

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA ERVA-MATE E LESÃO CELULAR EM EXERCÍCIO AGUDO DE ALTA INTENSIDADE

YERBA MATE ANTIOXIDANT ACTIVITY AND CELL DAMAGE IN HIGH INTENSITY ACUTE EXERCISE

TELMA APARECIDA COSTA¹, JEFFERSON JOVELINO AMARAL DOS SANTOS², JULIANO HENRIQUE BORGES³

1. Doutora em Ciências Fisiológicas pela Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, Professora Titular do curso de Educação Física- Universidade Paranaense, Unidade Universitária de Toledo; 2. Pós-Doutor pela Universidade Fernando Pessoa – Portugal, Professor Titular do Curso de Fisioterapia - Universidade Paranaense, Unidade Universitária de Toledo; 3. Doutorando pela Faculdade de Ciências Médicas – UNICAMP.

* Universidade Paranaense, *Unidade Universitária de Toledo* - Toledo, Av. Parigot de Souza, 3636, 85906-090, Toledo, Paraná, Brasil. telmacosta@unipar.br

Recebido em 25/05/2015. Aceito para publicação em 11/06/2015

RESUMO

Este estudo teve por como objetivo avaliar a atividade antioxidante da erva mate e a lesão celular em exercício agudo de alta intensidade. Participaram da pesquisa 28 indivíduos jovens, saudáveis e que foram divididos em dois grupos, controle (GC) que recebeu cápsulas com placebo e experimental (GEM) que recebeu cápsulas contendo 800mg/ erva-mate a ingestão das cápsulas aconteceu 40 min. antes do exercício (teste de Cooper). Foram realizadas coletas de sangue antes do exercício e imediatamente após o mesmo para as análises bioquímicas. As variáveis analisadas foram: Marcadores de lesão muscular (LDH) e Atividade antioxidante da erva-mate, distância percorrida e sensação afetiva em relação ao esforço (Valência afetiva). As diferenças observadas entre os experimentos foram analisadas aplicado o Teste *t* de “student”. Já para analisar as correlações entre as variáveis foi utilizado o teste de Correlação de *Pearson*. Os resultados do presente estudo permitem concluir que a ingestão do extrato de erva-mate 40 minutos antes do exercício agudo exibiu atividade antioxidante e demonstrou proteção ao dano celular desencadeado pelo exercício intenso o que foi demonstrado pela menor concentração da enzima biomarcadora LDH dosada no soro dos participantes.

PALAVRAS-CHAVE: LDH, *Ilex paraguariensis* A. St. Hil, radicais livres.

ABSTRACT

This study had as aim to evaluate the yerba mate antioxidant activity and acute cell injury in high intensity exercise. Participants were 28 young, healthy individuals and were divided into two groups, control group (CG) what received placebo capsules and experimental (GEM) what received capsules containing 800mg / mate-herb ingestion of capsules happened 40 min. before exercise (Cooper test). Blood samples were taken before exercise and immediately after it for biochemical analysis. The analyzed variables were: muscle injury markers (LDH) and mate-herb antioxidant activity, distance and emotional feeling about the effort (affective valence). The differences between the experiments were analyzed applying the Student’s *t* test. For analyzing the correlations between variables we used the Pearson’s correlation test. The results of this study showed that the intake of mate-herb extract 40 minutes before acute exercise exhibited antioxidant activity and shown to protect the cell damage triggered by intense exercise that has been shown by the lower concentration of the enzyme LDH biomarker measured in the serum of participants.

KEYWORDS: LDH, *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., free radicals.

1. INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil) da família Aquifoliaceae é uma árvore perene, com seis a oito metros de altura, sendo uma planta nativa da região sul do continente americano. Da infusão de suas folhas, depois de devidamente processadas, são preparadas duas bebidas: o chimarrão e o chá. Há algumas décadas, a erva-mate aparece como uma das espécies arbóreas naturais de maior importância econômica para o sul do Brasil, nordeste da Argentina e todo Paraguai. As regiões brasileiras produtoras abrangem os estados do Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (1,2).

