



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE ARARAQUARA**

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS



Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição

Departamento de Alimentos e Nutrição

Área de Ciências Nutricionais

BRYAN STEVE MARTINEZ GALAN

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE TAURINA E ACHOCOLATADO
SOBRE OS MARCADORES DE LESÃO MUSCULAR, RESPOSTA
INFLAMATÓRIA E DESEMPENHO FÍSICO EM TRIATLETAS**

ARARAQUARA

2016

BRYAN STEVE MARTINEZ GALAN

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE TAURINA E ACHOCOLATADO
SOBRE OS MARCADORES DE LESÃO MUSCULAR, RESPOSTA
INFLAMATÓRIA E DESEMPENHO FISICO EM TRIATLETAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Orientadora: Profa. Dra. Ellen Cristini de Freitas.

ARARAQUARA

2016

Ficha Catalográfica

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

M386e Martínez Galán, Bryan Steve
Efeitos da suplementação de taurina e achocolatado sobre os marcadores de lesão muscular, resposta inflamatória e desempenho físico em triatletas / Bryan Steve Martínez Galán – Araraquara, 2016
77 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. "Júlio de Mesquita Filho". Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição

Orientador: Ellen Cristini de Freitas

1. Taurina. 2. Triatlo. 3. Inflamação. 4. Lesão muscular. I. Freitas, Ellen Cristini de, orient. II. Título.

CAPES: 50700006

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Ellen Cristini de Freitas

Orientadora

Prof. Dr. Marcelo Papoti

Prof. Dr. Adelino Sanchez Ramos Da Silva

Dedicatória

A DEUS. Pela oportunidade de continuar cada dia com o meu caminho me dando força para assim conseguir minhas metas.

À minha família que me apoiam incondicionalmente e me ensinaram a lutar pelos meus sonhos e a ser uma pessoa respeitosa, humilde e simples!

Agradecimentos

Aos meus pais Ana e Hector, meus irmãos Julian, Laura e Diego, minha cunhada Paulina por auxiliarem sempre e apoiarem nas minhas decisões, pelo tempo, paciência e carinho que dedicaram à mim.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ellen Cristini de Freitas, pela paciência, pela sabedoria transmitida e pela confiança depositada durante estes dois anos.

À minha colega, amiga Flávia Giolo pelo apoio, incentivo, paciência, amizade em todos os momentos de preocupação, de trabalho, de pesquisa e parceria.

A Ronaldo Gobbi, Carlos Kalva, Rodrigo Leal pelo apoio, dedicação e conhecimentos transmitidos.

Aos amigos do Laboratório de Fisiologia do Exercício e Metabolismo (LAFEM-EEFERP) Carla Dato, Sara Terrazas, Milena carvalho, Gabriela Batitucci, Priscila Carvalho, Maicon Chiga, Simone Sakagute.

Aos integrantes do Grupo de Estudo em Ciências Fisiológicas e Exercício por compartilhar momentos acadêmicos e lazer como bons amigos.

Aos professores Dr. Marcelo Papoti e Dr. Adelino Sanchez pelo acolhimento, disponibilização dos laboratórios e por participar da comissão examinadora desta Tese.

Aos atletas voluntários, que doaram seu tempo e material biológico, e por sua dedicação em cumprir os protocolos da pesquisa.

Aos professores e funcionários da FCFAR-UNESP e EEFERP-USP, pelo auxílio e atenção dispensados.

Aos meus amigos e familiares que apoiaram esta causa desde longe e foram de grande ajuda em momentos difíceis.

Muchas Gracias!

*"La vida no es la que uno vivió,
sino la que uno recuerda,
y cómo la recuerda para contarla"*

Gabriel García Márquez

LISTA DE ABREVIATURAS

CDO	Cisteína Dioxigenase
CK	Creatina quinase
FC	Frequência cardíaca
FC LAN	Frequência cardíaca no limiar anaeróbio
IL-6	Interleucina-6
IMC	Índice de massa corporal
La	Lactato
LAN	Limiar anaeróbio
LDH	Lactato desidrogenase
MVA	Máxima velocidade aeróbia
NaF	Fluoreto de sódio
TNF- α	Fator de necrose tumoral- alfa
Tau	Taurina
PSE	Percepção subjetiva ao esforço
PSE LAN	Percepção subjetiva ao esforço no limiar anaeróbio
PLA	Placebo
PÓS	Após a suplementação
PRÉ	Antes da suplementação
u.a	Unidade arbitrária
VLAN	Velocidade no limiar anaeróbio
VO ₂ máx	Consumo de Oxigênio máximo

mL	Militros
mM	Mili-molar
$\Delta\%$	Porcentagem do delta
μL	Micro-litros

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1. Síntese da taurina	25
------------------------------	----

Capítulo II

Figura 1. Curva da média de lactato nos períodos suplementados com Placebo e Taurina	46
--	----

Figura 2. Comportamento da carga de treino individual dos triatletas durante cada período de suplementação	48
--	----

Figura 3. Carga do último dia de treino nos períodos suplementados relatado nos diários de treino	49
---	----

Figura 4. Concentrações de Taurina no Plasma antes e depois da suplementação de PLA e TAU.	51
--	----

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1. Desempenho no teste físico dos triatletas antes e após a 47
suplementação de Placebo e Taurina

Tabela 2. Somatória da carga total do treino para cada modalidade nos 48
períodos suplementados

Tabela 3. Marcadores de lesão muscular em triatletas antes e após a 49
suplementação de Placebo e Taurina

Tabela 4. Marcadores de inflamação antes e após a suplementação de 50
Placebo e Taurina

SUMÁRIO

RESUMO	15
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO GERAL	19
2. OBJETIVOS	22
2.1 Objetivo Geral	22
2.2 Objetivos específicos	22
Capítulo I	23
1. REVISÃO DE LITERATURA	24
1.1 Taurina	24
1.1.2 Metabolismo da taurina	24
1.1.3 Taurina e exercício	28
1.2 Triatlo e exercício de longa duração	29
1.3 Bebidas achocolatadas	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
Capítulo II	37
Artigo- Efeitos da suplementação de taurina e achocolatado sobre marcadores de lesão muscular, reposta inflamatória e desempenho físico em triatletas.	38
RESUMO	39
ABSTRACT	40
INTRODUÇÃO	41
METODOLOGIA	43
ANÁLISES ESTATÍSTICAS	45
RESULTADOS	46

DISCUSSÃO	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXO	61
APÊNDICE	65

RESUMO

INTRODUÇÃO: A taurina é um aminoácido não essencial que atua principalmente no músculo esquelético evitando lesões musculares e auxiliando no tônus muscular. Visto a importância de um aporte nutricional adequado considerando calorias, carboidratos e proteínas, a fim de maximizar a recuperação após o treino e minimizar o risco de lesões musculares, a utilização de taurina seria uma alternativa para prevenir a inflamação e danos musculares, favorecer o processo de síntese proteica e reparo muscular e consequentemente melhorar a qualidade do treino sequencial dos triatletas.

OBJETIVO: Analisar os efeitos de 8 semanas de suplementação de taurina e achocolatado sobre os marcadores de lesão muscular, resposta inflamatória e a capacidade aeróbia em triatletas. **MÉTODOS:** Foi realizado um estudo duplo cego, crossover, randomizado o qual contou com a participação de 9 triatletas da categoria de longa distância, do sexo masculino, com idade entre 25 a 35 anos. Foi realizada a suplementação de 3 gramas de taurina (TAU) ou placebo (PLA) associado a 400 ml de achocolatado de baixo teor de gordura, durante o período de 8 semanas. Foram coletadas amostras de sangue antes (Pré) e após (Pós) cada período de suplementação para quantificação de marcadores de lesão muscular como lactato desidrogenase (LDH) e creatina quinase (CK), e também de marcadores inflamatórios como fatores de necrose tumoral-alfa (TNF-alfa) e interleucina-6 (IL-6). O desempenho físico dos triatletas foi avaliado por teste de exaustão em esteira. **RESULTADOS:** Foi constatado um aumento significativo nas concentrações de CK após a suplementação taurina ($p=0,01$). Entretanto as concentrações de LDH não apresentaram diferença significativa após as suplementações realizadas (TAU

Pré; $270,13 \pm 141,3 \text{ U.L}^{-1}$ e Pós $350 \pm 186 \text{ U.L}^{-1}$); (PLA Pré $196,07 \pm 78,1 \text{ U.L}^{-1}$ e Pós $230,2 \pm 98,5 \text{ U.L}^{-1}$), assim como não foram encontradas alterações nos parâmetros de desempenho físico; limiar anaeróbio (TAU Pré $11,05 \pm 0,7 \text{ km/h}$ e Pós $11,12 \pm 0,94 \text{ km/h}$); (PLA Pré $11,1 \pm 0,8 \text{ km/h}$ e Pós $11,05 \pm 1,2$), percepção subjetiva ao esforço (TAU Pré $5 \pm 1 \text{ u.a}$ e Pós $5,7 \pm 1,3 \text{ u.a}$); (PLA Pré $4,9 \pm 1,5 \text{ u.a}$ e Pós $5,3 \pm 1,4 \text{ u.a}$), frequência cardíaca (TAU Pré $170 \pm 9,5 \text{ bpm}$ e Pós $160,4 \pm 26,01 \text{ bpm}$); (PLA Pré $167,2 \pm 10,2 \text{ bpm}$ e Pós $168,2 \pm 8,5 \text{ bpm}$), e nas concentrações de citocinas inflamatórias de IL-6 (TAU Pré ; $66,28 \pm 124,61 \text{ U.L}^{-1}$ e Pós $70,51 \pm 130,59 \text{ U.L}^{-1}$); (PLA Pré $71,39 \pm 146,26 \text{ U.L}^{-1}$ e Pós $71,43 \pm 135,54 \text{ U.L}^{-1}$), e TNF- α (TAU Pré $80,17 \pm 131,34 \text{ U.L}^{-1}$ e Pós ; $83,82 \pm 148,35 \text{ U.L}^{-1}$); (PLA Pré $90,21 \pm 149,23 \text{ U.L}^{-1}$ e Pós $76,56 \pm 131,50 \text{ U.L}^{-1}$). **CONCLUSÕES:** A suplementação de taurina não promoveu benefícios com relação aos marcadores de lesão muscular, inflamação e desempenho físico de triatletas.

Palavras-chaves: Taurina, triatlo, inflamação, lesão muscular.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Taurine is an essential amino acid that acts primarily in skeletal muscle preventing muscle damage and improving muscle tone. Given the importance of an adequate nutritional supply considering calories, carbohydrates and proteins in order to maximize recovery after training and to minimize the risk of muscle damage, the use of taurine would be an alternative to prevent the inflammation and muscle damage, favor the process of protein synthesis and muscle repair and consequently improve the quality of triathlon training. In order to verify the effects of 8 weeks of taurine and chocolate milk supplementation, markers of muscle damage and inflammatory response, and aerobic capacity were quantified in triathletes. **METHODS:** A double-blind, crossover, randomized study was conducted with 9 male long distance triathletes, aged 25-35 years. Supplementation of 3 g of taurine was performed (TAU) or placebo (PLA) associated with 400 ml low fat chocolate milk during an 8-week period. Blood samples were collected before (Pre) and after (Post) each supplementation period for quantification of markers of muscle damage: Lactate dehydrogenase (LDH), creatine kinase (CK), inflammatory markers: tumor necrosis factor- α (TNF- α) and interleukin-6 (IL-6), the physical performance of triathletes was evaluated by treadmill test until exhaustion. **RESULTS:** It was observed a significant increase in CK levels after TAU supplementation ($p = 0.01$). However, LDH concentrations did not differ significantly after the supplementations performed (TAU Pre; $270.13 \pm 141.3 \text{ UL}^{-1}$ and Post $350 \pm 186 \text{ UL}^{-1}$); (PLA Pre $196.07 \pm 78.1 \text{ UL}^{-1}$ and Post $230.2 \pm 98.5 \text{ UL}^{-1}$), and there were no changes in physical performance parameters; Anaerobic Threshold (TAU Pré $11,05 \pm 0,7 \text{ km/h}$ e Pós $11,12 \pm 0,94 \text{ km/h}$); (PLA Pré $11,1 \pm 0,8 \text{ km/h}$ e Pós

11,05±1,2), Perceived exertion (TAU Pré 5±1 u.a e Pós 5,7±1,3 u.a); (PLA Pré 4,9±1,5 u.a e Pós 5,3±1,4 u.a), (heart rate TAU pre 170± 9.5 bpm and post 160,4 ± 26.01 bpm); (PLA Pre 167.2 ± 10.2 bpm and Post 168.2 ± 8.5 bpm), and the concentrations of IL-6 (TAU Pre 66,28 ± 124,61 UL⁻¹ and Post 70,51 ± 130.59 UL⁻¹); (PLA Pre 70,39 ± 146.26 UL⁻¹ and Post 71,43 ± 135,54 UL⁻¹) and TNF-α (TAU Pre 80.17 ± 131.34 UL⁻¹ and Post 83.82 ± 148,35 UL⁻¹); (PLA Pre 90,21 ± 149,23 UL⁻¹ and Post 76,56 ± 131,50 UL⁻¹). **CONCLUSIONS:** The supplementation of taurine did not provide benefits with respect to muscle damage markers, inflammation and physical performance triathletes.

