

HAMILTON HENRIQUE TEIXEIRA REIS

**EFEITOS DA INGESTÃO DE DIFERENTES TIPOS DE BEBIDAS  
ENERGÉTICAS NO EXERCÍCIO DE CORRIDA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do Título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS — BRASIL  
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da  
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R375e  
2017

Reis, Hamilton Henrique Teixeira, 1989-  
Efeitos da ingestão de diferentes tipos de bebidas energéticas no  
exercício de corrida / Hamilton Henrique Teixeira Reis. – Viçosa, MG,  
2017.  
xv, 84f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexos.

Inclui apêndices.

Orientador: João Carlos Bouzas Marins.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Exercícios físicos - Aspectos fisiológicos. 2. Cafeína - Efeito  
fisiológico. 3. Taurina. 4. Atletas - Nutrição. I. Universidade Federal  
de Viçosa. Departamento de Educação Física. Programa de Pós-  
Graduação em Educação Física. II. Título.

CDD 22 ed. 613.71

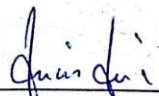
HAMILTON HENRIQUE TEIXEIRA REIS

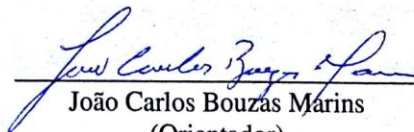
**EFEITOS DA INGESTÃO DE DIFERENTES TIPOS DE BEBIDAS  
ENERGÉTICAS NO EXERCÍCIO DE CORRIDA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do Título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 29 de setembro de 2017.

  
Miguel Araujo Carneiro Júnior

  
Luciana Moreira Lima  
(Coorientadora)

  
João Carlos Bouzás Marins  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família por toda dedicação conjunta em prol da conclusão de mais essa etapa de minha vida. Em especial, agradeço à minha mãe, Zélia, exemplo de profissionalismo e conduta, por todo capricho e insistência para que esse processo fosse totalmente realizado com muita consciência e destreza. Ao meu pai, Hamilton, por todo auxílio prestado. À minha irmã, Cecília, que mesmo estando distante nunca me deixou faltar com paciência nos momentos que assim demandavam. À minha irmã Victória, que além do suporte familiar, também ajudou na coleta de dados. À minha noiva, Raryanna, que teve que “aguentar” dois anos da minha dedicação ao mestrado e que, em hipótese alguma, deixou de me apoiar nos momentos em que necessitei.

Agradeço aos meus amigos da Pós-Graduação por todo auxílio, troca de informações, complementações, debates e horas de horas de conversas afimco para que o projeto fosse executado dentro da mais pura viabilidade e qualidade em respeito a todo investimento feito.

Obviamente e não tão obstante, agradeço a todos os meus voluntários, que acima de “sujeitos amostrais” são pessoas que tenho o prazer de chamar de “amigos”. A participação e seriedade de cada um de vocês foram fundamentais!

Agradeço a todo o povo brasileiro pelo financiamento dos meus estudos enquanto aluno de Mestrado do Departamento, esperando que, de uma forma efetiva, eu possa ter contribuído em algo substancial e importante para cada um de nós a partir da temática desenvolvida. Agradeço à CAPES, pela concessão da bolsa de estudos que me proporcionou a oportunidade de me dedicar ainda mais à realização do mestrado. Agradeço à FAPEMIG pelo financiamento dessa pesquisa, que possibilitou trabalhar com materiais de última geração, responsáveis por promover uma qualidade imensurável para o desenvolvimento do estudo.

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Educação Física, especialmente ao LAPEH, pela oportunidade da realização do mestrado e pela disponibilidade de estrutura física e materiais. Aos funcionários do departamento, por toda presteza e auxílio em todos os momentos.

Postulo também os meus agradecimentos ao Prof. João Carlos Bouzas Marins, profissional ao qual me espelho para conduzir minha vida profissional acadêmica. Agradeço também à minha, sempre serena e muitíssimo competente coorientadora, Prof<sup>ª</sup>. Luciana Moreira Lima, e ao Prof. Miguel Araújo Carneiro Júnior, que

prontamente aceitou o convite e colaborou de forma expressiva para a elaboração do material final como um membro importantíssimo da banca avaliadora.

A todos que ajudaram, seja com o mais simples gesto, meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

|  |      |
|--|------|
| LISTA DE TABELAS .....   | vii  |
| LISTA DE FIGURAS .....   | viii |
| LISTA DE ABREVIATURAS .....  | ix   |
| RESUMO .....   | x    |
| ABSTRACT .....   | xiii |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL .....  | 1    |
| REFERÊNCIAS .....  | 4    |
| 2. OBJETIVO GERAL.....   | 8    |
| 2.1 Objetivos Específicos.....   | 8    |
| ARTIGO 1: EFEITOS AGUDOS DA INGESTÃO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS<br>SOBRE OS PARÂMETROS CARDIOVASCULARES, METABÓLICOS E NO<br>DESEMPENHO EM CORREDORES..... | 9    |
| RESUMO .....   | 9    |
| ACCUTE EFFECTS OF ENERGY DRINK INTAKE ON THE<br>CARDIOVASCULAR, METABOLIC AND PERFORMACE PARAMETERS OF<br>RUNNERS. ....                                | 11   |
| ABSTRACT .....   | 11   |
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 13   |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS.....   | 14   |
| 2.1 Desenho do estudo .....  | 14   |
| 2.2 Amostra.....   | 15   |
| 2.3 Procedimentos.....   | 15   |
| 2.4 Protocolo Experimental.....  | 16   |
| 2.5 Análise Estatística.....   | 20   |
| 3. RESULTADOS .....  | 21   |
| 3.1 Desempenho Físico.....   | 21   |
| 3.2 Parâmetros Cardiovasculares .....  | 23   |
| 3.3 Parâmetros Bioquímicos .....   | 25   |
| 3.4 Sintomas gastrointestinais e IPE .....   | 26   |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 4. | DISCUSSÃO .....   | 27 |
|    | 4.1 Desempenho Físico e Bioenergética .....   | 28 |
|    | 4.2 Parâmetros Cardiovasculares .....   | 30 |
|    | 4.3 Parâmetros Bioquímicos .....  | 32 |
|    | 4.4 Sintomas gastrointestinais e IPE .....  | 33 |
|    | 4.5 Aplicações Práticas .....   | 35 |
|    | REFERÊNCIAS .....   | 37 |
|    | ARTIGO 2: EFEITOS AGUDOS DA INGESTÃO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS<br>SOBRE OS PARAMÊTROS HÍDRICOS E ELETROLÍTICOS DURANTE<br>EXERCÍCIO EM ESTEIRA. .... | 43 |
|    | RESUMO .....  | 43 |
|    | ACUTE EFFECTS OF ENERGY DRINK INTAKE ON HYDRIC AND<br>ELECTROLYTIC PARAMETERS DURING THE EXERCISE ON A<br>TREADMILL. ....                         | 44 |
|    | ABSTRACT .....  | 44 |
| 1. | INTRODUÇÃO.....   | 45 |
| 2. | MATERIAL E MÉTODOS.....   | 46 |
|    | 2.1 Desenho do estudo .....   | 46 |
|    | 2.2 Amostra.....  | 47 |
|    | 2.3 Procedimentos.....  | 47 |
|    | 2.4 Protocolo Experimental.....   | 49 |
|    | 2.5 Análise Estatística.....  | 52 |
| 3. | RESULTADOS .....  | 53 |
|    | 3.1 Balanço hídrico e estado de hidratação.....   | 53 |
|    | 3.2 Parâmetros Sanguíneos .....   | 53 |
| 4. | DISCUSSÃO .....   | 56 |
|    | 4.1 Balanço hídrico e estado de hidratação.....   | 56 |
|    | 4.2 Parâmetros Sanguíneos .....   | 58 |
|    | 4.3 Aplicações Práticas .....   | 61 |
| 5. | CONCLUSÃO.....  | 61 |
|    | REFERÊNCIAS .....   | 62 |
|    | CONCLUSÕES GERAIS .....   | 68 |

|  |    |
|--|----|
| ANEXOS.....  | 69 |
| ANEXO I - QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO DE ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q).....       | 69 |
| ANEXO II - TABELA DE RISCO CORONARIANO .....                               | 70 |
| ANEXO III - QUESTIONÁRIO QUANTITATIVO DE FREQUÊNCIA ALIMENTAR (QQFA) ..... | 71 |
| ANEXO IV- RECORDATÓRIO ALIMENTAR .....                                     | 72 |
| ANEXO V- REGISTRO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....                     | 73 |
| APÊNDICES .....  | 76 |
| APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO .....                                  | 76 |
| APÊNDICE II - FOLHA DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO CURSO .....             | 82 |



## LISTA DE TABELAS

### **ARTIGO 1: EFEITOS AGUDOS DA INGESTÃO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE OS PARAMÊTROS CARDIOVASCULARES, METABÓLICOS E NO DESEMPENHO EM CORREDORES**

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | Composição do café da manhã em termos calóricos e composição de macronutrientes.....   | 18 |
| Tabela 2 | Composição nutricional das bebidas utilizadas nos protocolos macronutrientes.....  | 18 |
| Tabela 3 | Valores relativos aos níveis de oxidação estimados de carboidrato e gordura para cada uma das bebidas nos momentos (n=12).....     | 22 |
| Tabela 4 | Valores observados de QR durante os momentos em cada um dos tratamentos (n=12).....  | 22 |
| Tabela 5 | Respostas cardiovasculares observadas durante os momentos em cada uma das bebidas utilizadas no protocolo experimental (n=12)..... | 24 |
| Tabela 6 | Respostas do lactato plasmático momentos em cada uma das bebidas utilizadas no protocolo experimental (n=12).....                  | 26 |

### **ARTIGO 2: EFEITOS AGUDOS DA INGESTÃO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE OS PARÂMETROS HÍDRICOS E ELETROLÍTICOS DURANTE EXERCÍCIO EM ESTEIRA**

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Composição do café da manhã em termos calóricos e composição de macronutrientes.....  | 50 |
| Tabela 2 | Composição nutricional das bebidas utilizadas nos protocolos experimentais.....   | 51 |
| Tabela 3 | Variações relacionadas aos parâmetros hídricos e estado de hidratação para os avaliados entre os protocolos experimentais (n=12)..... | 53 |

**LISTA DE FIGURAS****ARTIGO 1: EFEITOS AGUDOS DA INGESTÃO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE OS PARÂMETROS CARDIOVASCULARES, METABÓLICOS E NO DESEMPENHO EM CORREDORES**

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Esquema representativo do protocolo experimental.....   | 17 |
| Figura 2 | Detalhamento do desempenho físico de cada um dos avaliados com distinção por bebidas.....         | 21 |
| Figura 3 | Variações dos valores da glicemia plasmáticas durante os momentos em cada um dos tratamentos..... | 25 |
| Figura 4 | Variação do IPE durante os tratamentos entre as bebidas e momentos...                             | 27 |

**ARTIGO 2: EFEITOS AGUDOS DA INGESTÃO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE OS PARÂMETROS HÍDRICOS E ELETROLÍTICOS DURANTE EXERCÍCIO EM ESTEIRA**

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Figura 1 | Esquema representativo do protocolo experimental.....  | 49 |
| Figura 2 | Respostas do Na <sup>+</sup> entre os momentos e bebidas para os protocolos experimentais..... | 54 |
| Figura 3 | Respostas do K <sup>+</sup> entre os momentos e bebidas para os protocolos experimentais.....  | 55 |
| Figura 4 | Valores de HCT entre os momentos e bebidas para os protocolos experimentais.....               | 56 |

**LISTA DE ABREVIATURAS**

|                   |  |
|-------------------|--|
| %Da               | Percentual de Desidratação Absoluta              |
| %Dr               | Percentual de Desidratação Relativa              |
| AG                | Análise de Gases                                 |
| BE:               | Bebida Energética                                |
| CAF               | Cafeína  |
| CM                | Café da manhã                                    |
| COI               | Comitê Olímpico Internacional                    |
| CS                | Coleta Sanguínea                                 |
| Da                | Desidratação Absoluta                            |
| Dr                | Desidratação Relativa                            |
| DU                | Densidade de Urina                               |
| FC                | Frequência Cardíaca                              |
| FC <sub>max</sub> | Frequência Cardíaca Máxima                       |
| HCT               | Hematócrito                                      |
| IPE               | Índice de Percepção de Esforço                   |
| MC                | Massa Corporal                                   |
| OXICARB           | Oxidação de Carboidratos                         |
| OXIGORD           | Oxidação de Gorduras                             |
| PA                | Pressão Arterial                                 |
| PAD               | Pressão Arterial Diastólica                      |
| PAR-Q             | <i>Physical Activity Readiness Questionnaire</i> |
| PAS               | Pressão Arterial Sistólica                       |
| PC                | Peso Corporal                                    |
| PCf               | Peso Corporal Final                              |
| PCi               | Peso Corporal Inicial                            |
| PL                | Placebo  |
| PS                | Parâmetros Subjetivos                            |
| QR                | Quociente Respiratório                           |
| SNC               | Sistema Nervoso Central                          |
| UR                | Umidade Relativa                                 |
| WADA              | <i>World Anti-doping Agency</i>                  |

## RESUMO

REIS, Hamilton Henrique Teixeira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2017. **Efeitos da ingestão de diferentes tipos de bebidas energéticas no exercício de corrida.** Orientador: João Carlos Bouzas Marins. Coorientadora: Luciana Moreira Lima.

A cafeína é um componente comum na dieta de muitos atletas e praticantes de atividade física, estando presente em alguns alimentos, tais como no chocolate, refrigerantes, bebidas energéticas, café, ou na forma de suplementos alimentares. Essa substância tem sido utilizada como um possível recurso ergogênico nutricional, sendo consumida normalmente de forma aguda, previamente à realização de exercícios físicos com o objetivo de retardar a fadiga e aprimorar o desempenho. Recentemente, uma das formas mais comuns da ingestão de cafeína é através das bebidas energéticas, que contém em sua composição, além da cafeína, substâncias que agem de maneira sinérgica, como a taurina, carboidratos, aminoácidos, vitaminas e minerais, que podem estar associados com a melhora no desempenho físico. A maioria das bebidas energéticas comercializadas apresenta carboidratos em sua composição, o que pode levar a um desequilíbrio nutricional, acarretando um aumento no peso corporal. Sendo assim, como forma de atenuar esse efeito, as bebidas energéticas com característica *sugar free* surgem como uma opção viável para promover a manutenção do peso corporal e atingir um mesmo desempenho físico quando comparado à bebida energética convencional. Esta dissertação é composta por dois artigos. O primeiro estudo teve como objetivo verificar e comparar o efeito do consumo agudo de cafeína, presente em diferentes tipos de bebidas energéticas sobre o desempenho físico aeróbico, variáveis metabólicas e padrões subjetivos em homens, corredores de resistência. Já no segundo estudo, o objetivo foi verificar e comparar o efeito das e entre bebidas experimentais, sobre o balanço hídrico-eletrolítico. Ambos os estudos, foram duplo cego e *crossover* randomizado. Foram selecionados 12 homens, corredores de resistência [ $23 \pm 2,6$  anos,  $177 \pm 3,4$  cm,  $74,4 \pm 5,5$  kg,  $VO_{2max} = 59,8 \pm 5,5$  ml.(kg.min)<sup>-1</sup>]. Os avaliados ingeriram, 40 minutos antes da sessão de exercício, quantidade correspondente a 3 mg.kg.PC<sup>-1</sup> de cafeína presente na bebida energética convencional (BE1) e *sugar free* (BE2) e um placebo (PL) carboidratado e não cafeinado, sendo as sessões separadas por 7 dias e em ambiente termoneutro ( $22,81 \pm 0,78$  °C /  $58,08 \pm 1,52\%$  UR). Em cada situação experimental a duração da sessão de exercício foi de 60 minutos, divididos em 5 minutos de aquecimento a uma intensidade de 55% do  $VO_{2max}$ , 55 minutos em

intensidade entre 65 e 75% do  $VO_{2max}$ , seguidos por um *sprint* correspondendo a 100% do  $VO_{2max}$ . Para a análise estatística dos dados relacionados ao artigo 1, após a verificação da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, foi realizada a técnica do *Anova Two Way* para medidas repetidas com correção de *Bonferroni*, para a comparação das variáveis dependentes, em especial à distância e o tempo de duração do *sprint* nas variáveis em cada uma das BE e; 2) *Anova Two Way* para medidas repetidas com correção de *Bonferroni* objetivando verificar a interação entre os diferentes tratamentos vs momentos inter bebidas. Já para o artigo 2, a técnica estatística empregada após a verificação da normalidade dos dados, feita pelo teste de Shapiro-Wilk, foi utilizado o *Teste t* para a verificação dos momentos pré e pós exercício das variáveis relacionadas ao balanço hídrico e estado de hidratação e a técnica do *Anova Two Way* com correção de *Bonferroni* para medidas repetidas objetivando verificar a interação entre os diferentes tratamentos vs momentos para a verificação da resposta das análises bioquímicas. Os principais resultados do primeiro artigo apontam que, o desempenho físico, avaliado pelo tempo em que os avaliados conseguiram se manter no *sprint*, foi melhor para as bebidas energéticas sendo de  $212,1 \pm 70,0$  segundos (BE1);  $211,8 \pm 53,2$  segundos (BE2) e;  $171,5 \pm 47,5$  segundos (PL). Isto representou uma melhora de 19,80% para a BE1 e 19,04% para a BE2 frente ao placebo, de forma que foi significativa esta diferença comparadas com o placebo ( $p=0,004$  BE1 e  $p=0,001$  BE2). Também foi registrado um menor índice de percepção de esforço ( $p<0,05$ ) em ambas as bebidas comparadas ao PL. A BE1 aumentou a pressão arterial sistólica ( $p<0,05$ ) e lactato ( $p<0,05$ ) durante o exercício quando comparada ao placebo. Comparando com o placebo, a BE2 apresentou valores de quociente respiratório menores nos momentos 0-5 minutos ( $p<0,001$ ) e 40-45 minutos ( $p<0,001$ ). Não foi verificada nenhuma diferença nos demais parâmetros na comparação entre as bebidas energéticas ( $p>0,05$ ). Como conclusão, para uma melhora de desempenho de forma aguda, consumir a BE1 ou BE2 contendo cafeína corresponde uma estratégia ergogênica válida, aprimorando o desempenho com redução da sensação geral de esforço. Os principais resultados do segundo artigo evidenciam que as bebidas experimentais contendo cafeína, não tiveram impacto no equilíbrio hídrico mineral, confirmando assim a teoria que a cafeína não possui efeito diurético. O peso corporal sofreu decréscimo em todos os protocolos, mas sem alteração significativa ( $p>0,05$ ). Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre as bebidas nos níveis de  $Na^+$ ,  $K^+$  e hematócrito, mantendo-se dentro dos níveis de normalidade. Em ambos estudos não

foram registrados nenhum efeito ergolítico derivado do consumo das BE, indicando assim ser seguro seu consumo dentro da dosagem adotada. Pode-se concluir que diferentes tipos de BE com cafeína e taurina, contendo ou não carboidratos, não afetam o balanço hidro-eletrolítico de corredores de resistência ao longo de um exercício em ambiente termoneutro.