Ferreira; Matsubara (1997)³ realizaram um trabalho de revisão com o intuito de esclarecer diversos termos importantes para o estudo da atividade antioxidante em diferentes organismos. Segundo eles o termo radical livre refere-se “ao átomo ou molécula altamente reativo, que contém número ímpar de elétrons em sua última camada eletrônica. É este não-emparelhamento de elétrons da última camada que confere alta reatividade a esses átomos ou moléculas”.

Antioxidante é qualquer substância que, quando presente em baixas concentrações comparadas àquela do substrato oxidável, retarda ou previne significativamente, a oxidação daquele substrato. (Halliwell; Gutteridge, 1999 *apud* Maia, 2006)⁴.

O exercício físico agudo, em função do incremento do consumo de oxigênio, promove o aumento da formação de radicais livres. No entanto, o treinamento físico é capaz de gerar adaptações capazes de amenizar os efeitos deletérios provocados pelos ROS. Estas adaptações estão relacionadas a uma série de sistemas, dos quais os mais importantes são os sistemas enzimáticos, compostos pela superóxido dismutase, catalase e glutatona peroxidase, e o não enzimático, composto por ceruloplasmina, hormônios sexuais, coenzima Q, ácido úrico, proteínas de choque térmico e outros. Tais adaptações, apesar das controvérsias sobre os mecanismos envolvidos, promovem maior resistência tecidual a desafios oxidativos, como aqueles proporcionados pelo exercício de alta intensidade e longa duração⁵. Durante o metabolismo aeróbio, que acontece na mitocôndria, o O₂ sofre redução tetravalente, resultando na formação de H₂O. Durante esse processo são formados intermediários reativos, tais como, Superóxido (O₂⁻), hidroperoxila (HO₂) e hidroxila (OH), além de o peróxido de hidrogênio (H₂O₂)³.

Um desbalanço em favor dos radicais livres do oxigênio (ou nitrogênio e cloro) em relação aos níveis de moléculas do sistema de defesa antioxidante, resulta no chamado estresse oxidativo. As consequências do estresse oxidativo incluem desde danos e mutações ao DNA, até morte celular induzida por necrose ou apoptose que podem desencadear cerca de uma centena de doenças que estão intimamente associadas as consequên-

cias bioquímicas deste estresse⁶.

Bloomer (2007)⁷ também enfatiza que a formação de radicais livres podem participar dar início e progressão do dano na fibra muscular, pela promoção de diversos eventos, como a peroxidação lipídica, início de processos inflamatórios e oxidação de proteínas, tais mecanismos podem afetar tanto proteínas estruturais como contráteis e contribuir para queda da *performance* muscular. O dano muscular pode ser identificado dosando algumas enzimas, entre elas a desidrogenase láctica (LDH)⁷.

Diante do exposto este estudo teve por objetivo avaliar a atividade antioxidante da erva-mate e a lesão celular em exercício agudo de alta intensidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A amostra inicial deste estudo era constituída por 50 indivíduos, no entanto, após desistências, problemas na coleta e ausência no dia da coleta fizeram parte do mesmo 28 indivíduos com idade média de 25±3,04 anos, saudáveis que não faziam uso de nenhum tipo de anabolizante ou qualquer outro fármaco e que faziam parte da Escola da Polícia Militar do Paraná, o treinamento da escola aconteceu em Toledo – PR.

O estudo, caracterizado como transversal, foi previamente encaminhado e avaliado e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa envolvendo seres humanos (CAAE: 07581812.3.0000.0109). Anteriormente ao início dos experimentos, foi apresentado aos voluntários um termo de consentimento com informações sobre os riscos, benefícios e procedimentos realizados no estudo, com intuito de obter autorização para coleta de dados.

- Delineamento experimental

Os indivíduos que participaram da pesquisa foram divididos em dois grupos sendo um considerado controle (GC, n =11) que recebeu cápsulas com placebo e o grupo erva-mate (GEM, n =17) que recebeu cápsulas contendo 800mg de erva-mate (que corresponde a aproximadamente quatro cuias de chimarrão). A ingestão das cápsulas foi 40 min. antes do exercício em ambos os grupos.