Keywords: Taurine, triathlon, inflammation, muscle damage.

1.INTRODUÇÃO

A taurina é o aminoácido intracelular mais abundante no organismo do ser humano e intervém em numerosas funções biológicas e fisiológicas (LOURENÇO e CAMILO, 2002). A síntese de taurina ocorre a partir dos aminoácidos metionina e cisteína, através de diversas reações de oxidação e transulfuração, que possuem como cofator enzimático a vitamina B6 (piridoxina). Este processo envolve duas enzimas diferentes, a primeira a cisteína-dioxigenase (CDO) responsável por promover a oxidação da cisteína em cisteína ácido sulfínico, esta sofrerá ação da cisteína ácido sulfínico descarboxilase produzindo hipotaurina, a qual será oxidada a taurina (BOUCKENOOGHE et al, 2006).

Diversos trabalhos têm demonstrado efeito ergogênico da suplementação de taurina em atletas (YATABE *et al.*, 2003; ZHANG *et al.*, 2004; AGNOLL' E ARAÚJO DE SOUZA, 2009).

Observam-se relatos na literatura, mostrando um aumento na força de contração das fibras musculares e conseqüentemente da força muscular, acreditasse que isso ocorra em resposta a um aumento da liberação Cálcio pelo retículo sarcoplasmático que induz uma maior sensibilidade do filamento contrátil (BAKKER e BERG, 2002).

De acordo com ZHANG (2004) foi realizado um estudo com uso de 6 gramas de taurina por dia, num período de sete dias por homens jovens, os quais foram submetidos a exercícios até a exaustão utilizando ciclo ergômetro. Constatou-se aumento significativo no consumo de oxigênio máximo ($VO_{2máx}$), no tempo de exaustão e na carga máxima do teste no grupo suplementado.

YATABE et al. (2003) avaliaram o efeito da suplementação de 0,5 g/kg/dia de taurina sobre a performance de ratos em exercício, comparando a um grupo placebo, durante 14 dias. Observou-se um acréscimo significativo no tempo de corrida de exaustão comparado ao o grupo placebo, mostrando uma resposta positiva na suplementação de taurina sobre a resistência física.

No entanto, AGNOLL e SOUZA (2009) não encontraram melhora no desempenho assim como alterações nos níveis de lactato sanguíneo após teste em cicloergometro iniciando a 60 rpm até esforço máximo seguindo o protocolo de Balke (1959) em indivíduos fisicamente ativos que receberam bebida contendo 2 gramas de taurina quando comparados ao grupo placebo.

Além da utilização de taurina, autores discutem a possibilidade da utilização de bebidas achocolatadas como recurso ergogênico após o treino. As bebidas achocolatadas contem carboidratos, minerais como potássio, cálcio, magnésio e também proteínas de alto valor biológico (PRITCHETT *et al.*, 2009). Ademais, os achocolatados contêm soro de leite, principal fonte de leucina, um aminoácido que participa de reações que favorecem a síntese proteica, auxiliando na construção e reparo muscular (LUNN *et al.*, 2012). E também, os leites achocolatados são palatáveis, baixo custo e de boa aceitabilidade (KARP *et al.*, 2006 ; PRITCHETT *et al.*, 2009).

Está descrito na literatura o uso deste tipo de nutriente auxiliando na realização e recuperação em atletas especialmente em exercícios extenuantes, como por exemplo, o triatlo. (NOGUEIRA e DA COSTA, 2004).

O triatlo é a modalidade desportiva que combina natação, ciclismo e corrida. Atualmente, essa modalidade esportiva é disputada em diferentes distâncias, sendo estas a “*Short Triathlon*” que é composta por 750 m natação, 20 km

ciclismo e 5 km corrida, e “*Ironman*” composta por 3,9 Km de natação, 180 km ciclismo e 42 km corrida. E ainda há a prova denominada “Olímpica”, na qual o atleta nada 1,5 km, pedala 40 km e corre 10 km (O'TOOLE *et al.*, 1989; BALIKIAN JUNIOR e DENADAI, 1999).

Existem fatores que parecem ser determinantes no desempenho do triatleta, sendo estes fisiológicos, como também do treinamento e da competição. Entre os fatores fisiológicos destacam-se elevado valor de consumo de oxigênio (SLEIVERT e ROWLANDS, 1996) e de limiar anaeróbio, evidenciando-se também a eficiência metabólica a qual se denomina economia de movimento (SCHABORT *et al.*, 2000). Quanto a os fatores relacionados ao treinamento destacam-se volume de treinamento, intensidade e os equipamentos utilizados (HENDY e BOYER, 1995). E, por último os fatores associados a competição como a tática utilizada durante a prova (DENADAI e BALIKIAN JÚNIOR, 1995; ABBISS *ET AL.*, 2006).

A prática do exercício físico de longa duração e de alta intensidade podem ocasionar desequilíbrios fisiológicos que resultarão em fadiga muscular, danos musculares e alterações na resposta inflamatória sistêmica, que tem como consequência a diminuição do rendimento físico do atleta (MARA *et al.*, 2013).

As lesões musculares, decorrentes de atividades de longa duração, como o triatlo, estão associadas ao aumento das concentrações de creatina quinase (CK), e liberação de citocinas pró-inflamatórias como interleucinas (IL6) e fator de necrose tumoral- α (TNF- α), possivelmente causando supressão do sistema imune, aumentando a suscetibilidade as infecções, especialmente no trato respiratório superior (GLEESON, 2006; MARA *et al.*, 2013)

As principais lesões musculoesqueléticas em triatletas ocorrem durante a corrida ou treino. Estas lesões são provocadas por sobrecarga no exercício, ou por aquecimento inadequado antes do treinamento ou prova. O diagnóstico da lesão muscular é constatado principalmente através da creatina quinase (CK) lactato desidrogenase (LDH) (MUSSI, 2009).

Baseado no texto descrito acima acredita-se que a suplementação de taurina associada ao achocolatado seria uma alternativa para prevenir a inflamação e danos musculares, consequentemente melhorando o desempenho dos triatletas.

2.OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente projeto de pesquisa tem como objetivo avaliar os efeitos de 8 semanas de suplementação de taurina e achocolatado sobre os marcadores de lesão muscular, resposta inflamatória e a capacidade aeróbia em triatletas.

2.1.1OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Quantificar os marcadores inflamatórios, fator de necrose tumoral-alfa (TNF-alfa) e interleucina-6 (IL-6) antes e após suplementação de taurina e achocolatado;
- Quantificar os marcadores de lesão muscular lactato desidrogenase (LDH) e creatina quinase (CK);
- Avaliar o desempenho atlético através capacidade aeróbia antes e após suplementação de taurina/placebo e achocolatado.

Capítulo 1

1.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1Taurina

1.1.2 Metabolismo da Taurina

A Taurina é um aminoácido não essencial e não é utilizado para a síntese proteica, encontrado livremente no líquido intracelular e está entre os aminoácidos livres mais abundantes nos leucócitos, cérebro, músculo esquelético, retina e coração, participando em diferentes funções fisiológicas (SHULER-LEVIS e PARK, 2003).

Considera-se um aminoácido condicionalmente indispensável para o homem, pois pode ser sintetizada a partir dos aminoácidos precursores cisteína e metionina, e pode também ser obtida diretamente da dieta, por meio do consumo de peixes e frutos do mar (LOURENÇO, 2002; HUXTABLE, 1992).

A síntese de taurina ocorre através de diversas reações enzimáticas de oxidação e transulfuração. Este processo envolve duas enzimas, a primeira é a cisteína-dioxigenase (CDO) que é responsável por promover a oxidação da cisteína em cisteína ácido sulfínico, que posteriormente será descarboxilada pela enzima cisteína-ácido sulfínico descarboxilase (CSAD) e convertida à taurina (Figura 1). Essas reações dependem da participação da vitamina B6 (piridoxina) como co-fator enzimático (GANONG,1993; BOUCKENOOGHE et al, 2006).

As enzimas CDO e CSAD são encontradas em maior concentração no fígado e sistema nervoso central, sendo estes os principais locais de síntese de taurina, contudo, estas enzimas já foram encontradas em outros tecidos como

no tecido adiposo branco, rins e testículos, sugerindo outros locais de síntese (BOUCKNOOGHE et al, 2006).

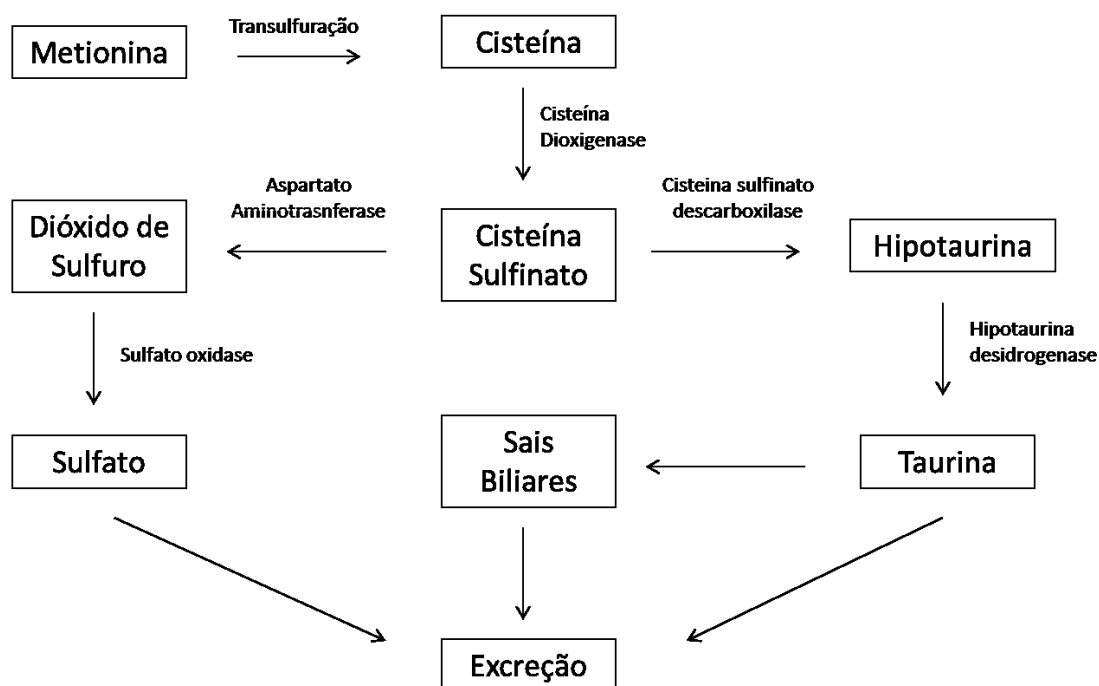


Figura 1. Síntese da taurina. Adaptado de HUXTABE (1992).

