

**RENATA CAMPOS LEÃO**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM BENFOTIAMINA  
SOBRE O DESEMPENHO AERÓBIO DE CORREDORES AMADORES**

**UBERABA**

**2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

Renata Campos Leão

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM BENFOTIAMINA  
SOBRE O DESEMPENHO AERÓBIO DE CORREDORES AMADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração “Biodinâmica” (Linha de Pesquisa: Exercício físico, ajustes e adaptações endócrino-metabólicas), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Guilherme Vannucchi Portari

UBERABA

2016

Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do Triângulo Mineiro

L478a Leão, Renata Campos  
Avaliação do efeito da suplementação com benfotiamina sobre o desempenho aeróbico de corredores amadores / Renata Campos Leão. -- 2016.  
64 f. : il., fig., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2016  
Orientador: Prof. Dr. Guilherme Vannucchi Portari

1. Tiamina. 2. Teste de esforço. 3. Desempenho atlético. I. Portari, Guilherme Vannucchi. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 616.391

Renata Campos Leão

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM BENFOTIAMINA SOBRE  
O DESEMPENHO AERÓBIO DE CORREDORES AMADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração “Biodinâmica” (Linha de Pesquisa: Exercício físico, ajustes e adaptações endócrino-metabólicas), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 16 de fevereiro de 2016

Banca Examinadora:

---

Dr. Guilherme Vannucchi Portari – orientador  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

---

Dr. Fábio Lera Orsatti  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

---

Dr<sup>a</sup>. Ellen Cristini de Freitas  
Escola Educação Física Esporte Ribeirão Preto (EEFERP-USP)

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Wilson e Eliete, que me apoiaram e foram fundamentais para finalizar mais essa etapa. E meu namorado Mateus, pelo apoio e compreensão diária.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Prof. Dr. Guilherme Vannucchi Portari pela dedicação em passar o conhecimento, por todas as oportunidades oferecidas e pela paciência diária.

Ao professor Dr. Fábio Lera Orsatti pela disponibilidade em seu laboratório e equipamentos, pelo auxílio nas coletas e por passar muito aprendizado. Além disso, obrigada por aceitar cordialmente participar da qualificação e da banca de defesa.

A professora Dr<sup>a</sup>. Ellen Cristini de Freitas por aceitar cordialmente compor a minha banca de exame de defesa.

Ao meu colega Alisson pela disposição em ajudar e pelo competente auxílio nas coletas.

Aos Professores que integram o Laboratório de Biodinâmica do Exercício, que gentilmente cederam o espaço para a execução das coletas.

A técnica de laboratório Kátia pelo auxílio prestado.

Aos colegas não citados que ajudaram de alguma forma, diretamente ou não a finalizar esse trabalho.

A Fundação de Amparo à Pesquisa de Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro à esta pesquisa.

À CAPES- REUNI pelo auxílio financeiro.

## RESUMO

A vitamina B1 (tiamina) é necessária em etapas iniciais do metabolismo aeróbio da glicose para a formação do trifosfato de adenosina (ATP) que todas as células do corpo utilizam como fonte de energia. A benfotiamina é um análogo sintético da tiamina, esse é desfosforilado tornando lipossolúvel e assim mais biodisponível. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da suplementação com benfotiamina, aguda e crônica em atletas amadores para verificar seu benefício sobre o desempenho físico. Trata-se de dois ensaios clínicos aleatorizados, duplo-cegos, com delineamentos *crossover*. O experimento crônico foi realizado com 10 corredores amadores, eles receberam suplementação diária com uma cápsula de benfotiamina (150 mg) ou placebo por 1 mês, e após 1 mês em *washout* a intervenção era invertida. Outros 10 corredores amadores receberam por 2 dias suplementação ou placebo, e após 1 mês em *washout* a intervenção foi invertida. Dentre os resultados do estudo, foi verificado que a alimentação dos corredores, encontra-se deficiente em energia, macro e micronutrientes. Além disso, diferenças significativas foram encontradas no experimento crônico, quando comparado o grupo placebo com o suplementado. Parâmetros como o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2MÁX}$ ) ( $p < 0,031$ ), o volume máximo de gás carbônico ( $VCO_{2MÁX}$ ) ( $p < 0,043$ ) e o equivalente ventilatório ( $VE/VO_2$ ) ( $p < 0,034$ ) foram maiores no grupo suplementado. Com as análises realizadas pode-se concluir que a suplementação crônica com benfotiamina exerce uma influência positiva sobre o metabolismo oxidativo.

Palavras chave: Tiamina. Teste de esforço. Desempenho atlético.

## ABSTRACT

Vitamin B1 (thiamine) is required in early stages of aerobic metabolism of glucose for the formation of adenosine triphosphate (ATP), that all cells of the body use as an energy source. Benfotiamine is a synthetic analogue of thiamine, that is dephosphorylated becoming it more lipid soluble and bioavailable. The aim of this study was to evaluate the effect of acute and chronic supplementation with benfotiamine in amateur athletes to verify its beneficial effect on physical performance. These are two randomized clinical trials, double-blind and crossover. The chronic assay was conducted with 10 runners amateurs who received daily supplementation with benfotiamine capsule (150 mg) or placebo for 1 month and after 1 month of washout intervention the assay was inverted. Another 10 runners amateurs received supplementation or placebo for two days, and then of washout intervention for 1 month, the assay was inverted. Among the results of the study, it was found that feeding of the runners is deficient in energy, macro and micronutrients. In addition, significant differences were found in chronic experiment, comparing the groups placebo and supplemented. Parameters such maximum oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ) ( $p < 0.031$ ), the maximum volume of carbon dioxide ( $VCO_{2max}$ ) ( $p < 0.043$ ) and the ventilatory equivalent ( $VE / VO_2$ ) ( $p < 0.034$ ) were higher in the supplemented group. With the analyzes was concluded that chronic supplementation with benfotiamine has positive influence on oxidative metabolism.

Key Words: Tiamine. Effort test. Atletico performance.



## LISTA DE FIGURAS

### Artigo 2

1	Desenho Experimental	37
2	Comparação do consumo máximo de oxigênio entre períodos de tratamento no experimento crônico	42
3	Comparação do consumo máximo de oxigênio entre períodos de tratamento no experimento agudo	42

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1

1	Consumo de energia e macronutrientes em comparação com as recomendações.	23
2	Tabela representativa dos registros alimentares de micronutrientes, valores estão representados em Mediana (Mínimo- Máximo)	24

### Artigo 2

1	Parâmetros do experimento crônico	44
2	Parâmetros do experimento agudo	45

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. ARTIGOS PRODUZIDOS.....</b>	<b>17</b>
2.1. ARTIGO 1:.....	17
2.2. ARTIGO 2:.....	32
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNCIDES .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Dietas bem orientadas e adequadas quali e quantitativamente estão diretamente relacionadas com o desempenho físico do atleta em sua modalidade esportiva, podendo prevenir a fadiga muscular causada por deficiências nutricionais (ALTHOFF et al., 2009). Uma ingestão de alimentos com aporte energético suficiente deve ser praticada para suprir as necessidades metabólicas durante o exercício físico, crucial para promover melhoria no rendimento do atleta nos treinos e competições (WIERNIUK; WLODAREK, 2013).

A modalidade esportiva executada, o peso, a composição corporal, o nível de aptidão física e outros fatores modificam as necessidades energéticas de cada esportista, alterando as recomendações nutricionais, salientando que, as escolhas alimentares podem ser de grande influência sobre o resultado final do desempenho do atleta (SARTORI; PRATES; TRAMONTE, 2008). Por exemplo, para Williams e Devlin (1994), em eventos de alta intensidade e longa duração o desempenho é geralmente limitado pela disponibilidade de carboidratos.

A diminuição do desempenho do atleta durante o exercício pode não estar inteiramente relacionada à oferta de substrato energético, mas sim a de micronutrientes relacionados com o metabolismo intermediário, como por exemplo, a vitamina B1 (tiamina) (HORWITT; KREISLER, 1949; LUKASKI, 2004). As vitaminas são substâncias orgânicas e essenciais, pois não são sintetizadas pelo organismo, necessárias em pequenas quantidades, miligramas ou microgramas, por dia. Além disso, não fornecem energia diretamente, isto é, seu catabolismo não gera energia. Para humanos, são reconhecidas treze vitaminas, classificadas em dois grupos de acordo com a sua solubilidade (BENDER, 2003).

As vitaminas solúveis em lipídeos são representadas pelas vitaminas A, D, E e K, enquanto que as vitaminas solúveis em meios aquosos são representadas pela vitamina C e as vitaminas do complexo B, ou seja, vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina), niacina, vitamina B6, ácido pantotênico, biotina, ácido fólico e vitamina B12 (BENDER, 2003).

A tiamina, vitamina de estudo deste trabalho, auxilia no funcionamento normal do sistema nervoso e muscular. Ela é essencial em etapas iniciais do metabolismo aeróbio da glicose (e alguns aminoácidos) para a formação do trifosfato de adenosina (ATP) que todas as células do corpo utilizam como fonte de energia (PORTARI; VANNUCCHI; JORDÃO, 2013). Após ser absorvida pelo intestino, ela é transportada via corrente sanguínea e incorporada pelas diferentes células do organismo onde é fosforilada para sua forma ativa, tiamina difosfato, tornando-se co-fator de enzimas que atuam no metabolismo energético (MEHDI et al., 2013).

Os alimentos considerados fontes de tiamina incluem grãos integrais, carnes (especialmente a de porco), vegetais, castanhas, legumes e frutas (BIESEK, 2005). A recomendação de consumo alimentar dessa vitamina é de 1,2 mg/dia para homens e 1,1 mg/dia para mulheres com idade entre 19 a 50 anos (PADOVANI, 2006). Quando a ingestão dos alimentos fontes de tiamina é insuficiente, ocorre uma deficiência intracelular e o metabolismo energético é prejudicado (CHOI; BAEK; CHOI, 2013). Os sintomas da deficiência de tiamina incluem dor de cabeça, náuseas, fadiga muscular, irritabilidade, depressão e desconforto abdominal.

As estruturas biologicamente presentes da tiamina são a própria tiamina livre, as formas fosfoesterificadas tiamina monofosfato (TMP), tiamina difosfato (TDP) e tiamina trifostato (TTP) e, a recentemente descoberta, trifosfato de adenosil de tiamina (PÁCAL; KURICOVÁ; KANKOVA, 2014). A tiamina livre e a TMP circulantes no plasma sob condições normais são ligadas a albumina. Quando a capacidade de ligação da albumina é saturada o excesso é rapidamente filtrado pelo glomérulo e excretado na urina. Embora uma quantidade significativa de tiamina recém-absorvida seja fosforilada no fígado, todos os tecidos podem captar tanto tiamina livre quanto TMP sendo capazes de fosforilar para TDP e TTP (BENDER, 2003).

A enzima específica tiamina pirodifosfoquinase promove a conversão das formas livre e monofosfatadas da tiamina em TDP que é a forma fisiologicamente ativa, co-fator de três enzimas importantes: piruvato desidrogenase (PDH),  $\alpha$ -*acetogluturato* desidrogenase e transcetolase (LUKASKI, 2004; BIESEK, 2005).

O piruvato-desidrogenase é um complexo enzimático responsável pela descarboxilação oxidativa do piruvato e consequente formação de acetil-coenzima A (acetil-CoA) (CHOI; BAEK; CHOI, 2013). A TDP também é necessária para a descarboxilação de  $\alpha$ -cetoglutarato em succinil-coenzima A, dentro do ciclo de Krebs, favorecendo a oxidação aeróbia da glicose, para obter adenosina trifosfato (ATP), enquanto a transcetolase atua no desvio das pentoses.

Segundo Bautista et al., (2005), a suplementação de tiamina poderia melhorar o desempenho físico e diminuir a produção muscular de lactato, durante o esforço físico. O desempenho físico é influenciado por diversos fatores como: os nutrientes que compõem a dieta, a função do Sistema Nervoso Central que engloba a motivação do indivíduo, a prática em um determinado exercício físico, o meio ambiente (temperatura e umidade) e especialmente no caso de corredores fundistas, enfoque deste estudo, a produção aeróbia de energia (POWERS; HOWLEY, 2005).

