de uma erva com propriedades antioxidantes. Nosso estudo é o primeiro que mostrou que o consumo de chá mate pode reduzir estes parâmetros de lesão muscular, fato que provavelmente ocorreu devido aos componentes antioxidantes presentes no chá, que reduziram o estresse oxidativo, reduzindo a lesão muscular (AST) [3]. Curiosamente observamos redução de ALT após

o consumo de chá mate, sendo necessários mais estudos para elucidar estes mecanismos.

Uma das nossas hipóteses era que após o consumo de chá mate ocorreria aumento da capacidade antioxidante e redução do estresse oxidativo, entretanto, não foram observadas diferenças nestes parâmetros em todos os grupos avaliados. Durante o exercício físico ocorre aumento da geração das espécies reativas de oxigênio, causando danos nas membranas celulares e consequentemente peroxidação lipídica [44]. O marcador de peroxidação lipídica utilizado no presente estudo foi o MDA. O aumento das concentrações deste marcador após o exercício ainda é controversa, enquanto alguns estudos mostram elevação das concentrações [45, 46], outros não relataram alterações [25, 47]. Niess e colaboradores [25] mensuraram as concentrações plasmáticas de MDA em indivíduos treinados e não treinados em repouso, antes e após exercício. Os autores não observaram aumento de MDA em ambos os grupos, mesmo após 15 minutos e 24 horas após exercício exaustivo em esteira. Por outro lado, foi observado que houve maior dano de DNA após o exercício entre os indivíduos não treinados, o que mostra a limitação em quantificar somente o MDA para avaliar danos do estresse oxidativo.

Outro parâmetro que não foi modificado pelo consumo agudo de chá mate foi a capacidade total antioxidante. Sabe-se que esta erva apresenta como principal componente antioxidante o ácido clorogênico [10, 11], entretanto, parece que o consumo agudo não é capaz de aumentar a capacidade antioxidante. Matsumoto et al (2009) [48] avaliaram o efeito do consumo agudo e crônico do mesmo extrato solúvel (5g) utilizado no presente estudo e não foi observado aumento da capacidade antioxidante 1 hora após o consumo, o que coincide com os nossos dados, entretanto, após uma semana de consumo, aumentou-se a capacidade antioxidante. Provavelmente poderíamos ter encontrado melhora da capacidade antioxidante se o consumo fosse

crônico. Outro fator que deve ser levado em consideração é o tipo de extrato que foi utilizado em nosso estudo, pois o consumo da erva foi por meio do extrato solúvel, que sofre processos de industrialização e perda de componentes antioxidantes [49], talvez a utilização da erva em sua forma *in natura* pudesse proporcionar resultados diferentes.

Um ponto importante a ser considerado é o consumo alimentar das atletas. Foi observado baixo consumo de carboidrato e de antioxidantes, o que coincide com outros estudos que avaliaram atletas de futebol e outras modalidades [50]. Quando analisado o consumo de frutas e vegetais, notou-se consumo de 381 (176 – 990) g de frutas e vegetais/dia, quantidade próxima à recomendação da Organização Mundial de Saúde, que é de 400 g/dia [51], entretanto, quando avaliado os valores mínimos, pode-se observar que o consumo de alguns indivíduos é de aproximadamente metade da recomendação. Devido ao baixo consumo de vitaminas, era esperado que o consumo do chá mate aumentasse a capacidade antioxidante das atletas, entretanto, mesmo após avaliar somente as atletas com menor consumo vitamínico, o resultado permaneceu o mesmo (dados não demonstrados).

Uma questão que pode influenciar nos resultados observados é a composição corporal das atletas, pois apresentavam valor de  $24,6 \pm 3,4$  % de gordura corporal, que apesar de não haver valor padronizado para jogadoras de futebol, geralmente é observado valores de aproximadamente 16% de gordura corporal nestas atletas [52]. Este excesso de gordura pode prejudicar o desempenho das atletas na esteira e alterar as respostas metabólicas do exercício exaustivo.

### **Limitações do estudo**

O estudo apresenta algumas limitações. Primeiramente não foi realizado o delineamento duplo-cego, portanto as atletas tinham consciência da bebida que era

consumida antes do exercício, o que pode ter influenciado no desempenho da corrida, entretanto, é importante salientar que em nenhum momento foi comunicado para as atletas que o consumo de chá mate poderia trazer algum benefício para aumentar o desempenho e este não foi o principal objetivo do presente estudo. Além disso, para criar dois subgrupos (pior e melhor tempo de esteira) foi utilizado somente o tempo de esteira e não foi avaliado o  $VO_{2max}$  dos subgrupos. Para avaliar o consumo alimentar, foi utilizado o recordatório de 24h de um dia, o que não mostra o hábito alimentar das atletas, mas demonstra de forma importante o consumo das 24 prévias de cada teste. Outra limitação foi que o protocolo de exercício utilizado não simula um jogo de futebol, portanto, não é possível saber se os mesmos resultados seriam observados durante a competição. Além disso, não foram dosados o ácido clorogênico e a cafeína plasmática, não sendo possível detectar o aumento e disponibilidade na circulação.

## 5. CONCLUSÃO

Para as atletas com menor condicionamento físico, o consumo agudo de chá mate pré-exercício aumentou o tempo de esteira, aumentando a lesão muscular, entretanto, elevou a proteção antioxidante. Com relação ao grupo com maior condicionamento físico e para o total de indivíduos, a ingestão de chá mate não influenciou no tempo de corrida na esteira, mas reduziu alguns parâmetros de lesão muscular.