Outra via para a síntese de taurina, é através da quebra da coenzima A resultando em cisteína, a qual será oxidada em hipotaurina pela enzima cisteína dioxigenase, e posteriormente resultará na síntese de taurina (DOMINY et al, 2007). Quanto ao metabolismo de taurina, seu transporte na corrente sanguínea depende do transportador TauT, e é modulado pelas enzimas proteína quinase C (PKC) a qual inibe o transporte, e a enzima quinase A (PKA), que estimula ou inibe o transporte, dependendo do tecido, sendo que ambas são enzimas sensíveis a concentração de cálcio celular (HAN et al, 2006; LAMBERT, 2014). Sua absorção é mediada por íons sódio e cloro, ocorrendo no trato gastrointestinal, em especial no intestino delgado, e de maneira mais lenta no intestino grosso (TOMEI, 2003).

A concentração plasmática de taurina varia de 5 a 50 mM, sendo que nos tecidos metabolicamente mais ativos a concentração é maior, no tecido muscular sua concentração chega a 70% do teor total de taurina corporal (HUXTAGE, 1992).

Nos seres humanos, a atividade das enzimas necessárias para a síntese desse aminoácido é baixa quando comparado a outros mamíferos, o que torna esse aminoácido semi-essencial, porém é essencial durante o desenvolvimento fetal, fazendo-se necessário sua obtenção via alimentação (CHESNEY, 1990). A baixa concentração de taurina plasmática no lactente tem sido associada a comprometimento no desenvolvimento mental (HEIRD 2004).

A deficiência geral de taurina está relacionada com diversas patologias, como degeneração da retina, retardo de crescimento, cardiomiopatia, principalmente quando ocorre a privação desse aminoácido durante a fase de desenvolvimento (CHESNEY, 1990).

A taurina tem sido utilizada clinicamente em diversos tratamentos como doenças cardiovasculares, hipercolesterolemia, epilepsia, doenças hepáticas, alcoolismo, doença de Alzheimer e outras desordens degenerativas (STURMAN, 1993). Além disso, pode-se destacar outras funções benéficas à saúde tais como efeito antioxidante (SCHAFER et al. 2009), regulação da glicemia e melhora resistência a insulina em ratos (TSUBOYAMA- KASAOKA et al, 2006), redução de depósitos de gordura em ratos (NARDELI et al, 2011), prevenção de obesidade (TSUBOYAMA – KASAOKA et al, 2006) e aumento do desempenho físico (ZHANG, 2004).

Esse aminoácido tem sido considerado um potente antioxidante, estando relacionado com a sua capacidade de neutralizar o ácido hipocloroso (HOCL),

um composto altamente oxidante, em hipotaurina, que está relacionado com a regulação de células próinflamatórias (SCHULLER-LEVIS, 2004), e também em diminuir a formação dos radicais livres (BALKAN et al, 2001).

DEVI et al (2009) estudaram o efeito de detoxificação da taurina em ratos submetidos ao consumo de 6g/kg/dia de álcool. Os animais receberam água adicionada de taurina a 2% e foi verificado redução da atividade das enzimas álcool e aldeído desidrogenase, minimizando o dano hepático proveniente da ingestão alcoólica.

Em seu estudo de revisão de DE LA PUERTA et al (2010) mostram a importância da taurina no tratamento de diabetes, devido à sua atividade antioxidante, antiinflamatória, osmoregulatória e seus efeitos na homeostase da glicose.

No estudo TSUBOYAMA-KASAOKA et al (2006), ratos obesos foram suplementados com taurina e foi verificado um aumento dos níveis do fator coativador de transcrição gênica de PGC- α proteína que tem um a função de modular os genes relacionados com o metabolismo dos carboidratos e os ácidos graxos entre outras funções e receptores ativados por proliferador de peroxissomo (PPAR), ligados diretamente ao aumento do gasto energético e biogênese mitocondrial. E também foi observado diminuição no tamanho dos adipócitos através de corte histológico, sugerindo que a taurina seja promissora no tratamento da obesidade.

Corroborando com os resultados do estudo anterior, CAO et al (2014) suplementaram ratos obesos com 0,2 g/kg de taurina por 5 semanas e verificaram que a taurina diminuiu de forma significativa o peso corporal, triglicerídeo (TG) e lipoproteína de baixa densidade (LDL) com isso

apresentando uma melhora no metabolismo lipídico, reverteu danos hepáticos, aumentou o gasto energético, indicando que a taurina tenha efeito antiobesogênico. Diante do exposto acima, observa-se que diversos são os estudos que mostram efeitos benéficos com o uso da taurina na saúde humana.

1.1.3 Taurina e exercício

Tem sido observada na literatura a ação da taurina na homeostase do cálcio, micronutriente importante na contração muscular (SCHAFFER, 2010). A taurina promove o aumento da liberação do cálcio pelo retículo sarcoplasmático resultando em uma maior sensibilidade do filamento contrátil, o que favorece a contração muscular (BAKKER e BERG, 2002).

No estudo de GEIB et al (1994), foi oferecido 500 ml de bebida energética contendo taurina para 10 atletas de *endurance* e foi realizado um teste incremental em cicloergômetro submáximo a 70% do $VO_{2\text{máx}}$. Após a suplementação, constatou-se o aumento significativo no tempo de exaustão, diminuição da produção de catecolaminas e melhora no desempenho físico, atribuindo esses resultados a economia cardíaca e o efeito inotrópico positivo da taurina, possivelmente isso ocorra em função do aumento da concentração de cálcio nas proteínas contráteis.

Nesse sentido vários estudos mostram que o conteúdo de taurina no músculo esquelético difere-se em relação ao tipo de fibra muscular, sendo maior em fibras lentas (tipo I) do que em fibras de contração rápidas (tipo 2) podendo ser mais efetiva em exercícios de longa duração (ISHIKURA et al, 2011).

ZHANG et al (2004) suplementaram atletas de ciclismo por sete dias, e verificaram que a taurina aumentou significativamente o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máx}}$) e o tempo para atingir a exaustão, e além disso, houve diminuição nos danos do DNA. Estes resultados foram atribuídos à capacidade antioxidante da taurina, pois é sabe-se que a fadiga muscular coincide com o aumento de espécies reativas de oxigênio (EROs). O estudo de Balshaw et al (2012), um estudo duplo-cego randomizado, investigou o efeito da ingestão aguda de 1 g de taurina em corredores 2 horas antes de um teste de 3 km e foi verificado aumento significativo no desempenho desses atletas.

Além disso, RUTHERFORD et al (2010) demonstraram que a suplementação aguda de 1,66 g de taurina diluída em uma bebida de baixa caloria, uma hora antes da realização do exercício prolongado em atletas de ciclismo, resultou em um aumento de 16% na oxidação de gordura corporal quando comparado com o grupo placebo. Estes resultados indicam que a taurina favoreceu a utilização de gordura como substrato energético durante o esforço, os autores esclarecem que esta ação está relacionada a capacidade da taurina de estimular a ativação das enzimas adenilato ciclase e AMPc, os quais participam da regulação da lipólise.

1.2 Triatlo exercício de longa duração

A prática de exercício físico prolongado de alta intensidade podem causar alterações orgânicas que resultarão em fadiga muscular, danos musculares e alterações na resposta inflamatória sistêmica, que tem como consequência a diminuição do rendimento físico do atleta (MARA *et al.*, 2013).

Entre os exercícios prolongados, destaca-se o triatlo, que é um esporte composto pelas modalidades de natação, corrida e ciclismo, e é considerado um esporte com intensidades de moderada a alta, pois o tempo de duração de uma prova pode ser superior a quatro horas (KREIDER,1991; HAWLEY e HOPKINS, 1992).

Entre as provas de triatlo pode-se destacar as de meia distância (1,9 km de natação, 90 km de ciclismo, 21,1 km de corrida) e distância completa como *Ironman* (3,8 km de natação, 180 km de ciclismo, 42,2 km de corrida). A duração das provas de meio Ironman estão entre 3,8 a 7 horas, já as provas de *Ironman* têm duração de 8 a 17 horas, dependendo da capacidade física de cada atleta (LAURSEN e RHODES, 2001).

Atividades de longa duração e de alta intensidade (80% da frequência cardíaca máxima, segundo LAURSEN et al (2005) exigem gastos energéticos elevados, o que provoca aumento da temperatura central, podendo ocasionar danos musculares e uma alta incidência de câibras musculares (LAURSEN, 2011). As lesões musculares, decorrentes de atividades de longa duração, como o triatlo, estão associadas ao aumento das concentrações de creatina quinase (CK), e liberação de citocinas pró-inflamatórias como interleucinas (IL) e fator de necrose tumoral- α (TNF- α), e consequente modulação do sistema imune, podendo ocasionar maior suscetibilidade as infecções, principalmente no trato respiratório (GLEESON, 2006).

Existem fatores que parecem ser determinantes no desempenho do triatleta, sendo estes fatores fisiológicos, de treinamento ou competição. Entre os fatores fisiológicos destacam-se elevado valor de consumo de oxigênio (SLEIVERT e ROWLANDS, 1996) e de limiar anaeróbio, a eficiência

metabólica a qual resulta em eficiência do movimento (SCHABORT et al, 2000). Nos fatores ligados ao treinamento estão presentes como importantes o volume de treinamento, intensidade e os equipamentos utilizados (HENDY e BOYER, 1995). E por último estão presentes os fatores associados à competição, como a tática utilizada durante a prova (DENADAI e BALIKIAN JUNIOR, 1995; ABBISS et al, 2006).

1.3 Bebidas achocolatadas

Têm se discutido atualmente a possibilidade da utilização de bebidas achocolatadas como recurso ergogênico após o treino, visto que bebidas achocolatadas contém carboidratos, minerais como potássio, cálcio, magnésio e também proteínas de alto valor biológico (PRITCHETT et al, 2009). Os achocolatados contém soro de leite, o qual é composto por leucina, aminoácido que favorece a síntese proteica, auxiliando na construção e reparo muscular (LUNN *et al.*, 2012). Além disso, os leites achocolatados são palatáveis, de baixo custo e de boa aceitabilidade (KARP *et al.*, 2006; PRITCHETT *et al.*, 2009), e contém nutrientes específicos do leite que não estão presentes na maioria das bebidas esportivas, podendo contribuir na recuperação de atletas que praticam esportes de longa duração, como exemplo o triatlo.

Baseado nas evidências com relação aos benefícios do uso de taurina para a prevenção de danos inflamatórios e oxidativos, e da utilização de achocolatado como recurso ergogênico após o treino, acredita-se que a suplementação de taurina associada ao achocolatado seria uma alternativa para prevenir a inflamação e danos musculares, consequentemente melhorar o desempenho dos triatletas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOURENÇO R, CAMILO M. E. Taurine: a conditionally essential amino acid in humans? An overview in health and disease. *Nutr Hosp*, v.17, p.262-270, 2002.

SCHULLER-LEVIS, G.B, PARK, E. Taurine: new implications for an old amino acid. *FEMS Microbiology Letters*. v. 226, p.195-202, 2003.

HUXTABLE R.J. The physiological actions of taurine. *Physiol. Rev.* 72: 101–163, 1992.

KENDLER B.S. Taurine: An overview of its role in preventive medicine. *Preventive Medicine*, v.18, p. 79-100, 1989

ABBISS, C. R. et al. Dynamic pacing strategies during the cycle phase of an Ironman triathlon. *Med Sci Sports Exerc*, v. 38, n. 4, p. 726-34, 2006.