Um dos parâmetros mais utilizados para quantificar essa capacidade aeróbia juntamente com a intensidade do exercício é o consumo de oxigênio máximo ( $VO_2$ máx) (DENADAI, 1995), o qual é definido como o maior volume de oxigênio por unidade de tempo que um indivíduo consegue captar, transportar e utilizar (POWERS; HOWLEY, 2005). O  $VO_2$ máx reflete o maior valor obtido de consumo de oxigênio durante um teste de esforço incremental podendo ser expresso em valores absolutos ( $l \cdot min^{-1}$ ) ou relativos ( $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$ ), este último relacionado com a massa corporal total (DAY et al., 2013; MACHADO et al., 2013).

A ergoespirometria é um teste de potência aeróbia comumente utilizada para diagnosticar a capacidade de oxigenação do organismo, geralmente em atletas e cardiopatas. Esse método tem sido útil na determinação de fatores ligados a preditores de desempenho atlético, específico para modalidades de uso predominante da via aeróbica. Ao atingir o  $VO_2$ máx, a capacidade de transportar e utilizar o oxigênio em nível tecidual, onde ocorre a produção dos compostos tri fosfatados provenientes do ciclo de Krebs no nível mitocondrial,

torna-se insuficiente para suprir o aumento da demanda energética exigida pelo exercício físico (BARONI; COUTO; LEAL, 2011; LEAL JÚNIOR et al., 2006).

Outro índice que identifica o desempenho físico do indivíduo é o limiar ventilatório (LV) pois reflete a transição do predomínio do metabolismo aeróbio para o anaeróbio, definido como limiar anaeróbio (BARONI; COUTO; LEAL, 2011; LEAL JÚNIOR et al., 2006). O LV é determinado por um aumento da produção de gás carbônico ( $VCO_2$ ) desproporcional ao consumo de oxigênio. Os íons  $H^+$ , produto da dissociação do ácido láctico, são tamponados pelo bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) e resulta em um concomitante aumento da produção de  $CO_2$ , conseqüentemente, aumenta a taxa de remoção deste por vias aéreas (MEYER; SCHARHAG; KINDERMANN, 2005; WASSERMAN et al., 1973).

Seguindo essa perspectiva, a deficiência de tiamina provoca o efeito antagônico ao da suplementação, ou seja, prejudica o desempenho aeróbio por afetar a conversão de piruvato a acetil- CoA. A falha neste passo da via metabólica reduz a produção de ATP e eleva as concentrações de lactato intracelular pela conversão do excesso de piruvato a lactato intermediada pela enzima lactato desidrogenase (BERTUZZI et al., 2009). Essas respostas sobre as concentrações de lactato intracelular são utilizadas para a avaliação da capacidade que o indivíduo possui quando é submetido a uma atividade aeróbica de moderada a alta intensidade (BIESEK, 2005).

Em um estudo utilizando infusão intravenosa de tiamina, Bautista et al., (2005) demonstraram a diminuição nas concentrações de lactato sanguíneo depois do exercício. Contrariamente, outro trabalho não observou diferenças na produção de lactato ou no desempenho, com a ingestão oral de tiamina, particularmente em indivíduos bem nutridos (WEBSTER, 1998).

Existem evidências, que a administração de tiamina (10mg/dia) durante quatro semanas melhora o desempenho no exercício, reduz a concentração de lactato no sangue e diminui a fadiga induzida pelo próprio exercício (CHOI; BAEK; CHOI, 2013). Considerando isso, é possível que a tiamina na sua forma ativa, possa ter efeito sobre os níveis de lactato, melhorando o desempenho de

atletas, além da melhoria na oxidação de carboidratos através do metabolismo aeróbico.

Recentemente foi investigado em animais a suplementação com um análogo de tiamina, a benfotiamina, em uma condição classicamente sabida ser causadora de deficiência desta vitamina, i.e., o alcoolismo. Neste estudo verificou-se uma biodisponibilidade muito superior de tiamina nos animais que ingeriram benfotiamina em relação à ingestão de tiamina, o que resultou em concentrações de tiamina nos eritrócitos 25 vezes maior no grupo que recebeu benfotiamina (PORTARI; VANNUCCHI; JORDÃO, 2013).

A benfotiamina é um análogo sintético da tiamina que deve ser administrado por via oral. Após sua ingestão, ela é defosforilada no lúmen intestinal por fosfatases inespecíficas transformando-se em uma substância lipossolúvel, a benzoiltiamina. Por ser lipossolúvel, a benzoiltiamina atravessa facilmente as membranas e é rapidamente absorvida e levada ao fígado onde é transformada em tiamina para ser exportada a todas as células do organismo (PORTARI; VANNUCCHI; JORDÃO, 2013). A meia-vida da benfotiamina é semelhante aos sais de tiamina, porém, a biodisponibilidade da benfotiamina oito dias após a sua administração é de aproximadamente 25% da dose inicial, sendo cerca de 3,6 vezes maior do que após uma dose oral de um sal de tiamina (LOEW, 1996).

Em revisão da literatura científica sobre a suplementação com tiamina ou seus análogos e seu efeito sobre o exercício, verificamos a existência de 2 estudos de suplementação com dissulfeto de tetraidrofurfuril de tiamina (WEBSTER, 1998; CHOI; BAEK; CHOI, 2013) e dois estudos com suplementação de alitiamina (DOLE; WEBSTER; ERDMANN, 1997), também um análogo de tiamina, 1 estudo com tiamina (SUZUKI; ITOKAWA, 1996) e 1 com difosfato de tiamina intravenosa (BAUTISTA-HERNANDEZ et al., 2008). Nenhum estudo até o momento foi realizado com benfotiamina em relação ao exercício físico. No entanto, essa substância já tem sido empregada em ensaios clínicos em doses de até 900 mg/dia (3 doses de 300 mg/dia) principalmente em pacientes com complicações do diabetes melitus (STIRBAN; POP; TSCHOEPE, 2013; ALKHALAF et al., 2010)



As Recomendações de Ingestão Diária (do inglês, *Dietary Reference Intakes* (DRI)) constituem em recomendações de nutrientes e energia elaborados nos Estados Unidos e Canadá, porém, aplicáveis no Brasil. Nessas recomendações não existem determinações para alguns grupos populacionais específicos, como os atletas, assim como não existem para praticantes de exercícios físicos a *Upper Intake Level* (UL), que consiste no valor mais alto de ingestão diária prolongada de um nutriente, que aparentemente não oferece risco de efeito adverso (PANDOVANI, 2006; DRI, 1998). Ainda não há especificado na literatura um valor de ingestão de tiamina recomendado para atletas e praticantes de atividades físicas vigorosas. Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da suplementação com benfotiamina aguda e crônica em atletas amadores para verificar seu benefício sobre o desempenho físico. Dessa forma, queremos testar a veracidade de nossa hipótese que é a melhora no desempenho físico de corredores amadores pela suplementação com benfotiamina.

## 2. ARTIGOS PRODUZIDOS

### 2.1. ARTIGO 1:

Avaliação da ingestão de macro e micronutrientes de corredores amadores

#### *Resumo*

Atletas precisam de uma dieta balanceada, pois a ingestão adequada de nutrientes é fundamental para a manutenção de um estado geral de saúde e, para melhorar a eficácia dos treinamentos em busca da excelência de resultados em competições. Este estudo teve como objetivo avaliar a adequação da ingestão de nutrientes em um grupo de corredores amadores. A amostra foi composta por 20 corredores amadores do sexo masculino, com idade entre 19 e 59 anos, com treinos de no mínimo três vezes por semana e tempo de prática da modalidade superior a um ano. Foi utilizado registros alimentares de 3 dias não consecutivos, sendo dois dias durante a semana e um de final de semana. Dentre os resultados, apenas 5% apresentaram ingestão adequada de carboidrato e lipídeos dentro da faixa de recomendação e nenhum apresentou adequação para proteínas. Quanto a energia apenas três indivíduos apresentaram valores dentro da faixa estabelecida. Dentre as vitaminas analisadas, apenas 5% apresentaram valores adequados para vitamina A, vitamina B2, niacina e vitamina B6 e nenhum indivíduo apresentou valor adequado para vitamina B1, ácido fólico e vitamina B12. Em relação ao ferro, 45% estavam adequados sendo o micronutriente que apresentou maior porcentagem de adequação. O cálcio e apresentou adequações de 5% e não houveram indivíduos dentro do recomendado para o magnésio. Os resultados sugerem que corredores fundistas amadores podem ser um grupo vulnerável à desnutrição pela inadequada ingestão de nutrientes. Palavras chave: Macro e micronutrientes. Corredores amadores. Avaliação nutricional.

## Introdução

A ingestão adequada de nutrientes é fundamental para a manutenção de um estado geral de saúde e, em especial para atletas, para melhorar a eficácia dos treinamentos em busca da excelência de resultados em competições (ALAUNYTE; PERRY; AUBREY, 2015; WIERNIUK; WLODAREK, 2013). Além disso, bons hábitos alimentares influenciam sua composição corporal, disposição durante o exercício, recuperação após a atividade exercida e conseqüentemente o desempenho físico (STREICHER; SOUSA, 2005).

O conjunto de Recomendações de Ingestão Diária (do inglês, *Dietary Reference Intakes* (DRI)) constituem em recomendações de nutrientes e energia elaborados nos Estados Unidos e Canadá e utilizadas para orientar e planejar dietas para indivíduos e grupos populacionais saudáveis. Em 2009, as entidades internacionais American Dietetic Association, Dietitians of Canada e American College of Sports Medicine publicaram uma diretriz sobre recomendações de ingestão de nutrientes para indivíduos envolvidos em atividades esportivas. Segundo tal diretriz, uma dieta balanceada em macronutrientes deve conter de 6 a 10g/kg/dia de carboidratos, 1,2 a 1,4g/kg/dia de proteínas e 20 a 35% do total energético ingerido provindo de lipídeos, atingindo assim as necessidades de atletas.

Dietas balanceadas também necessitam estar adequadas em micronutrientes. O exercício físico pode aumentar a necessidade de certas vitaminas e minerais envolvidos em processos oxidativos. Com isso, a ingestão inadequada de vitaminas e minerais pode prejudicar o desempenho físico de atletas. Estudos demonstram que as dietas de atletas são frequentemente inadequadas, sendo reduzida em macronutrientes como as proteínas e carboidratos (MALINAUSKAS; OVERTON; CORBETT, 2006) deficiente nos micronutrientes como as vitaminas e minerais (PAPANDREOU et al., 2006) e fornecendo conseqüentemente energia insuficiente (CHRISTENSEN; VAN HALL; HAMBRAEUS, 2002; LOUCK, et al., 2004).

Visando restaurar a deficiência de ingestão alimentar, a utilização de suplementos alimentares é comum na população em geral, assim como em

atletas (CARLSOHN et al., 2011; ALVES; LIMA, 2009). Por isso é necessário conhecer os hábitos alimentares de cada praticante de atividade física, sendo que atletas com maior risco de deficiência de micronutrientes são aqueles que restringem a ingestão de energia ou aderem a práticas para perder peso, eliminando um ou mais grupos alimentares, aderindo a dietas com baixa densidade de micronutrientes (ALTHOFF, et al, 2009).

Dessa forma, o presente estudo pretende avaliar a adequação da ingestão de nutrientes em um grupo de corredores amadores.

### *Casuística e Métodos*

#### *Caracterização da Amostra*

A amostra foi retirada de um ensaio clínico aleatorizado, duplo-cego e crossover e constituiu-se de 20 corredores fundistas amadores com idade entre 19 a 59 anos (média de  $38\pm 8,3$  anos), altura  $172,7\pm 7,3$  cm, peso  $69,8\pm 11,2$  kg, Índice de Massa Corporal (IMC)  $23,7\pm 3,0$  kg/m<sup>2</sup>. Foram critérios de inclusão a frequência média de treino de 3 vezes por semana e o tempo de prática da modalidade superior a um ano, ausência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e não fumantes.

Os corredores amadores recrutados realizavam uma frequência de treinos por semana (média de  $4,7\pm 1,1$ ), com tempo de modalidade superior a 1 ano, a distância percorrida de  $45,5\pm 16,9$  km/semana. Durante a realização da pesquisa todos voluntários participaram de competições regionais de 5km (média de competições durante a pesquisa  $1,7\pm 0,8$ ).