## 6. REFERÊNCIAS

1. Warhol MJ, Siegel AJ, Evans WJ, Silverman LM: **Skeletal muscle injury and repair in marathon runners after competition.** *Am J Pathol* 1985, **118**:331-339.
2. Suzuki K, Yamada M, Kurakake S, Okamura N, Yamaya K, Liu Q, Kudoh S, Kowatari K, Nakaji S, Sugawara K: **Circulating cytokines and hormones with**



- immunosuppressive but neutrophil-priming potentials rise after endurance exercise in humans.** *Eur J Appl Physiol* 2000, **81**:281-287.
3. Lamprecht M, Greilberger JF, Schwabegger G, Hofmann P, Oetl K: **Single bouts of exercise affect albumin redox state and carbonyl groups on plasma protein of trained men in a workload-dependent manner.** *J Appl Physiol (1985)* 2008, **104**:1611-1617.
  4. Kim HJ, Ko J, Storni C, Song HJ, Cho YG: **Effect of green mate in overweight volunteers: A randomized placebo-controlled human study.** *Journal of Functional Foods* 2012, **4**:287-293.
  5. Halliwell B, Chirico S: **Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance.** *Am J Clin Nutr* 1993, **57**:715S-724S; discussion 724S-725S.
  6. Barclay JK, Hansel M: **Free radicals may contribute to oxidative skeletal muscle fatigue.** *Can J Physiol Pharmacol* 1991, **69**:279-284.
  7. Martarelli D, Pompei P: **Oxidative stress and antioxidant changes during a 24-hours mountain bike endurance exercise in master athletes.** *J Sports Med Phys Fitness* 2009, **49**:122-127.
  8. Braun H, Koehler K, Geyer H, Kleiner J, Mester J, Schanzer W: **Dietary supplement use among elite young German athletes.** *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2009, **19**:97-109.
  9. Froiland K, Koszewski W, Hingst J, Kopecky L: **Nutritional supplement use among college athletes and their sources of information.** *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004, **14**:104-120.
  10. Heck CI, de Mejia EG: **Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations.** *J Food Sci* 2007, **72**:R138-151.
  11. Bracesco N, Sanchez AG, Contreras V, Menini T, Gugliucci A: **Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview.** *J Ethnopharmacol* 2011, **136**:378-384.
  12. Pomilio AB, Trajtemberg S, Vitale AA: **High-performance capillary electrophoresis analysis of mate infusions prepared from stems and leaves of *Ilex paraguariensis* using automated micellar electrokinetic capillary chromatography.** *Phytochem Anal* 2002, **13**:235-241.
  13. Zaporozhets OA, Krushynska OA, Lipkovska NA, Barvinchenko VN: **A new test method for the evaluation of total antioxidant activity of herbal products.** *J Agric Food Chem* 2004, **52**:21-25.
  14. da Silva EL, Neiva TJC, Shirai M, Terao J, Abdalla DSP: **Acute ingestion of yerba mate infusion (*Ilex paraguariensis*) inhibits plasma and lipoprotein oxidation.** *Food Research International* 2008, **41**:973-979.
  15. Gugliucci A: **Antioxidant effects of *Ilex paraguariensis*: induction of decreased oxidability of human LDL in vivo.** *Biochem Biophys Res Commun* 1996, **224**:338-344.
  16. Silva-Cavalcante MD, Correia-Oliveira CR, Santos RA, Lopes-Silva JP, Lima HM, Bertuzzi R, Duarte M, Bishop DJ, Lima-Silva AE: **Caffeine increases anaerobic work and restores cycling performance following a protocol designed to lower endogenous carbohydrate availability.** *PLoS One* 2013, **8**:e72025.
  17. Conger SA, Warren GL, Hardy MA, Millard-Stafford ML: **Does caffeine added to carbohydrate provide additional ergogenic benefit for endurance?** *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2011, **21**:71-84.

18. Panza VS, Wazlawik E, Ricardo Schutz G, Comin L, Hecht KC, da Silva EL: **Consumption of green tea favorably affects oxidative stress markers in weight-trained men.** *Nutrition* 2008, **24**:433-442.
19. Goldfarb AH, Bloomer RJ, McKenzie MJ: **Combined antioxidant treatment effects on blood oxidative stress after eccentric exercise.** *Med Sci Sports Exerc* 2005, **37**:234-239.
20. Shanely RA, Nieman DC, Zwetsloot KA, Knab AM, Imagita H, Luo B, Davis B, Zubeldia JM: **Evaluation of Rhodiola rosea supplementation on skeletal muscle damage and inflammation in runners following a competitive marathon.** *Brain Behav Immun* 2013.
21. O'Fallon KS, Kaushik D, Michniak-Kohn B, Dunne CP, Zambraski EJ, Clarkson PM: **Effects of quercetin supplementation on markers of muscle damage and inflammation after eccentric exercise.** *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012, **22**:430-437.
22. Jowko E, Sacharuk J, Balasinska B, Wilczak J, Charmas M, Ostaszewski P, Charmas R: **Effect of a single dose of green tea polyphenols on the blood markers of exercise-induced oxidative stress in soccer players.** *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012, **22**:486-496.
23. Borges MC, Vinolo MA, Nakajima K, de Castro IA, Bastos DH, Borelli P, Fock RA, Tirapegui J, Curi R, Rogero MM: **The effect of mate tea (*Ilex paraguariensis*) on metabolic and inflammatory parameters in high-fat diet-fed Wistar rats.** *Int J Food Sci Nutr* 2013, **64**:561-569.
24. Philippi ST, Latterza AR, Cruz ATR, Ribeiro LC: **Adapted food pyramid: a guide for a right food choice.** *Rev Nutr* 1999, **12**:65-80.
25. Niess AM, Hartmann A, Grunert-Fuchs M, Poch B, Speit G: **DNA damage after exhaustive treadmill running in trained and untrained men.** *Int J Sports Med* 1996, **17**:397-403.
26. Tebexreni AS, Lima EV, Tambeiro VL, Barros-Neto TL: **Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações práticas versus protocolos de rampa.** *Rev Soc Cardiol* 2001 **11**:519-528.
27. Heyward VH, Stolarczyk LM: *Avaliação da composição corporal aplicada. 1.ed.* São Paulo; 2000.
28. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB: **Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study.** *Am J Clin Nutr* 1988, **47**:7-14.
29. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS: **Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge.** *Clin Chem* 1972, **18**:499-502.
30. KOSCHSORUR GABMW-RHRTAZPRJS: **Evaluation of a Sensitive HPLC Method for the Determination of Malondialdehyde, and Application of the Method to Different Biological Materials.** *Chromatographia* 2000, **52**:4.
31. Nielsen F, Mikkelsen BB, Nielsen JB, Andersen HR, Grandjean P: **Plasma malondialdehyde as biomarker for oxidative stress: reference interval and effects of life-style factors.** *Clin Chem* 1997, **43**:1209-1214.
32. Beretta G, Aldini G, Facino RM, Russell RM, Krinsky NI, Yeum KJ: **Total antioxidant performance: a validated fluorescence assay for the measurement of plasma oxidizability.** *Anal Biochem* 2006, **354**:290-298.
33. Kalmar JM, Cafarelli E: **Caffeine: a valuable tool to study central fatigue in humans?** *Exerc Sport Sci Rev* 2004, **32**:143-147.