AGNOL DALL', T.; ARAÚJO DE SOUZA, P. F. Efeitos Fisiológicos Agudos da Taurina Contida em uma Bebida Energética em Indivíduos Fisicamente Ativos. Niteroi: *Rev Bras Med Esporte*. 15: 123-126 p. 2009.

BAKKER, A. J.; BERG, H. M. Effect of taurine on sarcoplasmic reticulum function and force in skinned fast-twitch skeletal muscle fibres of the rat. *J Physiol*, v. 538, n. Pt 1, p. 185-94, 2002.

BELLI, D. C. Taurine and TPN solutions? Nutrition, v. 10, n. 1, p. 82-4, 1994.

BOUCKENOOOGHE, T.; REMACLE, C.; REUSENS, B. Is taurine a functional nutrient? Curr Opin Clin Nutr Metab Care, v. 9, n. 6, p. 728-33, Nov 2006.

DENADAI, B. S.; BALIKIAN JUNIOR, P. Relação Entre Limiar Anaeróbio e Performanceno Short Triathlon: Revista Brasileira de Educação Física e Esporte. 9 1995.

DOMINY, J. E. ET AL. Discovery and characterization of a second mammalian thiol dioxygenase, cysteamine dioxygenase. J Biol Chem, v. 282, n. 35, p. 25189-98, Aug 2007.

GAULL, G. E. Taurine in pediatric nutrition: review and update. Pediatrics, v. 83, n. 3, p. 433-42, Mar 1989.

GLEESON, M. Immune system adaptation in elite athletes. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, v. 9, n. 6, p. 659-65, Nov 2006.

HENDY, H. M.; BOYER, B. J. Specificity in the relationship between training and performance in triathlons. Percept Mot Skills, v. 81, n. 3 Pt 2, p. 1231-40, Dec 1995.

HUXTABLE, R. J. Physiological actions of taurine. Physiol Rev, v. 72, n. 1, p. 101-63, Jan 1992.

KARP, J. R. et al. Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, v. 16, n. 1, p. 78-91, Feb 2006.

KENDLER, B. S. Taurine: an overview of its role in preventive medicine. *Prev Med*, v. 18, n. 1, p. 79-100, Jan 1989.

LOURENCO, R.; CAMILO, M. E. Taurine: a conditionally essential amino acid in humans? An overview in health and disease. *Nutr Hosp*, v. 17, n. 6, p. 262-70, Nov-Dec 2002.

LUNN, W. R. et al. Chocolate Milk and Endurance Exercise Recovery: Protein Balance, Glycogen, and Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 44, n. 4, p. 682-691, 2012. ISSN 4.

MARA, L. et al. Dano muscular e perfil imunológico no triatlo ironman Brasil. São paulo: *Rev Bras Med Esporte*. 19: 236-240 p. 2013.

PRITCHETT, K. et al. Acute effects of chocolate milk and a commercial recovery beverage on postexercise recovery indices and endurance cycling performance. *Appl Physiol Nutr Metab*, v. 34, n. 6, p. 1017-22, Dec 2009.

SCHABORT, E. J. et al. Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. *Med Sci Sports Exerc*, v. 32, n. 4, p. 844-9, Apr 2000.

SCHULLER-LEVIS, G. B.; PARK, E. Taurine: new implications for an old amino acid. *FEMS Microbiol Lett*, v. 226, n. 2, p. 195-202, Sep 2003.

SLEIVERT, G. G.; ROWLANDS, D. S. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Med*, v. 22, n. 1, p. 8-18, Jul 1996.

YATABE, Y. et al. Effects of taurine administration in rat skeletal muscles on exercise. *J Orthop Sci*, v. 8, n. 3, p. 415-9, 2003.

ZHANG, M. et al. Beneficial effects of taurine on serum lipids in overweight or obese non-diabetic subjects. *Amino Acids*, v. 26, n. 3, p. 267-71, Jun 2004.

KREIDER RB. Physiological considerations of ultraendurance performance. *Int J Sport Nutr*. Mar;1(1):3-27, 1991.

HAWLEY JA, HOPKINS WG. Aerobic glycolytic and aerobic lipolytic power systems. A new paradigm with implications for endurance and ultraendurance events. *Sports Med*. 19(4):240-50, Apr, 1995.

LAURSEN PB, RHODES EC. Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon. *Sports Med*. 31(3):195-209, 2001.

LAURSEN PB, KNEZ WL, SHING CM, LANGILL RH, RHODES EC, JENKINS DG. Relationship between laboratory-measured variables and heart rate during an ultra-endurance triathlon. *J Sports Sci*.;23(10):1111-20, Oct, 2005.

LAURSEN PB. Long distance triathlon: demands, preparation and performance.
Journal of human sport & exercise; v6, 2011.

GANONG, W.F. Fisiologia Médica. 17.ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do
Brasil, 1993.

Capítulo 2

Artigo: Efeitos da suplementação de taurina e achocolatado sobre os marcadores de lesão muscular, resposta inflamatória e desempenho físico em triatletas.

Autores: Bryan Steve Martínez Galan¹, Flávia Giolo de Carvalho¹, Priscila Carvalho dos Santos¹, Ronaldo Bucken Gobbi², Carlos Kalva Filho³, Marcelo Papoti⁴, Ellen Cristini de Freitas⁴.

Afiliação:

¹Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCF UNESP/Araraquara-SP, Brasil.

²Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – IB UNESP/Rio Claro - SP, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional – Universidade de São Paulo - FMRP, Brasil.

⁴Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP, Brasil.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A taurina é um aminoácido não essencial que atua principalmente no músculo esquelético evitando lesões musculares e auxiliando no tônus muscular. Visto a importância de um aporte nutricional adequado considerando calorias, carboidratos e proteínas, a fim de maximizar a recuperação após o treino e minimizar o risco de lesões musculares, a utilização de taurina seria uma alternativa para prevenir a inflamação e danos musculares, favorecer o processo de síntese proteica e reparo muscular e consequentemente melhorar a qualidade do treino sequencial dos triatletas.

OBJETIVO: Analisar os efeitos de 8 semanas de suplementação de taurina e achocolatado sobre os marcadores de lesão muscular, resposta inflamatória e a capacidade aeróbia em triatletas.

MÉTODOS: Foi realizado um estudo duplo cego, crossover, randomizado, o qual contou com a participação de 9 triatletas da categoria de longa distância, do sexo masculino, com idade entre 25 a 35 anos. Foi realizada a suplementação de 3 gramas de taurina (TAU) ou placebo (PLA) associado a 400 ml de achocolatado de baixo teor de gordura, durante o período de 8 semanas. Foram coletadas amostras de sangue antes (Pré) e após (Pós) cada período de suplementação para quantificação de marcadores de lesão muscular como lactato desidrogenase (LDH) e creatina quinase (CK), e também de marcadores inflamatórios como fatores de necrose tumoral-alfa (TNF-alfa) e interleucina-6 (IL-6). O desempenho físico dos triatletas foi avaliado por teste de exaustão em esteira.

RESULTADOS: Foi constatado um aumento significativo nas concentrações de CK após a suplementação taurina ($p=0,01$). Entretanto as concentrações de LDH não apresentaram diferença significativa após as suplementações realizadas (TAU Pré; $270,13 \pm 141,3 \text{ U.L}^{-1}$ e Pós $350 \pm 186 \text{ U.L}^{-1}$); (PLA Pré $196,07 \pm 78,1 \text{ U.L}^{-1}$ e Pós $230,2 \pm 98,5 \text{ U.L}^{-1}$), assim como não foram encontradas alterações nos parâmetros de desempenho físico; limiar anaeróbio (TAU Pré $11,05 \pm 0,7 \text{ km/h}$ e Pós $11,12 \pm 0,94 \text{ km/h}$); (PLA Pré $11,1 \pm 0,8 \text{ km/h}$ e Pós $11,05 \pm 1,2$), percepção subjetiva ao esforço (TAU Pré $5 \pm 1 \text{ u.a}$ e Pós $5,7 \pm 1,3 \text{ u.a}$); (PLA Pré $4,9 \pm 1,5 \text{ u.a}$ e Pós $5,3 \pm 1,4 \text{ u.a}$), frequência cardíaca (TAU Pré $170 \pm 9,5 \text{ bpm}$ e Pós $160,4 \pm 26,01 \text{ bpm}$); (PLA Pré $167,2 \pm 10,2 \text{ bpm}$ e Pós $168,2 \pm 8,5 \text{ bpm}$), e nas concentrações de citocinas inflamatórias de IL-6 (TAU Pré ; $66,28 \pm 124,61$

pg/mL e Pós 70,51±130,59 pg/mL); (PLA Pré 71,39±146,26 pg/mL e Pós 71,43±135,54 pg/mL), e TNF- α (TAU Pré 80,17±131,34 pg/mL e Pós 83,82±148,35 pg/mL); (PLA Pré 90,21±149,23 pg/mL e Pós 76,56±131,50 pg/mL). **CONCLUSÕES:** A suplementação de taurina não promoveu benefícios com relação aos marcadores de lesão muscular, inflamação e desempenho físico de triatletas.

Palavras-chaves: Taurina, triatlo, inflamação, lesão muscular.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Taurine is a semi-essential amino acid that acts primarily in skeletal muscles preventing damage, inflammation and improving muscle tone. Since adequate nutritional intake, with adequate amount of calories, carbohydrates and proteins, is very important in order to maximize the recovery process after training and minimize the risk of muscle damage, taurine might be beneficial for athletes, improving performance. **PURPOSE:** In order to verify, the effects of a 8-week taurine and chocolate milk supplementation in triathletes, we identified markers of muscle damage, inflammatory response and physical performance. **METHODS:** A double-blind, crossover, randomized study was conducted with 9 long-distance male triathletes (aged 25-35 years) assigned to two groups consecutively: Taurine (3g) Supplementation group (TAU, n =9) for the first 8 weeks and then to the placebo group (PLA, n = 9) for 8 weeks for a total of 16 weeks. Both groups received low fat chocolate milk during the entire study. Blood samples were collected before (Pre) and after (Post) each supplementation period for markers of muscle damage: lactate dehydrogenase (LDH) and creatine kinase (CK) and inflammatory markers: tumor necrosis factor- α (TNF- α) and interleukin-6 (IL-6). The physical performance of triathletes was evaluated on a treadmill until exhaustion was reached. **RESULTS:** A significant increase in CK levels after TAU supplementation ($p = 0.01$) was observed. However, LDH concentrations did not differ significantly after the supplementations (TAU Pré; $270.13 \pm 141.3 \text{ UL}^{-1}$ and Post $350 \pm 186 \text{ UL}^{-1}$); (PLA Pré $196.07 \pm 78.1 \text{ UL}^{-1}$ and Post $230.2 \pm 98.5 \text{ UL}^{-1}$), and there were no changes in physical performance parameters, Anaerobic Threshold (TAU Pré $11,05 \pm 0,7 \text{ km/h}$ e Pós $11,12 \pm 0,94 \text{ km/h}$); (PLA Pré $11,1 \pm 0,8 \text{ km/h}$ e Post

11,05±1,2), Perceived exertion (TAU Pre 5±1 u.a e Post 5,7±1,3 u.a); (PLA Pre 4,9±1,5 u.a e Post 5,3±1,4 u.a), Heart rate (TAU pre 170± 9.5 bpm and post 160,4 ± 26.01 bpm); (PLA Pre 167.2 ± 10.2 bpm and Post 168.2 ± 8.5 bpm), and the concentrations of IL-6 (TAU Pre 66,28 ± 124,61 pg/mL and Post 70,51 ± 130.59 pg/mL); (PLA Pre 70,39 ± 146.26 pg/mL and Post 71,43 ± 135,54 pg/mL) and TNF- α (TAU Pre 80.17 ± 131.34 pg/mL and Post 83.82 ± 148,35 pg/mL); (PLA Pre 90,21 ± 149,23 pg/mL and Post 76,56 ± 131,50 pg/mL).