## ABSTRACT

REIS, Hamilton Henrique Teixeira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2017. **The effects of the intake of different energy drink types in the running exercise.** Adviser: João Carlos Bouzas Marins. Co-adviser: Luciana Moreira Lima.

Caffeine is a common component in the diet of many athletes and practitioners of physical activity, being present in some foods, such as chocolate, soft drinks, energy drinks, coffee, or in the form of dietary supplements. This substance has been used as a possible nutritional ergogenic resource, and is normally consumed acutely, prior to performing physical exercises with the aim of delaying fatigue and improving performance. Recently, one of the most common forms of caffeine intake is through energy drinks, which contain, in addition to caffeine, substances that act synergistically, such as taurine, carbohydrates, amino acids, vitamins and minerals that may be associated with the Improvement of physical performance. Most energy drinks have carbohydrates in their composition, which can lead to a nutritional imbalance, leading to an increase in body weight. Thus, as a way to mitigate this effect, energy drinks with sugar free characteristics appear as a viable option to promote the maintenance of body weight and to achieve the same physical performance when compared to the conventional energy drink. This dissertation is composed of two articles. The first study aimed to verify and compare the effect of acute caffeine intake on different types of energy drinks on aerobic physical performance, metabolic variables and subjective patterns in men, resistance runners. In the second study, which also aimed at the verification and comparison of effects between beverages, the parameters evaluated were the fluid-electrolyte balance and their variations during physical exercise through the previous consumption of caffeine. For both studies, double blinded and randomized crossover, was selected 12 men, resistance runners ( $23 \pm 2,59$  anos,  $177 \pm 3,36$ cm,  $74,42 \pm 5,50$ kg,  $VO_{2max} = 59,81 \pm 5,45$ ml.kg.min<sup>-1</sup>). The subjects ingested 3mg.kg.PC<sup>-1</sup> of caffeine from conventional energy drink (ED1) and sugar free (ED2) and a carbohydrate and non-caffeinated placebo (PL), 40 minutes before the exercise session, with the sessions being separated by 7 days and in a thermoneutral environment ( $22.81 \pm 0.78$  °C /  $58.08 \pm 1.52$ % UR). In each experimental situation the duration of the exercise was 60 minutes, divided into 5 minutes of warm-up at 55% of  $VO_{2max}$  and 55 minutes in intensity between 65 and 75% of  $VO_{2max}$ , followed by a sprint corresponding to 100% of  $VO_{2max}$ . For the statistical analysis of the data related to article 1, after verification of normality by the Shapiro-Wilk test, the Anova Two Way technique was performed for

repeated measures with Bonferroni correction, in order to compare the dependent variables, especially at a distance and the duration of the sprint in the variables in each BE and; 2) Anova Two Way for repeated measures with Bonferroni correction aiming to verify the interaction between the different treatments vs moments between drinks. For the article 2, the statistical technique used after verification of data normality, made by the Shapiro-Wilk test, was used to verify the pre and post-exercise moments of variables related to water balance and hydration status and the Anova Two Way technique with Bonferroni correction for repeated measures aiming to verify the interaction between the different treatments vs moments for the verification of the biochemical analysis response. biochemical. The main results of the first article indicate that the physical performance, evaluated by the time in which the evaluated ones were able to stay in the sprint, was better for the energy drinks being  $212,1 \pm 70,0$  seconds (BE1);  $211.8 \pm 53.2$  seconds (BE2) and;  $171.5 \pm 47.5$  seconds (PL). This represented an improvement of 19.80% for BE1 and 19.04% for BE2 compared to placebo, so this difference was significant compared with placebo ( $p = 0.004$  BE1 and  $p = 0.001$  BE2). There was also a lower rate of perceived exertion ( $p < 0.05$ ) in both energy drink compared to PL. ED1 increased systolic blood pressure ( $p > 0.05$ ) and lactate ( $p > 0.05$ ) during the exercise when compared to the placebo. Compared with the placebo, ED2 had lower respiratory quotient values at 0-5 minutes ( $p < 0.001$ ) and 40-45 minutes ( $p < 0.001$ ). There was no difference in the other parameters in the comparison between energy drinks ( $p > 0.05$ ). As a conclusion, for an acutely performance improvement consuming ED1 or ED2 containing caffeine corresponds to a valid ergogenic strategy improving performance with reduction of the general sensation of effort. The main results of the second article show that the experimental drinks containing caffeine had no impact on mineral water balance, confirming the theory that caffeine has no diuretic effect. Body weight decreased in all protocols, but did not change significantly ( $p > 0.05$ ). There was no significant difference between the drinks in the  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  and hematocrit levels, remaining within normal levels. In both studies any ergolytic effects was recorded from the consumption of ED, indicating the consumption is safe in the adopted dosage. It can be concluded that different types of energy drinks, with or without carbohydrates, do not affect the electrolytic balance of resistance runners during an exercise in a thermoneutral environment. It can be concluded that different types of BE with caffeine and taurine, with or without carbohydrates, do not affect the



hydroelectrolytic balance of resistance runners during an exercise in thermoneutral environment.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A cafeína (CAF) é uma das substâncias mais consumidas no mundo, sendo encontrada em muitos alimentos e bebidas (1). Só no Brasil, em 2016, houve um crescimento de 18,8% no total de café produzido, correspondendo a um total de 51,37 milhões de sacas beneficiadas (2). Em Minas Gerais a perspectiva é de se alcançar um valor entre 25,4 a 26,81 milhões de sacas para o ano de 2017, número que faz com que o estado seja considerado o maior produtor de café do país (3). A exportação cafeeira do país foi responsável por arrecadar 5,4 bilhões de dólares para a economia nacional, representando um total de 2,9% de todas as exportações realizadas no Brasil. Os principais destinos do café nacional são Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão e Bélgica (4). Estes dados apontam a importância da cultura do café no Brasil.

O uso da CAF enquanto agente ergogênico nutricional durante o exercício, sobretudo para retardar o surgimento da fadiga, é muito comum, uma vez que esta é uma substância de baixo risco, barata, e de fácil acesso (5). Os principais efeitos promovidos pela sua ingestão ocorrem a partir do bloqueio dos receptores de adenosina no sistema nervoso central (SNC). A adenosina é um substrato de ATP, caracterizada como um neuromodulador que possui afinidade com diversas células do corpo, afetando a transmissão sináptica dos neurônios e diminuindo a atividade neural. Devido a seu efeito lipofílico, a CAF é capaz de penetrar pela membrana celular e pela membrana de outros tecidos do corpo humano, promovendo vários efeitos fisiológicos no organismo (6,7).

Em consulta à base de dados *Medline*, foi possível identificar que um dos primeiros estudos que relacionam a utilização da CAF durante o exercício em humanos, data de 1969, onde foi verificado o seu efeito nos níveis plasmáticos de moléculas lipídicas (8). Em levantamento realizado na mesma base de dados anterior com as palavras chave “*caffeine*” and “*exercise*”, no período de 01 de janeiro de 2016 a 10 de maio de 2017, incluindo os estudos realizados somente com humanos, observou-se que, dentre os 67 estudos encontrados, houve avaliações sobre os efeitos da CAF tanto em indivíduos do sexo masculino (9–14), como nos de sexo feminino (11,15), sendo avaliadas as ações da CAF tanto em aspectos aeróbicos (11,13,14) como anaeróbicos (9,10,12,15), indicando que o tema de estudo ainda segue em aberto. Entretanto, existem também estudos com resultados contraditórios, em que não foi possível observar efeitos ergogênicos (16–18).

Em 1999, o Comitê Olímpico Internacional (COI), criou a *World Anti-doping Agency* (WADA)<sup>1</sup> que depois de um longo período de estudos concluiu que a CAF, por não violar os três princípios básicos da instituição – melhorar o desempenho competitivo, violar o espírito esportivo e representar um risco a saúde dos atletas – poderia ser excluída da categoria de substâncias ilegais, fato devidamente consumado em 2004. Entretanto, apesar da remoção da substância da lista da WADA, a mesma permanece em estado de “observação” para rastreamentos de possíveis tendências de uso e eventuais abusos do seu consumo(19).

Uma das formas mais comuns para a ingestão de CAF é por meio do consumo de bebidas energéticas (BE), prática que se tornou regular na última década entre estudantes (20), pessoas ativas (21) e principalmente atletas (22), porque oferecem, além da CAF, substâncias que agem de maneira sinérgica, como a taurina, carboidratos, aminoácidos, vitaminas e minerais (23). BE contêm quantidades variáveis de cafeína, taurina e vitaminas e minerais. De todos os ingredientes encontrados em BE, verifica-se que apenas a CAF e a taurina têm demonstrado produzir consistentemente um efeito positivo no desempenho físico, não sendo demonstrado que os outros ingredientes tenham um impacto significativo no desempenho (24,25).

Quando tratada especificamente da ação da CAF, a partir da atuação direta no SNC, esta age permitindo benefícios substanciais em atividades físicas que englobam ambos os sistemas energéticos – aeróbico e anaeróbico (26–31). No metabolismo aeróbico sua principal contribuição tem sido em acelerar a mobilização de ácidos graxos livres (32) o que proporciona teoricamente uma economia na mobilização dos estoques corporais de CHO. Já no metabolismo anaeróbico a melhora no recrutamento de unidades motoras, que ocorre a partir de uma maior excitabilidade do retículo sarcoplasmático, gerando uma maior liberação de cálcio e promovendo uma maior capacidade contrátil da musculatura (33), aumetando assim a capacidade de geração de força. Outros aspectos positivos também são atribuídos à CAF como a melhora na capacidade cognitiva, sobretudo a partir da melhora no estado de atenção. (34).

A taurina, por sua vez, é um dos aminoácidos não essencial mais abundantes no organismo humano, sendo um importante agente que age em conjunto com outras substâncias atuando como um neurotransmissor inibidor. Sua utilização tem sido associada com uma melhora no estado de atenção, vigilância e humor, o que pode promover uma melhora no desempenho físico relacionado à parte de resistência ao

---

<sup>1</sup><https://www.wada-ama.org/en/who-we-are>

esforço, promovendo então uma atenuação no índice de percepção de esforço (IPE) (35).

Em meio às discussões sobre o efeito dos ingredientes, o carboidrato, presente nas BE de característica convencional, surge como um possível agente ergogênico para o exercício, atuando principalmente como fornecedor de energia exógena (36). Entretanto, seu efeito, quando comparado às BE de características *sugar free*, ou seja, sem carboidratos, quando atuante em exercício físico ainda não está totalmente claro na literatura (37–40). O aumento do consumo de BE *sugar free* surgiu como uma opção viável para promover a manutenção do peso corporal e atingir um mesmo desempenho físico quando comparado à BE convencional (41,42).

Em um levantamento de dados realizados na plataforma *MedLine* com as palavras chave “*energy drink*” and “*exercise*”, nos últimos 5 anos, foram encontrados 43 estudos realizados em humanos, o que demonstra a importância e aplicabilidade dessa pesquisa como forma de conhecimento acerca dos efeitos promovidos pela ingestão de diferentes tipos de BE, ampliando assim o nível de evidência científica sobre o assunto.

Um estudo comparou o efeito da ingestão da BE de característica convencional com a BE *sugar free* em 12 ciclistas treinados, verificando que, em comparação com um controle (placebo), não houve qualquer diferença quando relacionados às respostas metabólicas, proporcionando, entretanto, uma melhora no desempenho físico. Dentre os principais resultados observados, cabe destacar que o consumo de ambas as BE promoveu uma melhora no tempo total de *sprint* após um protocolo de 55 min de exercício em ritmo constante entre 65% a 75% do valor do  $VO_{2max}$  e promoveu um menor IPE quando comparados com o placebo. Além disso, o consumo dessas bebidas, na proporção de  $2 \text{ mg.kg}^{-1}$  de peso corporal de CAF, não promoveu qualquer efeito ergolítico de característica gastrointestinal, e não foi suficiente para que causasse um efeito diurético, indesejado para a prática do exercício em cicloergômetro (43).

É necessário ampliar o nível de evidências científicas sobre esse tema, pois caso seja verificado um real efeito ergogênico em outras formas de exercício como natação, remo e corrida, as BE poderão ser recomendadas para os praticantes ou atletas de corrida por nutricionistas ou médicos que atuem na área esportiva. Sendo assim, mediante o aumento no consumo das BE, tanto de característica convencional, como o de característica *sugar free*, e sua relação com o esporte, torna-se interessante avaliar o efeito da ingestão prévia das BE nos parâmetros cardiovasculares, homeostase hídrica corporal, bem como sobre a questão ergogênica e ergolítica.