Inicialmente, os participantes assinaram o Termo de Esclarecimento que enfatiza os procedimentos a serem desenvolvidos durante a pesquisa. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) local com protocolo 031359/2015.

### *Avaliação Antropométrica e Cálculo do Gasto Energético Total (GET)*

A massa corporal foi aferida em balança digital e a altura mensurada em estadiômetro portátil com plataforma. O gasto energético basal (GEB) foi determinado por impedância bioelétrica (BIA) utilizando-se o aparelho *RJL Bioelectric Impedance Analyzer* (BIA 103-A).

Seguindo o protocolo para uma adequada leitura da BIA, os indivíduos foram instruídos a evitar o consumo de álcool e alimentos como café, chá e chocolate que contém cafeína 24h antes ao teste. Não realizarem atividades físicas intensas e evitar refeições pesadas 2h antes ao teste. Além disso, evitar o uso de diuréticos no dia anterior ao teste e ainda os voluntários foram orientados a realizarem uma boa hidratação, ingerindo dois litros de líquidos no dia anterior ao teste. Dessa forma, durante o teste os corredores assumiram decúbito dorsal, foram colocados dois eletrodos de superfície no dorso da mão e do pé lateral, padronizando apenas um lado; posteriormente o aparelho era ligado e a estimativa da composição corporal realizada pela aplicação de uma corrente elétrica, inócua e não-perceptível pelo indivíduo.

O Gasto Energético Total (GET) foi estimado individualmente por meio da equação  $GET = GEB \times FA$ , onde GEB é o Gasto Energético Basal e FA o Fator de Atividade Física (*American Dietetic Association*, 2009). O GEB foi obtido por Impedância Bioelétrica e foi adotado o valor de 1,75 para FA (WIERNIUK; WLODAREK, 2013). Para estabelecer comparação com os 6 registros alimentares dos corredores amadores, foi adotada uma faixa de adequação para o GET de 90 - 110%.

### *Avaliação da Ingestão de Nutrientes*

A avaliação da ingestão de nutrientes foi realizada por meio de Registro Alimentar de 3 dias não consecutivos. Os participantes preencheram os registros em duas semanas separadas por 30 dias consecutivos, sendo dois dias durante a semana e um dia no final de semana.

Todos participantes foram orientados sobre a necessidade de descrever tudo o que era ingerido durante os dias representativos do comportamento alimentar com detalhes de quantidades e modo de preparo e/ou apresentação.

Para a análise dos Registros Alimentares foi utilizado o software *Dietwin*. Foram tabulados os dados referentes aos seis registros de cada corredor e obtidas as medianas e valores de mínimo e máximo para energia, macronutrientes e micronutrientes.

A adequação dos macronutrientes foi determinada segundo as recomendações da *American Dietetic Association Dietitians of Canada* e do *American College of Sports Medicine* (2009), sendo considerada ingestão adequada para valores entre as recomendações mínimas e máximas. Os micronutrientes avaliados foram as vitaminas B1 (Tiamina), B2 (Riboflavina), Niacina, B6 (Piridoxina), Ácido fólico, B12 (Cianocobalamina), Vitamina A (Retinol) e os minerais Cálcio, Ferro e Magnésio. Para a adequação dos micronutrientes, foram utilizadas as DRIs (PANDOVANI, 2006) e a *Upper Intake Level* (UL). A ingestão destes nutrientes foi considerada inadequada para valores menores que DRI ou maiores que UL.

### *Resultados*

A Tabela 1 apresenta os valores de energia e da ingestão dos macronutrientes, bem como sua faixa de recomendação proposta pelo *American Dietetic Association Dietitians of Canada* e do *American College of Sports Medicine* (2009). Seguindo essa diretriz, dentre os macronutrientes, nenhum indivíduo apresentou adequada ingestão de proteínas e apenas 5% dos indivíduos apresentaram adequada ingestão de lipídeos e carboidratos dentro da faixa de recomendação. Além disso, apenas três indivíduos apresentaram ingestão adequada de energia estabelecida na faixa de adequação de 90 a 110% do GET.

Na Tabela 2 são apresentados os valores da ingestão de micronutrientes, bem como sua faixa de recomendação proposta pelas DRIs e UL. Dentre as vitaminas, apenas 5% dos indivíduos apresentaram adequada ingestão de

vitamina A, B2, niacina e B6, enquanto que para vitamina B1, ácido fólico e vitamina B12 nenhum indivíduo apresentou adequada ingestão.

Em relação aos minerais, nenhum indivíduo apresentou adequada ingestão de magnésio, apenas 5% estavam adequados para o consumo de cálcio e 45% dos indivíduos apresentaram adequada ingestão de ferro, considerando a faixa de recomendação proposta pelas DRIs e UL.

Tabela 1: Consumo de energia e macronutrientes em comparação com as recomendações.

<b>NUTRIENTES</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>REGISTRO Mediana (Min-Máx)</b>	<b>FAIXA DE RECOMENDAÇÃO</b>	<b>ADEQUADO (%)</b>	<b>INADEQUADO (%)</b>
<b>Carboidratos</b>	g	380,7 (61-570,2)	(424,2-707)	5	95
<b>Proteínas</b>	g	119,9 (40,5 - 344,4)	(84,8-98,9)	0	100
<b>Lipídeos</b>	g	64,2 (24,2- 170)	(69,1 - 120,8)	5	95
<b>Energia</b>	Kcal	2152,6 (962,5-4307,7)	(2796,8 - 3418,3)	15	85

Min: Mínimo; Máx: Máximo



Tabela 2: Tabela representativa dos registros alimentares de micronutrientes, valores estão representados em Mediana (Mínimo- Máximo)

<b>NUTRIENTES</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>REGISTRO Mediana (Min-Máx)</b>	<b>FAIXA DE RECOMENDAÇÃO</b>	<b>ADEQUADO (%)</b>	<b>INADEQUADO (%)</b>
<b>Vitamina B1</b>	mg/dia	1,0 (0,3 - 4,1)	DRI: 1,2 UL: n.d.	0	100
<b>Vitamina B2</b>	mg/dia	1,3 (0,2 - 8,2)	DRI: 1,3 UL: n.d.	5	95
<b>Niacina</b>	mg/dia	23,9 (5,0 - 113,3)	DRI: 16 UL: 35	5	95
<b>Vitamina B6</b>	mg/dia	1,3 (0,1 - 9,0)	DRI: 1,3 UL: 100	5	95
<b>Ácido fólico</b>	mg/dia	111,5 (2,6 - 512,5)	DRI: 1,3 UL: 100	0	100
<b>Vitamina B12</b>	µg/dia	1,4 (0,1 - 11,6)	DRI: 2,4 UL: n.d.	0	100
<b>Vitamina A</b>	µg/dia	357,1 (36,8 - 4532)	DRI: 900 UL: 3000	5	95
<b>Cálcio</b>	mg/dia	642,6 (90,4 - 2198,6)	DRI: 1000 UL: 2500	5	95
<b>Ferro</b>	mg/dia	12,2 (2,9 - 29)	DRI: 8 UL: 45	45	55
<b>Magnésio</b>	mg/dia	231,9 (48 - 1363,8)	19 a 30 anos:400 31 a 50 anos: 420 UL: n.d.	0	100

DRI: Ingestão Recomendada Diária; UL: Maior nível de ingestão; n.d.: não determinado

## Discussão

Este estudo teve como objetivo avaliar a adequação da ingestão de nutrientes em um grupo de corredores amadores. Nessa perspectiva, constatou-se que a maioria dos corredores amadores não atingem níveis adequados de ingestão de nutrientes. Como descrito por Wierniuk e Wlodarek (2013), atletas são mais vulneráveis a qualquer deficiência aumentada, comparados com a população em geral, por isso uma dieta balanceada é capaz de suprir as necessidades nutricionais de um atleta, podendo promover melhoria no rendimento durante os treinamentos e melhor recuperação entre as sessões de treino. Além disso, a alta demanda de macro e micronutrientes se não suprida pode promover a fadiga muscular prematura, prejudicando o desempenho físico.

Dentre os indivíduos analisados, apenas 5% apresentaram uma ingestão de carboidratos dentro dos níveis recomendados pela *American Dietetic Association Dietitians of Canada* e do *American College of Sports Medicine* (2009). Uma dieta insuficiente em carboidratos poderia prejudicar o desempenho esportivo de corredores fundistas. O consumo adequado de carboidrato é importante para otimizar estoques iniciais de glicogênio muscular, promover a manutenção dos níveis de glicose sanguínea durante o exercício e ainda repor as reservas de glicogênio na fase de recuperação (PANZA et al., 2007). Além disso, baixos estoques de glicogênio resultam em mobilização de proteínas para obtenção de energia e com isso menor disponibilidade deste nutriente para crescimento e reparo tecidual (LIMA et al., 2007).

O presente estudo apontou que 40% dos corredores utilizam algum tipo de suplemento proteico. Seguindo essa perspectiva, a análise das medianas comparada com as faixas de recomendações, apontam que os corredores priorizam o consumo de proteínas pela alimentação, sendo que 35% dos indivíduos apresentaram todos os seus registros com ingestão acima da faixa recomendada. Concomitantemente a isso, esses indivíduos permanecem com o consumo de carboidratos abaixo das recomendações. O alto consumo de proteínas têm se tornado uma prática comum entre atletas, e existem controvérsias, sobre o adequado consumo de proteínas. Dietas ricas em proteínas podem estar associadas com o ganho de massa muscular em praticantes de exercícios de força e com a perda de peso (PHILLIPS, 2004;

TIPTON, 2011). Além disso, a ingestão alta e prolongada de proteínas deve ser cautelosa em indivíduos com alguma disfunção renal, sendo que as consequências dessa alta ingestão para indivíduos saudáveis, ainda é muito discutida (MARTIN; ARMSTRONG; RODRIGUEZ, 2005).

Dentre os corredores, apenas 5 % possui adequada ingestão de lipídeos, quando foi realizada a análise dos 6 registros alimentares, e avaliando somente pela mediana, 40% ficaram abaixo da recomendação. Os lipídeos assim como os outros macronutrientes, desempenham um papel importante no organismo de atletas, atuando como uma fonte secundária na produção de energia, com isso o consumo abaixo do recomendado de lipídeos, parece não trazer nenhum benefício a saúde e ao desempenho físico do atleta. Sugere-se que as proporções da energia dietética, oriunda de gorduras sigam as recomendações da *American Dietetic Association Dietitians of Canada* e do *American College of Sports Medicine* (2009).

A ingestão adequada de nutrientes reflete um consumo de energia dentro do recomendado para cada indivíduo. Com as análises do GET, é possível inferir que 85% dos voluntários possuem uma ingestão energética inadequada na maioria de seus registros alimentares quando comparadas com a faixa pré-estabelecida por este estudo. Os outros indivíduos apresentaram sua ingestão energética dentro da recomendação, mas também foram encontrados registros acima da ingestão adequada.

A análise, dos registros alimentares neste estudo apresentou baixa taxa de adequação para a ingestão das vitaminas A, B1, B2, niacina, B6, ácido fólico e B12. Apenas 5% dos corredores amadores, estão adequados quanto ao consumo de vitamina A, os demais estão abaixo da recomendação. Essa vitamina atua na manutenção e integridade dos tecidos e da visão normal (WILLIAMS, 2004). Analisando os 6 registros alimentares, nenhum dos corredores alcançaram a ingestão recomendada de vitamina B1, essencial no funcionamento normal do ciclo de Krebs e consequentemente, para a produção de energia (MEHDI et al., 2013).

Dentre as vitaminas B2, niacina e B6, apenas 5% dos indivíduos ingeriram quantidades suficientes para os níveis recomendados, vitaminas como B2 e niacina, fundamentais para o transporte de elétrons dentro do metabolismo intermediário

(CARPENTER; POLLITT; MIDDLETON, 1992; POWERS, 2003). Desta maneira, a deficiência destas pode representar prejuízo para corredores fundistas por prejudicar a formação de ATP. Apenas 5% têm adequada ingestão de vitamina B6, que depois de fosforilada para produzir piridoxal fosfato, atua como coenzima de enzimas relacionada com o metabolismo de proteínas e aminoácidos (ANICETO; FATIBELLO-FILHO, 1999).