CONCLUSIONS: Taurine supplementation did not change markers of muscle damage, inflammation, and physical performance in triathletes.

Keywords: Taurine, triathlon, inflammation, muscle damage.

INTRODUÇÃO

A prática de exercícios de longa duração e de alta intensidade como o triatlo, podem ocasionar desequilíbrios fisiológicos que resultarão em fadiga muscular, danos musculares e alterações na resposta inflamatória sistêmica, que tem como consequência a diminuição do rendimento físico do atleta (MARA *et al*, 2013).

As lesões musculares decorrentes de atividades de longa duração estão associadas ao aumento das concentrações de creatina quinase (CK) e liberação de citocinas pró-inflamatórias como interleucinas (IL-6) e fator de necrose tumoral- α (TNF- α), as quais podem ocasionar supressão do sistema imune e aumentar à suscetibilidade as infecções, especialmente no trato respiratório superior (GLEESON, 2006; MARA *et al*, 2013).

Visando prevenir lesões musculares e também auxiliar na recuperação após o treino de atletas, pesquisadores da área de nutrição esportiva tem investigado a importância tanto do consumo calórico total e aporte de

macronutrientes adequado quanto da utilização de nutrientes específicos, como por exemplo a taurina (NOGUEIRA e DA COSTA, 2004).

A taurina é um aminoácido que apresenta diversas funções biológicas e fisiológicas (Lourenço e Camilo, 2002), destacando-se ações anti-inflamatórias e anti-oxidantes (SCHAFFER et al. 2009), sendo que estas ações estão relacionadas à presença de um ácido sulfônico em sua estrutura química. Esta característica faz com que a taurina seja capaz de converter compostos altamente tóxicos em composto menos lesivos, como exemplo a conversão de ácido hipocloroso em taurina cloramina, além de atuar como sequestrador de radicais livres (SCHULLER-LEVIS e PARK, 2003).

Diversos estudos têm demonstrado efeitos ergogênicos da suplementação de taurina em atletas (YATABE *et al.*, 2003; Zhang *Et Al.*, 2004; AGNOL DALL' E ARAÚJO DE SOUZA, 2009), como exemplo o aumento de força de contração muscular por favorecimento do influxo de cálcio para o retículo sarcoplasmático (BAKKER e BERG, 2002); aumento no consumo de oxigênio máximo, no tempo para atingir a exaustão e na carga máxima suportada em homens jovens após a suplementação de 6 gramas de taurina durante o período de sete dias (ZHANG et al, 2004), e melhora na performance de ratos após a suplementação de 0,5 g/kg/dia de taurina durante 14 dias (YATABE et al, 2003).

Além da utilização de nutrientes específicos, têm se discutido atualmente a possibilidade da utilização de bebidas achocolatadas como recurso ergogênico após o treino, visto que bebidas achocolatadas contém carboidratos, minerais como potássio, cálcio, magnésio e também proteínas de alto valor biológico (PRITCHETT et al, 2009). Além disso, contém nutrientes específicos do leite que não estão presentes na maioria das bebidas esportivas, podendo contribuir na recuperação de atletas que praticam esportes de longa duração, como exemplo o triatlo (KARP *et al.*, 2006; PRITCHETT *et al.*, 2009).

Baseado nas evidências com relação aos benefícios do uso de taurina para a prevenção de danos inflamatórios e oxidativos, e da utilização de achocolatado como recurso ergogênico após o treino, acredita-se que a suplementação de taurina associada ao achocolatado após o treino seria uma alternativa para prevenir a inflamação e danos musculares, consequentemente melhorar o desempenho dos triatletas.

METODOLOGIA

Indivíduos

Participaram do estudo 9 triatletas amadores com idade de $30 \pm 4,6$ anos integrantes de uma equipe de triatlo de Ribeirão Preto, os quais realizavam diariamente três horas de treino variando entre as modalidades de corrida, natação ou ciclismo, sendo estes praticantes regulares de triatlo por pelo menos dois anos. Eram atletas amadores, pois as intensidades eram baixas comparadas com intensidades dos atletas profissionais e não existe dedicação exclusiva ao esporte. Foram excluídos da pesquisa indivíduos que apresentaram lesões musculares, doenças cardiovasculares ou intolerância a lactose. Inicialmente o estudo contou com 18 triatletas, no entanto foi concluído com 9, pois alguns triatletas apresentaram lesões musculares, problemas de saúde e outros não seguiram o protocolo de suplementação adequadamente.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo, número do CAAE 42975615.5.0000.5659.

Desenho do estudo

Foi realizado um estudo randomizado, duplo-cego, *crossover*, com 2 semanas de “*wash out*”, no qual os voluntários receberam 3 gramas de taurina ou placebo em cápsulas e 200 mL de achocolatado pronto para beber logo após, ou no máximo 30 minutos após o treino; e após uma hora da finalização do treino, os indivíduos consumiram mais 200 mL de achocolatado, durante o período de 8 semanas. A taurina foi obtida da empresa Ajinomoto (Taurina 99% pura, Ajinomoto CO., INC., Limeira, SP, Brasil), e as cápsulas foram produzidas na farmácia do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo (USP) - Ribeirão Preto.

O primeiro momento de avaliação, ou período “Basal 1”, foi feito antes de iniciar a temporada de treinamento pré-competição. A partir deste momento iniciou-se a suplementação de taurina ou placebo, e achocolatado pronto para beber. O segundo momento de avaliação, denominado “T1”, ocorreu após oito (8) semanas de treino e de suplementação descrita acima. Posteriormente, realizou-se o “*wash out*” de duas (2) semanas isentas de suplementos nutricionais e placebo, e em seguida começou a segunda fase de

suplementação de taurina ou placebo, conforme sorteio (estudo duplo-cego), e achocolatado pronto para beber, os quais foram denominados “Basal 2” e “T2”, terceiro e quarto momento de avaliação, respectivamente.

Os voluntários compareceram em jejum para as coletas de sangue nos períodos Basal1, T1; Basal 2 e T2.

Análises de sangue

A dosagem de creatina quinase (CK Total) e lactato desidrogenase (LDH) foram realizadas utilizando-se o kit específico de Creatina quinase e lactato desidrogenase (Vida Biotecnologia Blister®), utilizando-se reação colorimétrica em espectrofotômetro. As dosagens dos marcadores inflamatórios fator de necrose tumoral-alfa (TNF-alfa) e interleucina-6 (IL-6) foram determinadas por LUMINEX_ xMAP_ technique (Luminex Corporation, Austin, TX, USA) usando kit Multiplex MILLIPLEX _ xMAP_ HMH-34 K (Millipore Company, Billerica, MA, USA).

Avaliação do desempenho físico

Os participantes foram submetidos a um teste progressivo em esteira ergométrica com velocidade inicial de 8 km.h⁻¹, inclinação constante de 1%, com incrementos de 1 km.h⁻¹ a cada três minutos nos quatro momentos de avaliação. O teste foi realizado até a exaustão voluntária do participante. A frequência cardíaca (FC) foi monitorada durante todo o teste (Polar®, S810i). Ao final de cada estágio, amostras sanguíneas foram coletadas (25µL) do lóbulo da orelha e mantidas em tubos tipo eppendorf (1mL) contendo 50µL de fluoreto de sódio (NaF 1%). Foram então armazenadas em freezer a -80 °C para posterior determinação das concentrações sanguíneas de lactato [La-] (Czuba *et al*, 2009).

As amostras de sangue obtidas nos testes de capacidade aeróbia foram analisadas em lactímetro (Yellow Spring Instruments, modelo YSI-2300) para determinação da concentração de lactato sanguíneo.

Intensidade do limiar anaeróbio foi determinada usando o método D-max, onde os pontos foram obtidos através da velocidade (km⁻¹), a relação da concentração de lactato foi ajustada linear e polinomial, a maior distância entre

estes dois ajustamentos correspondeu à intensidade limiar anaeróbico (CZUBA, et al., 2009).

A velocidade máxima aeróbia ($V_{\text{máx}}$) foi determinada como no último estágio completo durante o protocolo incremental. Quando necessária, a fórmula Kuipers (KUIPERS *et al.*, 1985) foi utilizada para ajustar a velocidade máxima aeróbia ($VO_{2\text{máx}}$).

Diários de treino

Os atletas foram monitorados durante os períodos de suplementação através de diários de treino no qual os atletas registravam a carga e a modalidade de treino realizado. Avaliou-se a percepção subjetiva do esforço (PSE) usando-se a escala de Foster et al (1996, 2001), método que permite calcular a magnitude da carga interna através da associação da intensidade com a duração do treinamento. Os resultados obtidos por meio dos diários de treino foram usados para avaliar a carga total do treino durante o período experimental, sendo denominado como somatória, permitindo a visualização da alternância e distribuição das cargas. Além da somatória da carga, foi calculada a monotonia das cargas através da média da somatória da carga dividido pelo desvio padrão; ($\text{Monotonia} = \text{Somatória} \div \text{DP}$) e a densidade das cargas por médio da multiplicação da monotonia pela somatória das cargas: $\text{Densidade} = \text{Monotonia} \times \text{Somatória}$ (FOSTER, 1998).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Inicialmente todas as variáveis foram examinadas pelo teste de normalidade Shapiro Wilk, sendo realizado teste T pareado para os dados que apresentavam normalidade e teste de Wilcoxon quando não apresentavam normalidade. Os resultados de caracterização dos triatletas foram expressos em média $\pm$ desvio padrão e as porcentagens de diferença entre os tratamentos realizados ($\Delta\%$ Pós-Pré, taurina ou placebo) foram testadas por teste T para dados pareados e não pareados.

As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o software SPSS versão 20.0 e os resultados foram apresentados em média $\pm$ desvio padrão, com um nível de significância de 5% ($p < 0.05$).

RESULTADOS

As características dos participantes foram apresentadas em média $\pm$ desvio padrão: idade 30 ± 4.6 anos, peso 77.45 ± 2.4 kg, altura 179.0 ± 0.01 cm.

A figura 1 apresenta a curva da média de lactato encontrada nos quatro momentos de avaliação, não apresentando diferenças significativas entre os períodos analisados.

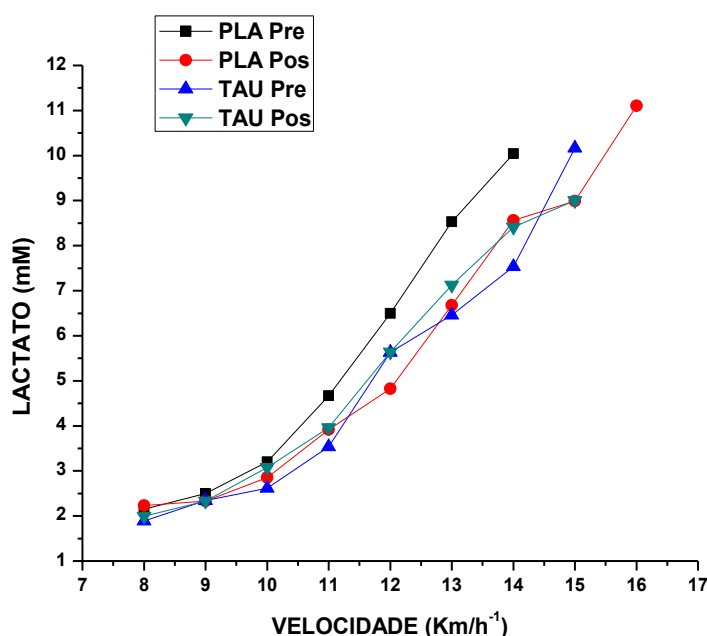


Figura 1. Comportamento da concentração de lactato durante o teste físico até exaustão, (PLA Pré e Pós;TAU Pré e Pós).