34. Jeukendrup AE, Randell R: **Fat burners: nutrition supplements that increase fat metabolism.** *Obes Rev* 2011, **12**:841-851.
35. Venables MC, Hulston CJ, Cox HR, Jeukendrup AE: **Green tea extract ingestion, fat oxidation, and glucose tolerance in healthy humans.** *Am J Clin Nutr* 2008, **87**:778-784.
36. de Oliveira EP, Burini RC: **High plasma uric acid concentration: causes and consequences.** *Diabetol Metab Syndr* 2012, **4**:12.
37. Child RB, Wilkinson DM, Fallowfield JL, Donnelly AE: **Elevated serum antioxidant capacity and plasma malondialdehyde concentration in response to a simulated half-marathon run.** *Med Sci Sports Exerc* 1998, **30**:1603-1607.
38. Alvarez-Lario B, Macarron-Vicente J: **Is there anything good in uric acid?** *Qjm* 2011, **104**:1015-1024.
39. Dixon CB, Robertson RJ, Goss FL, Timmer JM, Nagle EF, Evans RW: **The effect of acute resistance exercise on serum malondialdehyde in resistance-trained and untrained collegiate men.** *J Strength Cond Res* 2006, **20**:693-698.
40. McBride JM, Kraemer WJ, Triplett-McBride T, Sebastianelli W: **Effect of resistance exercise on free radical production.** *Med Sci Sports Exerc* 1998, **30**:67-72.
41. Marzatico F, Pansarasa O, Bertorelli L, Somenzini L, Della Valle G: **Blood free radical antioxidant enzymes and lipid peroxides following long-distance and lactacidemic performances in highly trained aerobic and sprint athletes.** *J Sports Med Phys Fitness* 1997, **37**:235-239.
42. Nathwani RA, Pais S, Reynolds TB, Kaplowitz N: **Serum alanine aminotransferase in skeletal muscle diseases.** *Hepatology* 2005, **41**:380-382.
43. Rafter I, Graberg T, Kotronen A, Strommer L, Mattson CM, Kim RW, Ehrenborg E, Andersson HB, Yki-Jarvinen H, Schuppe-Koistinen I, et al: **Isoform-specific alanine aminotransferase measurement can distinguish hepatic from extrahepatic injury in humans.** *Int J Mol Med* 2012, **30**:1241-1249.
44. Urso ML, Clarkson PM: **Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation.** *Toxicology* 2003, **189**:41-54.
45. Miyazaki H, Oh-ishi S, Ookawara T, Kizaki T, Toshinai K, Ha S, Haga S, Ji LL, Ohno H: **Strenuous endurance training in humans reduces oxidative stress following exhausting exercise.** *Eur J Appl Physiol* 2001, **84**:1-6.
46. Koska J, Blazicek P, Marko M, Grna JD, Kvetnansky R, Vigas M: **Insulin, catecholamines, glucose and antioxidant enzymes in oxidative damage during different loads in healthy humans.** *Physiol Res* 2000, **49 Suppl 1**:S95-100.
47. Dufaux B, Heine O, Kothe A, Prinz U, Rost R: **Blood glutathione status following distance running.** *Int J Sports Med* 1997, **18**:89-93.
48. Matsumoto RL, Bastos DH, Mendonca S, Nunes VS, Bartchewsky W, Ribeiro ML, de Oliveira Carvalho P: **Effects of mate tea (*Ilex paraguariensis*) ingestion on mRNA expression of antioxidant enzymes, lipid peroxidation, and total antioxidant status in healthy young women.** *J Agric Food Chem* 2009, **57**:1775-1780.
49. Turner S, Cogoi L, Isolabella S, Filip R, Anesini C: **Evaluation of the Antioxidant Activity and Polyphenols Content of *Ilex paraguariensis* (Mate) During Industrialization.** *Advanced Journal of Food Science and Technology* 2011, **3**:23-30.

50. Panza VP, Coelho MSPH, Di Pietro PF, Assis MAAd, Vasconcelos FdAGd: **Athletes' food intake: reflections on nutritional recommendations, food habits and methods for assessing energy expenditure and energy intake.** *Rev Nutr* 2007, **20**:681-692.
51. **World Health Organization (WHO). The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life. WHO: Geneva; 2002.**
52. Clark M, Reed DB, Crouse SF, Armstrong RB: **Pre- and post-season dietary intake, body composition, and performance indices of NCAA division I female soccer players.** *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2003, **13**:303-319.