Os níveis recomendados de ingestão de ácido fólico e vitamina B12 não foram atingidos por nenhum dos atletas. O ácido fólico é essencial para síntese de DNA, síntese celular e regeneração de lesões teciduais enquanto a vitamina B12 participa da síntese de células sanguíneas, além de ambas serem fundamentais para o adequado funcionamento do sistema nervoso. Para corredores, a deficiência destes micronutrientes pode causar prejuízo à recuperação após o exercício e comprometer o desempenho por prejudicar a capacidade de transportar gases (oxigênio e gás carbônico) durante o esforço (WOLF; MELINDA, 2006).

Em relação aos minerais, a ingestão de cálcio, ferro e magnésio também ficaram abaixo do recomendado. Apenas 45% dos voluntários estavam adequados em relação ao ferro, mineral de suma importância para atletas por estar relacionado com a captação de oxigênio e envolvimento na resistência física (AYUSO, 2015). Apesar da baixa adequação, o ferro foi o micronutriente que obteve maior índice de corredores dentro da faixa de recomendação, provavelmente devido ao alto consumo de alimentos fontes de proteínas. Dentre os indivíduos, apenas 5% apresentaram adequado consumo de cálcio, o qual possui importante função na construção e manutenção óssea. Em relação ao magnésio, mineral que tem participação em inúmeros processos metabólicos além de ser cofator no metabolismo energético, não houve voluntários com ingestão adequada (CZAJA, 2011).

Com os dados apresentados é perceptível que os corredores fundistas amadores, priorizam o consumo de proteínas com a alimentação e com o uso de suplementos proteicos. Juntamente a essa prática, esses indivíduos possuem o consumo de carboidratos abaixo das recomendações. Dentre os micronutrientes, todos os voluntários apresentaram ingestão insuficiente de acordo com as recomendações das DRIs e UL. Dessa forma, a ingestão inadequada de nutrientes,

juntamente com a prática de exercícios intensos podem levar a uma situação prejudicial à saúde nutricional, além de prejudicar o desempenho físico.

### *Conclusão*

De forma geral, os resultados do presente estudo mostram que corredores fundistas amadores podem ser um grupo vulnerável à desnutrição pela inadequação de ingestão de macro e micronutrientes.

### *Referências Bibliográficas*

ALAUNYTE, I.; JOHN, L. P.; TONY, A. "Nutritional knowledge and eating habits of professional rugby league players: does knowledge translate into practice?." **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n.1, p.18, 2015.

ALTHOFF, M. E. W. S.; ALCÂNTARA, G. V.; SOUZA, C. C.; DE JESUS CAMILO, F.; LIBERALI, R.; NAVARRO, A. C.; PANZA, V. P. Efeito da suplementação de tiamina na concentração de lactato em jogadores de futebol profissional. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 3, n. 16, p. 277-285, jul/agost. 2009.

ALVES C.; LIMA, R. V. B. Uso de suplementos alimentares por adolescentes. **Jornal de Pediatria**, v. 85, n. 4, p. 287-294, 2009.

American Dietetic Association, and American College of Sports Medicine. "Joint Position Statement: nutrition and athletic performance. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2009.

ANICETO, C.; FATIBELLO-FILHO, O. Determinação espectrofotométrica por injeção em fluxo de vitamina B6 (piridoxina) em formulações farmacêuticas. **Química Nova**, v. 22, n. 6, p. 805, 1999.

CARLSOHN, A.; CASSEL, M.; LINNÉ, K.; MAYER, F. How much is too much? A case report of nutritional supplement use of a high-performance athlete. **British Journal of Nutrition**, v. 105, n. 12, p. 1724-1728, 2011.

CARPENTER, K., POLLITT, R. J., MIDDLETON, B. Human liver long-chain 3-hydroxyacyl-coenzyme a dehydrogenase is a multifunctional membrane-bound beta-oxidation enzyme of mitochondria. **Biochemical and Biophysical Research Communications**. v. 183, n. 2, p. 443–448, 1992.

CHRISTENSEN, D. L.; VAN HALL, G.; HAMBRAEUS L. Food and macronutrient intake of male adolescent Kalenjin runners in Kenya. **British Journal of Nutrition**, v. 88, p. 711-717, 2002.

CZAJA, J., LEBIEDZIŃSKA, A., MARSZAŁ, M., SZEFER, P. Evaluation for magnesium and vitamin B6 supplementation among polish elite athletes. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, v. 62, n. 4, p. 413-418, 2011.

LIMA, C. O.; GROPO, D. M.; MARQUEZ, M. S.; PANZA, V. Perfil da frequência de consumo alimentar de atletas amadores. **Revista Brasileira de Nutrição esportiva**, v. 1, n. 4, p.25-31, 2007.

LOUCK A.B. Energy balance and body composition in sports and exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, p. 1–14, 2004.

MALINAUSKAS, B. M.; OVERTON, R. F.; CORBETT, A. B. Boddy composition, weight preferences, and dietary macronutrient intake of summer college baseball players. **Vahperd Journal**, v. 28, n.1, 2006.

MARTIN, W. F.; LAWRENCE E. A.; NANCY R. R. "Dietary protein intake and renal function." **Nutrition & metabolismo**, v. 2, n. 1, p. 25, 2005.

MEHDI K. J.; HAMID K.; SABA M.; KAMILI M. Effect of supplementary consumption vitamin B1 (thiamine) on blood glucose changes during and after maximal aerobic exercise. **International Journal of Biosciences**, v. 3, n. 7, p. 195-201, 2013.

MIELGO-AYUSO, J.; MAROTO-SÁNCHEZ, B.; LUZARDO-SOCORRO, R.; PALACIOS, G.; PALACIOS, G. A. N.; GONZÁLEZ-GROSS, M. Evaluation of nutritional status and energy expenditure in athletes. **Nutr Hosp**, v. 31, p. 227-236, 2015.

PADOVANI, R. M.; AMAYA-FARFÁN, J.; COLUGNATI F. A. B.; DOMENE, S.M.A. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, v. 19, n.6, p.741-760, nov./dez, 2006.

PANZA, V. P.; COELHO, M. P. H.; PIETRO, P. F.; ASSIS, M. A. A.; VASCONCELOS, F. A. G. Consumo alimentar de atletas: reflexões sobre recomendações nutricionais, hábitos alimentares e métodos para avaliação do gasto e consumo energéticos. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 6, p. 681-692, nov./dez, 2007.

PAPANDREOU, D.; HASSAPIDOU, M.; HOURDAKIS, M.; PAPAKONSTANTINO, K.; TSITSKARIS, G.; GAREFIS, A. Dietary intakes status of elite athletes. **Aristotle University Medical Journal**, v. 33, n.1, p. 119-126, 2006.

PHILLIPS, S. M. "Protein requirements and supplementation in strength sports." **Nutrition**, v. 20, n. 7, p. 689-695, 2004.

POWERS, H. J. "Riboflavin (vitamin B-1) and health" *The American journal of clinical nutrition* v. 77, n.6, p. 1352-1360, 2003.

STREICHER, I.; SOUSA, M. Avaliação da ingestão alimentar e perfil antropométrico de corredores recreativos. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 13, n.1, p. 220-259, 2005.

TIPTON, KEVIN D. "Efficacy and consequences of very-high-protein diets for athletes and exercisers." **Proceedings of the Nutrition Society** v. 70, n. 2, p. 205-214, 2011.

WIERNIUK A.; WLODAREK D. Estimation of energy and nutritional intake of young men practicing aerobic sports. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, v. 64, n. 2, p. 143-8, 2013.

WILLIAMS, M. H. "Dietary supplements and sports performance: introduction and vitamins." **Journal of the international society of sports nutrition**, v.1, n. 2, p. 1-6, 2004.

WOOLF, K.; MELINDA M. M. "B-vitamins and exercise: does exercise alter requirements?." **International journal of sport nutrition and exercise metabolism** v.16, n.5, p. 453, 2006.



## 2.2. ARTIGO 2:

Suplementação com benfotiamina sobre o desempenho aeróbio de corredores amadores: estudo aleatorizado, duplo-cego, placebo-controlado, crossover.

### *Resumo*

A vitamina B1 (tiamina) atua principalmente no metabolismo energético como cofator de enzimas do ciclo de Krebs. A benfotiamina é um análogo sintético da tiamina, esse é desfosforilado tornando lipossolúvel e assim mais biodisponível. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da suplementação com benfotiamina aguda e crônica em atletas amadores para verificar seu benefício sobre o desempenho físico. Trata-se de dois ensaios clínicos aleatorizados, duplo-cegos, com delineamentos *crossover*. O experimento crônico foi realizado com 10 corredores amadores, eles receberam suplementação diária com uma cápsula de benfotiamina (150 mg) ou placebo por 1 mês, e após 1 mês em *washout* a intervenção foi invertida. Outros 10 corredores amadores receberam por 2 dias suplementação ou placebo, e após 1 mês em *washout* a intervenção foi invertida. Dentre os resultados do estudo, foi verificada diferenças significativas no experimento crônico, quando comparado o grupo placebo com o suplementado. Parâmetros como o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2MÁX}$ ) ( $p < 0,031$ ), o volume máximo de gás carbônico ( $VCO_{2MÁX}$ ) ( $p < 0,043$ ) e o equivalente ventilatório ( $VE/VO_2$ ) ( $p < 0,034$ ) foram maiores no grupo suplementado. Com as análises realizadas pode-se concluir que a suplementação com benfotiamina de forma crônica, promove melhora no metabolismo oxidativo de corredores amadores fundistas. Dessa forma esse trabalho, levanta a necessidade de estudos mais aprofundados afim de se estabelecer a real necessidade de vitamina B1 para atletas.

Palavras chave: Corredores amadores. Suplementação com benfotiamina. Teste de esforço máximo.

## Introdução

A diminuição do desempenho do atleta pode estar relacionada a alimentação inadequada, reduzida em macronutrientes, como os carboidratos e proteínas, e deficiente em micronutrientes, como as vitaminas e minerais, fornecendo conseqüentemente energia insuficiente (CHRISTENSEN; VAN HALL; HAMBRAEUS, 2002; LOUCK, et al., 2004; MALINAUSKAS et al., 2006; PAPANDREOU et al., 2006). Dessa forma, dietas adequadas e equilibradas em nutrientes estão diretamente relacionadas ao desempenho físico de atletas, podendo prevenir a fadiga muscular causada por deficiências nutricionais (ALTHOFF et al., 2009).

Dentre os micronutrientes relacionados ao metabolismo energético, a vitamina B1 (tiamina), quando em sua forma fisiologicamente ativa (i.e., tiamina difosfato), (HORWITT; KREISLER, 1949; LUKASKI, 2004) tem um papel fundamental em reações das enzimas piruvato desidrogenase (PDH) e  $\alpha$ -cetoglutarato desidrogenase (LUKASKI, 2004; BIESK, 2005) envolvidas com a produção de energia. Sua recomendação de consumo alimentar é de 1,2 mg/dia para homens e 1,1 mg/dia para mulheres com idade entre 19 a 50 anos (PADOVANI, 2006).

Segundo Bautista et al., (2005), a suplementação de tiamina poderia melhorar o desempenho físico e diminuir a produção muscular de lactato, durante o esforço físico. Existem evidências, que a administração de um derivado de tiamina (10mg/kg) durante quatro semanas, reduz a concentração de lactato no sangue, melhora o desempenho no exercício, e diminui a fadiga induzida pelo próprio exercício (CHOI; BAEK; CHOI, 2013). Considerando isso, é possível que a tiamina na sua forma ativa, possa ter efeito sobre os níveis de lactato, melhorando o desempenho de atletas, além da melhoria na oxidação de carboidratos através do metabolismo aeróbico.

A benfotiamina é um análogo sintético da tiamina que deve ser administrado por via oral. Após sua ingestão, ela é defosforilada transformando-se em uma substância lipossolúvel, a benzoiltiamina. Por ser lipossolúvel, a benzoiltiamina é rapidamente absorvida e levada ao fígado onde é transformada em tiamina para ser exportada a todas as células do organismo (PORTARI; VANNUCCHI; JORDÃO, 2013). A meia-vida da benfotiamina é semelhante aos sais de tiamina, porém, a

biodisponibilidade da benfotiamina oito dias após a sua administração é de aproximadamente 25% da dose inicial, sendo cerca de 3,6 vezes maior do que após uma dose oral de um sal de tiamina (LOEW, 1996). Diante do exposto, o presente estudo pretende avaliar o efeito da suplementação com benfotiamina em corredores fundistas amadores para verificar seu benefício sobre o desempenho físico.