Os resultados sobre o desempenho no teste físico apresentam-se na Tabela 1. Não foram observadas diferenças significativas nas variáveis analisadas no período pré suplementação de Placebo (PLA) ou Taurina (TAU), assim como no período pós de PLA e TAU.

Tabela 1. Desempenho no teste físico de triatletas antes e após a suplementação de Placebo e Taurina (n=9).

Medidas	PLA	TAU
---------	-----	-----

	Δ %			Δ %		
	(Pós-pré)			(Pós-Pré)		
	Pré	Pós		Pré	Pós	
VLAN (km.h ⁻¹)	11,2±0,8	11,1±1,2	-0,8	11,05±0,7	11,12±0,9	0,5
MVA (km.h ⁻¹)	13,5±1,2	13,4±1,4	-0,8	13,3±0,93	13,4±0,93	0,5
PSE Lan (u.a)	4,9±1,5	5,3±1,4	6,0	5±1	5,7±1,3	17,7
F.CLan (bpm)	167,2±10,2	168,2±8,5	1,4	170±9,5	160,4±26,01	-6,0

Nota: PLA: suplementação de placebo e achocolatado; TAU: suplementação de taurina e achocolatado; Pré: antes da suplementação; Pós: após a suplementação; VLAN: Velocidade no limiar anaeróbio; MVA: Máxima velocidade aeróbia; PSE Lan: Percepção subjetiva ao esforço no limiar anaeróbio; F.CLan: Frequência cardíaca no limiar anaeróbio. Valores Pré e Pós apresentados em média±desvio padrão. Test T pareado intra grupo, teste T não pareado entre grupos, $p < 0,05$.

Como forma de monitorar a carga de treinamento físico durante o período de realização do estudo foram utilizados diários de treino, através dos quais se verificou que não houve diferenças significativas em ambos os grupos ao avaliar a somatória ($p=0,957$), monotonia ($p=0,403$) e densidade ($p=0,383$) dos treinos durante os períodos de suplementação.

A tabela 2 apresenta a carga total de treino desenvolvida para cada modalidade esportiva realizada durante o período de suplementação de PLA ou TAU, assim como a diferença entre as cargas para cada período ($\Delta\%$ TAU-PLA). Não foram encontradas diferenças significativas entre as cargas desenvolvidas entre os períodos.

Tabela 2. Carga total do treino para cada modalidade nos períodos suplementados. (n=9).

Modalidade	PLA	TAU	$\Delta\%$ TAU-PLA
Natação (UA)	541,73±269,08	602,29±283,93	11,18
Ciclismo (UA)	1691,06±1663,98	1377,49±648,87	-18,54
Corrida (UA)	631,40±186,24	686,92±384,27	8,79

Nota: PLA: suplementação de placebo e achocolatado; TAU: suplementação de taurina e achocolatado; Pré: antes da suplementação; Pós: após a suplementação; Valores apresentados em média±desvio padrão

Da mesma maneira foi analisado o comportamento da carga de cada indivíduo nos períodos suplementados, podendo-se observar que, individualmente, a carga desenvolvida foi semelhante (figura 2).

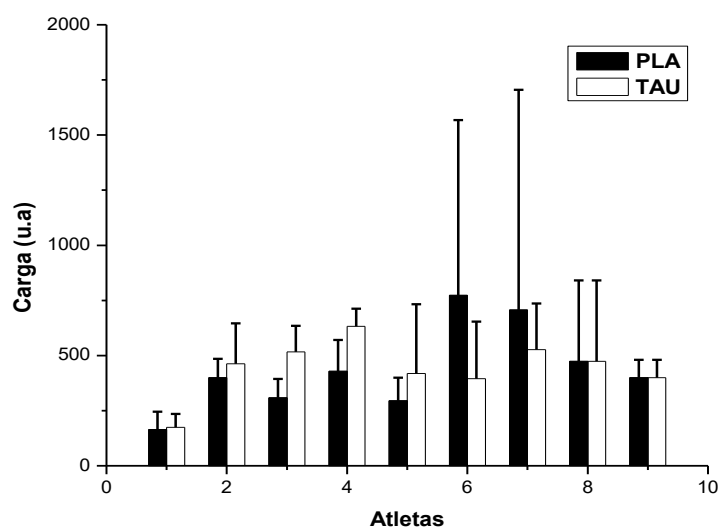


Figura 2. Comportamento da carga de treino individual dos triatletas durante os períodos de suplementação.

A figura 3 demonstra o comportamento da carga do treino no último dia de suplementação, na qual pode-se observar que ocorreu aumento não significativo da carga no período de suplementação de taurina.

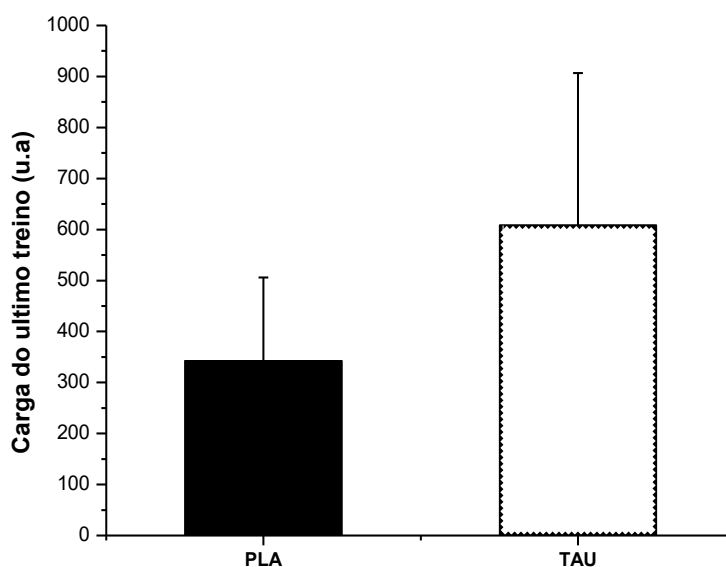


Figura 3 . Carga do último dia de treino nos períodos suplementados relatados nos diários de treino.

Quanto aos marcadores de lesão muscular, constatou-se aumento nas concentrações de CK nos período suplementados PLA e TAU. Apesar de ter sido observado um aumento de CK de 56,6% no período PLA, constatou-se diferença significativa ($p=0,05$) apenas no grupo TAU. No entanto, quando analisada a concentração de LDH, nos períodos propostos pelo estudo, não encontrou-se diferença significativa em nenhum dos grupos no período Pós suplementação.

Tabela 3. Marcadores de lesão muscular em triatletas antes e após a suplementação ($n=9$).

Medidas	PLA			TAU		
	Pré	Pós	$\Delta \%$ (Pós-Pré)	Pré	Pós	$\Delta \%$ (Pós-Pré)
CK (U.L^{-1})	100,9 $\pm$ 69,8	129,6 $\pm$ 72,3	56,6	94,8 $\pm$ 98,6	201,8 $\pm$ 73,4*	230,8♦
LDH (U.L^{-1})	196,07 $\pm$ 78,1	230,2 $\pm$ 98,5	37,6	270,13 $\pm$ 141,3	350 $\pm$ 186	40,1

Nota: PLA: suplementação de placebo e achocolatado; TAU: suplementação de taurina e

achocolatado; Pré: antes da suplementação; Pós: após a suplementação; CK: Creatina quinase; LDH: Lactato desidrogenase. Valores Pré e Pós, apresentados em média±desvio padrão. *Diferença significativa comparado com o Pré TAU. ♦Diferença significativa comparado com o período PLA.

Quanto aos marcadores inflamatórios (IL-6 e TNF- α), não foram encontradas diferenças significativas (Tabela 4) nos quatro momentos de avaliação e a porcentagem de variação ($\Delta\%$ Pós-Pré).

Tabela 4. Marcadores inflamatórios de triatletas antes e após a suplementação de Placebo e Taurina (n=9).

Medidas	PLA			TAU		
	Pré	Pós	$\Delta\%$ (Pós-Pré)	Pré	Pós	$\Delta\%$ (Pós-Pré)
IL-6 (U.L ⁻¹)	71,4±146,2	71,4±135,5	0,05	66,3±124,6	70,51±130,5	6,37
TNF- α (U.L ⁻¹)	90,2±149,2	76,56±131,5	-15,13	80,2±131,3	83,82±148,3	4,54

Nota: PLA: suplementação de placebo e achocolatado; TAU: suplementação de taurina e achocolatado; Pré: antes da suplementação; Pós: após a suplementação; IL-6: Interleucina-6; TNF α : Fator de necrose tumoral- α . Valores Pré e Pós, apresentados em média±desvio padrão.

As variações nas concentrações de taurina no plasma sanguíneo nos quarto períodos antes e depois da suplementação de TAU e PLA apresentam-se na figura 4.

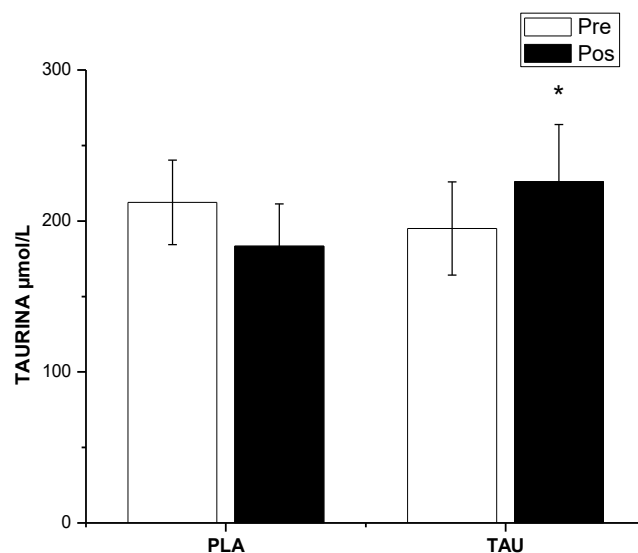


Figura 4. Concentrações de Taurina no Plasma antes e depois da suplementação. PLA: suplementação de placebo e achocolatado; TAU: suplementação de taurina e achocolatado.

DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da suplementação de taurina e achocolatado sobre os marcadores de lesão muscular, reposta inflamatória e desempenho físico em triatletas. Foi analisada a velocidade no limiar anaeróbio durante um teste incremental em esteira, e observou-se que ambos os grupos TAU e PLA não apresentaram diferenças significativas quando comparado com o período Pré e Pós suplementação, assim como não foram observadas alterações para as variáveis de frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço e velocidade aeróbia máxima.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Rutherford et al (2010) que avaliou o efeito da suplementação de três tipos de bebidas (bebida contendo 1,6 g de taurina, bebida controle ou bebida placebo) sobre o tempo de execução, frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço para realização de uma prova contra-relógio TT (5 kJ de carga/kg peso corporal o mais rápido possível), não obtendo diferença significativa entre os três grupos, no entanto, observaram aumento na oxidação de gorduras corporal de 16%. Da mesma maneira Astorino *et al* (2012) avaliaram o efeito de uma bebida contendo 1 g taurina e outra placebo onde avaliando-se os mesmos

parâmetros de percepção subjetiva ao esforço e frequência cardíaca durante um teste físico de oito *sprints* e não observou-se diferença significativa.

Corroborando com os dados do presente estudo Agnol Dall' e Araújo De Souza (2009) avaliaram o efeito da suplementação de 2 g de taurina em uma bebida energética durante um teste incremental até exaustão em ciclo ergômetro observando-se que não houve diferença significativa no tempo de execução da prova, frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço, concluindo-se que a taurina não beneficiou o desempenho dos atletas.

Como forma de monitorar as cargas de treinamento dos atletas foi utilizado diário de treino, sendo constatado um volume do treino semelhante entre os grupos. O monitoramento do treino através da PSE, análise das cargas e de outros indicadores de intensidade do exercício, como consumo de oxigênio, frequência cardíaca e concentração de lactato, são essenciais para avaliar a resposta do atleta aos treinamentos, visto que a pouca variabilidade das cargas aumentam a monotonia dos treinos, podendo comprometer as adaptações ao treinamento físico, e ainda provocar *overtraining* (Nakamura et al 2010).