Imediatamente antes do exercício, um alongamento padrão foi realizado pelos sujeitos, constituído por uma extensão de ombro com flexão de cotovelos atrás da cabeça, flexão de quadril em pé, rotação torácica e uma flexão de joelho em pé. Após o alongamento os voluntários realizaram do Teste de Cooper (COOPER, 1972)⁸, que constitui-se em correr a maior distância possível em 12min.

Antes do exercício e imediatamente após 24h após o teste foram realizadas coletas de sangue para dosar atividade antioxidante e a enzima Lactato desidrogenase (LDH) um biomarcador de lise celular.

O potencial antioxidante foi avaliado por de um ensaio espectrofotométrico, utilizando-se uma solução de 2,2 difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) 0,004% em meta-

nol (MeOH), que foi misturada à solução da amostra em análise. Após 30 minutos de reação, as absorbâncias das soluções foram determinadas em 540 nm e em espectrofotômetro Microplate Reader, Multiskan Ascent e Labsystems (EUA). A molécula radicalar DPPH apresenta absorção máxima a 540 nm e coloração violeta, que se transforma em amarela quando se reduz. Essa forma reduzida corresponde à molécula do radical livre DPPH pareado com um hidrogênio do antioxidante (DPPH-H). A descoloração resultante é estequiométrica, com o número de moléculas radicalares sequestradas.

O potencial antioxidante foi avaliado por meio de um ensaio espectrofotométrico utilizando-se uma solução de 2,2 difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) 0,004% em metanol (MeOH), que foi misturada à solução das amostras em análise.

Para realização das análises as amostras do soro foram desproteinizadas do com metanol (CH₃OH) 100%. Ao final, foi adicionado 200 mL de CH₃CN em 200 mL de soro e a mistura foi incubada por dois minutos à temperatura ambiente e centrifugada por dez minutos, 11.000 rpm, 4°C, sendo retirado 150 µL (0,15 mL) do sobrenadante, que corresponde ao soro desproteinizado. A esta fração foi adicionado 5820 µL (5,82mL) de CH₃OH e 30 µL de solução de DPPH. A mistura foi agitada em vortex, colocada em repouso à temperatura ambiente por 20 minutos, centrifugada por dez minutos e, então, submetida a 11.000 rpm a 4°C. Quatro (4) mL do sobrenadante de cada amostra foi transferido para a cubeta, sendo realizada leitura em 540 nm. A solução de referência (branco) foi constituída por 4mL de H₂O em substituição ao volume do soro sanguíneo (amostra).

A capacidade de reduzir o radical DPPH (% de Atividade Antioxidante) será calculada utilizando a seguinte equação:

Atividade Antioxidante (%) = $(A \text{ controle} - A \text{ amostra} / A \text{ controle}) \times 100$ onde:

O controle é a absorbância da solução de DPPH sem a amostra;

A amostra é a absorbância da amostra com o DPPH.

A metodologia proposta foi utilizada por Nasser et al. (2011)⁹ que avaliaram o estresse oxidativo no sangue de consumidores habituais de suco de laranja.

A valência afetiva (VA) foi determinada utilizando a Escala de Sensação de Hardy e Regeski (1989). Esse instrumento é composto por uma medida bipolar (positivo/negativo ou conforto/desconforto) em uma escala de 11 pontos (-5 até +5) de item único, com âncoras variando dos descritores verbais “Muito Bom” (+5) até “Muito Ruim” (-5).

Análise estatística

As informações obtidas da Valência afetiva foram correlacionadas com a distância percorridas pelos voluntários utilizando o teste de Correlação de Pearson. As

demais variáveis foram analisadas utilizando o Teste T de “student” pareado. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software GraphPad InStat versão 2.01 (San Diego, CA, EUA).