### *Casuística e Métodos*

#### *Caracterização da Amostra*

Trata-se de dois ensaios clínicos aleatorizados, duplo-cegos, com delineamentos *crossover*. Participaram do estudo 20 corredores fundistas amadores do sexo masculino, com idade entre 19 a 59 anos (média de  $38 \pm 8,3$  anos), altura  $172,7 \pm 7,3$  cm, peso  $69,8 \pm 11,2$  kg, Índice de Massa Corporal (IMC)  $23,7 \pm 3,0$  kg/m<sup>2</sup>. Os critérios de inclusão foram: não possuírem Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT), não serem fumantes, frequência média de treino de 3 vezes por semana e tempo de prática da modalidade superior a um ano.

Os corredores amadores recrutados realizavam uma frequência de treinos por semana (média de  $4,7 \pm 1,1$ ), com tempo de modalidade superior a 1 ano, a distância percorrida de  $45,5 \pm 16,9$  km/semana. Durante a realização da pesquisa todos voluntários participaram de competições regionais de 5km (média de competições durante a pesquisa  $1,7 \pm 0,8$ ).

Todos participantes assinaram o Termo de Esclarecimento e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) local com protocolo 031359/2015.

#### *Delineamento experimental*

Os 20 corredores amadores foram alocados aleatoriamente em dois experimentos distintos, um agudo e outro crônico. Com isso, no experimento crônico foi analisado intervenções por períodos de 1 mês e no experimento agudo foi realizado intervenções por períodos de 2 dias. Para cada experimento foram recrutados 10 participantes que foram aleatoriamente alocados no período de suplementação ou

placebo. A aleatorização foi gerada previamente por ferramenta disponível no site <http://www.randomization.com>.

## *Descrição dos Experimentos*

### *Experimento Crônico*

Atendendo aos critérios de inclusão os 10 corredores amadores receberam por 1 mês, suplementação diária com uma cápsula de benfotiamina (150 mg) ou placebo, conforme sua alocação estabelecida pelo procedimento de aleatorização, e após 1 mês em washout a intervenção foi invertida.

### *Experimento Agudo*

Outros 10 corredores amadores receberam suplementação com uma cápsula de benfotiamina (150 mg) ou placebo por 2 dias, conforme sua alocação estabelecida pelo procedimento de aleatorização. Os indivíduos desse grupo receberam uma cápsula imediatamente após o primeiro teste de esforço e levaram a segunda cápsula tomando-a no mesmo horário no dia seguinte, realizando o segundo teste de esforço no terceiro dia. Após 1 mês em washout a intervenção foi invertida.

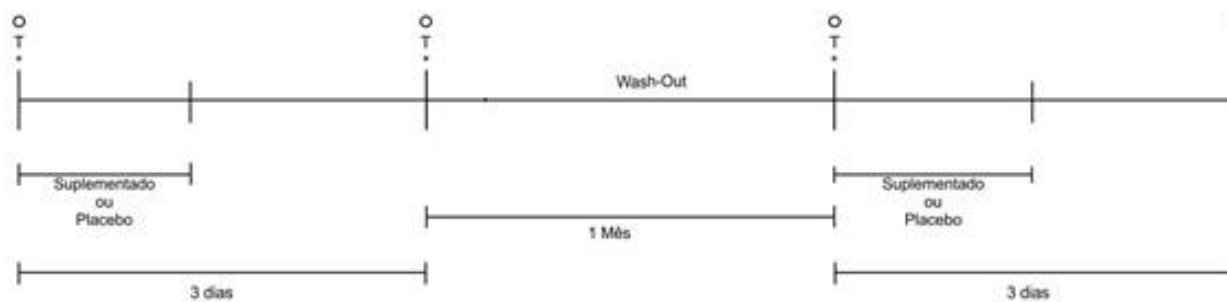
No experimento agudo, assim como no crônico, antes do início de cada intervenção e ao final do experimento foi realizada uma avaliação antropométrica, um teste de esforço e coletas de sangue.

Figura 1: Desenho Experimental

## Crônico



## Agudo



Legenda: o: Avaliação Antropométrica; T: Teste de exaustão; \*: Coleta de sangue; R: Registro Alimentar

*Desenho fora de escala*

### *Protocolo de Suplementação*

A suplementação foi fornecida em períodos diferentes, pois trata-se de um experimento crônico e outro agudo, mas é válido ressaltar que em ambos as cápsulas foram idênticas. Com isso, as cápsulas com a suplementação eram compostas por 150mg de benfotiamina e o placebo por amido puro.

### *Antropometria e composição corporal*

A avaliação antropométrica foi realizada antes do início de cada teste de esforço, sendo mensurada a massa corporal utilizando uma balança digital. A altura foi mensurada em estadiômetro portátil com plataforma. Além disso, a composição corporal foi determinada pela análise de impedância bioelétrica (BIA), utilizando o aparelho *RJL Bioelectric Impedance Analyzer* (BIA 103-A).

Os indivíduos foram instruídos a evitar o consumo de álcool e alimentos como café, chá e chocolate que contém cafeína 24h antes ao teste. Não realizarem atividades físicas intensas e evitar refeições pesadas 2h antes ao teste. Além disso evitar o uso de diuréticos no dia anterior ao teste e ainda os voluntários foram orientados a realizarem uma boa hidratação, ingerindo dois litros de líquidos no dia anterior ao teste. Dessa forma, durante o teste os corredores assumiram decúbito dorsal, foram colocados dois eletrodos de superfície no dorso da mão e do pé lateral, padronizando apenas um lado; posteriormente o aparelho era ligado e a estimativa da composição corporal realizada pela aplicação de uma corrente elétrica, inócua e não-perceptível pelo indivíduo.

### *Teste de Esforço*

Para a realização do teste de esforço os voluntários foram devidamente orientados a se absterem da prática de exercícios físicos vigorosos e da ingestão de bebidas alcoólicas 48 horas antes do teste.

Os voluntários realizaram um protocolo de esforço incremental em esteira ergométrica (*Athletic Professional 6000-T*), adaptado de Machado et al., (2013). O protocolo consiste em aquecimento de 3 minutos a 6km/h, depois familiarização por mais 3 minutos a 8km/h (SCRIMGEOURET et al., 1986). Após familiarização a velocidade aumentou para 10km/h e a cada 2 minutos foi incrementado 1km/h a uma inclinação fixa de 1% para compensação da falta de resistência do ar no ambiente laboratorial (JONES; DOUST, 1996). Durante o teste a temperatura ambiente no laboratório foi mantida em 23°C.

O teste foi mantido até a exaustão voluntária, sendo que cada participante era encorajado verbalmente a se manter em exercício pelo maior tempo possível. A frequência cardíaca, constantemente monitorada por meio de monitor de frequência cardíaca (Polar/RS300X) e a percepção subjetiva de esforço era verificada ao final de cada estágio utilizando a escala de Borg 6-20 (BORG, 1982).

### *Ergoespirometria*

A avaliação ergoespirométrica foi realizada com o auxílio do Analisador de Gases Metabólico (VO2000 *Aerosport Medical Graphics*), calibrado antes de cada teste de acordo com as instruções do fabricante. Variáveis como a ventilação (VE), coeficiente respiratório (RQ), volume de dióxido de carbono (VCO<sub>2</sub>), equivalente ventilatório de VO<sub>2</sub> (VE/VO<sub>2</sub>) e equivalente ventilatório de VCO<sub>2</sub> (VE/VCO<sub>2</sub>) foram calculadas utilizando a média dos 15 segundos finais de cada teste de exaustão (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996).

O volume de oxigênio (VO<sub>2</sub>) foi calculado com a média dos 30 segundos finais de cada estágio. O consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>Máx) foi considerado o maior consumo de oxigênio quando o indivíduo interrompeu o teste, atingindo a exaustão voluntária (PACHECO et al., 2006). A distância total percorrida foi fornecida pela esteira ergométrica.



### *Análise Estatística*

Os dados do momento pré e pós são apresentados em média  $\pm$  desvio padrão, e dos deltas em média e intervalo de confiança de 95% (I.C.95%). Para a comparação entre os grupos utilizou-se análise de covariância (ANCOVA) e a homogeneidade foi verificada pelo teste de Levene. A significância estabelecida foi de  $p < 0,05$ .

## Resultados

A figura 2 apresenta um gráfico com os deltas do  $VO_{2MÁX}$  das intervenções (placebo e suplementado) do experimento crônico. Para delta do  $VO_{2MÁX}$  placebo foi encontrado uma média de  $-1,5 \pm 4,3$  ml.kg.min<sup>-1</sup> (I.C.95%= -4,6;1,6) e o delta do  $VO_{2MÁX}$  dos indivíduos suplementados foi de  $2,7 \pm 4,1$  ml.kg.min<sup>-1</sup> (I.C.95%= -0,29;5,6). A diferença entre os grupos foi um aumento de  $4,2 \pm 1,8$  ml.kg.min<sup>-1</sup> do grupo placebo comparado com o suplementado ( $p=0,031$ ).

A figura 3 mostra o delta do  $VO_{2MÁX}$  mensurado durante os trinta segundo finais do teste de exaustão do experimento agudo em que o grupo placebo teve média de  $-0,3 \pm 4,7$  ml.kg.min<sup>-1</sup> (I.C.95%= -3,7;3,0) e os indivíduos suplementados  $3,9 \pm 2,9$  ml.kg.min<sup>-1</sup> (I.C.= 1,1;5,2). A diferença entre os grupos foi de  $3,2 \pm 1,6$  (p=0,075) com I.C.= -0,3;6,7.

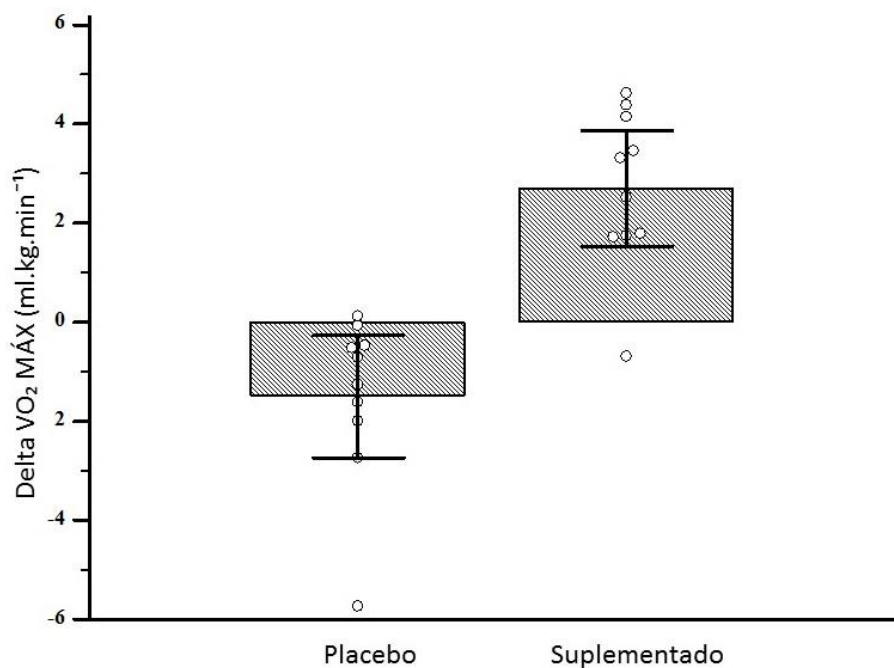


Figura 2. Comparação do consumo máximo de oxigênio entre períodos de tratamento no experimento crônico