No presente estudo, ao analisar as cargas de treinamento por modalidade, em cada período de suplementação, apesar de não significativa, constatou-se uma maior predominância de treinos de ciclismo e corrida (tabela 2), e ao avaliar as cargas geral de treino por atleta por período (Figura 2), nas três modalidades, não foram encontradas diferenças significativas .

Contudo, ao avaliar o comportamento das cargas do último dia de treino (figura 3) observou-se que a carga de treino do período TAU foi 56,3% superior ao período PLA. Estes resultados justificam as concentrações superiores de CK no período pós suplementação de TAU, visto que períodos de treinos com cargas elevadas e alto nível de monotonia podem provocar lesões musculares (FOSTER, 1998) e aumentar as concentrações de CK e LDH no sangue.

Quanto aos marcadores de lesão muscular, o presente estudo constatou um aumento significativo dos níveis de CK apenas no período pós-suplementação de TAU. Entretanto, os níveis de LDH não apresentaram diferença nos períodos analisados em ambos os grupos. Atribuem-se os resultados encontrados possivelmente ao período de intenso e constante

treinamento em que se encontravam os triatletas e à carga de treino do último dia, conforme abordado previamente.

De acordo com Ehlers et al (2002) e Koch et al (2014) as concentrações de CK refletem o nível de treinamento e a intensidade do esforço desenvolvido, além disso, pode-se observar o pico máximo de concentração 48 horas após a realização de exercício físico de moderado à intenso. Tal fato justifica os resultados encontrados no presente estudo visto que não foi solicitado aos triatletas a realização de pausa no treinamento no dia anterior às avaliações previstas neste estudo, desta forma, a carga de treino pode ter interferido nos resultados encontrados.

Com relação aos marcadores de inflamação não foram encontradas alterações significativas em ambos os grupos e esses resultados podem estar associados a intensidade da carga que manteve-se constante ao longo do período do estudo, sendo que a intensidade do exercício pode interferir diretamente no *status* inflamatório devido à ativação de *heat shock proteins (HPS)* (Jeukendrup et al 2000; Suzuki et al 2006). Estudos que avaliaram as respostas das citocinas ao exercício de *endurance* mostraram que eventos de longa duração como ultramaratonas e *Ironman* podem alterar consideravelmente as concentrações de IL-6 (Suzuki et al 2006; Nieman et al 2005), porém não apresentaram alterações significativas nas concentrações de TNF- α (Jeukendrup et al 2000; Suzuki et al 2006; Nieman et al 2005).

No presente estudo observaram se diferenças significativas nas concentrações de taurina no plasma após a suplementação entre os períodos PLA e TAU.

Baseado nos resultados do presente estudo pode-se concluir que a suplementação de taurina associada ao achocolatado por um período de 8 semanas não resultou em alterações significativas na performance dos triatletas, bem como não promoveu benefícios com relação aos marcadores de lesão muscular e inflamatória, assim como não foi eficiente em prevenir danos referentes ao aumento significativo da carga de treino.

Por isso discuta-se a possível utilização de uma dosagem maior de taurina para a melhora das variáveis analisadas, sabendo que a demanda energética de esportistas é maior principalmente em triatletas e em provas de longa duração, porém precisam se mais estudos para verificar a hipótese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBISS, C. R. et al. Dynamic pacing strategies during the cycle phase of an Ironman triathlon. *Med Sci Sports Exerc*, v. 38, n. 4, p. 726-34, 2006.

AGNOL DALL', T.; ARAÚJO DE SOUZA, P. F. Efeitos Fisiológicos Agudos da Taurina Contida em uma Bebida Energética em Indivíduos Fisicamente Ativos. Niteroi: *Rev Bras Med Esporte*. 15: 123-126, 2009.

ASTORINO, T. A. et al. Effects of red bull energy drink on repeated sprint performance in women athletes. *Amino Acids*, v. 42, n. 5, p. 1803-8, 2012.

BAKKER, A. J.; BERG, H. M. Effect of taurine on sarcoplasmic reticulum function and force in skinned fast-twitch skeletal muscle fibres of the rat. *J Physiol*, v. 538, n. Pt 1, p. 185-94, 2002.

BALIKIAN JUNIOR, P.; DENADAI, B. S. RESPOSTA METABÓLICA E CARDIOVASCULAR DURANTE O TRIATLO DE MEIO IRONMAN: RELAÇÃO COM A PERFORMANCE: *Motriz*. 1: 44-51, 1999.

BOUCKENOOGHE, T.; REMACLE, C.; REUSENS, B. Is taurine a functional nutrient? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, v. 9, n. 6, p. 728-33, 2006.

CHENG, B. et al. A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. *Int J Sports Med*, v. 13, n. 7, p. 518-22, 1992.

CZUBA, M. et al. Lactate Threshold (D-Max Method) and Maximal Lactate Steady State in Cyclists: Journal of Human Kinetics. 21: 49-56, 2009.

DENADAI, B. S.; BALIKIAN JUNIOR, P. Relação Entre Limiar Anaeróbio e Performanceno Short Triathlon: Revista Brasileira de Educação Física e Esporte. 9 1995.

EHLERS, G. G.; BALL, T. E.; LISTON, L. Creatine Kinase Levels are Elevated During 2-A-Day Practices in Collegiate Football Players. J Athl Train, v. 37, n. 2, p. 151-156, 2002.

FOSTER, C. et al. A new approach to monitoring exercise training. Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign, v. 15, no. 1, p. 109-115, 2001.

FOSTER, C. et al. Athletic performance in relation to training load. Wisconsin Medical Journal, Madison, v. 95, no. 6, p. 370-374, 1996.

GLEESON, M. Biochemical and immunological markers of over-training. J Sports Sci Med, v. 1, n. 2, p. 31-41, 2002.

Immune system adaptation in elite athletes. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, v. 9, n. 6, p. 659-65, 2006.

HENDY, H. M.; BOYER, B. J. Specificity in the relationship between training and performance in triathlons. Percept Mot Skills, v. 81, n. 3 Pt 2, p. 1231-40, 1995.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Use of RPE-based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc*, v. 36, n. 6, p. 1042-7, 2004.

IVY, J. L. et al. Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, v. 13, n. 3, p. 382-95, 2003.

KARP, J. R. et al. Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, v. 16, n. 1, p. 78-91, 2006.

KERKSICK, C. et al. International Society of Sports Nutrition position stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr*, v. 5, p. 17, 2008.

KOCH, A. J.; PEREIRA, R.; MACHADO, M. The creatine kinase response to resistance exercise. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, v. 14, n. 1, p. 68-77, 2014.

KUIPERS, H. et al. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. *Int J Sports Med*, v. 6, n. 4, p. 197-201, 1985.

LOURENCO, R.; CAMILO, M. E. Taurine: a conditionally essential amino acid in humans? An overview in health and disease. *Nutr Hosp*, v. 17, n. 6, p. 262-70, 2002.

LUNN, W. R. et al. Chocolate Milk and Endurance Exercise Recovery: Protein Balance, Glycogen, and Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 44, n. 4, p. 682-691, 2012.

MARA, L. et al. Dano muscular e perfil imunológico no triatlo ironman Brasil. São paulo: *Rev Bras Med Esporte*. 19: 236-240, 2013.

MUSSI, C. Efeito do exercício sobre os níveis sanguíneos de proteínas marcadoras de lesão muscular e da proteína S100B em atletas treinados. 2009.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *Maringa: R. da educação física*. 21: 1-11, 2010.

NOGUEIRA, J. A.; DA COSTA, T. H. Nutrient intake and eating habits of triathletes on a Brazilian diet. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, v. 14, n. 6, p. 684-97, 2004.

O'TOOLE, M. L. et al. Overuse injuries in ultraendurance triathletes. *Am J Sports Med*, v. 17, n. 4, p. 514-8, 1989.

PRITCHETT, K. et al. Acute effects of chocolate milk and a commercial recovery beverage on postexercise recovery indices and endurance cycling performance. *Appl Physiol Nutr Metab*, v. 34, n. 6, p. 1017-22, 2009.

RUTHERFORD, J. A.; SPRIET, L. L.; STELLINGWERFF, T. The effect of acute taurine ingestion on endurance performance and metabolism in well-trained cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, v. 20, n. 4, p. 322-9, 2010.

SCHABORT, E. J. et al. Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. *Med Sci Sports Exerc*, v. 32, n. 4, p. 844-9, 2000.

SLEIVERT, G. G.; ROWLANDS, D. S. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Med*, v. 22, n. 1, p. 8-18, 1996.

YATABE, Y. et al. Effects of taurine administration in rat skeletal muscles on exercise. *J Orthop Sci*, v. 8, n. 3, p. 415-9, 2003.

ZHANG, M. et al. Role of taurine supplementation to prevent exercise-induced oxidative stress in healthy young men. *Amino Acids*, v. 26, n. 2, p. 203-7, 2004.

KARP, J.R.; JOHNSTON, J.D.; TECKLENBURG, S.; MICKLEBOROUGH, T. D.; FLY, A. D.; STAGER, J. M. Chocolate Milk as a Post-Exercise Recovery Aid. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. v.16, p. 78-91, 2006.

LUNN WR, PASIAKOS SM, COLLETTTO MR, KARFONTA KE, CARBONE JW, ANDERSON JM, RODRIGUEZ NR. Chocolate milk and endurance exercise recovery: protein balance, glycogen, and performance. 2012.

NOGUEIRA, J.A.; DA COSTA, T. H. Nutrient intake and eating habits of triathletes on a Brazilian diet. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* v.14, n.6, p.684-697, 2004.

PRITCHETT, K.; BISHOP, P.; PRITCHETT, R.; GREEN, M.; KATICA, C. Acute effects of chocolate milk and a commercial recovery beverage on postexercise recovery indices and endurance cycling performance. *Appl Physiol Nutr Metab.*v.34, p.1017-1022, 2009.

SCHAFFER, S. W.; JONG, C. J.; RAMILA, K. C.; AZUMA, J. Physiological roles of taurine in heart and muscle. *J Biomed Sci.* v. 17, s.1, p. S2, 2010.

SCHULLER-LEVIS GB, PARK E. Taurine: new implications for an old amino acid. *FEMS Microbiol Lett.* v.226, n. 2, p. 195-202, 2003.

ZHANG, M.; IZUMI, I.; KAGAMIMORI, S.; SOKEJIMA, S.; YAMAGAMI, T.; LIU, Z.; QI, B. Role of taurine supplementation to prevent exercise-induced oxidative stress in healthy young men. *Amino Acids.*v.26, p. 203-207, 2004.

PEREIRA, J.C;SILVA, R.G; FERNANDES, A.A; MARINS, J.C.B. Efeito da ingestão de taurina no desempenho físico: uma revisão sistemática. *Rev. Andal Med Deporte.* V. 3, p. 156-162, 2010.

JEUKENDRUP, A.E, VET-JOOP K; STURK A, STEGEN J, SENDEN J, SARIS W.H.M, WAGENMAKERS A.J.M Relationship between gastro-intestinal

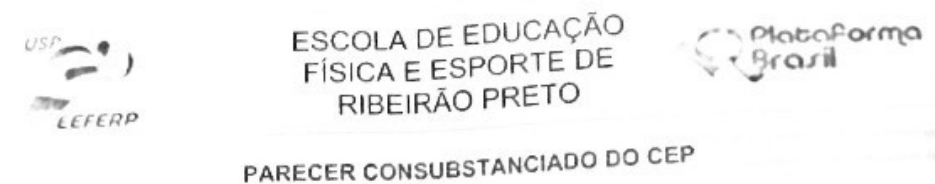
complaints and endotoxaemia, cytokine release and the acute-phase reaction during and after a long distance triathlon in highly trained men. Clin Sci V.98 p.47–55, 2000

NIEMAN D.C; DUMKE C.L, HENSON D.A, MCANULTY S.R, GROSS S.J, LIND R.H. Muscle damage is linked to cytokine changes following a 160 km race. Brain Behav Immun V.19 p.398–403. 2005.