## TABELAS

**Tabela 1.** Características basais dos indivíduos do estudo e comparação dos grupos PTE e MTE.

	<b>Total (n = 15)</b>	<b>Pior tempo de esteira (n = 7)</b>	<b>Melhor tempo de esteira (n = 8)</b>	<b>p</b>
<b>Idade (anos)</b>	22,1 ± 4,2	22,0 ± 4,6	22,1 ± 4,1	0,96
<b>Peso (kg)</b>	60,6 ± 6,6	61,2 ± 8,0	60,1 ± 5,6	0,77
<b>Altura (m)</b>	1,63 ± 0,1	1,62 ± 0,0	1,64 ± 0,1	0,46
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22,7 ± 1,9	23,2 ± 2,3	22,3 ± 1,5	0,34
<b>Gordura Corporal (%)</b>	24,6 ± 3,4	25,1 ± 4,7	24,2 ± 2,0	0,62
<b>PAS (mmHg)</b>	108,7 ± 8,3	112,8 ± 4,8	108,7 ± 8,3	0,06
<b>PAD (mmHg)</b>	68,7 ± 5,2	71,4 ± 3,8	66,5 ± 5,2	0,048
<b>Glicose (mg/dl)</b>	81,1 ± 5,0	80,0 ± 6,0	82,0 ± 4,1	0,46
<b>Triglicerídios (mg/dl)</b>	68,7 ± 16,7	67,9 ± 10,2	69,5 ± 21,6	0,86
<b>Colesterol Total (mg/dl)</b>	167,5 ± 26,2	169,0 ± 33,7	166,1 ± 19,8	0,84
<b>HDL-colesterol (mg/dl)</b>	64,3 ± 10,0	63,0 ± 8,5	65,5 ± 11,6	0,65
<b>LDL-colesterol (mg/dl)</b>	89,4 ± 20,1	92,4 ± 27,3	86,7 ± 12,3	0,60
<b>Gama-GT (U/L)</b>	18,7 ± 5,9	19,4 ± 4,9	18,1 ± 7,0	0,69
<b>Uréia (mg/dl)</b>	28,5 ± 5,7	29,1 ± 7,2	28,0 ± 4,5	0,71
<b>Creatinina (mg/dl)</b>	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,18
<b>Ácido Úrico (mg/dl)</b>	4,0 ± 0,7	4,2 ± 0,8	3,8 ± 0,7	0,38
<b>Hematócrito (%)</b>	42,2 ± 2,8	41,7 ± 3,1	42,6 ± 2,6	0,54
<b>Hemoglobina (g/dL)</b>	13,5 ± 0,9	13,3 ± 1,1	13,7 ± 0,7	0,36
<b>Caloria (kcal)</b>	1580 ± 509	1472 ± 569	1673 ± 468	0,47
<b>Carboidrato (g/kg)</b>	3,5 ± 1,6	3,2 ± 1,3	3,7 ± 1,4	0,61
<b>Proteína (g/kg)</b>	1,1 ± 0,5	1,1 ± 0,6	1,0 ± 0,3	0,77
<b>Gordura total (%)</b>	32,8 ± 5,4	32,2 ± 7,1	33,4 ± 3,7	0,68
<b>Gordura saturada (%)</b>	9,5 ± 3,4	8,5 ± 3,5	10,4 ± 3,3	0,28

<b>Gordura monoinsaturada (%)</b>	9,8 ± 3,5	9,1 ± 4,4	10,4 ± 2,5	0,47
<b>Gordura polinsaturada (%)</b>	7,8 ± 2,8	7,9 ± 2,6	7,8 ± 3,2	1,00
<b>Colesterol (mg)</b>	239 ± 151	268,0 ± 167,5	214,0 ± 142,2	0,51
<b>Fibra (g)</b>	17,2 ± 17,6	14,8 ± 15,3	19,3 ± 20,2	0,64
<b>Vitamina E (UI.)</b>	7,2 ± 5,2	6,7 ± 4,2	7,6 ± 6,2	0,74
<b>Vitamina C (mg)</b>	112 ± 120	87,2 ± 101	133,5 ± 137,6	0,48

IMC: Índice de Massa Corporal, PAS: pressão arterial sistólica, PAD: pressão arterial diastólica,

**Tabela 2.** Consumo alimentar nas 24 horas antecedentes a cada teste de esteira

	<b>Água</b>		<b>Chá Mate</b>		<b>p</b>
	<b>Média + DP</b>	<b>Mediana (Mínimo-máximo)</b>	<b>Média + DP</b>	<b>Mediana (Mínimo-máximo)</b>	
<b>Caloria</b>	1580 ± 509	1470 (745-2739)	1738 ± 462	1742 (1036-2404)	> 0,05
<b>Carboidrato (g/kg)</b>	3,5 ± 1,6	3,2 (1,3-7,0)	3,9 ± 1,6	4,3 (1,7-6,9)	> 0,05
<b>Proteína (g/kg)</b>	1,1 ± 0,5	1,1 (0,45-2,4)	1,3 ± 0,6	1,2 (0,35-2,7)	> 0,05
<b>Gordura total (%)</b>	32,8 ± 5,4	32,8 (21,8-45,0)	29,7 ± 10,7	28,8 (16,1-49,1)	> 0,05
<b>Gordura total (g)</b>	57,2 ± 18,5	57,5 (25,6-102,3)	57,8 ± 28,2	49,4 (19,0-119,3)	> 0,05
<b>Gordura saturada (%)</b>	9,5 ± 3,4	10,3 (2,9-14,4)	9,5 ± 4,2	8,9 (4,1-20,5)	> 0,05
<b>Gordura monoinsaturada (%)</b>	9,8 ± 3,5	9,3 (5,1-17,1)	9,4 ± 4,9	7,6 (3,6-19,7)	> 0,05
<b>Gordura polinsaturada (%)</b>	7,8 ± 2,8	7,5 (3,7-13,3)	6,4 ± 2,9	5,7 (0,7-13,6)	> 0,05
<b>Colesterol (mg)</b>	239 ± 151	187 (87-545)	275 ± 242	211 (59-974)	> 0,05
<b>Fibra (g)</b>	17,2 ± 17,6	10,5 (3,8-67,6)	13,1 ± 8,1	11,4 (3,8-34,3)	> 0,05
<b>Vitamina E (UI.)</b>	7,2 ± 5,2	5,7 (2,0-22,4)	5,5 ± 2,4	5,5 (1,5-9,0)	> 0,05
<b>Vitamina C (mg)</b>	111,9 ± 120,0	99,7 (1,6-407)	135,5 ± 155,0	60,6 (11,1-440,7)	> 0,05