3. RESULTADOS

A análise dos resultados demonstra que a dosagem enzimática (LDH) realizada antes do exercício não apresentou diferença significativa entre os grupos (GC = $392 \pm 63,7$; GEM = $371 \pm 102,6$). Por outro lado, as dosagens realizadas após o exercício apontam que os indivíduos que ingeriram placebo apresentaram concentrações significativamente maiores ($p = 0,087$) de enzima no soro (GC = $445,6 \pm 109$; GEM = $364,5 \pm 55,6$), indicando que a micro lesão foi maior neste grupo. Ao analisar os resultados da distância percorrida pelos indivíduos durante o exercício se observa que, o grupo GC apresentou um percurso médio de $2.592 \pm 376,6$ metros e o GEM de $2.409 \pm 311,3$ metros, esses valores não são significativamente diferentes (Tabela 1).

Tabela 1. concentração da enzima LDH dosadas no soro e distância percorrida pelos indivíduos que participaram do estudo (n = 28).

Variáveis	Grupo Controle		Grupo Erva-mate	
	Antes	Depois	Antes	Depois
LDH (UI/L)	392 $\pm 63,7$	445,6 ± 109	371 $\pm 102,6$	364,5 $\pm 55,6$
Distância (metros)	2.592 \pm 376,6		2.409 \pm 311,3	

A Tabela 2 apresenta a atividade antioxidante dosada no soro dos indivíduos que participaram do estudo antes e após o exercício por ambos os grupos, para melhor compreensão os valores estão apresentados em porcentagem. É possível observar que o percentual de redução do grupo controle foi de 82,3% e 71,4% no GEM, indicando que neste grupo ou maior redução dos radicais livres.

Tabela 2. Atividade antioxidante dosada no soro dos indivíduos que participaram do estudo (n = 17)

Atividade Antioxidante (%)					
Grupo Controle			Grupo Erva-mate		
Antes	Depois	Percentual de redução	Antes	Depois	Percentual de redução
0,017	0,014	82,3%	0,021	0,015	71,4%

Com o intuito de observar se a ingestão do extrato da erva-mate interferia na sensação afetiva em relação realizado foi aplicado um teste de correlação, este indicou que não houve correlação entre a distância percorrida e a sensação afetiva em relação ao esforço em ambos os grupos (Figuras 1 e 2).

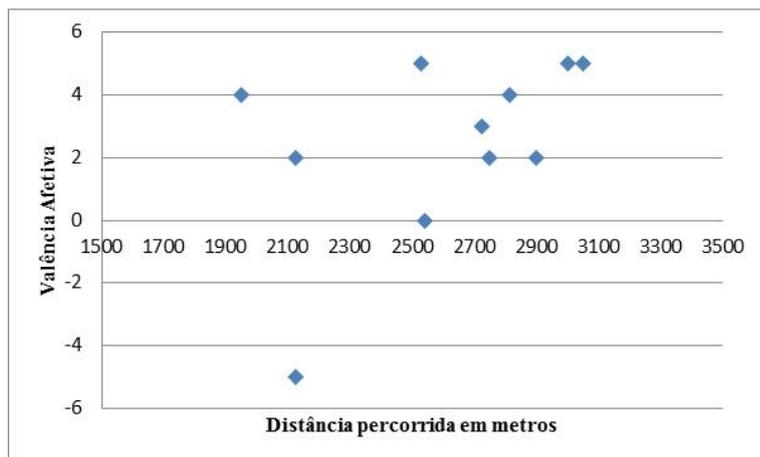


Figura 1. Correlação entre a distância percorrida e a sensação afetiva em relação ao esforço no GC (n = 11), não foi observada correlação entre as variáveis ($r = 0,46$).