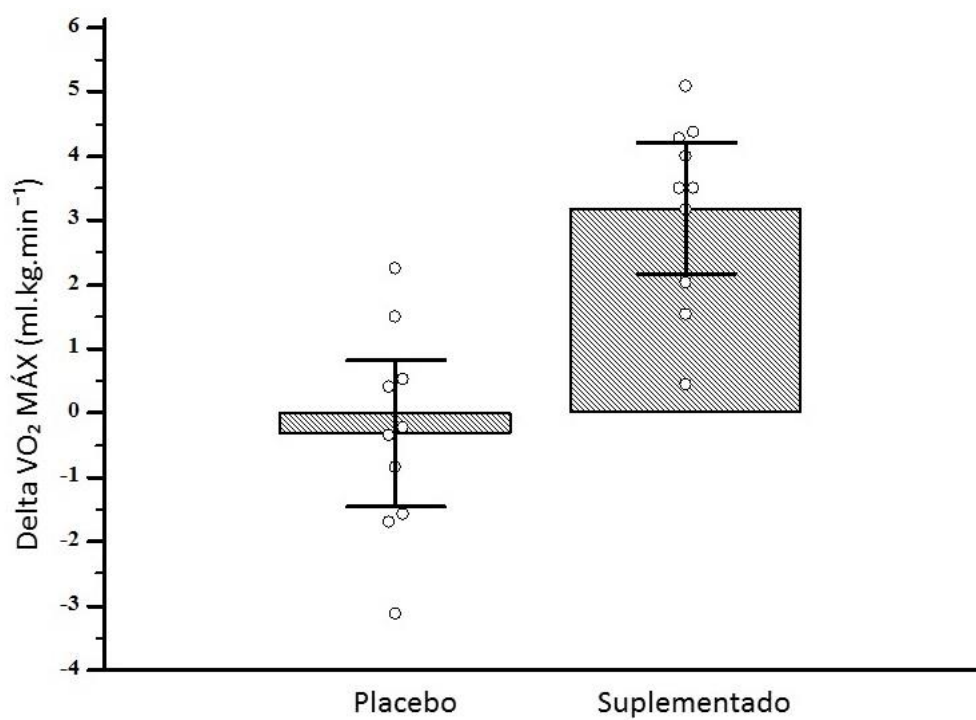


Figura 3. Comparação do consumo máximo de oxigênio entre períodos de tratamento no experimento agudo

Os parâmetros da ergoespirometria do experimento crônico (Tabela 1) mostram que houve diferença significativa no delta do  $VO_{2MÁX}$  entre as intervenções. Além disso, mostra que o delta do  $VCO_2$  ( $p=0,043$ ), foi significativo. Do mesmo modo o coeficiente  $VE/VO_2$ .

Em relação à Tabela 2, a qual apresenta os parâmetros para o experimento agudo, observa-se que os deltas do  $VO_{2MÁX}$  ( $p=0,075$ ) e o  $VE/VO_2$  ( $p=0,071$ ), apresentaram uma tendência à diferença entre os tratamentos. Os demais parâmetros da ergoespirometria, não relatados acima não foram significativos tanto para o experimento crônico, assim como no agudo.

As Tabelas 1 e 2 apresentam ainda, que não houve diferença ( $p > 0,05$ ) para parâmetros como distância percorrida durante os testes de esforço, escala de percepção de esforço, frequência cardíaca máxima e dados antropométricos como massa corporal magra e gorda.

Tabela 1. Parâmetros do experimento crônico

Tratamento	PLACEBO			SUPLEMENTADO			P valor
	PRÉ	PÓS	$\Delta$	PRÉ	PÓS	$\Delta$	
<b>VO<sub>2</sub>MÁX</b> (ml.kg.mi n <sup>-1</sup> )	58,5±9,0	57,0±7,9	-1,5 (-4,6;1,6)	58,7±8,7	61,4±8,2	2,6 (-0,2;5,6)	0,031
<b>Distância (km)</b>	2,4±0,7	2,6±0,9	0,2 (-0,1;0,5)	2,3±0,9	2,6±1,3	0,27 (-0,07;0,6)	0,736
<b>Escala de percepção de esforço</b>	17,9±1,3	17,6±0,9	-0,3 (-0,8;0,2)	18,4±1,5	18,2±1,3	0,7 (-0,7;0,3)	0,431
<b>FC<sub>MÁX</sub> (bpm)</b>	183,5±9,9	180,6±10	-2,9 (-5,9;0,1)	181,8±11,0	181±11,2	-0,8 (-4,7;3,1)	0,399
<b>VCO<sub>2</sub>MÁX</b> (ml.kg.min <sup>-1</sup> )	59,6±9,8	56,5±10,8	-3,1 (-7,6;1,3)	62,2±7,9	66,0±11,9	3,8 (-1,3;8,9)	0,043
<b>RQ</b>	1,0±0,05	1,0±0,06	-0,02 (-0,09;0,04)	1,0±0,07	1,03±0,07	-0,0 (-0,05;0,00)	0,830
<b>VE (l.min<sup>-1</sup>)</b>	92,6±14	89,2±14,8	-3,3 (-10,4;3,6)	95,7±10,7	95±11,1	-0,7 (-4,8;3,4)	0,397
<b>VE/VO<sub>2</sub></b>	21,7±1,6	21,3±1,0	-0,3 (-1,3;0,5)	21,5±1,1	20,4±0,9	-1,0 (-1,6;-0,5)	0,034
<b>VE/VCO<sub>2</sub></b>	20,7±1,5	21±1,6	0,2 (-0,5;1,1)	20,6±1,4	20±1,9	-0,67 (-1,5;0,1)	0,093
<b>MCM (kg)</b>	53,6±7,8	53,5±7,6	-0,18 (-2,4;2,0)	54,2±8,5	52,9±7,9	-1,3 (-2,2;-0,4)	0,301
<b>MCG (Kg)</b>	21±5,5	21,7±6,3	0,6 (-0,3;1,6)	21,4±6,1	22±5,4	0,6 (-0,2;1,5)	0,944

PRÉ: Momento pré intervenção; PÓS: Momento pós intervenção;  $\Delta$ : Delta; VO<sub>2</sub>MÁX : Volume máximo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>MÁX: Volume máximo de gás carbônico; RQ: coeficiente respiratório; VE: Volume expirado; VE/VO<sub>2</sub> Equivalente ventilatório de VO<sub>2</sub> ;VE/VCO<sub>2</sub> : Equivalente ventilatório de VCO<sub>2</sub>; MCM: Massa corporal magra; MCG: Massa corporal gorda.

Tabela 2. Parâmetros do experimento agudo

Tratamento	PLACEBO			SUPLEMENTADO			P valor
	PRÉ	PÓS	Δ	PRÉ	PÓS	Δ	
<b>VO<sub>2</sub>MÁX(ml.kg.m in<sup>-1</sup>)</b>	60,7±6,8	60,4±5,6	-0,3 (-3,7;3,0)	59,4±6,1	62,6±6,6	3,1 (1,1;5,2)	0,075
<b>Distância (km)</b>	2,9±0,8	2,9±0,9	0,08 (-0,03;0,2)	2,7±1,1	2,9±1,2	0,1 (0,0;0,3)	0,249
<b>Escala de percepção de esforço</b>	17,1±1,3	17,2±1,1	0,1 (-0,6;0,8)	16,7±0,9	17,2±1,1	0,5 (-0,00;1,0)	0,458
<b>FC<sub>MÁX</sub> (bpm)</b>	182±11,2	182,4±10,6	0,4 (-3,2;4,0)	180,4±11,5	179,8±10,7	-0,6 (-1,9;0,7)	0,488
<b>VCO<sub>2</sub>(ml.kg.min<sup>-1</sup>)</b>	61,7±8,2	64,7±9,2	3,0 (-4,3;10,4)	63,2±9,4	63,9±10,9	0,7 (-4,4;5,9)	0,648
<b>RQ</b>	1,03±0,07	1,07±0,06	0,03 (-0,02;0,01)	1,0±0,09	1,04±0,09	-0,01 (-0,07;0,04)	0,227
<b>VE (l.min<sup>-1</sup>)</b>	93,2±12,5	97±11,5	3,8 (-3,0;10,7)	92,4±10,6	93,2±11,7	0,8 (-2,4;4,0)	0,341
<b>VE/VO<sub>2</sub></b>	23,7±2,2	24,6±2,1	0,9 (-0,08;1,9)	23,7±1,9	23,4±1,9	-0,2 (-1,2;0,7)	0,071
<b>VE/VCO<sub>2</sub></b>	22,6±1,5	22,8±1,7	0,5 (-0,4;1,5)	22,6±1,5	22,6±1,8	-0,04 (-1,5;1,4)	0,470
<b>MCM (kg)</b>	46,6±5,5	46,8±5,6	0,2 (-0,5;0,9)	46,7±5,3	46,3±5,2	-0,3 (-1,3;0,5)	0,298
<b>MCG (Kg)</b>	18,1±4,1	18,2±3,6	0,06 (-0,67;0,7)	18,6±4,4	18,6±4,3	-0,06 (-1,5;1,4)	0,937

PRÉ: Momento pré intervenção; PÓS: Momento pós intervenção; Δ: Delta; VO<sub>2</sub>MÁX : Volume máximo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>MÁX: Volume máximo de gás carbônico; RQ: coeficiente respiratório; VE: Volume expirado; VE/VO<sub>2</sub> Equivalente ventilatório de VO<sub>2</sub> ; VE/VCO<sub>2</sub> : Equivalente ventilatório de VCO<sub>2</sub>; MCM: Massa corporal magra; MCG: Massa corporal gorda.

## Discussão

Esse estudo teve como objetivo analisar o efeito da suplementação crônica e aguda com benfotiamina, nos parâmetros de desempenho em corredores fundistas amadores. Nesse contexto, o delta do  $VO_{2MÁX}$  do grupo suplementado foi maior que o delta do grupo placebo demonstrando que a suplementação com benfotiamina influenciou de maneira positiva no metabolismo oxidativo. Considerando que uma das funções da ergoespirometria é determinar o consumo de oxigênio, variando com a intensidade de trabalho realizado, esse estudo mostra essa relação positiva, quando a suplementação com benfotiamina é crônica.

Segundo di Prampero (2003), embora não seja o único, o  $VO_{2MÁX}$  é o principal parâmetro determinante do desempenho esportivo em exercícios de média a longa duração. Posto isso, os resultados deste estudo fornecem evidências que a suplementação crônica com benfotiamina possivelmente influencia de maneira positiva o desempenho de atletas de *endurance*.

De acordo com esses resultados, a suplementação com benfotiamina no experimento agudo parece não ter o mesmo efeito sobre o metabolismo oxidativo, comparado com a suplementação crônica. A influência da benfotiamina, mesmo proporcionando maior biodisponibilidade de tiamina que a administração oral da vitamina B1 (PORTARI; VANNUCCHI; JORDÃO, 2013), não mostrou-se eficiente quando a suplementação é realizada apenas 2 dias antes do teste de esforço. Corroborando com nossos dados, o estudo de Webster (1998), demonstrou que a suplementação com outro derivado de tiamina, por um período de 7 dias também não promove efeito sobre o  $VO_{2MÁX}$ .

O consumo de oxigênio e a produção de gás carbônico ( $CO_2$ ) possuem uma relação direta, durante o exercício intenso, pois o  $CO_2$  é produzido pelo metabolismo oxidativo, sendo que mais de 50% do  $O_2$  consumido é transformado em  $CO_2$ , e posteriormente é eliminado pelos pulmões (HALL-LÓPES et al., 2015). Nessa perspectiva, outro parâmetro importante na ergoespirometria é o  $VCO_2$ . A análise do delta do  $VCO_{2MÁX}$  no experimento crônico mostrou um aumento significativo ( $p=0,043$ ) do grupo suplementado comparado ao grupo placebo. Este comportamento do  $VCO_{2MÁX}$  não foi observado no experimento agudo.

Estes dados em conjunto podem ser entendidos como resultado de um fornecimento aumentado de substrato à cadeia transportadora de elétrons. Sendo a tiamina um cofator para enzimas responsáveis pela transformação e produção de substratos na glicólise e ciclo de Krebs conclui-se que o efeito observado foi promovido pela suplementação com benfotiamina.