**Tabela 3.** Mudança das concentrações dos parâmetros bioquímicos relacionados com gasometria, lesão muscular, capacidade antioxidante e estresse oxidativo antes e após teste exaustivo em esteira em todos os indivíduos.

	Água			Chá		
	Basal	Pré	Pós	Basal	Pré	Pós
<b>pH</b>	7,3 ± 0,1 Aa	7,3 ± 0,1 Aa	7,2 ± 0,1 Ab	7,3 ± 0,1 Aa	7,3 ± 0,1 Aa	7,2 ± 0,1 Ab
<b>pCO2 (mmHg)</b>	50,6 ± 8,3 Aa	53,4 ± 7,7 Aa	48,1 ± 12,5 Aa	49,4 ± 5,3 Aa	49,0 ± 6,4 Aa	44,8 ± 9,1 Aa
<b>pO2 (mmHg)</b>	23,8 ± 7,7 Aa	20,4 ± 3,8 Aa	47,4 ± 15,2 Ab	23,8 ± 13,3 Aa	27,2 ± 12,5 Ba	48,9 ± 21,5 Ab
<b>HCO3 (mmHg)</b>	23,2 ± 1,5 Aa	23,0 ± 1,8 Aa	16,3 ± 2,1 Ab	23,3 ± 1,4 Aa	23,0 ± 2,8 Aa	16,3 ± 2,7 Ab
<b>Hemoglobina (g/dL)</b>	13,5 ± 0,9 Aa	13,2 ± 0,8 Aa	14,4 ± 0,8 Ab	13,6 ± 0,9 Aab	13,4 ± 0,6 Aa	14,3 ± 0,7 Ab
<b>Hematócrito (%)</b>	42,2 ± 2,8 Aa	42,2 ± 2,4 Aa	45 ± 2,8 Ab	42,4 ± 2,6 Aa	42,1 ± 1,5 Aa	45,2 ± 2,1 Ab
<b>Glicose (mg/dL)</b>	81,1 ± 0,5 Aa	113,8 ± 28,0 Ab	94,9 ± 26,5 Aab	80,4 ± 5,5 Aa	129,7 ± 22,1 Ab	109,5 ± 33,2 Ab
<b>Lactato (mmol/L)</b>	1,7 ± 1,6 Aa	1,7 ± 1,5 Aa	11,2 ± 2,4 Ab	1,1 ± 0,5 Aa	1,4 ± 0,5 Aa	12,2 ± 2,2 Bb
<b>CK (U/L)</b>	124,3 ± 49,7 Aa	123,4 ± 49,4 Aa	159,3 ± 65,6 Aa	149,5 ± 69,3 Aa	147,3 ± 67,1 Aa	195,0 ± 94,3 Aa
<b>AST (U/L)</b>	25,4 ± 4,3 Aa	24,4 ± 4,4 Aa	32,7 ± 5,6 Ab	25,5 ± 5,0 Aa	25,7 ± 5,2 Aa	32,5 ± 5,5 Ab
<b>ALT (U/L)</b>	27,6 ± 4,9 Aa	27,2 ± 4,5 Aa	24,3 ± 5,3 Aa	33,3 ± 7,0 Aa	32,0 ± 6,6 Aa	23,3 ± 6,3 Ab
<b>Gama-GT (mg/dL)</b>	18,7 ± 5,9 Aa	18,7 ± 5,7 Aa	19,9 ± 6,8 Aa	19,6 ± 7 Aa	19,2 ± 6,7 Aa	19,7 ± 7,8 Aa
<b>MDA (µmol/L)</b>	0,8 ± 0,4 Aa	0,8 ± 0,5 Aa	0,9 ± 0,4 Aa	1,0 ± 0,5 Aa	0,9 ± 0,4 Aa	1,1 ± 0,6 Aa
<b>TAP (%)</b>	54,7 ± Aa	57 ± 12,4 Aa	56,4 ± 12,7 Aa	56,1 ± 12,2 Aa	57,9 ± 12,1 Aa	58 ± 10,7 Aa
<b>Ácido Úrico (mg/dL)</b>	4,0 ± 0,7 Aa	3,8 ± 0,7 Aa	4,0 ± 0,7 Aa	4,0 ± 0,7 Aa	3,8 ± 0,6 Aa	4,1 ± 0,9 Aa

letra maiúscula: diferença entre os grupos, no mesmo momento.

letra minúscula: diferença entre os momentos.

pCO2: pressão parcial de, pO2: pressão parcial de O2, CK: creatina quinase, AST: aspartato amino-transferase, ALT: alanina amino-transferase, MDA: malonildialdeído, TAP: capacidade total antioxidante



**Tabela 4.** Comparação dos valores de delta ( $\Delta$ ) após o consumo de chá mate e água em todos os indivíduos e entre os piores e melhores condicionados fisicamente.