## REFERÊNCIAS

1. Graham TE. Caffeine and Exercise Metabolism, Endurance and Performance. *Sport Med.* 2001;31(11):785–807.
2. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira.. 2016;3:1-77.
3. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. 2017;1:1-98 p.
4. CECAFE Relatório mensal dezembro 2016. 2016;12:1-22.
5. Sökmen B, Armstrong LE, Kraemer WJ, Casa DJ, Dias JC, Judelson DA, *et al.* Caffeine use in sports: Considerations for the athlete. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):978–86.
6. Magkos F, Kavouras SA. Caffeine Use in Sports, Pharmacokinetics in Man, and Cellular Mechanisms of Action. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2007;45(7):37–41.
7. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, *et al.* International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7(5):1–15.
8. Matone S, Pich PG, Macchione C. Effect of caffeine and glucose on the plasma level of NEFA during muscular exercise. *Boll della Soc Ital Biol Sper.* 1969;45:1179–83.
9. Richardson ADL, Clarke ND. Effect of Coffe and Caffeine ingestion on resistance exercise performance. *J Strength Cond Res.* 2016;30(10):2892-900.
10. Diaz-lara FJ, Coso J Del, García JM, Portillo LJ, Areces F, Abián-vicén J, *et al.* Caffeine improves muscular performance in elite Brazilian Jiu-jitsu athletes. *Eur J Sport Sci.* 2016;16(8):1–9.
11. Talanian JL, Spriet LL. Low and moderate doses of caffeine late in exercise improve performance in trained cyclists. *Res Press.* 2016;41:850–5.
12. Martinez N, Campbell B, Franek M, Buchanan L, Colquhoun R. The effect of acute pre-workout supplementation on power and strength performance. *J Int Soc Sports Nutr [Internet].* 2016;1–7.
13. Kizzi J, Sum A, Houston FE, Hayes LD, Kizzi J, Sum A, *et al.* Influence of a caffeine mouth rinse on sprint cycling following glycogen depletion depletion. *Eur J Sport Sci.* 2016;1391:1–8.
14. Smirmaul BPC, Carlos A, Luca DM, Marcora SM. Effects of caffeine on neuromuscular fatigue and performance during high - intensity cycling exercise

- in moderate hypoxia. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(1):27–38.
15. Ali A, Donnell JO, Foskett A, Rutherford-markwick K. The influence of caffeine ingestion on strength and power performance in female team-sport players. *J Int Soc Sports Nutr*. 2016;13(46):1–9.
  16. Astorino TA, Rohmann RL, Firth K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. *Eur J Appl Physiol*. 2008;102(2):127–32.
  17. Williams AD, Cribb PJ, Cooke MB, Hayes A. The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. *J Strength Cond Res*. 2008;22(2):464–70.
  18. Crowe MJ, Leicht AS, Spinks WL. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2006;16(5):528–44.
  19. World Anti-Doping Agency. Policy into Practice. Play True. 2003. 3-6.
  20. Gallucci AR, Martin RJ, Morgan GB. The Consumption of Energy Drinks Among a Sample of College Students and College Student Athletes. *J Community Health*. 2015;41(1):109–18.
  21. Hardy R, Kliemann N, Evansen T, Brand J. Relationship Between Energy Drink Consumption and Nutrition Knowledge in Student-Athletes. *J Nutr Educ Behav*. 2017;49(1):19-26.
  22. Nowak D, Jasionowski A. Analysis of consumption of energy drinks by a group of adolescent athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;13(8):1–11.
  23. Mora-Rodriguez R, Pallarés JG. Performance outcomes and unwanted side effects associated with energy drinks. *Nutr Rev*. 2014;72(S1):108–20.
  24. Higgins JP, Tuttle TD, Higgins CL. Energy Beverages: Content and Safety. *Mayo Clin Proc*. 2010;85(11):1033–41.
  25. Pereira JC, Silva RG, Fernandes ADA, Quintana MS, Marins JCB. Tienen las bebidas energéticas efectos ergogénicos en el ejercicio físico? *Arch Med del Deport*. 2015;32(4):231–8.
  26. Quinlivan A, Irwin C, Grant GD, Anoopkumar-dukie S, Skinner T, Leveritt M, *et al*. The Effects of Red Bull Energy Drink Compared With Caffeine on Cycling Time-Trial Performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10:897–901.
  27. Prins PJ, Goss FL, Nagle EF, Beals K, Robertson RJ, Lovalekar M, *et al*. Energy Drinks Improve 5-km Running Performance in Recreational Endurance Runners. *J Strength Cond Res*. 2016;1–37.
  28. Lara B, Ruiz-vicente D, Areces F, Abián-vicén J, Salinero JJ, Gonzalez-millán C,

- et al.* Acute consumption of a caffeinated energy drink enhances aspects of performance in sprint swimmers. *Br J Nutr.* 2015;114:908–14.
29. Guttierres APM, Alfenas RDC, Lima JRP, Silva ÂA, Natali AJ, Marins JCB. Metabolic effects of a caffeinated sports drink consumed during a soccer match. *Motriz Rev Educ Fis.* 2013;19(4):688–95.
  30. Guttierres APM, Natali AJ, Alfenas R de CG, Marins JCB. Efeito ergogênico de uma bebida esportiva cafeinada sobre a performance em testes de habilidades específicas do futebol. *Rev Bras Med do Esporte.* 2009;15(6):450–4.
  31. Marins JCB. Hidratação na atividade física e no esporte. Fontoura., editor. Jundiaí.: Fontoura.; 2011. 304 p.
  32. Van Soeren MH, Graham TE. Effect of caffeine on metabolism, exercise endurance, and catecholamine responses after withdrawal. *J Appl Physiol.* 1998;85(4):1493–501.
  33. Black CD, Waddell DE, Gonglach AR. Caffeine's ergogenic effects on cycling: Neuromuscular and perceptual factors. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(6):1145–58.
  34. Nehlig A. Effects of coffee/caffeine on brain health and disease: What should I tell my patients? *Pract Neurol.* 2016;16(2):89-95.
  35. Mandel P, Gupta R, Bourguignon J, Wermuth C, Molina V, Ciecieski L, *et al.* Effects of taurine and taurine analogues on aggressive behavior. *Prog Clin Biol Res.* 1985;(179):449–58.
  36. Osterberg KL, Pallardy SE, Johnson RJ, Craig A, Osterberg KL, Pallardy SE, *et al.* Carbohydrate exerts a mild influence on fluid retention following exercise-induced dehydration. *J Appl Physiol.* 2010;245–50.
  37. Abian P, Del Coso J, Salinero JJ, Gallo-Salazar C, Areces F, Ruiz-Vicente D, *et al.* The ingestion of a caffeinated energy drink improves jump performance and activity patterns in elite badminton players. *J Sports Sci.* 2015;33(10):1042–50.
  38. Candow DG, Kleisinger AK, Grenier S, Dorsch KD. Effect of sugar-free Red Bull energy drink on high-intensity run time-to-exhaustion in young adults. *J Strength Cond Res.* 2009;23(4):1271–5.
  39. Del Coso J, Portillo J, Salinero JJ, Lara B, Abian-Vicen J, Areces F. Caffeinated Energy Drinks Improve High-Speed Running in Elite Field Hockey Players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2016;26(1):26–32.
  40. Eckerson JM, Bull AJ, Baechle TR, Fischer CA, O'brien DC, Moore GA, *et al.* Acute ingestion of Sugar-free Red Bull energy drink has no effect on upper body

strength and muscular endurance in resistance trained men. *J Strength Cond Res.* 2013;27(8):2248–2254.

41. Anton SD. Can non-nutritive sweeteners enhance outcomes of weight loss interventions? *Obesity.* 2014;22(6):1413–4.
42. Dalbo VJ, Roberts MD, Stout JR, Kerksick CM. Effect of gender on the metabolic impact of a commercially available thermogenic drink. *J Strength Cond Res.* 2010;24(6):1633–42.
43. Pereira JC. Efeito da Ingestão de Bebidas Energéticas com e sem carboidratos sobre o desempenho físico [Dissertação de Mestrado - Departamento de Educação Física]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 2013.



## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar e comparar o efeito da ingestão de uma BE convencional comparada com a BE *sugar free* no desempenho físico em exercício de corrida.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Avaliar e comparar os efeitos promovidos pelas BE no desempenho físico, respostas cardiovasculares, parâmetros metabólicos e avaliações subjetivas de corredores de resistência;
- Verificar se diferentes tipos de BE afetam o balanço hidro-eletrolítico de corredores de resistência.

## ARTIGO 1: EFEITOS AGUDOS DA INGESTÃO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE OS PARÂMETROS CARDIOVASCULARES, METABÓLICOS E NO DESEMPENHO EM CORREDORES<sup>1</sup>.

### RESUMO

O objetivo foi avaliar e comparar os efeitos promovidos pelas bebidas energéticas (BE) no desempenho físico, respostas cardiovasculares, parâmetros metabólicos e avaliações subjetivas de corredores de resistência. Doze homens, [23 ± 2,6 anos, 177 ± 3,4 cm, 74,4 ± 5,5 kg, VO<sub>2max</sub> = 59,8 ± 5,5 ml.(kg.min)<sup>-1</sup>] participaram desse estudo duplo cego, de modelo crossover randomizado, ingerindo 3mg.kg.PC<sup>-1</sup> de cafeína de bebida energética convencional (BE1) e *sugar free* (BE2), e um placebo carboidratado e não cafeinado, 40 minutos antes de sessão de exercício, sendo os protocolos experimentais separados por 7 dias. Em cada situação experimental, os avaliados realizaram exercício de corrida em esteira com duração de 60 minutos e intensidade entre 65 e 75% do VO<sub>2max</sub>, seguidos por um *sprint* correspondendo a 100% do VO<sub>2max</sub>. Foram registrados a cada 20 minutos ao longo do exercício o quociente respiratório (QR), oxidação de carboidratos e gorduras, glicemia e lactato plasmáticos coletados, enquanto a frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e IPE foram a cada 15 minutos. Para a análise estatística dos dados, após a verificação da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, foi realizada a técnica do *Anova Two Way* para medidas repetidas com correção de *Bonferroni*, para a comparação das variáveis dependentes, em especial à distância e o tempo de duração do *sprint* nas variáveis em cada uma das BE e; 2) *Anova Two Way* para medidas repetidas com correção de *Bonferroni* objetivando verificar a interação entre os diferentes tratamentos vs momentos inter bebidas. O desempenho físico foi significativamente melhor para os tratamentos com as bebidas energéticas sendo de 212,1 ± 70,0 segundos (BE1); 211,8 ± 53,2 segundos (BE2) e; 171,5 ± 47,5 segundos (PL). Isto representou uma melhora de 19,80% para a BE1 e 19,04% para a BE2 frente ao placebo, de forma que foi significativa esta diferença comparadas com o placebo (p=0,004 BE1 e p=0,001 BE2). A BE1 aumentou a PA (p<0,05) e lactato (p<0,05) durante o exercício quando comparada ao placebo. Comparando com o placebo, a BE2 apresentou valores de QR menores nos momentos 0-5 minutos (p<0,001) e 40-45 minutos (p<0,001). Não foi verificada nenhuma diferença nos demais parâmetros na comparação entre as BE (p>0,05). Como conclusão, o consumo de BE contendo cafeína

---

<sup>1</sup> \* *Esse material foi formatado conforme normas da "The Journal of Strength and Conditioning and Research™" classificado como revista A1 no Qualis CAPES da Educação Física.*

e taurina, independentemente da presença de CHO proporcionou uma melhora do desempenho, confirmando assim sua ação ergogênica. Houve também a indicação que essas bebidas reduzem a sensação geral de esforço.

**Palavras Chave:** Cafeína, taurina, percepção de esforço, estratégia nutricional pré-exercício.

## ACCUTE EFFECTS OF ENERGY DRINK INTAKE ON THE CARDIOVASCULAR, METABOLIC AND PERFORMANCE PARAMETERS OF RUNNERS.

### ABSTRACT

The objective was to evaluate and compare the effects promoted by energy drinks on physical performance, cardiovascular responses, metabolic parameters and subjective evaluations of resistance runners. Twelve men [ $(23 \pm 2.6$  years,  $177 \pm 3.4$  cm,  $74.42 \pm 5.5$  kg,  $VO_{2max} = 59.8 \pm 5.5$  ml.(kg.min)<sup>-1</sup>)] participated in this double-blinded group, from a randomized crossover model, taking 3mg.kg.PC<sup>-1</sup> of caffeine from conventional energy drink (ED1) and sugar free (ED2), and a carbohydrate and non-caffeinated placebo, 40 minutes before the exercise session, separated by a 7 day recess between sessions. In each experimental situation the exercise duration was 60 minutes with intensity between 65 and 75% of  $VO_{2max}$ , followed by a sprint corresponding to 100% of  $VO_{2max}$ . Every 20 minutes the respiratory quotient (RQ), carbohydrate and fat oxidation, plasma glucose and lactate levels were recorded throughout the exercise, while HR, blood pressure (BP) and RPE were recorded every 15 minutes. To the statistical analysis of the data, after verification of normality by the Shapiro-Wilk test, the Anova Two Way technique was performed for repeated measures with Bonferroni correction, in order to compare the dependent variables, especially the distance and the time of duration of the sprint in the variables in each BE and; 2) Anova Two Way for repeated measures with Bonferroni correction aiming to verify the interaction between the different treatments vs moments between drinks. The physical performance was significantly better for the treatments with the energy drinks being of  $212,1 \pm 70,0$  seconds (BE1);  $211.8 \pm 53.2$  seconds (BE2) and;  $171.5 \pm 47.5$  seconds (PL). This represented an improvement of 19.80% for BE1 and 19.04% for BE2 compared to placebo, so this difference was significant compared with placebo ( $p = 0.004$  BE1 and  $p = 0.001$  BE2). BE1 increased BP ( $p < 0.05$ ) and lactate ( $p < 0.05$ ) during exercise compared to placebo. Comparing with the placebo, ED2 presented lower RQ values at moments 0-5 minutes ( $p < 0.001$ ) and 40-45 minutes ( $p < 0.001$ ). There was no difference in the other parameters in the comparison between the energy drinks ( $p > 0.05$ ). In conclusion, the consumption of BE containing caffeine and taurine, regardless of the presence of CHO, resulted in an improvement in performance, thus confirming its

ergogenic action. It has also been suggested that these beverages reduce the overall feeling of exertion.

**Keywords:** Caffeine, taurine, perceived exertion, pre-exercise nutritional strategies.

## 1. INTRODUÇÃO

A cafeína (CAF), alcalóide lipossolúvel e sem valor nutricional, é uma substância amplamente utilizada como recurso ergogênico de efeito agudo – de 30 a 60 minutos para absorção – por promover ação direta no sistema nervoso central (SNC) a partir do bloqueio de receptores de adenosina (1,2). Tal ação permite benefícios substanciais em atividades que englobam ambos os sistemas energéticos – aeróbico e anaeróbico – a partir da aceleração na mobilização de ácidos graxos livres (3), melhora no recrutamento de unidades motoras, que ocorre a partir da mais intensa mobilização de cálcio para o retículo sarcoplasmático (4) e melhora na capacidade cognitiva (5). Seu efeito se dá a partir da ingestão de valores entre 3-6 mg.kg<sup>-1</sup> de peso corporal, quantidade suficiente para a promoção de efeitos benéficos para a realização do exercício tanto para atletas profissionais como para amadores (6).

Uma das formas mais comuns para a ingestão de cafeína é por meio do consumo de bebidas energéticas (BE), porque oferecem, além da cafeína, substâncias que agem de maneira sinérgica, como a taurina, carboidratos, aminoácidos, vitaminas e minerais (7). Por conta dos possíveis efeitos oferecidos pelos componentes das BE, seu consumo se tornou prática convencional entre estudantes (8,9), pessoas ativas (10,11) e, principalmente, atletas (12).

A maioria das BE comercializadas apresenta carboidratos em sua composição, agentes que são essenciais como fornecedores de energia, sobretudo para provas de caráter aeróbico, como o caso da corrida, atuando como um agente ergogênico eficiente (13). Entretanto, a presença de carboidratos adicionais nas BE consumido em certa quantidade pode colaborar com um aumento do consumo calórico diário facilitando um desequilíbrio nutricional. Isto poderá implicar em um saldo energético positivo diário e assim, acarretar um provável aumento no peso corporal. Desta forma, para atenuar esse efeito, as BE com característica *sugar free*, ou seja, sem carboidratos em sua composição, surgem como uma opção viável para promover a manutenção do peso corporal e atingir um mesmo desempenho físico quando comparado à BE convencional (14,15).

Apesar dos efeitos ergogênicos das BE convencionais já serem bem esclarecidos em exercício (16–20), poucos estudos verificaram o impacto da BE *sugar free*, sendo ainda os resultados controversos. Candow *et al.*(21) avaliando a ingesta de 2 mg.kg.PC<sup>-1</sup> de peso corporal de CAF, observaram que essa quantidade não promoveu efeito ergogênico para corredores em alta intensidade até a exaustão. Entretanto, ao avaliar a

capacidade da BE *sugar free* em exercício, Duncan e Oxford (22) verificaram que a ingestão de uma quantidade equivalente a  $5 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de cafeína promoveu um efeito positivo no desempenho físico em exercícios de alta intensidade, bem como uma redução na sensação de fadiga em indivíduos treinados. Já Eckerson *et al.*(23), em estudo semelhante, fornecendo uma quantidade aproximada de  $2 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de cafeína, não verificaram diferença na capacidade de geração de força em exercícios de 1RM. Por último, outro estudo também empregou  $2 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de cafeína em exercício de ciclismo e obteve resultados de melhora de desempenho, sem, contudo, observar diferenças em respostas cardiovasculares ou bioquímicas (24). Desta forma, a diferença dos resultados encontrados indicam que a dosagem fornecida pode ser um fator determinante para que se obtenha o efeito ergogênico.

Comparar os efeitos promovidos pelas BE do tipo convencional e *sugar free* é fundamental para que os profissionais responsáveis pela prescrição dietética, bem como aqueles responsáveis pelo treinamento físico em si, selecionem a melhor ação nutricional para seus atletas em função do seu desempenho.

Como forma de agregar informações para ampliar a base científica sobre os efeitos promovidos pela BE, em especial a de característica *sugar free*, o presente estudo objetivou verificar e comparar os efeitos da ingestão pré-exercício de BE convencional e *sugar free*, a partir da análise das taxas de oxidação, respostas metabólicas e desempenho físico, em corredores treinados.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Desenho do estudo**

O presente estudo empregou um método duplo-cego, a partir do modelo de *crossover*, onde os sujeitos foram, de maneira randomizada, suplementados com a BE convencional, BE *sugar free* e com o placebo 40 minutos antes da realização do protocolo experimental.