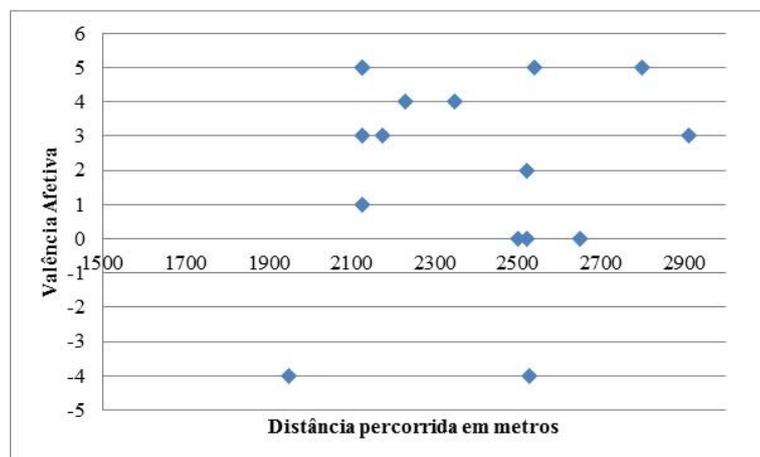


Figura 2. Correlação entre a distância percorrida e a sensação afetiva em relação ao esforço no GEM (n = 17), não foi observada correlação entre as variáveis ($r = 0,098$).

4. DISCUSSÃO

O grupo Controle apresentou mais microlesões, demonstrada pelas elevações nos níveis de desidrogenase láctica (LDH), quando comparado a grupo da Erva-mate, a distância percorrida, embora tenha sido maior neste grupo, não apresentou diferenças significativas. Embora a falta de especificidade LDH total no estabelecimento do tecido lesado esta enzima pode ser um indicador relativamente sensível para lesão tecidual da musculatura esquelética, seu valor de referência em homens e mulheres é 91 a 450 UI/L¹⁰.

No presente estudo verificamos que os valores encontrados da enzima LDH, embora elevados apresentaram-se nos limites superiores para normalidade. Estes achados corroboram com os encontrados por Mannrich (2007)¹¹ que analisou os marcadores e lesão músculo-esquelética em jogadores profissionais de futebol de uma equipe da primeira divisão em diferentes fases da

temporada.

Zoppi et al. (2003)¹² desenvolveram um estudo com o objetivo de analisar o comportamento de marcadores sanguíneos do sistema de defesa antioxidante, de ataque oxidativo, bem como dos níveis de alteração muscular ao longo de cinco meses de campeonato paulista de um time de futebol, categoria sub-20. Os marcadores de estresse oxidativo e lesão muscular analisados não mostraram alterações significativas ao longo do estudo. Esses dados sugerem que a capacidade de defesa antioxidante do organismo foi eficiente em tamponar o possível aumento na produção de radicais livres induzidos pelos treinamentos e jogos da competição, impedindo a ocorrência de lesões musculares de origem oxidativa ao longo do campeonato.

Durante o exercício físico, o consumo energético do tecido muscular pode aumentar de 20 (anaeróbio) a 50 (aeróbio) vezes. No exercício aeróbio, tanto o fluxo de oxigênio quanto o fluxo sanguíneo aumentam grandemente. Na passagem do estado de repouso para o exercício, nenhum outro tecido, é capaz de sofrer tamanha mudança quanto ao consumo de oxigênio. Assumindo que uma porcentagem fixa deste oxigênio (1% a 2%) é reduzida a radical superóxido(O₂-), a musculatura exercitada é uma fonte geradora em potencial de radicais livres (AMORIN;TIRAPEJI, 2008)¹³.

De acordo com Bloomer (2007)⁷ a formação de radicais livres pode participar dar início e progressão do dano na fibra muscular, pela promoção de diversos eventos, como a peroxidação lipídica, início de processos inflamatórios e oxidação de proteínas, tais mecanismos podem afetar tanto proteínas estruturais como contráteis e contribuir para queda da *performance* muscular. Os radicais livres podem desencadear dano muscular que está associado com aumentos dos níveis plasmáticos da enzima LDH.

Uma revisão de literatura feita por Amorin; Tirapeji (2008)¹³ esclarece que até recentemente, acreditava-se que a síntese de radicais livres na atividade física tinha apenas efeitos deletérios para o organismo. No entanto, é reconhecido que baixos níveis de radicais livres presentes na musculatura em repouso podem sinalizar etapas da contração normal. As espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio modulam vários elementos da função celular, como captação de glicose, metabolismo mitocondrial, transcrição gênica e catabolismo muscular.