Da mesma forma, no experimento crônico, o delta do equivalente ventilatório  $VE/VO_2$ , foi maior nos atletas quando receberam suplemento. O  $VE/VO_2$  reflete a necessidade ventilatória para um determinado  $VO_2$ . Outro equivalente ventilatório analisado foi o  $VE/VCO_2$  que indica a necessidade ventilatória para eliminar uma determinada quantidade de gás carbônico produzido pelos tecidos em atividade (HALL-LÓPES et al., 2015). Os resultados do presente estudo não mostraram diferença no comportamento dessa variável com a suplementação nos dois experimentos.

A  $FC_{MÁX}$  não foi diferente em nenhuma das comparações nos experimentos. Associando isto ao comportamento do  $VO_{2MÁX}$  no experimento crônico, é possível inferir que o metabolismo oxidativo foi o principal beneficiado pela suplementação com benfotiamina, pois não houve um aumento no principal marcador da taxa de trabalho cardíaca, a  $FC_{MÁX}$ . Este achado era esperado, visto que a tiamina em sua forma ativa (tiamina difosfato) atua principalmente no metabolismo energético em nível mitocondrial, como cofator de enzimas do ciclo de Krebs.

Outra análise realizada neste estudo é o coeficiente respiratório que é um parâmetro que indica qual substrato está sendo utilizado pelas células. Dessa maneira, a suplementação com benfotiamina não influenciou na utilização dos substratos em nenhum dos grupos nos dois experimentos, pois sua atuação é otimizar a ação das enzimas PDH,  *$\alpha$ -cetoglutarato* desidrogenase e transcetolase (LUKASKI, 2004; BIESK, 2005) e não modificar a fonte energética durante o exercício de alta intensidade.

Nas análises da escala subjetiva de percepção de esforço e da distância percorrida durante o teste incremental, não foram encontradas diferenças significativas em ambos os experimentos. O resultado da escala de percepção de esforço colabora de forma positiva com esse estudo, visto que foram



realizados testes de esforço máximo, dos quais os corredores fundistas amadores tiveram a mesma percepção de esforço.

A composição corporal dos indivíduos é dependente de muitas variáveis tais como, o tempo que leva o experimento, a alimentação dos atletas que não teve intervenção, fatores psicológicos e ainda, a intensidade e volume de treinos. Neste estudo, a massa corporal magra e gorda não mostrou significativa em nenhum dos experimentos.

Com todas as análises realizadas por esse estudo, verifica-se que a suplementação com benfotiamina foi benéfica para atletas quando realizada a longo prazo. Os resultados para a suplementação com apenas dois dias, previamente a um teste de esforço máximo ou a uma situação real, como competições, não se mostraram significativos em nenhum dos parâmetros analisados.

### *Conclusão*

De forma geral, os resultados desse estudo mostram que a suplementação com benfotiamina de forma crônica, promove melhora no metabolismo oxidativo de corredores amadores fundistas. Este achado levanta a necessidade de estudos mais aprofundados a fim de se estabelecer a real necessidade de vitamina B1 para atletas.

*Referências Bibliográficas*

ALTHOFF, M. E. W. S.; ALCÂNTARA, G. V.; SOUZA, C. C.; DE JESUS CAMILO, F.; LIBERALI, R.; NAVARRO, A. C.; PANZA, V. P. Efeito da suplementação de tiamina na concentração de lactato em jogadores de futebol profissional. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 3, n. 16, p. 277-285, jul/agost. 2009.

BAUTISTA-HERNANDEZ; MANUEL, V.; RAUL, L.; BENJAMIN, T.; CLEMENTE, V. Effects of thiamine pyrophosphate on blood lactate levels in young, sedentary adults undergoing moderate physical activity. **Journal of Exercise Physiology**, v. 8, n.2, p. 24-9, 2005.

BIESK, S. **As Vitaminas no Exercício em Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte**. 1. ed. Manole, 2005. 87-111 p.

BILLAT, L. V.; KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at VO<sub>2</sub> max and time to exhaustion at thi velocity. **Sports Medicine**, v.22, n. 2, p. 90-108, 1996.

BORG, G. Phychoophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Washigton, v.14, n. 5, p. 377-381, set./out., 1982.

CHOI, S. K.; BAEK, S. H.; CHOI, S. W. The effects of endurance training and thiamine supplementation on anti-fatigue during exercise. **Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry**, v. 17, n.4, p. 189, 2013.

CHRISTENSEN D.L.; VAN HALL G.; HAMBRAEUS L. Food and macronutrient intake of male adolescent Kalenjin runners in Kenya. **British Journal of Nutrition**, v. 88, p. 711-717, 2002.

DI PRAMPERO, P. E. Factors limiting maximal performance in humans. **European journal of applied physiology**, v. 90, n. 3-4, p. 420-429, 2003.

HALL-LÓPEZ, J. A.; OCHOA-MARTÍNEZ, P. Y.; MONCADA-JIMÉNEZ, J.;

OCAMPO MÉNDEZ, M. A.; MARTÍNEZ GARCÍA, I.; MARTÍNEZ GARCÍA, M. A. Reliability of the maximal oxygen uptake following two consecutive trials by indirect calorimetry. **Nutrición Hospitalaria**, v. 31, n. 4, p. 1726-1732, 2015.

HORWITT, M. K.; KREISLER, O. The Determination of Early Thiamine-Deficient States by Estimation of Blood Lactic and Pyruvic Acids After Glucose Administration and Exercise Five Figures. **The Journal of nutrition**, v.37, n.4, p. 411-427, 1949.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **Journal of sports sciences**, v. 14, n.4, p. 321-327, 1996.

LOEW, D. Pharmacokinetics of thiamine derivatives especially of benfotiamine. **International journal of clinical pharmacology and therapeutics**, v. 34, n. 2, p. 47-50, 1996.

LOUCK A.B. Energy balance and body composition in sports and exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, p. 1–14, 2004.

LUKASKI, H. C. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. **Nutrition**, v. 20, n.7, p. 632-644, 2004.

MACHADO, F. A.; KRAVCHYCHYN, A. C. P.; PESERICO, C. S.; DA SILVA, D. F.; MEZZARROBA, P. V. Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.16, n.6, p. 577-582, 2013.

MALINAUSKAS, B. M.; OVERTON R. F.; CORBETT A. B.; CARPENTER A.B. Body composition, weight preferences, and dietary macronutrient intake of summer college baseball players. **Vahperd Journal**, v. 28, n. 1, 2006.

PACHECO, E. M.; SILVA, L. G. M.; BALDISSERA, V.; CAMPBELL, C. M. G.; LIBERTO, E. A.; & SIMÕES, H. G. (2006). Relação entre velocidade crítica,

limiar anaeróbio, parâmetros associados ao VO<sub>2</sub>max, capacidade anaeróbia e custo de O<sub>2</sub> submáximo. **Motriz**, v. 12, n. (2), p. 103-111,. 2006.

PAPANDREOU, D.; HASSAPIDOU, M.; HOURDAKIS, M.; PAPAKONSTANTINO, K.; TSITSKARIS, G.; GAREFIS, A. Dietary intakes status of elite athletes. **Aristotle University Medical Journal**, v. 33, n.1, p. 119-126, 2006.

PORTARI, G. V.; VANNUCCHI, H.; JORDAO, A. A. Liver, plasma and erythrocyte levels of thiamine and its phosphate esters in rats with acute ethanol intoxication: A comparison of thiamine and benfotiamine administration. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 48, n.4, p. 799-802, 2013.

SCRIMGEOUR, A. G.; NOAKES, T. D.; ADAMS, B.; MYBURGH, K. The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 55, n. 2, p. 202-209, 1986.

WEBSTER, M. J. Physiological and performance responses to supplementation with thiamin and pantothenic acid derivatives. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 77, n.6, p. 486-491, 1998.

WIERNIUK, A.; WLODAREK, D. Estimation of energy and nutritional intake implementation of young men practicing aerobic sports. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, v. 2, n. 64, p. 143-148, 2013.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com os resultados obtidos neste trabalho pode-se considerar que, corredores amadores possuem uma alimentação inadequada, quanto a energia, macronutrientes e micronutrientes, associando com exercício físico intenso pode ser prejudicial à saúde.

Além disso o trabalho mostrou que, a suplementação crônica com benfotiamina é influente no metabolismo oxidativo, visto que há uma maior biodisponibilidade de tiamina, otimizando enzimas atuantes no metabolismo energético.

## REFERÊNCIAS

- ALKHALAF, A.; KLOOSTER, A.; OEVEREN, W. V.; ACHENBACH, U.; KLEEFSTRA, N.; SLINGERLAND, R.J.; MIJINHOUT, G.S.; BILO, H.J.G.; GANS, R.O.B.; NAVIS, G.J.; BAKKER, S.J.L. A Double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial on benfotiamine treatment in patients with diabetic nephropathy. **Diabetes Care**, v. 33, n. 7, 2010.
- ALTHOFF, M. E. W. S.; ALCÂNTARA, G. V.; SOUZA, C. C.; DE JESUS CAMILO, F.; LIBERALI, R.; NAVARRO, A. C.; PANZA, V. P. Efeito da suplementação de tiamina na concentração de lactato em jogadores de futebol profissional. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 3, n. 16, p. 277-285, jul/agost. 2009.
- BARONI, B. M.; COUTO, W.; LEAL- JÚNIOR, E. C. P. Estudo descritivo-comparativo de parâmetros de desempenho aeróbio de atletas profissionais de futebol e futsal. **Revista Brasileira Cineantropom Desempenho Humano**, v.13, n. 3, p. 170-176, 2011.
- BAUTISTA-HERNÁNDEZ; MANUEL, V.; LÓPEZ-ASCENCIO, R.; DEL TORO-EQUIHUA, M.; VASQUEZ, C. Effect of thiamine pyrophosphate on levels of serum lactate, maximum oxygen consumption and heart rate in athletes performing aerobic activity. **Journal of International Medical Research**, v. 36, n. 6, p. 1220-1226, 2008.
- BAUTISTA-HERNANDEZ; MANUEL, V.; RAUL, L.; BENJAMIN, T.; CLEMENTE, V. Effects of thiamine pyrophosphate on blood lactate levels in young, sedentary adults undergoing moderate physical activity. **Journal of Exercise Physiology**, v. 8, n.2, p. 24-9, 2005.
- BENDER, DAVID. **Nutritional Biochemistry of the Vitamins**. 2. ed. 2003.
- BERTUZZI, R. C. M.; SILVA, A.E.L.; ABAD, C.C.C.; DE OLIVEIRA, P.F. Metabolismo do lactato: uma revisão sobre a bioenergética e a fadiga muscular. **Revista Bras. Cineantropom Desempenho Humando**, v. 11, n.2, p.226-234, 2009.

BIESK, S. **As Vitaminas no Exercício em Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte**. 1. ed. Manole, 2005. 87-111 p.

CHOI, S. K.; BAEK, S. H.; CHOI, S. W. The effects of endurance training and thiamine supplementation on anti-fatigue during exercise. **Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry**, v. 17, n.4, p. 189, 2013.

DAY, J. R.; ROSSITER, H. B.; COATS, E. M.; SKASICK, A.; WHIPP, B. J. The maximally attainable VO<sub>2</sub> during exercise in humans: the peak vs. maximum issue. **Journal of applied physiology**, v. 95, n. 5, p. 1901-1907, 2013.

DOLE, M. R.; WEBSTER, J. M.; ERDMANN, L. D. Allithiamine ingestion does not enhance isokinetic parameters of muscle performance. **Internacional Journal of Sport Nutrition**, v. 122, p. 1454-1461, 1997.

HORWITT, M. K; KREISLER, O. The Determination of Early Thiamine-Deficient States by Estimation of Blood Lactic and Pyruvic Acids After Glucose Administration and Exercise Five Figures. **The Journal of nutrition**, v.37, n.4, p. 411-427, 1949.

Institute of Medicine, Food and Nutrition Board (1998). Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. Washington, DC: National Academy Press.

LEAL, JÚNIOR.; PINTO, E. C.; SOUZA, F. D. B.; MAGINI, M.; MARTINS, R. Á. B. L. Estudo comparativo do consumo de oxigênio e limiar anaeróbio em um teste de esforço progressivo entre atletas profissionais de futebol e futsal. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, p. 323-326, 2006.

LOEW, D. Pharmacokinetics of thiamine derivatives especially of benfotiamine. **International journal of clinical pharmacology and therapeutics**, v. 34, n. 2, p. 47-50, 1996.