SUZUKI, K; PEAKE, J; NOSAKA, K; OKUTSU, M; ABBIS, C.R; SURRIANO, R; BISHOP, D; QUOD, M.J; LEE, H; MARTIN, D.T; LAURSEN, P.B. Changes in markers of muscle damage, inflammation and HSP70 after an Ironman triathlon race. Eur J Appl Physiol. V. 98. p.525-534. 2006.

ANEXOS

Anexo 1. Cópia da aprovação do trabalho no Comitê de Ética em Pesquisa da
EEFERP-USP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE TAURINA E ACHOCOLATADO SOBRE OS MARCADORES DE LESÃO MUSCULAR, REPOSTA INFLAMATÓRIA E CAPACIDADE AERÓBIA EM TRIATLETAS.

Pesquisador: Ellen Cristini de Freitas

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 42975615.5.0000.5659

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.224.558

Apresentação do Projeto:

Vide parecer anterior.

Objetivo da Pesquisa:

Vide parecer anterior.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Vide parecer anterior.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Vide parecer anterior.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados de forma adequada.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto encontra-se APROVADO para execução. Pedimos atenção aos seguintes itens:

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3315-0494

CEP: 14.040-907

E-mail: cep90@usp.br

PRG
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
EEFERP-USP

Página 01 de 03



ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO



Continuação do Parecer: 1.224.558

- 1) De acordo com a Resolução CNS n.º 466/2012, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais (parciais e final, em função da duração da pesquisa);
- 2) Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada. Neste caso, o pesquisador deve aguardar nova aprovação do CEP para realizar os procedimentos de acordo com as mudanças solicitadas;
- 3) Sobre o TCLE: caso o termo tenha DUAS páginas ou mais, lembramos que no momento da sua assinatura, tanto o participante da pesquisa (ou seu representante legal) quanto o pesquisador responsável deverão RUBRICAR todas as folhas, colocando as assinaturas na última página;
- 4) Caso haja instituição(ões) coparticipante(s) no projeto, atender a solicitação da carta n.º 0212/CONEP/CNS, de 21 de outubro de 2010.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .docx	10/03/2015 15:30:08		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROYETO PESQUISA.docx	11/03/2015 18:01:20		Aceito
Folha de Rosto	folha rosto.jpg	16/03/2015 18:46:36		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO PESQUISA 28 07 2015.docx	30/07/2015 16:19:46		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 28 07 2015.docx	30/07/2015 16:20:08		Aceito
Outros	DIAÁRIO DE TREINO E TABELA DE FOSTER.docx	30/07/2015 16:24:38		Aceito
Outros	Carta para comite de etica 28 07 2015[1].docx	12/08/2015 11:18:02		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_PESQUISA_11_09_2015.docx	11/09/2015 20:23:06	Ellen Cristini de Freitas	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido_11_09_2015.docx	11/09/2015 20:26:09	Ellen Cristini de Freitas	Aceito

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

CEP: 14.040-907

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3315-0494

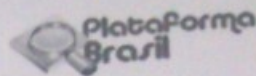
E-mail: cep90@usp.br

CEP 90
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
EEFERP-USP

Página 02 de 03



ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO



Continuação do Parecer: 1.224.558

Ausência	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Escelido_11_09_2015.docx	11/09/2015 20:26:09	Ellen Cristini de Freitas	Aceito
Outros	Carta_para_comite_de_etica_11_09_2015.docx	11/09/2015 20:26:41	Ellen Cristini de Freitas	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_480057.pdf	11/09/2015 20:29:42		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIBEIRÃO PRETO, 11 de Setembro de 2015

Carlos Roberto Bueno Júnior

Assinado por:

Carlos Roberto Bueno Júnior
(Coordenador)

Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
EEFERP-USP

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

UF: SP

Telefone: (16)3315-0494

CEP: 14.040-907

Município: RIBEIRÃO PRETO

E-mail: cep90@usp.br

APÊNDICE

Anexo 2. Termo de consentimento livre esclarecido

Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome da pesquisa – “Efeitos da suplementação de taurina e achocolatado sobre os marcadores de lesão muscular, reposta inflamatória e capacidade aeróbia em triatletas”.

Prof^a. Dr^a. Ellen Cristini de Freitas – Docente responsável/ e-mail: ellenfreitas@usp.br

Av. Bandeirantes, 3900 - Monte Alegre, CEP:14049-907, Ribeirão Preto/SP , Telefone: (16) 3315-0445; telefone pessoal (16) 981560770.

Leia com bastante atenção as explicações abaixo:

Visto a importância de um aporte nutricional adequado considerando calorias, carboidratos e proteínas, a fim de maximizar a recuperação após o treino e minimizar o risco de lesões musculares, atletas estão utilizando cada vez mais ajudas nutricionais para minimizar lesões e ajudar no desempenho físico, a utilização de taurina associada ao achocolatado possivelmente seja uma alternativa para prevenir a inflamação e danos musculares, favorecer o processo de síntese proteica e reparo muscular e consequentemente melhorar a qualidade do treino sequencial dos triatletas. Nesse contexto, a pesquisa intitulada **“Efeitos da suplementação de Taurina e achocolatado sobre os marcadores de lesão muscular, reposta inflamatória e capacidade aeróbia em triatletas”** tem como objetivo analisar os efeitos de 16 semanas de suplementação de taurina e achocolatado sobre os marcadores de lesão muscular

(creatina quinase e lactato desidrogenase), resposta inflamatória e a capacidade aeróbia em triatletas. Além dos possíveis benefícios citados acima, os atletas terão aceso a todos os resultados das suas avaliações.

Os voluntários serão submetidos às seguintes avaliações nas dependências da Escola de Educação física e Esporte de Ribeirão Preto - EEFERP - USP:

1. Serão coletadas amostras de sangue nos quatro momentos da pesquisa, para análises de lesão muscular, lactato desidrogenase (LDH), creatina quinase (CK), os marcadores inflamatórios, necrose tumoral-alfa (TNF-alfa) e interleucina-6 (IL-6).
2. Será submetido ao teste incremental na esteira para avaliar a capacidade aeróbia, que consiste na realização de esforços progressivos de 3 minutos em 3 minutos até exaustão, aumentando a velocidade da esteira 1 km/h ao finalizar cada estágio de 3 minutos, terá intervalos somente para coleta de amostras sanguíneas no lóbulo da orelha, antes e após a suplementação nas duas diferentes fases da pesquisa. Serão coletadas amostras de sangue para análise da capacidade aeróbia dos triatletas através da análise do lactato, para isso será coletado sangue do lóbulo da orelha totalizando 1 mL de sangue o que equivale a 1/3 da colher de café. Este teste incremental terá uma duração aproximada de 30 minutos.
3. Em casos de intolerância à lactose, o atleta não poderá participar do estudo.
4. Você não deverá fazer uso de uma superdosagem de taurina acima do recomendado nesta pesquisa, isso não irá aumentar os resultados esperados, no entanto, caso ocorra esse fato, o excesso dos metabólitos de aminoácidos serão excretados na urina.
5. Será realizada a suplementação nutricional diária com 3 cápsulas contendo 1 grama de taurina ou placebo, totalizando 3 gramas por dia. O achocolatado deverá ser consumido em duas etapas, 200 ml de achocolatado pronto para beber logo após, ou no máximo 30 minutos após o treino, e 200 ml após uma hora da finalização do treino.

6. Como forma de monitorar a utilização de taurina e o consumo do achocolatado, será realizado contato telefônico aos atletas.
7. O protocolo terá 2 momentos, o primeiro com a suplementação de taurina ou placebo e o segundo momento com a suplementação de taurina ou placebo, tendo um intervalo de duas semanas sem suplementação entre os dois momentos. Serão coletadas 4 amostras de sangue, a primeira sem suplementação e após 8 semanas será coletada a segunda amostra de sangue após a primeira suplementação, posteriormente terá 2 semanas de “wash out” continuando com mais uma terceira coleta de sangue antes da suplementação do segundo momento, 8 semanas depois dessa segunda suplementação terá a quarta coleta de sangue. Da mesma maneira será realizado o teste incremental e a coleta de sangue para análises de lactato.

Ao participar dessa pesquisa você poderá sentir um pequeno desconforto resultante da coleta de sangue. Não existem riscos previsíveis.

Não terá nenhuma despesa ao participar desse estudo, mas caso seja necessário terá o reembolso para eventuais despesas tais como transporte e alimentação, assim como haverá indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa de acordo com as leis vigentes.

Sua participação não é obrigatória. Você participa apenas se tiver interesse e disponibilidade.

Durante a pesquisa você poderá desistir a qualquer momento.

Os resultados obtidos com a pesquisa serão mostrados em congressos e serão publicados em revistas científicas, mas o seu nome não será divulgado de maneira nenhuma, ninguém vai saber que aqueles resultados são seus, garantindo assim sua privacidade. Seu nome não será divulgado para outras pessoas, de forma que sua identidade será mantida em segredo.

É importante salientar que uma via do presente documento irá ficar com você e uma segunda via será arquivada junto aos documentos do projeto a ser desenvolvido pelos pesquisadores, portanto você deverá efetuar duas assinaturas.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome da pesquisa – “Efeitos da suplementação de taurina e achocolatado sobre os marcadores de lesão muscular, reposta inflamatória e capacidade aeróbia em triatletas”.

Você poderá tirar dúvidas e receber esclarecimentos sobre os resultados da pesquisa a qualquer momento com a pesquisadora responsável Profa. Dra. Ellen Cristini de Freitas (16) 3315-0345, 16-981560770 da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP-USP).

Eu _____, RG _____, Estado
Civil _____, Idade _____ anos, Residente na
_____, nº _____, Bairro _____, Cidade
_____, Telefone _____.

Ribeirão Preto, de _____ de 2014.

Participante

Profª Dra Ellen Cristini de Freitas

Av. Bandeirantes, 3900 - Monte Alegre

CEP: 14049-907 Ribeirão Preto/SP

Telefone: (16) 3315-0345

Email: ellenfreitas@usp.br

Para notificação de qualquer situação, relacionada com a ética, que não puder ser resolvida pelos pesquisadores deve-se entrar em contato com a:

Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto-USP

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP - EEFERP - USP

Avenida dos Bandeirantes, 3900 – CEP: 14040-907 - Ribeirão Preto - SP

Fones: (16) 3315-0494

e-mail: cep90@usp.br

Homepage: <http://www.eeferp.usp.br/>

Anexo 3. Tabela de Foster e diário de treino**TABELA DE FOSTER**

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
0	REPOUSO
1	MUITO FÁCIL
2	FÁCIL
3	MODERADO
4	POUCO DIFÍCIL
5	DIFÍCIL
6	
7	MUITO DIFÍCIL
8	
9	
10	MÁXIMO

DIÁRIO DE TREINO DE TRIATLO



**Projeto "Efeitos da suplementação de Taurina e
Achocolatado em Triatletas"**

Responsáveis: Profa. Dra. Ellen Cristini de Freitas EEFERP USP

Bryan Martinez Galan FCFAR UNESP

DIÁRIO DE TREINO

DATA	HORÁRIO DE INICIO	MODALIDADE	DURAÇÃO	O QUE FOI REALIZADO ?	FOSTER
1. Você está sentindo alguma dor? Onde? Especifique					
2. Você tem percebido melhora no treinamento?					
3. Você está com alguma dificuldade que possa influenciar seu rendimento?					
4. Hoje você tomou as 3 cápsulas fornecidas pela pesquisa e os 2 achocolatados após o treino?					
5. Quais suplementos consumiu hoje? Informe a quantidade e horário.					