	Total			Pior tempo de esteira			Melhor tempo de esteira		
	$\Delta$ Água	$\Delta$ Chá Mate	p	$\Delta$ Água	$\Delta$ Chá Mate	p	$\Delta$ Água	$\Delta$ Chá Mate	p
<b>pH</b>	-0,10 $\pm$ 0,04	-0,10 $\pm$ 0,08	0,82	-0,07 $\pm$ 0,05	-0,09 $\pm$ 0,05	0,14	-0,13 $\pm$ 0,02	-0,12 $\pm$ 0,1	0,79
<b>pCO2 (mmHg)</b>	-5,31 $\pm$ 7,9	-4,1 $\pm$ 8,2	0,7	-6,97 $\pm$ 7,5	-8,7 $\pm$ 7	0,52	23,5 $\pm$ 10,2	12,3 $\pm$ 26,1	0,38
<b>pO2 (mmHg)</b>	27,1 $\pm$ 17,1	21,7 $\pm$ 26,4	0,46	31,1 $\pm$ 23	32,5 $\pm$ 24,3	0,83	-3,9 $\pm$ 8,4	-0,08 $\pm$ 7,2	0,71
<b>HCO3 (mmHg)</b>	-6,7 $\pm$ 2,6	-6,7 $\pm$ 4,5	1,0	-6,4 $\pm$ 3,3	-7,9 $\pm$ 2,4	0,29	-6,9 $\pm$ 2	-5,6 $\pm$ 5,7	0,59
<b>Glicose (mg/dL)</b>	-18 $\pm$ 22,5	-20,1 $\pm$ 34,9	0,9	-25 $\pm$ 22,2	-20,1 $\pm$ 15,7	0,56	-13,6 $\pm$ 22,8	-19,6 $\pm$ 47,1	0,75
<b>Lactato (mmol/L)</b>	9,5 $\pm$ 2,15	10,8 $\pm$ 2,2	<b>0,03</b>	8,8 $\pm$ 2,7	10,65 $\pm$ 2,5	0,07	10,1 $\pm$ 1,4	10,6 $\pm$ 2,5	0,27
<b>CK (U/L)</b>	35,9 $\pm$ 18,9	47,6 $\pm$ 40	0,27	32,6 $\pm$ 21,9	45 $\pm$ 30,8	<b>0,02</b>	38,7 $\pm$ 16,8	50 $\pm$ 48,7	0,58
<b>AST (U/L)</b>	8,3 $\pm$ 4,1	6,7 $\pm$ 6,7	0,30	8,9 $\pm$ 3,6	9 $\pm$ 3	0,91	7,8 $\pm$ 4,8	4,7 $\pm$ 8,5	0,25
<b>ALT (U/L)</b>	-2,5 $\pm$ 5,8	-8,7 $\pm$ 5,7	<b>0,025</b>	-4,1 $\pm$ 5,8	-6 $\pm$ 4,4	0,44	-1,1 $\pm$ 5,7	-11,1 $\pm$ 5,9	<b>0,03</b>
<b>Gama-GT (mg/dL)</b>	1,3 $\pm$ 1,8	0,46 $\pm$ 2,5	0,30	1 $\pm$ 2,2	1 $\pm$ 1,3	1,0	1,25 $\pm$ 1,5	0 $\pm$ 3,2	0,27
<b>MDA (<math>\mu</math>mol/L)</b>	0,05 $\pm$ 0,25	0,12 $\pm$ 0,41	0,64	0,08 $\pm$ 2,2	0,003 $\pm$ 0,4	0,68	0,02 $\pm$ 0,3	0,23 $\pm$ 0,41	0,39
<b>TAP (%)</b>	-0,65 $\pm$ 4,4	0,14 $\pm$ 6,45	0,6	0,19 $\pm$ 5,63	3,1 $\pm$ 8,5	0,39	-1,39 $\pm$ 3,2	-2,42 $\pm$ 2,4	0,2
<b>Ácido Úrico (mg/dL)</b>	0,19 $\pm$ 0,13	0,23 $\pm$ 0,49	0,75	0,19 $\pm$ 0,11	0,25 $\pm$ 0,11	<b>0,04</b>	0,2 $\pm$ 0,16	0,21 $\pm$ 0,7	0,95

letra maiúscula: diferença entre os grupos, no mesmo momento.

letra minúscula: diferença entre os momentos.

pCO2: pressão parcial de CO2, pO2: pressão parcial de O2, CK: creatina quinase, AST: aspartato amino-transferase, ALT: alanina amino-transferase, MDA: malonildialdeído, TAP: capacidade total antioxidante

**Tabela 5.** Mudança das concentrações dos parâmetros bioquímicos relacionados com gasometria, lesão muscular, capacidade antioxidante e estresse oxidativo antes e após teste exaustivo em esteira nos indivíduos com pior tempo de esteira.