LOUCK A.B. Energy balance and body composition in sports and exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, p. 1–14, 2004.

LUKASKI, H. C. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. **Nutrition**, v. 20, n.7, p. 632-644, 2004.

MACHADO, F. A.; KRAVCHYCHYN, A. C. P.; PESERICO, C. S.; DA SILVA, D. F.; MEZZARROBA, P. V. Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.16, n.6, p. 577-582, 2013.

MEHDI K. J.; HAMID K.; SABA M.; KAMILI M. Effect of supplementary consumption vitamin B1 (thiamine) on blood glucose changes during and after maximal aerobic exercise. **International Journal of Biosciences**, v. 3, n. 7, p. 195-201, 2013.

MEYER, T.; SCHARHAG, J.; KINDERMANN, W. Peak oxygen uptake. **Zeitschrift für Kardiologie**, v. 94, n. 4, p. 255-264, 2005.

PÁCAL, L.; KURICOVÁ, K.; KAŇKOVÁ, K. Evidence for altered thiamine metabolism in diabetes: Is there a potential to oppose gluco-and lipotoxicity by rational supplementation? **World journal of diabetes**, v. 5, n.3, p. 288, 2014.

PADOVANI, R. M.; AMAYA-FARFÁN, J.; COLUGNATI F. A. B.; DOMENE, S.M.A. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, v. 19, n.6, p.741-760, nov./dez, 2006.

PORTARI, G. V.; VANNUCCHI, H.; JORDAO, A. A. Liver, plasma and erythrocyte levels of thiamine and its phosphate esters in rats with acute ethanol intoxication: A comparison of thiamine and benfotiamine administration. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 48, n.4, p. 799-802, 2013.

POWERS, S.K.; HOWLEY E.T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. 5. ed. Manole, 2005.

SARTORI, R. F.; PRATES, M. E. F.; TRAMONTE, V. L. G. C. Hábitos alimentares de atletas de futsal dos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 13, n. 2, p. 55-62, 2008.



STIRBAN, A. POP, A. TSCHOEPE, D. A randomized, double-blind, crossover, placebo-controlled trial of 6 weeks benfotiamine treatment on postprandial vascular function and variables of autonomic nerve function in type 2 diabetes.

**Diabetic Medicine**, v. 30, 2013.

SUZUKI, M; ITOKAWA, Y. Effects of thiamine supplementation on exercise-induced fatigue. **Metabolic brain disease**, v. 11, n. 1, p. 95-106, 1996.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J.; KOYL, S. N.; BEAVER, W. L. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal of applied physiology**, v. 35, n. 2, p. 236-243, 1973.

WEBSTER, M. J. Physiological and performance responses to supplementation with thiamin and pantothenic acid derivatives. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 77, n.6, p. 486-491, 1998.

WIERNIUK, A.; WLODAREK, D. Estimation of energy and nutritional intake implementation of young men practicing aerobic sports. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, v. 2, n. 64, p. 143-148, 2013.

WILLIAMS, C.; DEVLIN, J. T. **Foods, nutrition and sports performance**. Londres, 1994.

## APÊNDICE

### Registro Alimentar de 3 dias



**Leia com atenção:**

**É necessário anotar tudo o que foi ingerido durante 3 dias representativos do seu comportamento alimentar, sendo 2 dias de semana, e 1 de fim-de-semana.**

Para tal, necessitamos de uma descrição clara dos alimentos e bebidas que tiver consumido durante as principais refeições (café da manhã, almoço e jantar) e entre os lanches (lanche da manhã e lanche da tarde). Sempre que descrever um alimento, apontar o método de preparação dos alimentos, ou seja, se é cozido, frito, grelhado, etc.

Se a comida for comprada pronta deve referir esse fato e colocar a quantidade e quais os alimentos. Se comer fora de casa, deve levar sempre consigo as folhas de registro e anotar tudo o que comer e beber, imediatamente após o consumo.

**O registro deverá ser feito na semana anterior ao teste de esforço.**

É importante que não tenha qualquer tipo de receio, ou constrangimento, no preenchimento do registro. Quanto mais sincero for, mais estará ajudando o sucesso da nossa pesquisa!



## ANEXOS

### TERMO DE ESCLARECIMENTO

#### **Título do Projeto: “Avaliação do efeito da suplementação com benfotiamina sobre desempenho e recuperação após teste de exaustão em corredores amadores”**

Você está sendo convidado (a) a participar do estudo “**Avaliação do efeito da suplementação com benfotiamina sobre desempenho e recuperação após teste de exaustão em corredores amadores**” por ser um atleta amador praticante de corrida com treinamento a mais de 1 (um) ano e não possuir nenhuma doença crônica. Os avanços na área da Saúde Humana ocorrem através de estudos como este, por isso a sua participação é importante. O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos da suplementação de benfotiamina, uma pró-vitamina B1, a qual possui liberação para comercialização no Brasil, aguda ou cronicamente, em parâmetros metabólicos e de desempenho aeróbico de corredores amadores de longas distâncias. Se você concordar em participar, você receberá cápsulas que deverão ser ingeridas durante o período do experimento conforme as recomendações que lhe serão passadas e será necessário fazer avaliação antropométrica (medidas de seu corpo) e nutricional, testes de esforço (corrida em esteira), coletas de sangue e determinação de lactato, os quais ocorrerão em um laboratório destinado a estes testes nas dependências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFTM localizado na Avenida Tutunas, nº 490, bairro Mercês. Estas avaliações ocorrerão 4 vezes com intervalo de 1 semana ou 1 mês entre elas. Você poderá ter algum desconforto em relação ao teste de esforço o qual irá exigir desempenho e potencial aeróbico, e esse será minimizado sobre orientações e supervisão de um profissional da Educação Física. Junto ao teste de esforço será realizada a coleta de sangue que pode gerar desconforto pela picada em seu braço, mas será efetuada por um profissional capacitado para o procedimento em local com assepsia compatível.

Você poderá obter todas as informações que quiser e poderá não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo no seu atendimento. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade. Seu nome não aparecerá em qualquer momento do estudo, pois você será identificado com um número.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO - Uberaba-MG  
 Comitê de Ética em Pesquisa- CEP  
 Rua Madre Maria José, 122 - 2º. Andar - Bairro Nossa Senhora da Abadia  
 CEP: 38025-100 – Uberaba(MG)  
 Telefone: (0\*\*34) 3318-5776 - E-mail: cep@pesqpg.uftm.edu.br

---

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE, APÓS ESCLARECIMENTO

**Título do Projeto: “Avaliação do efeito da suplementação com benfotiamina sobre desempenho e recuperação após teste de exaustão em corredores amadores”**

Eu,.....

....,

li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e quais procedimentos a que serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não me afetará em nada. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo. Eu concordo em participar do estudo. Recebi uma via deste Termo.

Uberaba,...../ ...../.....

---

Assinatura do voluntário

---

Documento de Identidade

---

Prof. Dr. Guilherme Vannucchi Portari

Coordenador da Pesquisa

(34) 3318-5920

(34) 9802-1617

Escala Subjetiva de percepção de esforço, (BORG, 1982)

### **ESCALA DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO**

6	
7	<b>MUITO FÁCIL</b>
8	
9	
10	<b>FÁCIL</b>
11	
12	<b>RELATIVAMENTE FÁCIL</b>
13	
14	<b>RELATIVAMENTE CANSATIVO</b>
15	
16	<b>CANSATIVO</b>
17	
18	<b>MUITO CANSATIVO</b>
19	
20	<b>EXAUSTIVO</b>

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Avaliação do efeito da suplementação com benfotiamina sobre desempenho e recuperação após teste de exaustão em corredores amadores

**Pesquisador:** Guilherme Vannucchi Portari **Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 44069715.2.0000.5154

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Triângulo Mineiro

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.099.496

**Data da Relatoria:** 03/06/2015

**Apresentação do Projeto:**

Segundo os pesquisadores:

"TEMA EM ESTUDO: Trata-se de um projeto para verificarmos os efeitos da suplementação com benfotiamina sobre parâmetros de desempenho aeróbico de corredores amadores de endurance. A dieta do praticante de atividade física geralmente está desequilibrada em macro e micronutrientes (Papandreou et al., 2006), fornecendo conseqüentemente energia insuficiente (Christensen et al., 2002; Louck et al., 2004). Tendo isso vale ressaltar a importância das vitaminas que são substâncias orgânicas o que as diferencia dos minerais, pois não são sintetizadas pelo organismo e necessárias em pequenas quantidades como em miligramas ou microgramas por dia.

A vitamina B1 (tiamina) é hidrossolúvel, sendo assim ela não se acumula no corpo. Ela é necessária para formar o trifosfato de adenosina (ATP), que todas as células do corpo utilizam para gerar energia. Existem algumas formas da tiamina, porém sua formata ativa é a tiamina difosfato (TDP), sendo cofator de três enzimas importantes: piruvato desidrogenase (PDH), -cetogluturato desidrogenase e transcetolase (Lukaski, 2004; Biesek, 2005). O piruvato-desidrogenase é um complexo enzimático, o qual é responsável pela descarboxilação oxidativa do piruvato e conseqüente formação de acetil-coenzima A (acetil-CoA) (Choi et al., 2013). O TDP também é necessário para a descarboxilação de -cetogluturato em succinil-coenzima A, dentro do ciclo de

Krebs, favorecendo a oxidação da glicose aeróbia, para obter adenosina trifosfato (ATP), enquanto transcetolase atua na via da pentose fosfato.

A benfotiamina é um análogo sintético da tiamina administrado por via oral. Após a ingestão e passagem intacta pelo estômago, a benfotiamina sofre ação de fosfatases intestinais inespecíficas que retiram seu grupamento fosfato gerando uma substância lipossolúvel de muito fácil absorção, a benzoiltiamina está ganha a corrente sanguínea sem necessitar de transportador diferente da tiamina que é uma molécula carregada positivamente e assim necessita de transportador para atravessar as membranas biológicas. Assim comparando, o transporte de tiamina do intestino para o sangue envolve transportador saturável, o que torna a absorção mais lenta em comparação com as substâncias com propriedades lipófilas (Portari, et al., 2013)."

"PERGUNTAS DA PESQUISA: A suplementação com benfotiamina, aguda ou cronicamente promove melhor adaptação sobre o desempenho dos corredores amadores?"

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Segundo os pesquisadores:

"OBJETIVO GERAL: Avaliar os efeitos da suplementação de benfotiamina, aguda ou cronicamente, sobre o desempenho aeróbico de corredores amadores de corridas de longas distâncias."

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

. Avaliar o efeito da suplementação com benfotiamina, aguda ou cronicamente, sobre níveis sanguíneos

(plasma e eritrócitos) de tiamina livre, monofosfatada e difosfatada;

. Avaliar o efeito da suplementação com benfotiamina, aguda ou cronicamente, sobre o desempenho dos atletas.

. Avaliar o efeito da suplementação com benfotiamina, aguda ou cronicamente, sobre a composição corporal."

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os pesquisadores:

"Acreditamos que os benefícios superem os possíveis riscos neste projeto. Os principais riscos como o desconforto para o indivíduo no teste de VO<sub>2</sub> máximo pode ser minimizado por todas as instruções dos pesquisadores. A punção venosa para coleta de sangue mesmo sendo um procedimento rotineiro no ambiente hospitalar pode ocorrer complicações como infecções, embora seja realizada por pessoal treinado seguindo as normas de assepsia necessárias. A quebra de confidencialidade será minimizada utilizando-se códigos com letras e números para identificação das amostras provenientes dos sujeitos da pesquisa. Se obtivermos os resultados esperados, os benefícios poderão se estender não somente para os atletas amadores, mas também aos atletas profissionais."

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**



Trata-se de parecer referente a pendência datada 29/05/2015, sob o número 1.085.430. Pesquisadores responderam as solicitações em parecer anterior.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Termos de apresentação obrigatória apresentados.

**Recomendações:**

Não há. Pesquisadores responderam as solicitações em parecer anterior.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, o CEP-UFTM manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O CEP-UFTM informa que a partir desta data de aprovação, é necessário o envio de relatórios anuais, assim como também é obrigatória, a apresentação do relatório final, quando do término do estudo.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Aprovado em reunião de Colegiado do CEP-UFTM em 03/06/2015