Os avaliados compareceram ao laboratório em 5 ocasiões diferentes separadas por aproximadamente 7 dias entre as visitas e sempre no mesmo horário estabelecido previamente, a saber: 1ª visita) Orientações sobre as sessões experimentais, preenchimento de questionários que avaliaram a prontidão para a realização das sessões e um questionário nutricional elaborado especificamente para a avaliação do consumo de cafeína; 2ª visita) avaliação antropométrica para cálculo da composição corporal e

teste para determinação do  $VO_{2max}$ ; 3ª visita) protocolo experimental I; 4ª visita) protocolo experimental II e; 5ª visita) protocolo experimental III.

## 2.2 Amostra

Um cálculo do tamanho amostral foi realizado baseado em modelos anteriores usando o software G\*Power (versão 3.1.9.2). O tamanho amostral relativo a uma potência de 80%, com um nível de significância de 5%, tamanho de efeito de 0,45, correlação entre medidas repetidas de 0,5 e correção de não esfericidade de 1, correspondeu a um total necessário de 12 indivíduos a serem submetidos aos protocolos experimentais. Desta forma, um total de total de 12 homens fisicamente ativos ( $23 \pm 2,6$  anos, com  $177 \pm 3,4$  cm de estatura e uma massa corporal de  $74,4 \pm 5,5$  kg e um %G de  $11,9 \pm 3,3\%$ ), com  $VO_{2max} = 59,8 \pm 5,5$  ml.(kg.min)<sup>-1</sup>, praticantes regulares de corrida, que treinavam no mínimo 3 vezes por semana, ao menos 1 hora por dia por um período de 1 ano, foram voluntários. Durante todo o período da pesquisa os indivíduos foram instruídos a não ingerir alimentos a base de CAF e álcool, bem como não realizar atividade física superior a 4 MET's num período de 48h antes de cada visita ao laboratório (25). Além disso, todos foram orientados a manter o mesmo padrão nutricional (obtido a partir do preenchimento de um recordatório alimentar) (ANEXO IV), rotina de exercícios e a se abster de suplementos nutricionais e qualquer tipo de medicamento sem prescrição.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, sob o registro de número 33233114.6.0000.5153 (ANEXO V), segundo a Legislação Brasileira de Pesquisa com Seres Humanos – Portaria 466/12. Todos os avaliados foram devidamente informados sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos e o estudo só teve início após a concordância dos mesmos e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE I).

## 2.3 Procedimentos

Durante a primeira visita, além de serem informados sobre o experimento, os participantes foram avaliados a partir dos seguintes questionários: PAR-Q (*Physical Activity Readiness Questionnaire*) (26) (ANEXO I), tabela de risco coronariano, proposta pela *Michigan Heart Association* (27) (ANEXO II) e também responderem o questionário avançado de anamnese incluso no Software Avaesporte® (Esporte Sistemas, Minas Gerais, Brasil.), questionário que indica não haver antecedentes de



hipertensão arterial, doenças cardíacas ou diabetes *mellitus*; também para destacar que não eram usuários de álcool, tabaco, medicamentos que pudessem afetar o equilíbrio hídrico ou substâncias dopantes. Além disso, também foi aplicado um questionário de frequência alimentar voltado especificamente para o consumo de CAF (ANEXO III), a fim de caracterizar os avaliados sobre o consumo habitual desse elemento.

Somente aqueles que obtiveram um resultado totalmente negativo para o PAR-Q, bem como um risco considerado “bem abaixo da média” para a tabela de risco coronariano e um consumo de CAF com valores entre 50 a 200 mg.dia<sup>-1</sup> de cafeína, valor que considera os avaliados como consumidores habituais em doses moderadas de CAF, conforme já descrito em outros experimentos (28), foram selecionados para participar das demais fases do estudo.

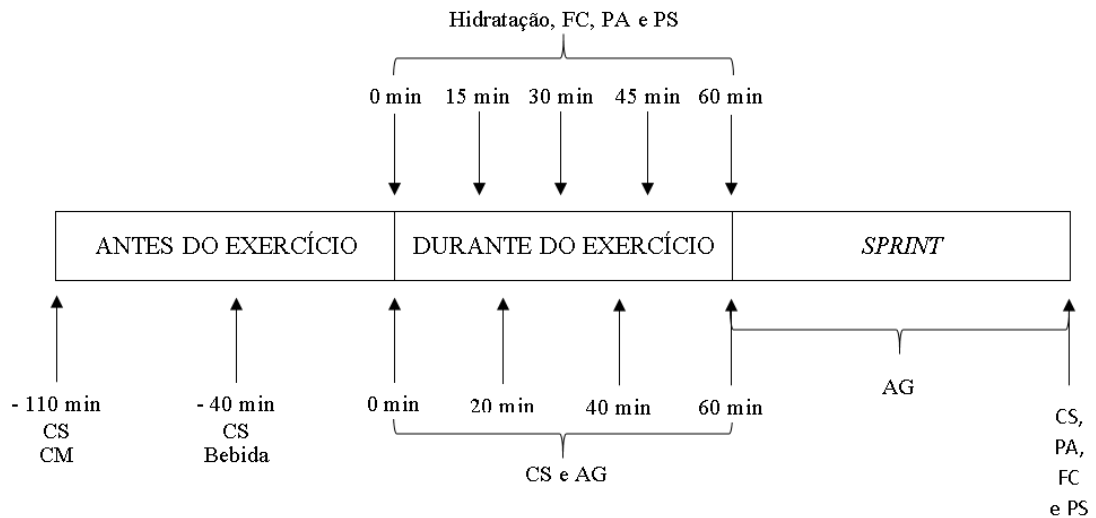
Para as medidas antropométricas adotaram-se os seguintes procedimentos: a massa corporal (MC) foi aferida utilizando-se uma balança eletrônica digital com capacidade de 150 quilogramas e precisão de 50 g (Welmy, W200A, Brasil); a estatura foi mensurada a partir de um estadiômetro milimetrado com extensão de 2 metros e escala de 0,5 cm (Welmy, W200A, Brasil). A avaliação da composição corporal foi realizada a partir da análise de três dobras (peitoral, abdômen e coxa), adotando o método proposto Jackson & Pollock (29), associado com a equação de Siri(30), a partir da utilização do plicômetro Lange (Beta Technology, Santa Cruz, California, Estados Unidos).

Ainda na segunda visita, para determinar a capacidade cardiorrespiratória dos voluntários, estes foram submetidos a um teste progressivo em esteira, com inclinação constante de 2%, segundo o método proposto por Matthews *et al.* (31), sendo avaliados durante todo o período por um analisador de gases metabólicos (MedGraphics® CPX Ultima, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos) e tendo os valores avaliados pelo software *BreezeSuite*<sup>TM</sup> 7.2.0.61. Para garantir a validade dos valores obtidos alguns critérios foram verificados: 1) platô do VO<sub>2max</sub> mesmo com um aumento na intensidade do exercício [ $< 2,1 \text{ ml.}(\text{kg}.\text{min})^{-1}$ ]; 2) o quociente respiratório (QR)  $> 1,1$ ; 3) acúmulo de ácido láctico acima de 8 mmol/L e 4) solicitação do avaliado para terminar o teste por conta da exaustão (32).

A terceira, quarta e quinta visitas foram relativas ao protocolo experimental.

## 2.4 Protocolo Experimental

O protocolo experimental adotado para as três coletas é apresentado na Figura 1.



**Figura 1:** Esquema representativo do protocolo experimental. Nota: CS = Coleta Sanguínea; CM = Café da Manhã; FC = Frequência Cardíaca; PA = Pressão Arterial; PS = Parâmetros Subjetivos e AG = Análise de Gases.

Os avaliados chegaram ao laboratório após jejum de 10 horas, sempre no mesmo horário entre os protocolos. Após chegar ao laboratório, uma enfermeira devidamente treinada realizava a inserção de um cateter intravenoso nº 20 em uma veia do antebraço, sendo afixada uma torneira de três vias (*treeway*) para as coletas sanguíneas.

As coletas sanguíneas foram realizadas em sete momentos diferentes: antes do café da manhã (-110 min), antes da ingestão da bebida (-40 min), imediatamente antes do início do exercício (0 min) e a cada 20 minutos durante o exercício contínuo, finalizando com uma coleta imediatamente após o *sprint*. Em cada uma das coletas, realizadas com seringas descartáveis, era retirado 1 mL de sangue venoso, transferido diretamente para *ependorfs* (microtubos), de onde eram colhidos 100 µL através de uma pipeta automática para análise da glicemia sanguínea em analisador portátil (cartucho CG8+, i-STAT, Abbott®, *Illinois*, Estados Unidos). Além disso, uma outra quantidade de sangue foi retirada dos *ependorfs* para verificação do lactato, também a partir de um analisador portátil (Accutrend, Roche®, *Mannheim*, Alemanha). Ao término de cada coleta foi realizada a salinização da via com uma solução fisiológica de 0,9%, a fim de evitar a coagulação sanguínea e a manutenção do acesso venoso. Todas as coletas foram realizadas pela mesma enfermeira, devidamente capacitada.

Após a primeira coleta e análise sanguínea, os avaliados consumiram um café da manhã segundo orientações do *Institute of Medicine* (33), que fornecia uma quantidade aproximada de 15% da Energia Estimada Requerida, valor suficiente para que a atividade física ocorresse sem qualquer risco à integridade dos participantes. Os alimentos que compuseram o café da manhã estão listados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Composição do café da manhã em termos calóricos e composição de macronutrientes.

| Item                 | Peso (unidade) | Kcal   | Proteína (g) | CHO (g) | Gorduras (g) |
|----------------------|----------------|--------|--------------|---------|--------------|
| Pão de forma         | 50 g           | 124    | 4,34         | 24,5    | 0,98         |
| Queijo Muçarela      | 40 g           | 130    | 10,88        | 0       | 9,6          |
| Maça Fuji com casca  | 145 g          | 94,25  | 0,43         | 22,04   | 0,43         |
| Suco Industrializado | 200 ml         | 112    | 0            | 28      | 0            |
| Total                |                | 460,25 | 15,65        | 74,54   | 11,01        |
| %kcal                |                |        | 13%          | 64%     | 21%          |

Fonte: Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO/NEPA (34); tabela para avaliação do consumo alimentar em medidas caseiras (35). CHO: Carboidratos

Antes de cada um dos três protocolos experimentais os avaliados tiveram a dieta monitorada a partir do recordatório alimentar 24 horas (ANEXO IV), tendo sido orientados a manter o mesmo padrão dietético ao longo do experimento. Esta etapa foi supervisionada por uma nutricionista.

Seguidos 70 minutos após o café da manhã, antes da ingestão das bebidas, os avaliados, ainda em repouso, foram submetidos à aferição da pressão arterial (PA) a partir de um esfigmomanômetro da marca Tycos® (Welch Allyn CE0050, Estados Unidos) e à verificação da frequência cardíaca (FC) de repouso por meio de um frequencímetro cardíaco (Polar RS800cx - Polar® ElectroLtd., Kemple, Finlândia), sendo posteriormente oferecida uma das três bebidas. Os avaliados tiveram 10 minutos para a ingestão de todo o conteúdo. As informações relacionadas às bebidas estão discriminadas na Tabela 2. O placebo (PL) foi elaborado com água gasosa adicionada à maltodextrina em pó sabor guaraná. As bebidas utilizadas no experimento são todas industrializadas e comercializadas no Brasil com autorização da Vigilância Sanitária.

**Tabela 2:** Composição nutricional das bebidas utilizadas nos protocolos experimentais.

| Ingredientes<br>(unidade) | Bebida Energética<br>(BE1 – 269ml)                                 | Bebida Energética Sugar Free<br>(BE2 – 269 ml) | Placebo<br>(PL – 269ml) |
|---------------------------|--|--|-------------------------|
| Calorias (kcal)           | 123  | 12   | 123                     |
| Carboidratos (g)          | 30   | 6  | 30                      |
| Sódio (mg)                | 24   | 24   | 22                      |
| Cafeína (mg)              | 80   | 80   | 0                       |
| Taurina (mg)              | 1000   | 1000   | 0                       |
| Outros ingredientes       | <i>Água gaseificada, inositol, vitaminas B2, B3, B5, B6 e B12.</i> |  | -                       |

O fornecimento das bebidas obedeceu ao seguinte cálculo: para as BE cada um dos avaliados ingeriu uma quantidade correspondente a  $3 \text{ mg.kg}^{-1}$  de peso corporal de CAF, valor que tem sido considerado suficiente para resultar um efeito ergogênico sem qualquer malefício aos avaliados (16,17). Para o PL, a quantidade foi correspondente ao volume líquido total das BE mais o valor correspondente de carboidrato contido na BE convencional. As bebidas foram oferecidas em garrafas opacas e de coloração escura com intuito de não proporcionar qualquer possibilidade de verificação do líquido por parte dos avaliados.

Após 40 minutos da ingestão da bebida – período para absorção e ação da cafeína (2) –, os avaliados foram submetidos a uma nova aferição da PA e verificação da FC de repouso. Além disso, foi verificado o estado de hidratação através da verificação da densidade de urina, sendo necessário que todos iniciassem o exercício devidamente hidratados (36). O estado de hidratação foi mensurado a partir da densidade de urina, através da utilização de um refratômetro óptico (LF equipamentos, modelo 107/3, São Paulo, Brasil).

O protocolo de exercício, realizado na mesma esteira onde o teste progressivo ocorreu, esse foi dividido da seguinte forma: 1) aquecimento de 5 min a 55% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ; 2) parte principal de 55 min a 65-75% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  e 3) *sprint* de duração máxima à 100%  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Cada avaliado teve seu protocolo devidamente calibrado em função do valor obtido no teste de capacidade cardiorrespiratória, mantendo exatamente o mesmo modelo nas 3 visitas do protocolo experimental, sendo a inclinação na esteira constante de 2%. Todos os protocolos foram realizados em condições ambientais de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa do ar (UR) semelhantes ( $22,81 \pm 0,78 \text{ }^{\circ}\text{C}/58,08 \pm 1,52\% \text{ UR}$ ).

A cada 15 minutos durante a realização do exercício, em todas as três sessões de protocolo experimental, os avaliados eram hidratados conforme modelo sugerido por Marins (37), em que cada avaliado recebia uma quantidade de água referente a  $3 \text{ ml.kg.PC}^{-1}$ . Foi considerada a média de FC a cada 15 minutos, verificada e analisada a cada minuto pelo software Polar ProTrainer. Além disso, durante o mesmo período de tempo, os avaliados tiveram a PA aferida e eram solicitados a escalonarem sintomas relacionados ao IPE (38) e um questionário de avaliação de sintomas gastrointestinais (39). Para a verificação do IPE, os avaliados foram solicitados a responderem verbalmente a escala de Borg, que variava de 6 a 20 (38). Os sintomas gastrointestinais eram classificados em diferentes tipos de sensações, sendo que as dores e/ou incômodos eram divididos em uma escala de 10 pontos (39).

A cada 20 minutos foi realizada a verificação das taxas de trocas respiratórias durante um intervalo de 5 minutos, sendo os participantes avaliados com o analisador de gases. Tal análise permitiu obter os valores do consumo de oxigênio e da produção de gás carbônico, o que promoveu a possibilidade de analisar as taxas de oxidação de carboidrato (OXICARB) e gordura (OXIGORD) ( $\text{g}\cdot\text{min}^{-1}$ ) a partir das equações estequiométricas propostas por Jeukendrup & Wallis (40):

$$\text{Oxidação de carboidrato} = 4,21 \text{ VCO}_2 - 2,962 \text{ VO}_2$$

$$\text{Oxidação de gordura} = 1,695 \text{ VO}_2 - 1,701 \text{ VCO}_2$$

A verificação de trocas respiratórias também foi realizada durante todo o *sprint*. No mesmo momento, além da análise dos gases, também foi realizada a coleta sanguínea. Da mesma forma, durante o mesmo período foi registrado o valor do quociente respiratório (QR):

$$\text{QR} = \text{VCO}_2/\text{VO}_2$$

O tempo total do *sprint* foi marcado por um cronômetro digital (Cronobio®, modelo SW-2018), a partir do momento em que a esteira foi programada para a velocidade corresponde a 100%  $\text{VO}_{2\text{max}}$  de cada avaliado.