	Água			Chá		
	Basal	Pré	Pós	Basal	Pré	Pós
<b>pH</b>	7,31 ± 0,06 Aa	7,26 ± 0,05 Aab	7,19 ± 0,08 Ab	7,31 ± 6 Aa	7,32 ± 0,01 Aa	7,22 ± 0,04 Ab
<b>pCO2 (mmHg)</b>	52,3 ± 11,4 Aa	55,7 ± 10,6 Aa	48,8 ± 16,4 Aa	51,4 ± 5,4 Aa	50,9 ± 5,7 Aa	42,1 ± 9,8 Aa
<b>pO2 (mmHg)</b>	23,5 ± 8,7 Aa	20,1 ± 3,8 Aa	51,2 ± 20,9 Ab	17 ± 2,5 Aa	21,2 ± 4,8 Aa	53,7 ± 25,2 Ab
<b>HCO3 (mmHg)</b>	22,6 ± 1,6 Aa	22,6 ± 1,8 Aa	16,2 ± 2,7 Ab	23,4 ± 1,7 Aa	23,8 ± 1,5 Aa	15,9 ± 2,1 Ab
<b>Glicose (mg/dL)</b>	80 ± 6 Aa	110 ± 19,4 Ab	85,7 ± 19,1 Aab	80,2 ± 6,2 Aab	130 ± 19,1 Ac	109 ± 16,8 Abc
<b>Lactato (mmol/L)</b>	2,4 ± 2,2 Aa	2,4 ± 2,0 Aa	11,2 ± 3,2 Ab	1,1 ± 0,6 Aa	1,4 ± 0,6 Aa	12 ± 2,6 Ab
<b>CK (U/L)</b>	130 ± 63,2 Aa	126 ± 63,1 Aa	158 ± 83,8 Aa	174 ± 100 Aa	170 ± 89,4 Aa	215 ± 119 Aa
<b>AST (U/L)</b>	25,4 ± 4,6 Aa	23 ± 4,2 Aa	31,9 ± 3,6 Ab	24,6 ± 5,2 Aa	24,1 ± 4,4 Aa	33,1 ± 4,2 Ab
<b>ALT (U/L)</b>	27,8 ± 6,7 Aa	29 ± 5,3 Aa	24,8 ± 5,6 Aa	31,8 ± 5,9 Aa	30,3 ± 6,1 Aa	24,8 ± 5,5 Aa
<b>Gama-GT (mg/dL)</b>	19,4 ± 4,9 Aa	19,8 ± 4,9 Aa	20,3 ± 5,8 Aa	19,1 ± 4,8 Aa	18,5 ± 5,3 Aa	19,7 ± 6,4 Aa
<b>MDA (µmol/L)</b>	0,85 ± 0,42 Aa	0,72 ± 0,39 Aa	0,81 ± 0,5 Aa	0,87 ± 0,52 Aa	0,86 ± 0,71 Aa	0,87 ± 0,5 Aa
<b>TAP (%)</b>	53,2 ± 14,7 Aa	57 ± 12,1 Aa	57,2 ± 11,5 Aa	56,7 ± 9,3 Aa	55,4 ± 11,9 Aa	58,5 ± 9,6 Aa
<b>Ácido Úrico (mg/dL)</b>	4,1 ± 0,7 Aa	3,9 ± 0,7 Aa	4,1 ± 0,8 Aa	4,4 ± 0,6 Aa	4 ± 0,6 Aa	4,3 ± 0,6 Aa

letra maiúscula: diferença entre os grupos, no mesmo momento.

letra minúscula: diferença entre os momentos.

pCO2: pressão parcial de CO2, pO2: pressão parcial de O2, CK: creatina quinase, AST: aspartato amino-transferase, ALT: alanina amino-transferase, MDA: malonildialdeído, TAP: capacidade total antioxidante

**Tabela 6.** Mudança das concentrações dos parâmetros bioquímicos relacionados com gasometria, lesão muscular, capacidade antioxidante e estresse oxidativo antes e após teste exaustivo em esteira nos indivíduos com melhor tempo de esteira.

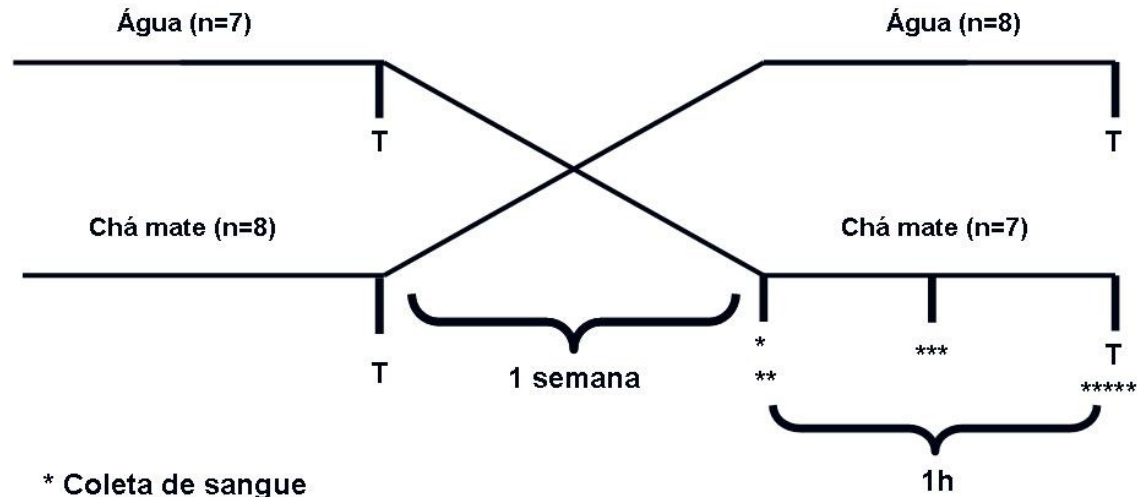
	Água			Chá		
	Basal	Pré	Pós	Basal	Pré	Pós
<b>pH</b>	7,33 ± 0,02 Aa	7,30 ± 0,01 Aa	7,17 ± 0,02 Ab	7,33 ± 0,02 Aa	7,31 ± 0,05 Aa	7,19 ± 0,06 Ab
<b>pCO2 (mmHg)</b>	49,1 ± 4,6 Aa	51,3 ± 3,5 Aa	47,4 ± 9,1 Aa	47,6 ± 4,9 Aa	47,2 ± 6,8 Aa	47,2 ± 8,3 Aa
<b>pO2 (mmHg)</b>	24,1 ± 7,27 Aab	20,6 ± 4,1 Aa	44,1 ± 8,1 Ab	29,6 ± 16,3 Aa	32,5 ± 15 Aa	44,7 ± 18,4 Aa
<b>HCO3 (mmHg)</b>	23,7 ± 1,4 Aa	23,4 ± 1,8 Aa	16,4 ± 1,7 Ab	23,2 ± 1,1 Aa	22,3 ± 3,4 Aa	16,7 ± 3,2 Ab
<b>Glicose (mg/dL)</b>	82 ± 4,1 Aa	116 ± 35 Abc	102 ± 30,6 Aac	80,5 ± 5,3 Aa	129 ± 25,6 Abc	109 ± 44,3 Aac
<b>Lactato (mmol/L)</b>	1,1 ± 0,3 Aa	1,1 ± 0,4 Aa	11,2 ± 1,4 Ab	1,1 ± 0,4 Aa	1,4 ± 0,4 Aa	12,4 ± 1,9 Ab
<b>C.K. (U/L)</b>	118 ± 38 Aa	121 ± 38,2 Aa	159 ± 51 Aa	127 ± 34,2 Aa	127 ± 33,5 Aa	177 ± 68,8 Aa
<b>AST (U/L)</b>	25,5 ± 4,3 Aa	25,5 ± 4,5 Aa	33,4 ± 7 Ab	26,4 ± 4,9 Aa	27,1 ± 5,7 Aa	31,9 ± 6,7 Aa
<b>ALT (U/L)</b>	27,3 ± 2,9 Aa	25,2 ± 3,1 Aa	24,5 ± 5,3 Aa	34,5 ± 6 Aa	33,5 ± 7,1 Ba	22,4 ± 7,1 Ab
<b>Gama-GT (mg/dL)</b>	18,1 ± 7 Aa	18,2 ± 6,6 Aa	19,5 ± 7,9 Aa	20 ± 8,7 Aa	19,7 ± 8 Aa	19,7 ± 9,4 Aa
<b>MDA (µmol/L)</b>	0,73 ± 0,30 Aa	0,90 ± 0,52 Aa	0,92 ± 0,30 Aa	1,02 ± 0,55 Aa	0,99 ± 0,36 Aa	1,22 ± 0,60 Aa
<b>TAP (%)</b>	56,1 ± 12,4 Aa	57 ± 13,6 Aa	55,6 ± 14,5 Aa	55,5 ± 15 Aa	60,1 ± 12,6 Aa	57,6 ± 12,1 Aa
<b>Ácido Úrico (mg/dL)</b>	3,8 ± 0,6 Aa	3,6 ± 0,6 Aa	3,9 ± 0,7 Aa	3,8 ± 0,7 Aa	3,6 ± 0,6 Aa	3,8 ± 1 Aa