Ao refletir sobre os resultados da avaliação da atividade antioxidante, o grupo que ingeriu o extrato de erva-mate apresentou maior redução nos radicais livres, isso poderia explicar o menor dano apresentado pela

célula. Possivelmente o extrato de erva-mate desencadeou um mecanismo de proteção contra dano celular causado pelos radicais livres liberados durante o exercício. Uma revisão dos estudos publicados nos últimos anos mostra que a capacidade antioxidante do plasma, bem como expressão de enzimas antioxidantes é positivamente modulada por intervenção com *Ilex paraguariensis* em estudo com humanos¹⁴.

Como já mencionado o exercício físico agudo, em função do incremento do consumo de oxigênio, promove o aumento da formação de radicais livres. No entanto, o treinamento físico promove adaptações capazes de amenizar os efeitos deletérios provocados pelos ROS. Estas adaptações estão relacionadas a uma série de sistemas, dos quais os mais importantes são os sistemas enzimáticos, compostos pela superóxido dismutase, catalase e glutatona peroxidase, e o não enzimático, composto por ceruloplasmina, hormônios sexuais, coenzima Q, ácido úrico, proteínas de choque térmico e outros. Tais adaptações, apesar das controvérsias sobre os mecanismos envolvidos, promovem maior resistência tecidual a desafios oxidativos, como aqueles proporcionados pelo exercício de alta intensidade e longa duração⁵.

De acordo com revisão feita por Cruzat *et al.* (2007)¹⁵ a frequência e a intensidade do exercício físico alteram o balanço entre pró-oxidantes e antioxidantes. Alguns autores demonstraram que de forma aguda, o músculo esquelético submetido a uma carga isolada de trabalho exaustivo produzia aumento da peroxidação lipídica e estimulava a atividade de diversas enzimas antioxidantes como a glutatona-peroxidase (GPx), superóxido-dismutase (SOD) e catalase (CAT). Segundo os autores, a síntese dessas enzimas não só indica aumento do estresse oxidativo, mas também estimula adaptações nos mecanismos de defesa antioxidante.

Os efeitos do exercício aeróbio também podem ser observados sobre os antioxidantes não enzimáticos. Alguns estudos mostram que a glutatona (GSH), principal antioxidante celular não enzimático, ou a relação entre GSH e sua forma oxidada (GSSG) podem ser reduzidas durante o exercício físico. Após exercícios intensos e prolongados, a concentração plasmática de outros antioxidantes não enzimáticos, como a vitamina E, a vitamina C e o ácido úrico, também tendem a aumentar. De forma geral, o conjunto de alterações nos antioxidantes não enzimáticos pode promover aumento na capacidade total de antioxidantes, indicando uma adaptação ao treinamento físico¹⁵.

A literatura é pobre em estudos da atividade antioxidante da erva-mate *in vivo*, Canterle (2005)¹⁶ desenvolveu um ensaio Biológico com a levedura utilizando extratos de erva-mate de diferentes regiões do Rio Grande do Sul e Santa Caterina e avaliou a atividade antioxidante com DPPH e também observou que os extratos apresentavam efeito antioxidante. Por outro no estudo

realizado por Tadashi (2013)¹⁷ com jogadoras de futebol o consumo agudo de erva mate, em forma de chá, não resultou em aumento significativo da capacidade antioxidante total.

Alguns estudos apontam que a sensação percebida em relação ao esforço esta correlacionada com a intensidade do mesmo. A escala de sensação de Hardy; Rejeski (1989)¹⁸ ainda é pouco conhecida no Brasil, para sua validação foi realizado estudos comparativos com a escala da PSE de Borg (1982)¹⁹, no qual verificaram-se correlações moderadas, podendo-se sugerir que nem sempre existe uma relação autêntica entre as sensações afetivas com a percepção do esforço.

Por ser a erva-mate primeiramente uma bebida estimulante, que elimina a fadiga, e estimula a atividade física e mental, atuando benéficamente sobre os nervos e músculos, favorecendo o trabalho intelectual²⁰. Possivelmente poderia aumentar a sensação de prazer durante o exercício, entretanto essa hipótese não foi confirmada.

5. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitem concluir que a ingestão do extrato de erva-mate 40 minutos antes do exercício agudo exibiu atividade antioxidante e demonstrou proteção ao dano celular desencadeado pelo exercício intenso o que foi demonstrado pela menor concentração da enzima biomarcadora LDH dosada no soro dos participantes.