## 2.5 Análise Estatística

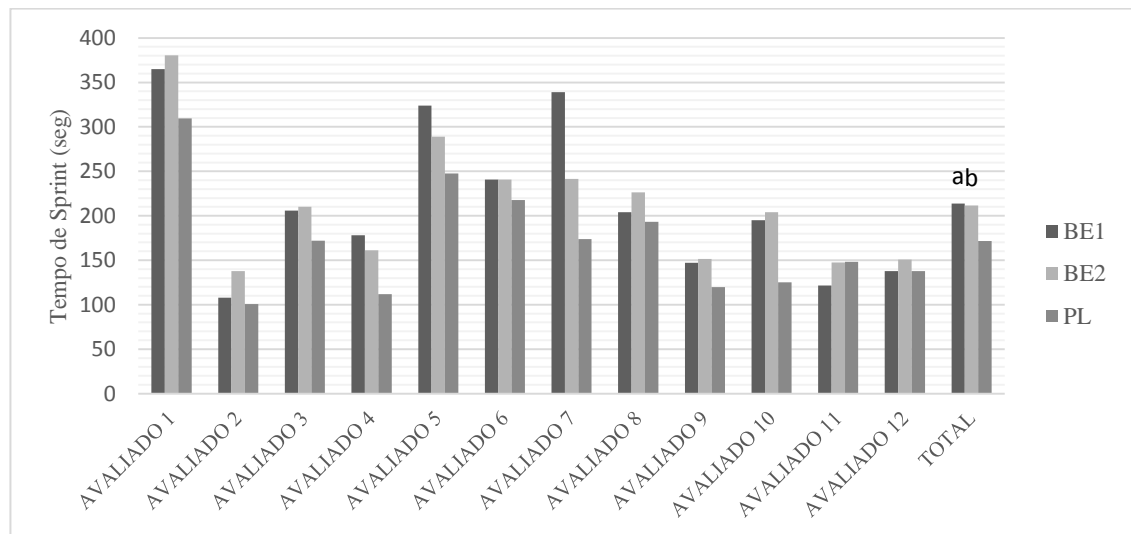
Todas as variáveis apresentadas foram testadas quanto à sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Sendo todos os valores analisados considerados com distribuição normal, os mesmos foram apresentados como média  $\pm$  DP, valores máximos e mínimos. Os testes estatísticos correspondentes aos objetivos propostos no presente estudo foram: 1) *Anova Two Way* para medidas repetidas com correção de *Bonferroni*, para a comparação das variáveis dependentes, em especial à distância e o tempo de duração do *sprint* nas variáveis em cada uma das BE e; 2) *Anova Two Way* para medidas repetidas com correção de *Bonferroni* objetivando verificar a interação entre os diferentes tratamentos *vs* momentos inter bebidas.

Em todas as análises foi adotado o nível de significância estatística  $p < 0,05$ , sendo os cálculos realizados no software SPSS®, versão 22.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Desempenho Físico

O tempo total durante o *sprint* em velocidade correspondente a 100%  $VO_{2max}$  foi significativamente maior para os tratamentos com BE1,  $212,1 \pm 70,0$  segundos ( $p=0,004$ ), e BE2,  $211,8 \pm 53,2$  segundos ( $p<0,001$ ), quando comparados com o PL,  $171,5 \pm 47,5$  segundos. A Figura 2 demonstra o tempo total de cada um dos avaliados nos tratamentos individualizados.



**Figura 2:** Detalhamento do desempenho físico de cada um dos avaliados com distinção por bebidas.

<sup>a</sup>Diferença significativa ( $p=0,004$ ) entre a BE1 em comparação ao PL.

<sup>b</sup>Diferença significativa ( $p<0,001$ ) entre a BE2 em comparação ao PL.

Foi observada uma melhora no desempenho do tempo de corrida, tanto quando do consumo de BE1 (19,80%), quanto a BE2 (19,04%) ao ser comparadas ao tempo obtido com a bebida placebo. Entretanto a diferença no desempenho físico total entre as bebidas experimentais foi mínima sendo 0,95%, de forma que BE convencional obteve melhor média total para a manutenção no *sprint*.

Os valores para oxidação estimados de carboidratos e gorduras foram mensurados durante a fase de exercício submáximo, sendo seus valores discriminados na Tabela 3. Na avaliação entre as bebidas, não foi observada nenhuma diferença significativa com relação à oxidação estimada de carboidratos e de gorduras. Já quanto ao efeito temporal em cada um dos tratamentos foi possível observar que todas as bebidas proporcionaram uma maior metabolização de carboidratos quando comparados os momentos 0-5min e 20-25min ( $p<0,05$ ). Além disso, no tratamento com a bebida

*sugar free* houve uma menor oxidação de carboidratos no momento 40-45 min quando comparado ao momento 20-25min ( $p<0,05$ ).

**Tabela 3:** Valores relativos aos níveis de oxidação estimados de carboidratos e gorduras para cada uma das bebidas nos momentos (n=12).

|                |            | 0-5min                            | 20-25min     | 40-45min                  |                           |
|----------------|------------|-----------------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>BEBIDAS</b> | <b>BE1</b> | OXICARB<br>(g.min <sup>-1</sup> ) | 2010,1±421,2 | 2849,5±508,0 <sup>a</sup> | 2666,5±636,3              |
|                |            | OXIGORD<br>(g.min <sup>-1</sup> ) | 265,8±160,8  | 247,5±175,7               | 410,6±210,0               |
|                | <b>BE2</b> | OXICARB<br>(g.min <sup>-1</sup> ) | 1742,1±602,5 | 2781,6±505,3 <sup>a</sup> | 2507,2±671,4 <sup>b</sup> |
|                |            | OXIGORD<br>(g.min <sup>-1</sup> ) | 326,5±201,2  | 331,5±166,5               | 469,7±210,6               |
|                | <b>PL</b>  | OXICARB<br>(g.min <sup>-1</sup> ) | 2030,6±456,2 | 2811,1±598,1 <sup>a</sup> | 2650,4±592,6              |
|                |            | OXIGORD<br>(g.min <sup>-1</sup> ) | 231,1±212,1  | 273,5±238,6               | 366,6±240,8               |

OXICARB = Oxidação de carboidratos

OXIGORD = Oxidação de gorduras

<sup>a</sup> Diferença significativa entre os momentos 0-5 e 20-25 ( $p<0,05$ ).

<sup>b</sup> Diferença significativa entre os momentos 20-25 e 40-45 ( $p<0,05$ )

Os valores de QR, mensurados nos momentos de 0-5min, 20-25min, 40-45min e durante todo o período de *sprint* demonstraram que o energético *sugar free* promoveu valores de QR significativamente menores nos momentos de 0-5min ( $p<0,05$ ) e no tempo 40-45min ( $p<0,05$ ) quando comparados os mesmos momentos ao tratamento com o placebo. A tabela 4 apresenta os valores de QR obtidos ao longo do estudo, sendo observadas diferenças significativas no fator tempo de exercício em cada uma das ações experimentais, bem como entre as bebidas.

**Tabela 4:** Valores observados de QR durante os momentos em cada um dos tratamentos (n=12).

|               |            | 0-5 min                | 20-25 min | 40-45 min              | <i>Sprint</i>            |
|---------------|------------|------------------------|-----------|------------------------|--------------------------|
| <b>BEBIDA</b> | <b>BE1</b> | 0,91±0,04              | 0,93±0,03 | 0,91±0,04              | 1,06±0,03 <sup>abc</sup> |
|               | <b>BE2</b> | 0,89±0,05 <sup>†</sup> | 0,92±0,03 | 0,89±0,03 <sup>†</sup> | 1,04±0,06 <sup>abc</sup> |
|               | <b>PL</b>  | 0,93±0,04              | 0,94±0,04 | 0,93±0,04              | 1,08±0,08 <sup>abc</sup> |

QR = Quociente respiratório.

<sup>†</sup>Diferença significativa para os momentos na comparação entre a BE2 e o PL ( $p<0,001$ ).

<sup>a</sup> Diferença significativa entre os momentos 0-5 e *Sprint* ( $p<0,001$ ).

<sup>b</sup> Diferença significativa entre os momentos 20-25 e *Sprint* ( $p<0,001$ ).

<sup>c</sup> Diferença significativa entre os momentos 40-45 e *Sprint* ( $p<0,001$ ).

### 3.2 Parâmetros Cardiovasculares

Os parâmetros cardiovasculares foram mensurados nos momentos pré e pós ingestão da bebida, a cada 15 minutos durante a realização do exercício submáximo e pós-*sprint*. As respostas da FC, PAS e PAD na análise entre momentos para cada um dos tratamentos, bem como as variações ocorridas na comparação entre cada um dos protocolos experimentais estão na Tabela 5.

Os parâmetros avaliados demonstraram um comportamento dentro do esperado na situação entre repouso e exercício físico. Entretanto, a PAS exibiu uma alteração significativa na comparação entre bebidas, que se apresentou mais elevada ( $p < 0,05$ ) nos momentos 30 min, 40 min e 60 min quando comparados com os mesmos momentos no tratamento com a BE2 e o PL. Os demais padrões cardiovasculares analisados no estudo não apresentaram diferença significativa na verificação entre bebidas.



**Tabela 5:** Respostas cardiovasculares observadas ao longo de cada etapa experimental (n=12).

|            |     | Pré-ingestão | Pós-ingestão | 15min                  | 30min                   | 45min                   | 60min                   | Pós-sprint                 |
|------------|-----|--------------|--------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <b>BE1</b> | FC  | 48±5,1       | 49±6,0       | 142±11,5 <sup>ab</sup> | 160±10,3 <sup>abc</sup> | 162±10,3 <sup>abc</sup> | 164±10,0 <sup>abc</sup> | 177±9,3 <sup>abcdef</sup>  |
|            | PAS | 115±4,8      | 119±5,1      | 163±7,6 <sup>ab</sup>  | 165±7,8 <sup>†ab</sup>  | 165±7,9 <sup>†ab</sup>  | 165±8,2 <sup>†ab</sup>  | 190±11,4 <sup>abcdef</sup> |
|            | PAD | 78,0±4,0     | 79±3,1       | 80±5,4                 | 80±5,1                  | 81±4,9                  | 81±5,4                  | 85±3,8                     |
| <b>BE2</b> | FC  | 48±4,8       | 47±5,1       | 141±12,1 <sup>ab</sup> | 159±12,7 <sup>abc</sup> | 163±12,6 <sup>abc</sup> | 165±12,8 <sup>abc</sup> | 178±10,6 <sup>abcdef</sup> |
|            | PAS | 117±4,4      | 119±2,8      | 156±11,8 <sup>ab</sup> | 159±9,1 <sup>ab</sup>   | 159±8,7 <sup>ab</sup>   | 161±6,8 <sup>ab</sup>   | 184±10,6 <sup>abcdef</sup> |
|            | PAD | 79±2,9       | 79±2,2       | 81±4,0                 | 81±5,8                  | 81±5,8                  | 81±5,9                  | 84±6,3                     |
| <b>PL</b>  | FC  | 48±4,5       | 49±5,9       | 142±11,2 <sup>ab</sup> | 158±10,2 <sup>abc</sup> | 162±10,2 <sup>abc</sup> | 163±9,5 <sup>abcg</sup> | 176±9,1 <sup>abcdef</sup>  |
|            | PAS | 116±4,8      | 116±5,5      | 156±14,4 <sup>ab</sup> | 156±10,1 <sup>ab</sup>  | 156±9,7 <sup>ab</sup>   | 156±9,9 <sup>ab</sup>   | 186±14,5 <sup>abcdef</sup> |
|            | PAD | 78±3,9       | 77±4,5       | 79±4,7                 | 79±5,0                  | 80±5,0                  | 80±4,9                  | 81±6,3                     |

FC = Frequência Cardíaca; PAS = Pressão Arterial Sistólica; PAD = Pressão Arterial Diastólica

<sup>†</sup>Diferença significativa para os momentos na comparação entre a BE1 e o PL ( $p < 0,05$ ).

<sup>a</sup>Diferença significativa para o momento pré-ingestão ( $p < 0,001$ )

<sup>b</sup>Diferença significativa para o momento pós-ingestão ( $p < 0,001$ )

<sup>c</sup>Diferença significativa para o momento 15min ( $p < 0,001$ )

<sup>d</sup>Diferença significativa para o momento 30min ( $p < 0,001$ )

<sup>e</sup>Diferença significativa para o momento 45min ( $p < 0,001$ )

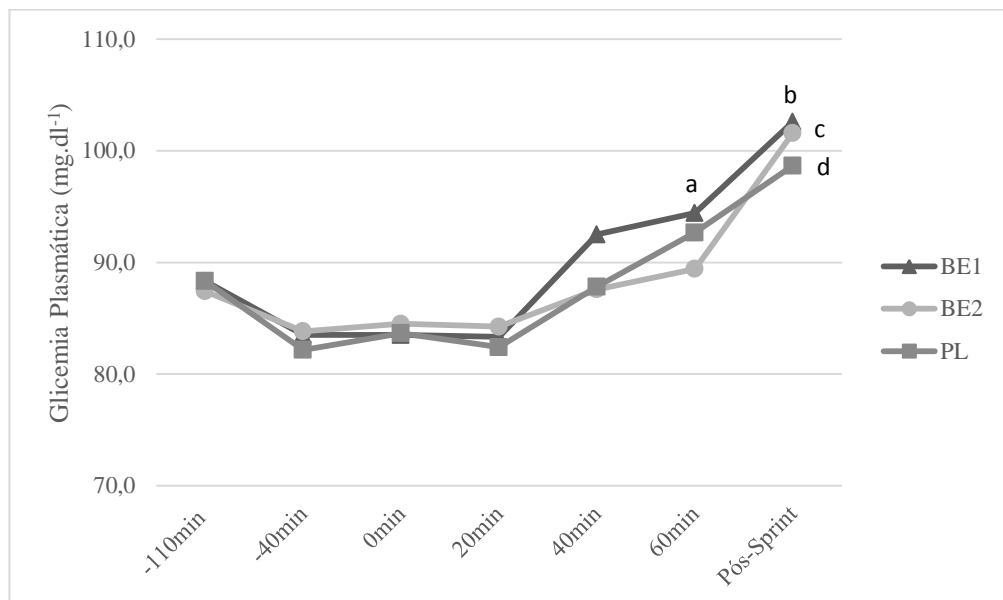
<sup>f</sup>Diferença significativa para o momento 60min ( $p < 0,001$ )

<sup>g</sup>Diferença significativa para o momento 30min ( $p = 0,015$ )

### 3.3 Parâmetros Bioquímicos

Nas coletas sanguíneas, obtidas nos momentos - 110 min, - 40 min, 0 min, 20 min, 40 min, 60 min e pós-*sprint*, foram analisados os valores de glicemia e lactato plasmático.

Não houve diferença significativa nos valores de glicemia sanguínea em condição de repouso quando comparado os três momentos experimentais. Durante o exercício esta condição se manteve constante, de forma que o comportamento glicêmico não foi alterado pelo tipo de BE pré-exercício. Por outro lado foram observadas diferenças significativas ao longo do exercício independentemente do tipo de bebida consumida, sendo estas diferenças ocorrendo na parcial de 60 minutos e na fase de *sprint*. A Figura 3 apresenta o comportamento glicêmico observado ao longo do estudo.



**Figura 3:** Variações dos valores da glicemia plasmáticas durante os momentos em cada um dos tratamentos.

<sup>a</sup> Diferença significativa entre o momento 20min quando comparado ao momento 60min na BE1 ( $p < 0,05$ )

<sup>b</sup> Diferença significativa entre o momento 20 min quando comparado ao momento pós-sprint na BE1 ( $p = 0,001$ )

<sup>c</sup> Diferença significativa entre o momento 20 min em comparação ao pós -sprint na BE2 ( $p < 0,05$ )

<sup>d</sup> Diferença significativa entre o momento 20min e o pós-sprint para o PL ( $p < 0,05$ ).

O comportamento do lactato plasmático mensurado em cada um dos tratamentos está descrito na Tabela 6.

**Tabela 6:** Respostas do lactato plasmático entre os momentos em cada uma das bebidas utilizadas no protocolo experimental (n=12).

|            | -110min | -40min               | 0min                 | 20min                   | 40min                   | 60min                   | Pós-Sprint                 |
|------------|---------|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <b>BE1</b> | 1,5±0,2 | 2,3±0,7 <sup>a</sup> | 2,7±0,6 <sup>a</sup> | 4,5±0,8 <sup>†abc</sup> | 4,6±0,9 <sup>†abc</sup> | 4,5±0,8 <sup>†abc</sup> | 9,8±2,0 <sup>†abcdef</sup> |
| <b>BE2</b> | 1,5±0,2 | 2,3±0,6 <sup>a</sup> | 2,7±0,7 <sup>a</sup> | 4,3±0,7 <sup>abc</sup>  | 4,3±0,8 <sup>abc</sup>  | 4,4±0,7 <sup>abc</sup>  | 9,5±2,6 <sup>abcdef</sup>  |
| <b>PL</b>  | 1,4±0,2 | 2,4±0,6 <sup>a</sup> | 2,5±0,7 <sup>a</sup> | 3,8±0,7 <sup>ab</sup>   | 3,7±0,8 <sup>ab</sup>   | 3,7±0,7 <sup>ab</sup>   | 8,6±2,3 <sup>abdef</sup>   |

<sup>†</sup>Diferença significativa para os momentos na comparação entre a BE1 e o PL ( $p<0,05$ ).

<sup>a</sup>Diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre o momento -110min para todos os momentos.

<sup>b</sup>Diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre o momento -40min para os momentos 20min, 40min, 60min e pós-sprint.

<sup>c</sup>Diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre o momento 0min para os momentos 20min, 40min, 60min e pós-sprint.

<sup>d</sup>Diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre o momento 20min para o momento pós-sprint.

<sup>e</sup>Diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre o momento 40min e o momento pós-sprint.