letra maiúscula: diferença entre os grupos, no mesmo momento.

letra minúscula: diferença entre os momentos.

pCO2: pressão parcial de CO2, pO2: pressão parcial de O2, CK: creatina quinase, AST: aspartato amino-transferase, ALT: alanina amino-transferase, MDA: malonildialdeído, TAP: capacidade total antioxidante

## FIGURAS



\* Coleta de sangue

\*\* 5g extrato solúvel (400 ml de água) ou 400ml de água

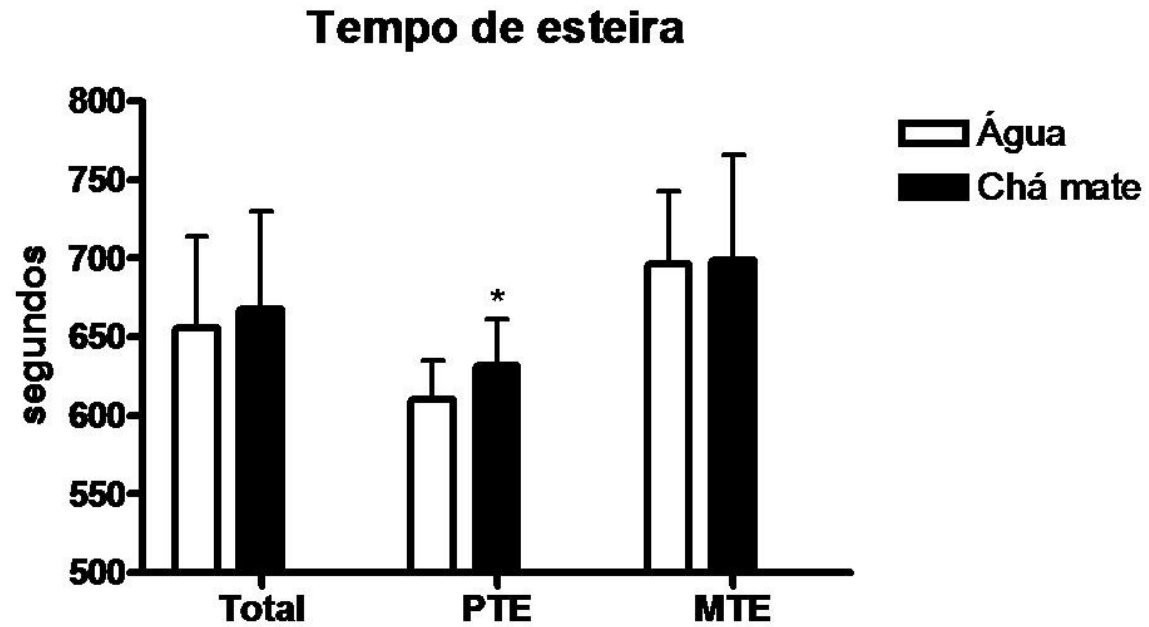
\*\*\* 30 g de maltodextrina (400 ml de água)

\*\*\*\* Coleta de sangue antes e imediatamente após o teste máximo de esteira

T = Teste de exaustão de esteira

O mesmo protocolo foi realizado em todos os grupos

Figura 1. Desenho do estudo



**Figura 2.** Tempo de esteira após o consumo de água e chá mate. \* =  $p < 0,05$ . PTE = Pior tempo de esteira; MTE = Melhor tempo de esteira