Divido a escassez de estudo *in vivo* com extratos desta planta torna-se necessário o desenvolvimento de mais pesquisas para consolidar os achados deste estudo.

AGRADECIMENTOS:

A Universidade Paranaense – Unipar, pelo apoio financeiro;

Aos integrantes da Escola da Polícia Militar do Paraná que voluntariamente participaram do estudo.

REFERÊNCIAS

- [1] Boguszewski HJ. Uma história cultural da erva-mate: o alimento e suas representações. (Dissertação) Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2007.
- [2] Santos AK, Sossela de Freitas JR, Rapacci M, Guolo WCM. Polifenóis em chá de erva-mate. *Nutr Brasil* 2004; 3(1):47-50.
- [3] Ferreira ALA, Matsubara L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. *Rev Ass Med Brasil* 1997; 43(1): 61-81.

- [4] Maia SM. Viabilidade espermática de geração de metabólitos reativos do oxigênio (ROS) no sêmen ovino criopreservado em diluidor aditivado de lauril sulfato de sódio (OEP), trolox -C e catalase. (Tese) Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia; 2006.
- [5] Schneider DC, Reischak de Oliveira, A. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. *Rev Bras Med Esporte* 2004; 10 (4):308-13.
- [6] Ferrari BCK, Capacidade antioxidante total (CAT) em estudos clínicos, experimentais e nutricionais. *J Health Sci Inst* 2010; 28 (4):307-10.
- [7] Bloomer JR, The role of nutritional supplements in the prevention and treatment of resistance exercise induced skeletal muscle injury. *Sports Med* 2007; 37(6):519-32.
- [8] Cooper HK Capacidade aeróbica. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Fórum Editorial; 1972.
- [9] Nasser ALM., Dourado GK, Manjate DA, Carlos IZ, Cesar, TB, Avaliação do estresse oxidativo no sangue de consumidores habituais de suco de laranja. *Rev Ciênc Farm Básica Apl* 2011; 32(2):275-9.
- [10] Cosendy EA, Moraes SM, Dinis SAP, Araujo FC Avaliação Bioquímica e Hematológica da 1ª turma feminina de catetes da Força Aérea Brasileira. *Rev Brasileira de Análises clínicas* 2003; 35 (1):11-15.
- [11] Mannrich GMS. Perfil dos marcadores bioquímicos de lesões músculo esquelética relacionado ao estado psicológico em atletas profissionais de futebol (Dissertação). Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2007.
- [12] Zoppi, C. C. *et al.* Alterações em biomarcadores de estresse oxidativo defesa antioxidantes e lesão muscular em jogadores de futebol durante uma temporada competitiva. *Rev Paul Educ Fís* 2003; 17(2):119-30.
- [13] Amorin GA, Tirapeji J. Aspectos atuais da relação entre exercício físico, estresse oxidativo e magnésio. *Rev Nutr* 2008; 21(5):563-75.
- [14] Bracesco, N. et al. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. *Journal of Ethnopharmacology* 2011; 136(3):378-84.
- [15] Cruzat FV, Rogero MM, Borges CM, Tirapegui, J. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. *Rev Bras Med Esporte* 2007; 13(5): 336-42.
- [16] Canterle L. P. Erva-mate e Atividade anti-oxidante . 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, rio Grande do Sul, 2005.
- [17] Tadashi KH. Efeito da suplementação de erva mate (*Ilex paraguariensis*) sobre a capacidade antioxidante total em atletas futebolistas em teste exaustivo em esteira (Trabalho de conclusão de curso) Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2013.
- [18] Hardy CJ, Rejeski WJ. Not what, but how one feels: The measurement of affect during exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 1989; 11:204-317.
- [19] Borg G. Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido, 1ª ed. trad. Fernando Gomes do Nascimento São Paulo: Manole; 2000.
- [20] Cansian RL. Variabilidade genética e de compostos voláteis e semi-voláteis em populações nativas de *Ilex paraguariensis* (St. Hil.) do Brasil, visando a conservação da espécie. (Teste) São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2003.