<sup>f</sup>Diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre o momento 60min e o momento pós-sprint.

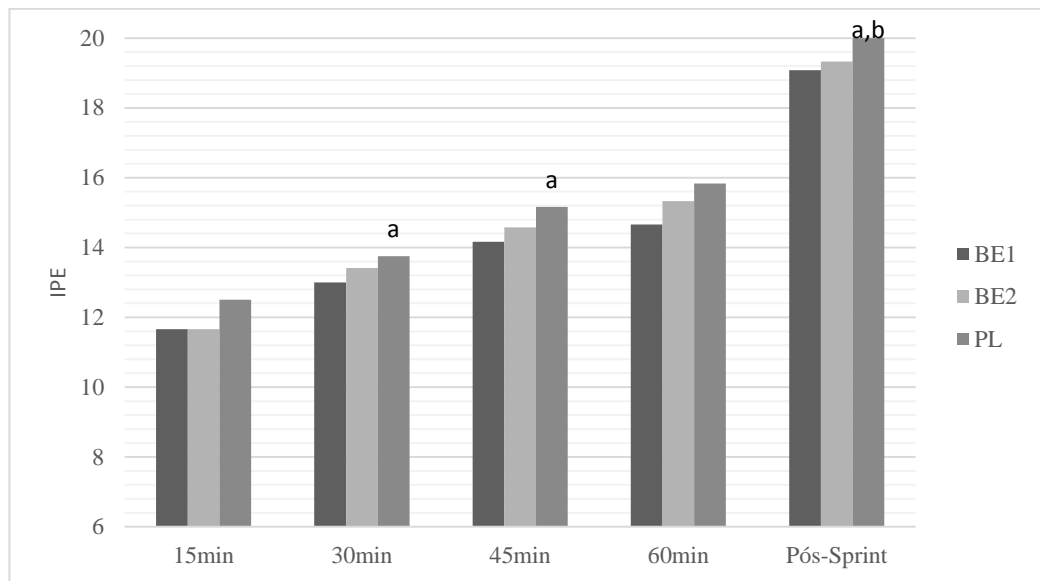
Os valores obtidos permitem verificar que o lactato plasmático apresentou valores mais elevados ( $p<0,05$ ) nos momentos 20min, 40min, 60min e pós-sprint quando os avaliados foram submetidos ao tratamento com a BE convencional quando comparado ao tratamento com o placebo.

Além disso, na análise temporal em cada um dos tratamentos foi possível observar uma elevação significativa ( $p<0,05$ ) dos níveis de lactato em todos os momentos do protocolo quando comparado ao momento -110 min. Também foi verificado um aumento significativo ( $p<0,05$ ) entre os momentos -40 min e 0 min para o 20 min, 40 min e 60 min e pós-sprint nos tratamentos com a BE1 e a BE2. Para o tratamento com o placebo houve diferença de mesma magnitude ( $p<0,05$ ) com exceção do momento 0 min para os demais ( $p>0,05$ ). Durante o exercício submáximo constante não foi observada diferença significativa entre os valores obtidos em nenhum dos tratamentos. Durante o *sprint* os valores mensurados do lactato plasmático foram significativamente maiores ( $p<0,05$ ) quando comparados com todas as fases do protocolo para os tratamentos com a BE1 e BE2. O momento pós-sprint apresentou o mesmo padrão de elevação dos níveis de lactato ( $p<0,05$ ) para o tratamento com o placebo.

### 3.4 Sintomas gastrointestinais e IPE

A partir da análise dos relatos de sintomas gastrointestinais, foi possível verificar que o sintoma mais comum atrelado ao consumo das bebidas energéticas foi a “vontade de urinar”, seguido pela “azia”. Esses sintomas foram relatados somente para as duas bebidas à base de cafeína. Quanto à ingestão do placebo, não foi relatado qualquer tipo de sintoma gastrointestinal.

O comparativo do IPE durante os momentos entre as sessões experimentais estão detalhados na Figura 4.



**Figura 4:** Variação do IPE durante os tratamentos entre as bebidas e momentos.

<sup>a</sup> Diferença significativa entre o PL e a BE1 ( $p < 0,05$ ).

<sup>b</sup> Diferença significativa entre o PL e a BE2 ( $p < 0,05$ ).

#### 4. DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi verificar e comparar os efeitos promovidos pela ingestão pré-exercício de bebidas energéticas comerciais de característica convencional e *sugar free* no desempenho físico, parâmetros cardiovasculares e metabólicos de corredores em esteira.

O principal resultado obtido foi que ambas as bebidas promoveram uma melhora no desempenho físico de corredores na esteira quando comparados ao tratamento com placebo, indicando que a ingestão na quantidade de  $3 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de cafeína é suficiente para promover um melhor desempenho para corredores do sexo masculino em esteira. Outro resultado interessante observado foi que, na comparação entre bebidas, foi possível observar um IPE significativamente maior ( $p < 0,05$ ) durante o *sprint* para o tratamento com o placebo, um aumento significativo da PAS durante exercício ( $p < 0,05$ ) e o aumento da concentração de lactato plasmático ( $p < 0,05$ ) para o tratamento com ingestão da BE1 quando comparada ao tratamento com o PL.

#### 4.1 Desempenho Físico e Bioenergética.

A capacidade de realização e manutenção do *sprint* em velocidade correspondente a 100%  $VO_{2max}$  foi significativamente maior para os avaliados submetidos à ingestão da BE convencional ( $p=0,004$ ) e *sugar free* ( $p<0,001$ ) em comparação ao tratamento com o placebo. Esta melhora no desempenho físico é algo substancial, assumindo valores 19,80% e 19,04% maiores quando comparando a BE1 e BE2, respectivamente, com o PL, podendo ser uma diferença decisiva para o resultado final em uma competição. Mesmo não sendo significativo estatisticamente a diferença no desempenho físico entre as bebidas testadas (BE1 vs BE2) foi de 0,95%, com pequena vantagem para a manutenção no *sprint*. A melhora no desempenho obtida nesse estudo vai de encontro com o observado por outros autores (17,18,28,41), o que indica que a BE é, de fato, um agente ergogênico benéfico para a prática de atividades físicas de caráter aeróbico.

Os efeitos ergogênicos obtidos no presente estudo concordam com os resultados obtidos por Prins *et al.*(28), ao avaliar a ingestão de 500 mL de uma BE convencional 60 minutos antes de um exercício de 5 km de corrida, também observou uma melhora consistente no desempenho quando comparado ao tratamento com placebo. Resultado semelhante também foi encontrado por Ivy *et al.* (42) que, ofertando também 500 mL de energético convencional, 40 minutos antes da execução de um protocolo de ciclismo, verificou melhora na capacidade física dos avaliados quando comparado a um grupo placebo.

Quinlivan *et al.* (41), trabalhando já com uma quantidade individualizada de cafeína, ofertando uma quantidade de 3 mg.kg.PC<sup>-1</sup>, 90 minutos antes do início do protocolo experimental, constatou uma melhoria no desempenho físico em ciclistas quando comparado com placebo. De maneira similar, Del Coso *et al.* (17), oferecendo a mesma quantidade individualizada de cafeína, 60 minutos antes do exercício, observou uma evolução na capacidade atlética de alta intensidade em atletas de hockey sobre a grama. Em outro estudo (43), trabalhando com a BE *sugar free*, na mesma quantidade de 3 mg.kg.PC<sup>-1</sup>, constataram uma melhora na capacidade física geral de jogadores de futebol, quando oferecida a bebida num intervalo de 60 minutos antes da realização do protocolo. Os estudos apresentados anteriormente apresentam uma clara indicação sobre o efeito ergogênico destas bebidas, reforçando os resultados obtidos na presente investigação.

Verificar o efeito de bebidas energéticas no desempenho físico é algo habitual. Entretanto, averiguar os efeitos da bebida e realizar a comparação dos diferentes tipos (convencional *vs sugar free*) com um controle (PL), como forma de confrontar os resultados obtidos por cada um dos tratamentos surge como uma possibilidade de apurar quais os efeitos recorrentes de cada uma das bebidas e a sua viabilidade de utilização como estratégia de suplementação, sobretudo para os atletas que optam por um suplemento que não possui alto valor calórico. Os resultados obtidos nesse estudo apontam claramente que, ambas as bebidas promoveram uma melhora no desempenho físico quando comparadas ao PL, não sendo possível observar, todavia, diferenças significativas quando comparadas entre si, o que demonstra que ambas são eficazes para o mesmo objetivo, podendo ser selecionadas de acordo com a estratégia adequada por cada consumidor.

Embora a cafeína seja considerada como sendo o principal agente ergogênico presente nas BE, outros ingredientes também proporcionam efeitos que podem potencializar o desempenho físico. Pesquisas indicam, por exemplo, que a ingestão de 2 g a 6 g de taurina pode promover uma melhora no desempenho físico durante exercício, sendo que essa substância é capaz de atuar de maneira individual ou sinergicamente para promover essa melhora no potencial físico, sobretudo quando relacionada à sensação subjetiva de esforço (44,45). No presente estudo os avaliados ingeriram  $2,78 \pm 0,18$ g de taurina. Esta concentração ingerida pode ter sido de alguma forma um agente potencializador na capacidade de manutenção do *sprint*.

Outro ingrediente indicado como possível gerador de uma melhora no desempenho é o carboidrato, presente, nesse estudo, na mesma quantidade para a BE convencional e placebo e praticamente ausente na BE *sugar free*. Vários estudos já demonstraram o potencial ergogênico da combinação cafeína e carboidrato (46,47). Entretanto Quinlivan *et al.* (41) observaram que a ingestão da BE forneceu uma melhora no desempenho de ciclistas semelhante à ingestão de cápsula de cafeína, na mesma quantidade, sem conter adição de carboidratos, indicando que a resposta ergogênica não está necessariamente ligada à combinação cafeína e carboidratos.

Uma das possíveis alterações decorrentes pela ingestão da cafeína que pode ter sido responsável pela melhora do desempenho físico é a bioenergética envolvida na atividade, sobretudo no tratamento envolvendo a BE *sugar free*. Entre as muitas associações da cafeína, é possível citar a capacidade de aceleração na lipólise, liberando, dessa forma, mais ácidos graxos livres num intervalo de tempo menor, o que proporcionará, como conseguinte, uma mais rápida utilização da gordura como

substrato energético, poupando o carboidrato utilizado na realização da atividade. Esta teoria, porém, não foi observada nesse estudo, conforme descrito na Tabela 3. Contudo, esse padrão bioenergético advindo do consumo de cafeína já foi observado em outros momentos. Um artigo de revisão recente (48) demonstrou a influência direta da cafeína na diminuição do QR, o que indica uma maior utilização de gordura como substrato, reforçando os resultados encontrados no presente estudo. Cabe destacar, entretanto, que a diminuição no QR somente foi encontrada, de maneira significativa, em uma das bebidas. A bebida convencional, apesar de apresentar uma redução nos valores de QR quando comparada ao placebo, não chegou a estabelecer um nível estatisticamente significativo.

Tendo em vista os resultados obtidos nesse estudo, fica evidenciado que o consumo da BE contendo  $3 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de cafeína, independente de ter ou não CHO, para homens em idade adulta corredores habituais proporciona um efeito benéfico no que diz respeito ao desempenho total na atividade de corrida ou com característica similar à aplicada no protocolo experimental.

#### 4.2 Parâmetros Cardiovasculares

Com relação aos parâmetros cardiovasculares, tratando-se inicialmente da FC, não foi verificada nenhuma diferença estatística significativa nos valores obtidos da FC entre os tratamentos, sendo essa informação consistente com outros estudos prévios (17,28,43,49,50).

Prins *et al.*(28) observaram não haver diferença significativa entre os valores da FC de um grupo que ingeriu 500 mL de BE convencional quando comparado a um grupo placebo durante protocolo de exaustão. Variação significativa nos valores da FC também não foi observada por Del Coso *et al.*(17), que ao submeter praticantes de hóquei sobre a grama a uma ingestão de BE correspondente a  $3 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de CAF, verificou uma melhora na performance atlética, sem promover um aumento nos valores da FC quando comparados a um placebo descafeinado. A não alteração no padrão da FC foi verificada similarmente por Del Coso *et al.* (43) ao submeter atletas de futebol a uma carga de testes e a uma partida simulada após a ingestão de  $3 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de CAF na BE.

A não observância de alterações significativas nos valores da FC nos momentos pré e pós ingestão indicam que a quantidade de cafeína ( $3 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$ ) e taurina ( $2,78 \pm 0,18 \text{ g}$ ) ofertada, não foi suficiente para promover uma alteração no padrão cronotrópico dos avaliados em repouso, sugerindo segurança em sua utilização no que tange a esse aspecto cardiovascular, conforme observado em outros estudos (51). Além disso, essa

condição é importante para demonstrar que essa quantidade de cafeína e taurina ingeridas 40 minutos antes do exercício não afeta o cálculo da zona alvo de treinamento, sendo possível controlar a intensidade do treinamento a partir da FC observada.

Quando avaliado o comportamento da PAS, na comparação entre bebidas foi possível verificar que a BE convencional promoveu um efeito inotrópico mais acentuado ( $p < 0,05$ ) quando comparada com o PL. Esse efeito da elevação da PAS entre a BE e o placebo já foi verificado por outros pesquisadores (52,53), sendo considerado um comportamento habitual para esse tipo de análise e tendo como principal agente a interação cafeína e taurina e sua ação direta no SNC, principalmente a partir da sua ação direta no controle do mecanismo de vasoconstrição e vasodilatação dos vasos sanguíneos (54,55). O que se destaca nos resultados, porém, é a elevação da PAS em níveis de significância estatística somente com a ingestão de uma das BE, não promovendo uma diferença significativa quando verificado o comportamento desse parâmetro para a BE *sugar free* em comparação ao PL, indicando que a bebida *sugar free* pode promover um efeito ergogênico no desempenho sem que promova um risco para os indivíduos que possuam qualquer tipo de alteração na PAS, caso, por exemplo, de portadores de hipertensão arterial sistólica (HAS). Porém, apesar de não ser observada essa diferença estatística, de um ponto de vista clínico é possível observar que a BE2 também promoveu valores mais altos da PAS. Dessa forma, esse efeito secundário observado na PAS devido ao consumo da BE convencional impõe que sua utilização deve ser devidamente observada e controlada por parte do grupo de profissionais que circundam o praticante que opte por esse tipo de suplementação e que tenha histórico de hipertensão.

O consumo agudo de cafeína em doses concentradas pode aumentar os índices de catecolamina e dopamina no organismo, estimulando o SNC e, pela maior liberação de dopamina, a partir do mecanismo dose-dependente, promove aumentos na pressão arterial (56,57). Esse aumento dos níveis de dopamina ocorre por conta do bloqueio de receptores de adenosina, que, tendo sua atividade neurotransmissora minimizada, acarreta numa maior concentração de dopamina no organismo (56,57). A diferença nos valores da PAS pode ter ocorrido pela combinação dos ingredientes oferecidos com, o que pode explicar a diferença dos resultados obtidos na avaliação entre as bebidas energéticas, haja vista que maiores quantidades de açúcares oferecidos na composição de bebidas podem ter relação com aumentos na FC, PAS e débito cardíaco (58).

Já com relação à PAD, não foi averiguada nenhuma diferença entre as bebidas ou entre os momentos para cada um dos protocolos experimentais. Tais observações vão



de encontro com o observado por Sillivent *et al.* (59), que ao oferecer uma quantidade de BE equivalente a 250 mg de cafeína, não encontrou diferença entre a PAS e PAD quando os avaliados foram submetidos a um protocolo de corrida.

O comportamento da PAS observada para a BE convencional permite caracterizá-la como um suplemento que, apesar do efeito ergogênico promovido para a população em questão desse estudo, pode estimular uma elevação no comportamento inotrópico em exercício físico de característica submáximo, o que deve ser considerado caso o sujeito que consuma essa bebida possua histórico de HAS, devendo, assim, o consumo desse tipo de bebida, ser observado com maior atenção.

### 4.3 Parâmetros Bioquímicos

No que tange aos valores observados para a glicemia plasmática, não houve qualquer diferença na comparação entre bebidas, sendo possível verificar somente uma alteração no que diz respeito aos momentos em cada um dos tratamentos, sendo que tanto no tratamento com a BE1 ( $p=0,001$ ), BE2 ( $p<0,05$ ) e PL ( $p<0,05$ ) foi observada uma diferença significativa entre o momento 20 min e o pós-*sprint*. Um aspecto metodológico que cabe ser ressaltado é relacionado ao procedimento de hidratação durante o exercício, que ocorreu somente com água em todas as sessões de protocolo experimental. O aporte de carboidratos ocorreu em dois momentos: a) durante o café da manhã, padronizado para todos os tratamentos; b) quando do consumo de BE1 e o PL (Tabela 2).

A não diferença significativa entre os parâmetros bioquímicos para tratamentos com bebidas energéticas comparadas com placebo já foi verificada anteriormente. Ivy *et al.* (42) não verificou qualquer tipo de alteração da glicemia plasmática após o oferecimento de 500 mL de BE convencional e uma bebida placebo descafeinada 40 minutos antes de um exercício de ciclismo. Submetendo 10 avaliados a uma ingestão de 500 mL de BE, 30 minutos antes de um exercício de cicloergômetro, Geib *et al.* (60) também não observou qualquer alteração nos níveis glicêmicos quando comparados com outros dois tipos de bebidas.

Essa diferença significativa observada entre o momento 20 e o pós-*sprint* pode ter ocorrido pela diminuição da glicemia plasmática no período inicial de exercício, quadro característico a breve queda dos valores glicêmicos por conta do consumo de glicose no período de 30 a 60 min antes do exercício físico extenuante (61,62). Tal diminuição ocorre pela combinação entre a absorção de glicose muscular induzida pelo exercício físico (62) e pode ser verificada nos valores médios obtidos na análise

sanguínea do momento 20 min, mesmo sendo sem uma correspondência significativamente estatística ( $p > 0,05$ ).

Apesar da leve queda dos valores da glicemia no momento 20 min, nenhum dos avaliados do estudo apresentou valores relativos a um estado de hipoglicemia (concentração de glicose abaixo de  $70 \text{ mg.dL}^{-1}$ ) durante os protocolos experimentais, o que denota que somente os valores de carboidratos oferecidos no café da manhã foram suficientes para a manutenção dos níveis da glicemia plasmática, uma vez que a diferença entre as bebidas oferecidas está justamente na quantidade de carboidratos (63,64).

Com relação à resposta do lactato plasmático entre os tratamentos, foi possível observar que quando os indivíduos foram submetidos ao tratamento com a BE carboidratada, o valores do lactato foram significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) para todos os momentos de realização do exercício físico, não apresentando diferenças substanciais quando comparado ao tratamento com a BE sem carboidratos.

São escassos os estudos que realizam um acompanhamento dos valores de lactato durante o exercício (65) utilizando um método comparativo como do presente estudo, o que dificulta a comparação e as discussões a respeito dos mecanismos de ação que levam a essa alteração submáxima. Todavia, os resultados obtidos nesse estudo para o lactato vão de encontro aos verificados por Philips *et al.* (65), que apurou um aumento significativo nos níveis de lactato plasmático durante o exercício submáximo seguido por um *sprint* final em ciclistas, quando comparados os tratamentos com a BE convencional e um placebo descafeinado.

#### **4.4 Sintomas gastrointestinais e IPE**

As respostas do questionário gastrointestinal sinalizaram que ambas as bebidas energéticas, ingeridas na proporção de  $3 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de CAF, consumidas 40 minutos antes do exercício, causaram somente “vontade de urinar” e “azia”, resultados consistentes com outros estudos envolvendo a ingestão de BE (41,66), porém, não sendo suficientes para prejudicar a performance dos avaliados no protocolo experimental utilizado para teste.

Cabe destacar, no entanto, que os profissionais envolvidos na suplementação de atletas ou praticantes regulares de atividade física, devem observar constantemente o efeito da BE, principalmente no que diz respeito à vontade de urinar, que pode vir a ser um limitante em competições esportivas. Um possível efeito ergolítico oriundo do consumo de cafeína é o aumento da produção de urina, o que pode gerar um estado de

desidratação (67). Vale ressaltar que a dinâmica do estudo ocorreu em ambiente controlado de laboratório, devendo ser observado o seu uso em caso de locais de temperatura elevada, onde um aumento na produção de urina, aliado ao nível mais elevado de suor, pode levar a um estado de desidratação mais acentuado.

Apesar de não ser um padrão de efeito da ingestão da BE (21,42,68), o IPE geral no presente estudo foi significativamente maior ao final do exercício para os indivíduos submetidos ao tratamento com PL quando comparado aos demais tratamentos. Esses valores já foram observados e vão de acordo com outros estudos (69,70), sendo indicadores de que a ingestão da BE influencia no IPE, sobretudo a partir do mecanismo de ação de seus ingredientes, que pode suprimir a percepção geral de esforço através dos moduladores do SNC (71), possibilitando uma maior capacidade de desempenho físico para corredores recreacionais.

A menor sensação de esforço durante o exercício submáximo e máximo na comparação da BE1 e PL, apesar de uma maior concentração de lactato, aparentemente pode ser explicada pela alteração dos moduladores do SNC, em especial do bloqueio dos receptores de adenosina, responsáveis pela sensação geral correspondente ao esforço físico, conforme já observado em outros estudos (71,72).

Ao nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo que avalia e compara os efeitos de diferentes tipos de BE no desempenho físico de corredores recreacionais. A partir da análise dos resultados ficou evidente de que tanto a BE convencional como a *sugar free* proporcionaram uma melhora no desempenho quando comparada a um placebo descafeinado e carboidratado. A melhora no desempenho fornecida pelas bebidas atingiu níveis substanciais, sendo que, entre elas, a diferença de desempenho assume a margem de 0,95%, sendo a bebida convencional responsável pelas melhores marcas no desempenho durante um *sprint* correspondente a 100% do  $VO_{2max}$  dos avaliados.

A bebida convencional, quando comparada com o placebo, impactou numa elevação significativa e talvez indesejada da PAS durante o exercício submáximo. Este tipo de comportamento requer uma atenção especial para verificar se existe reprodutividade deste quadro. Caso se confirme o consumo de BE por parte de pessoas hipertensas em condição de exercício deverá ser feito de forma criteriosa ou mesmo contra-indicado.

O aumento do lactato plasmático principalmente término do *sprint* é ser explicado pela maior intensidade e tempo de esforço executado com o consumo da BE1. Apesar de promover um aumento na concentração de lactato plasmático, a ingestão da

BE1 promoveu uma redução da sensação geral de esforço durante todo o período de exercício quando comparada ao PL. Por sua vez, para a BE2, essa redução do IPE somente foi observada após o *sprint* na comparação com o placebo. Ainda na comparação entre a BE2 e o placebo, a BE promoveu valores menores ( $p < 0,05$ ) para o QR, o que indica uma maior mobilização de gordura durante a fase final do exercício submáximo.

A não observância de alterações significativas entre os tratamentos com as bebidas energéticas, faz com que surja uma discussão a respeito de qual das duas optar para determinado atleta ou praticante de atividade física, uma vez que existe uma grande diferença calórica na composição entre suplementos. A bebida convencional apresenta uma maior quantidade de calorias em sua composição. Seu consumo de forma diária em certa quantidade poderá contribuir para um saldo positivo no balanço calórico diário, o que será potencialmente contra-producente para um objetivo de emagrecimento.

Dada a impossibilidade de explicação para todos os resultados obtidos no estudo, uma possibilidade de ação interessante seria a utilização da biópsia muscular, para verificar o impacto direto na musculatura, sobretudo relacionada ao glicogênio muscular utilizado para a realização da atividade, o que poderia, de maneira mais clara e objetiva, demonstrar a efetividade da cafeína na economia de carboidrato como substrato energético. Além disso, dada a discussão sobre qual substância e/ou interação entre elas fornece uma determinada ação em exercício, seria interessante estabelecer um protocolo onde as substâncias presentes na BE poderiam ser individualizadas ou combinadas de maneira planejada, sendo uma boa opção de estudo para promover um melhor conhecimento a respeito dessa temática. Dentro dessa possibilidade seria interessante realizar interações como CAF+Taurina, CAF+CHO, Taurina+CHO, além das substâncias oferecidas de maneira isoladas e individualizadas, e verificar seu impacto durante o exercício.

#### **4.5 Aplicações Práticas**

A suplementação a partir de bebidas energéticas comerciais em momentos pré-realização do exercício físico é comum. Várias marcas de energéticos têm sido estudadas ao longo dos anos, principalmente por conta dos vários efeitos ergogênicos já relatados em especial em exercícios de característica aeróbica. No que abrange a presente pesquisa, a comparação entre diferentes tipos de bebidas energéticas (convencional *vs sugar free*) é pioneira, pois aponta ser uma estratégia ergogênica passível de utilização, independentemente se contém ou não CHO. Assim que uma

vantagem da BE *sugar free* compreende em ter uma carga calórica menor. Ficou demonstrado que a BE convencional e a *sugar free* promovem um efeito benéfico para o desempenho físico, não havendo qualquer diferença significativa entre as bebidas experimentais. Entretanto, sua utilização deve ser controlada, porque diferenças foram observadas em padrões como a PAS e os níveis de lactato plasmático na comparação com a bebida PL, o que demanda verificação e controle do oferecimento da bebida, sobretudo para aquele indivíduo que apresente HAS.

#### Conclusão

O consumo da BE convencional e da bebida *sugar free*, na quantidade correspondente a  $3 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de cafeína, promoveu uma melhora no desempenho físico de corredores, todos do sexo masculino, no período de manutenção do *sprint* após a realização de uma sessão de corrida submáxima, podendo assim ser consumida como um agente ergogênico desde que devidamente prescrita pelos profissionais com qualificação específica que atuam na área esportiva.

## REFERÊNCIAS

1. Davis J, Zhao Z, Stock H, Mehl K, Buggy J, Hand G. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2003;284(2):399–404.
2. Campbell B, Wilborn C, La Bounty P, Taylor L, Nelson MT, Greenwood M, *et al.* International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;10(1):1.
3. Van Soeren MH, Graham TE. Effect of caffeine on metabolism, exercise endurance, and catecholamine responses after withdrawal. *J Appl Physiol.* 1998;85(4):1493–501.
4. Black CD, Waddell DE, Gonglach AR. Caffeine's ergogenic effects on cycling: Neuromuscular and perceptual factors. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(6):1145–58.
5. Nehlig A. Effects of coffee/caffeine on brain health and disease: What should I tell my patients? *Pract Neurol.* 2016;16(2):89-95
6. Souza DB, Del J, Juliano C, Marcos C. Acute effects of caffeine - containing energy drinks on physical performance: a systematic review and meta - analysis. *Eur J Nutr.* 2016;56(1):13-27.
7. Mora-Rodriguez R, Pallarés JG. Performance outcomes and unwanted side effects associated with energy drinks. *Nutr Rev.* 2014;72(1):108–20.
8. Vitiello V, Diolordi L, Pirrone M, Donini LM, Balzo V Del. Original article Energy drink consumption in Italian university students: food habits and lifestyle. *Clin Ther.* 2016;167(6):175–81.
9. Gallucci AR, Martin RJ, Morgan GB. The Consumption of Energy Drinks Among a Sample of College Students and College Student Athletes. *J Community Health.* 2015;41(1):109–18.
10. Knapik JJ, Trone DW, McGraw S, Steelman RA, Austin KG, Lieberman HR. Caffeine Use among Active Duty Navy and Marine Corps Personnel. *Nutrients.* 2016;8(10):1–27.
11. Hardy R, Kliemann N, Evansen T, Brand J. Relationship Between Energy Drink Consumption and Nutrition Knowledge in Student-Athletes. *J Nutr Educ Behav.* 2016;49(1)19–26.
12. Nowak D, Jasionowski A. Analysis of consumption of energy drinks by a group of adolescent athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2016;13(8):1–11.

13. Wilson PB. Does Carbohydrate Intake During Endurance Running Improve Performance? A Critical Review. *J Strength Cond Res.* 2016;30(12):3539-3559.
14. Anton SD. Can non-nutritive sweeteners enhance outcomes of weight loss interventions? *Obesity.* 2014;22(6):1413-4.
15. Dalbo VJ, Roberts MD, Stout JR, Kerksick CM. Effect of gender on the metabolic impact of a commercially available thermogenic drink. *J Strength Cond Res.* 2010;24(6):1633-42.
16. Abian P, Del Coso J, Salinero JJ, Gallo-Salazar C, Areces F, Ruiz-Vicente D, *et al.* The ingestion of a caffeinated energy drink improves jump performance and activity patterns in elite badminton players. *J Sports Sci.* 2015;33(10):1042-50.
17. Del Coso J, Portillo J, Salinero JJ, Lara B, Abian-Vicen J, Areces F. Caffeinated Energy Drinks Improve High-Speed Running in Elite Field Hockey Players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2016;26(1):26-32.
18. Del Coso J, Pérez-López A, Abian-Vicen J, Salinero JJ, Lara B, Valadés D. Caffeine-Containing Energy Drink Enhances Physical Performance in Male Volleyball Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(6):1013-8.
19. Pereira JC, Silva RG, Fernandes ADA, Quintana MS, Marins JCB. Tienen las bebidas energéticas efectos ergogénicos en el ejercicio físico? *Arch Med del Deport.* 2015;32(4):231-8.
20. Guttierrez APM, Natali AJ, Alfenas R de CG, Marins JCB. Efeito ergogênico de uma bebida esportiva cafeinada sobre a performance em testes de habilidades específicas do futebol. *Rev Bras Med do Esporte.* 2009;15(6):450-4.
21. Candow DG, Kleisinger AK, Grenier S, Dorsch KD. Effect of Sugar-free Red Bull Energy Drink on high-intensity run time-to-exhaustion in young adults. *J Strength Cond Res.* 2009;23(4):1271-5.
22. Duncan MJ, Oxford SW. The effect of caffeine ingestion on mood state and bench press performance to failure. *J Strength Cond Res.* 2011;25(1):178-85.
23. Eckerson JM, Bull AJ, Baechle TR, Fischer CA, O'Brien DC, Moore GA, *et al.* Acute ingestion of Sugar-free Red Bull energy drink has no effect on upper body strength and muscular endurance in resistance trained men. *J Strength Cond Res.* 2013;27(8):2248-2254.
24. Pereira JC. Efeito da Ingestão de Bebidas Energéticas com e sem carboidratos sobre o desempenho físico [Dissertação de Mestrado - Departamento de Educação Física]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 2013.
25. American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for

- developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exercise*. 2011;43:1334-59.
26. Chisholm D, Collis M, Kulak L, Davenport W, Gruber N. Physical activity readiness. *Br Columbia Med Assoc*. 1975;17:375–8.
  27. McArdle, W. D.; Katch, F. I.; Katch VL. *Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano*. 7ed. Koogan. G, editor. Rio de Janeiro; 2013.
  28. Prins PJ, Goss FL, Nagle EF, Beals K, Robertson RJ, Lovalekar M, *et al*. Energy Drinks Improve 5-km Running Performance in Recreational Endurance Runners. *J Strength Cond Res*. 2016;30(11)2979-90.
  29. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*. 1978;40:863–71.
  30. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analyses of methods. *Washingt Natl Acad Sci*. 1961;9(5);480-91
  31. Matthews CE, Heil DP, Freedson PS, Pastides H. Classification of cardiorespiratory fitness without exercise testing. *Med Sci Sport Exerc*. 1999;31(3):468–93.
  32. Howley ET, Basset JR DR, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27(9):1292–301.
  33. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *J Am Diet Assoc*. 2002;102:1621-1630.
  34. NEPA - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Tabela brasileira de composição de alimentos. NEPA - Unicamp. 2011;161.
  35. Pinheiro ABV, Lacerda EM de A, Benzecry EH, Gomes MC, Costa VM. Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. 5 ed. Atheneu. 2009. 131 p.
  36. Casa DJ, Armstrong LE, Montain SJ, Rich BSE, Stone JA. National Athletic Trainers ' Association Position Statement : Lightning Safety for Athletics and Recreation. *J Athl Train*. 2000;35(2):212–24.
  37. Marins JCB. Hidratação na atividade física e no esporte. Fontoura. Jundiaí.; 2011. 304p.
  38. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exercise*. 1982;14(5):377–81.
  39. Pfeiffer B, Cotterill A, Grathwohl D, Stellingwerff T, Jeukendrup AE. The effect



- of carbohydrate gels on gastrointestinal tolerance during a 16-km run. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009;19(5):485–503.
40. Jeukendrup AE, Wallis GA. Measurement of substrate oxidation during exercise by means of gas exchange measurements. *Int J Sport Med Suppl.* 2005;26(1):28-37.
  41. Quinlivan A, Irwin C, Grant GD, Anoopkumar-dukie S, Skinner T, Leveritt M, *et al.* The Effects of Red Bull Energy Drink Compared With Caffeine on Cycling Time-Trial Performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;10:897–901.
  42. Ivy JL, Kammer L, Ding Z, Wang B, Bernard JR, Liao Y, *et al.* Improved Cycling Time-Trial Performance After Ingestion of a Caffeine Energy Drink. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009;19:61–78.
  43. Del Coso J, Munoz-Fernandez VE, Munoz G, Fernandez-Elias VE, Ortega JF, Hamouti N, *et al.* Effects of a caffeine-containing energy drink on simulated soccer performance. *PLoS One.* 2012;7(2):1–8.
  44. Pereira JC, Silva RG, Fernandes AA, Marins JCB. Efeito da ingestão de taurina no desempenho físico: Uma revisão sistemática. *Rev Andaluza Med del Deport [Internet].* 2012;5(4):156–62.
  45. Zhang M, Izumi I, Kagamimori S, Sokejima S, Yamagami T, Liu Z, *et al.* Role of taurine supplementation to prevent exercise-induced oxidative stress in healthy young men. *Amino Acids.* 2004;26(2):203–7.
  46. Portillo J, Del Coso J, Abián-Vicén J. Effects of caffeine ingestion on skill performance during an international female rugby sevens competition. *J Strength Cond Res.* 2016;8:1–24.
  47. Lara B, Ruiz-vicente D, Areces F, Abián-vicén J, Salinero JJ, Gonzalez-millán C, *et al.* Acute consumption of a caffeinated energy drink enhances aspects of performance in sprint swimmers. *Br J Nutr.* 2015;114:908–14.
  48. Kim J, Park J, Lim K. Nutrition Supplements to Stimulate Lipolysis: A Review in Relation to Endurance Exercise Capacity. *J Nutr Sci Vitaminol.* 2016;62:141–61.
  49. Ali A, Donnell JO, Foskett A, Rutherford-markwick K. The influence of caffeine ingestion on strength and power performance in female team-sport players. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016;13(46):1–9.
  50. Guttierres APM, Alfenas RDC, Lima JRP, Silva ÂA, Natali AJ, Marins JCB. Metabolic effects of a caffeinated sports drink consumed during a soccer match. *Motriz Rev Educ Fis.* 2013;19(4):688–95.

51. Rush E, Long X, Obolonkin V, Ding J, Lucas P. Caffeine With and Without Sugar: Individual Differences in Physiological Responses During Rest. *J Caffeine Res.* 2014;4(4):127–30.
52. Magkos F, Kavouras SA. Caffeine and ephedrine: Physiological, metabolic and performance-enhancing effects. *Sport Med.* 2004;34(13):871–89.
53. Bell DG, Bordeleau JMR, Jacobs I. Blood pressure and heart rate after caffeine and ephedrine ingestion. *Can J Appl Physiol.* 1999;24(5):426.
54. Steinke L, Lanfear DE, Dhanapal V, Kalus JS. Effect of “energy drink” consumption on hemodynamic and electrocardiographic parameters in healthy young adults. *Ann Pharmacotherapy.* 2009;43(4):596–602.
55. Franks AM, Schmidt JM, McCain KR, Fraer M. Comparison of the Effects of Energy Drink Versus Caffeine Supplementation on Indices of 24-Hour Ambulatory Blood Pressure. *Ann Pharmacother.* 2012;46(2):192–9.
56. Heckman MA, Weil J, de Mejia EG. Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: A comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. *J Food Sci.* 2010;75(3):77–87.
57. Robertson D, Frölich JC, Carr RK, Watson JT, Hollifield JW, Shand DG, *et al.* Effects of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. *New Engl J Med.* 1978;298:181–6.
58. Grasser EK, Yepuri G, Dulloo AG, Montani JP. Cardio- and cerebrovascular responses to the energy drink Red Bull in young adults: a randomized cross-over study. *Eur J Nutr.* 2014;53(7):1561–71.
59. Sillivent J. Energy Drinks: Ergolytic or Ergogenic? *Int J Exerc Sci [Internet].* 2012;5(3):214–22.
60. Geib KR, Jester I, Falke W, Hamm M, Waag KL. The effect of a taurine-containing drink on performance in 10 endurance-athletes. *Amino Acids.* 1994;7(1):45–56.
61. Costill DL, Dalsky GP, Fink WJ. Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Med Sci Sport Exerc.* 1978;10:155–8.
62. Kuipers H, Franssen EJ, Keizer HA. Pre-exercise ingestion of carbohydrate and transient hypoglycemia during exercise. *Int J Sports Med.* 1999;20(4):227–31.
63. Faria VC, Melo Casal M, Cabral CAC, Marins JCB. Influência do índice glicêmico na glicemia em exercício físico aeróbico. *Motriz Rev Educ Fis.* 2011;17(3):395–405.
64. Cocate PG, Marins JCB. Effect of three breakfast interventions on blood glucose

- during low-intensity exercise performed on a treadmill . *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum* [Internet]. 2007;9(1):67–75.
65. Phillips MD, Rola KS, Christensen K V., Ross JW, Mitchell JB. Preexercise Energy Drink Consumption Does Not Improve Endurance Cycling Performance But Increases Lactate, Monocyte, and Interleukin-6 Response. *J Strength Cond Res*. 2014;28(5):1443–53.
  66. Nordt SP, Claudius I, Rangan C, Armijo E, Milano P, Yanger S, *et al*. Reasons for Energy Drink Use and Reported Adverse Effects Among Adolescent Emergency Department Patients. *Pediatr Emerg Care*. 2016;0(0):1.
  67. Riesenhuber A, Boehm M, Posch M, Aufricht C. Diuretic potential of energy drinks. *Amino Acids*. 2006;31:81–3.
  68. Pettitt RW, Niemeyer JD, Sexton PJ, Lipetzky A, Murray SR. Do the noncaffeine ingredients of energy drinks affect metabolic responses to heavy exercise? *J Strength Cond Res*. 2013;27(7):1994–9.
  69. Walsh AL, Gonzalez AM, Ratamess NA, Kang J, Hoffman JR. Improved time to exhaustion following ingestion of the energy drink Amino Impact™. *J Int Soc Sports Nutr*. 2010;7(1):14.
  70. Bruce CR, Anderson ME, Fraser SF, Stepto NK, Klein R, Hopkins WG, *et al*. Enhancement of 2000-m rowing performance after caffeine ingestion. *Med Sci Sport Exerc*. 2000;32(11):1958–63.
  71. Pereira PE, Motoyama Y, Esteves GJ, Oliveira JC, Pereira R, Pandeló D, *et al*. Caffeine supplementation delays the fatigue through central nervous system modulation. *Sport Sci Health*. 2016;12(2):239–45.
  72. Okano AH, Fontes EB, Montenegro RA, Farinatti P de TV, Cyrino ES, Li LM, *et al*. Brain stimulation modulates the autonomic nervous system, rating of perceived exertion and performance during maximal exercise. *Br J Sports Med*. 2015;49(18):1213–8.
  73. El-Sabban F. Perspectives on Energy Drinks. *J Clin Nutr Diet*. 2017;2(2):1–3.

## ARTIGO 2: EFEITOS AGUDOS DA INGESTÃO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE OS PARAMÊTROS HÍDRICOS E ELETROLÍTICOS DURANTE EXERCÍCIO EM ESTEIRA<sup>1</sup>.

### RESUMO

O objetivo do estudo foi verificar se diferentes tipos de bebidas energéticas afetam o balanço hidro-eletrolítico de corredores de resistência. Foram selecionados 12 homens, corredores de  $[23 \pm 2,6$  anos,  $177 \pm 3,4$  cm,  $74,4 \pm 5,5$  kg,  $VO_{2max} = 59,8 \pm 5,5$  ml.(kg.min)<sup>-1</sup>]. O estudo foi duplo cego e *crossover* randomizado. Os avaliados ingeriram quantidade correspondente a 3 mg.kg.PC<sup>-1</sup> de cafeína de bebida energética convencional (BE1) e *sugar free* (BE2) e um placebo carboidratado e não cafeinado, 40 minutos antes de sessão de exercício, sendo os protocolos experimentais separados por 7 dias e em ambiente termoneutro ( $22,81 \pm 0,78$  °C/  $58,08 \pm 1,52\%$  UR). Em cada situação experimental, os avaliados realizaram exercício de corrida em esteira com duração de 60 minutos e intensidade entre 65 e 75% do  $VO_{2max}$ , seguidos por um *sprint* correspondendo a 100% do  $VO_{2max}$ . Foram avaliados o peso corporal (PC), desidratação absoluta e relativa, densidade da urina, taxa de sudorese e níveis de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e hematócrito. Os avaliados iniciaram o exercício hidratados e receberam somente água a cada 15 minutos de exercício. Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados e, após a constatação, foi empregado o teste *Teste t* para a verificação dos momentos pré e pós exercício das variáveis relacionadas ao balanço hídrico e estado de hidratação e o *Anova Two Way* com correção de *Bonferroni* para medidas repetidas objetivando verificar a interação entre os diferentes tratamentos *vs* momentos para a verificação da resposta das análises bioquímicas. Somente foi possível observar uma alteração nos níveis de densidade da urina antes e depois do exercício para todos os tratamentos ( $p < 0,05$ ). O PC sofreu decréscimo em todos os protocolos, mas sem alteração significativa ( $p > 0,05$ ). Não houve diferença significativa entre as bebidas nos níveis de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e hematócrito mantendo-se dentro dos níveis de normalidade. Pode-se concluir que diferentes tipos de bebidas energéticas, contendo ou não carboidratos, não afetam o balanço hidro-eletrolítico de corredores de resistência ao longo de um exercício em ambiente termoneutro.

**Palavras Chave:** Cafeína, taurina, hidratação, desidratação, diurese.

---

<sup>1</sup> \* Esse material foi formatado conforme normas da “*The Journal of Strength and Conditioning and Research*™”, revista classificada como A1 no Qualis CAPES da Educação Física.

## **ACUTE EFFECTS OF ENERGY DRINK INTAKE ON HYDRIC AND ELECTROLYTIC PARAMETERS DURING THE EXERCISE ON A TREADMILL.**

### **ABSTRACT**

The objective of the study was to verify if different types of energy drinks affect the electrolytic balance of resistance runners. 12 men were selected, resistance runners ( $23 \pm 2.59$  years,  $177 \pm 3.36$ cm,  $74.42 \pm 5.50$ kg,  $VO_{2max} = 59.81 \pm 5.45$ ). The study was double-blinded and randomized crossover. The subjects ingested an amount corresponding to  $3\text{mg.kg.PC}^{-1}$  of caffeine from conventional energy drink (ED1) and sugar free (ED2) and a carbohydrate and non-caffeinated placebo, 40 minutes before exercise session, with the sessions being separated by 7 days and in a thermoneutral environment ( $22.81 \pm 0.78$  ° C /  $58.08 \pm 1.52\%$  RH). In each experimental situation the exercise duration was 60 minutes with intensity between 65 and 75% of  $VO_{2max}$ , followed by a sprint corresponding to 100% of  $VO_{2max}$ . Body weight (BW), absolute and relative dehydration, urine density, sweating rate and  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  and hematocrit levels were evaluated. The subjects started the exercise hydrated and received only water every 15 minutes of exercise. The Shapiro-Wilk test was performed to verify the normality of the data and, after verification, the Test t test was used to verify the pre and post exercise variables related to water balance and hydration status and Anova Two Way with Bonferroni correction for repeated measures aiming to verify the interaction between the different treatments vs moments to verify the response of the biochemical analyzes. It was only possible to observe a change in the levels of urine density before and after exercise for all treatments ( $p < 0.05$ ). PC decreased in all protocols, but did not change significantly ( $p > 0.05$ ). There was no significant difference between the drinks in the  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  and hematocrit levels, remaining within normal levels. It can be concluded that different types of energy drinks, with or without carbohydrates, do not affect the hydroelectrolytic balance of resistance runners during an exercise in thermoneutral environment.

**Keywords:** Caffeine, taurine, hydration, dehydration, diuresis.

## 1. INTRODUÇÃO

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) (CAF), é um recurso ergogênico bem estabelecido e empregado para atividades de característica aeróbica, comumente consumida por atletas (1,2) para a obtenção da melhora no desempenho físico, sobretudo após sua retirada do quadro de substâncias proibidas pela *World Anti-Doping Agency* (WADA) (3).

Sua ação ergogênica tem sido relacionada a partir da ingestão de doses baixas a moderadas (3-6 mg. kg<sup>-1</sup>), que são capazes de aumentar consistentemente o desempenho físico de característica aeróbica (4–6) como anaeróbica (7–9) em condições ambientais temperadas, mas, especialmente, quando o exercício é realizado durante um período de 30 minutos ou mais (10,11).

Uma das formas mais comuns para a ingestão de CAF, que se tornou frequente durante a última década, principalmente entre os estudantes (12), pessoas ativas (1) e atletas (2), foi através da ingestão das bebidas energéticas (BE). Esses produtos além da cafeína, oferecem substâncias que agem de maneira complementar, como a taurina, carboidratos, aminoácidos, vitaminas e minerais (13). A cafeína presente nas BE pode auxiliar diretamente na melhora da capacidade do exercício por protelar o surgimento da fadiga muscular (14) a partir de sua ação direta no bloqueio dos receptores de adenosina (15).

Entretanto, apesar dos efeitos benéficos promovidos pela ingestão das BE no desempenho físico já serem bem estabelecidos (16–18), a CAF também é reconhecida por promover um efeito diurético (19,20). Tal ação ocorre a partir da estimulação da filtração glomerular renal, que inibe a reabsorção de sódio (Na<sup>+</sup>) e aumentam a excreção de água (21). Além do conhecimento a respeito do efeito da CAF como potencializadora na excreção de água, outro ingrediente, também presente nas bebidas energéticas, tem chamado a atenção pelo seu potencial diurético, a taurina (22,23), apesar de seu efeito ainda ser discutido (13).

Ao avaliar o efeito da CAF na diurese, Bird *et al.* (24) observaram que a ingestão de 4 mg de cafeína por dia em usuários habituais da substância promoveu um aumento no nível produzido de urina em situação de repouso quando comparado ao grupo que ingeriu um placebo descafeinado. Neuhauser-Berthold *et al.*(25), ao oferecer 642 mg de cafeína para um grupo de 12 indivíduos saudáveis, verificou o potencial efeito diurético pelo período de 5 dias, observando uma maior quantidade urina quando comparado com o tratamento sem cafeína. A interação entre cafeína e taurina também já

foi testada a partir do oferecimento da BE na proporção de 3 mg.kg.PC<sup>-1</sup> de cafeína, correspondendo um total relacionado de 3 g de taurina, e também promoveu um efeito diurético mais elevado quando comparado ao tratamento com um placebo (26). Outro estudo empregou 2 mg.kg.PC<sup>-1</sup> de cafeína em exercício de ciclismo e não observou qualquer diferença no equilíbrio hidroeletrolítico quando comparados com o placebo (27).

Quando o efeito diurético ocorre durante o exercício físico, aumenta-se o risco de um balanço hídrico negativo, levando os atletas a um estado de desidratação não desejável, o que promoverá uma alteração negativa na capacidade física, prejudicando o desempenho (28–30). O estado de desidratação pode levar à hipertermia, que, se sustentada durante exercício submáximo prolongado, pode levar a aumentos da frequência cardíaca, hemoconcentração arterial, reduções no volume e fluxo sanguíneo e pressão arterial, além de promover acentuadas reduções no volume sistólico e no débito cardíaco (31–33), prejudicando ações que envolvam tanto o sistema aeróbico (34) como o anaeróbico (9).

Tendo em vista esse possível efeito ergolítico das BE sobre o balanço hidroeletrolítico, é necessário ampliar a base de conhecimento sobre o tema, pois permitirá que profissionais como nutricionistas, médicos ou fisiologistas tenham total conhecimento sobre os efeitos positivos ou negativos sobre o consumo dessas bebidas, avaliando, assim, a viabilidade de sua utilização. Assim, o objetivo desse estudo é verificar e comparar os efeitos da ingestão pré-exercício de BE convencional e *sugar free* no balanço hídrico e eletrolítico em corredores treinados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Desenho do estudo

O presente estudo empregou um método duplo-cego, a partir do modelo de *crossover*, onde os sujeitos foram, de maneira randomizada, suplementados com a BE convencional, BE *sugar free* e com o placebo 40 minutos antes da realização do protocolo experimental.

Os avaliados compareceram ao laboratório em 5 ocasiões diferentes separadas por aproximadamente 7 dias entre as visitas e sempre no mesmo horário estabelecido previamente, a saber: 1<sup>a</sup> visita) Orientações sobre as sessões experimentais, preenchimento de questionários que avaliaram a prontidão para a realização das sessões

e um questionário nutricional elaborado especificamente para a avaliação do consumo de cafeína; 2ª visita) avaliação antropométrica para cálculo da composição corporal e teste para determinação do  $VO_{2max}$ ; 3ª visita) protocolo experimental I; 4ª visita) protocolo experimental II e; 5ª visita) protocolo experimental III.

## 2.2 Amostra

Um cálculo do tamanho amostral foi realizado baseado em modelos anteriores usando o software G\*Power (versão 3.1.9.2). O tamanho amostral relativo a uma potência de 80%, com um nível de significância de 5%, tamanho de efeito de 0,45, correlação entre medidas repetidas de 0,5 e correção de não esfericidade de 1, correspondeu a um total necessário de 12 indivíduos a serem submetidos aos protocolos experimentais.

Sendo assim, 12 homens fisicamente ativos ( $23 \pm 2,6$  anos, com  $177 \pm 3,4$  cm de estatura e uma massa corporal de  $74,4 \pm 5,5$  kg e um %G de  $11,9 \pm 3,3\%$ ), com  $VO_{2max} = 59,8 \pm 5,5$  ml.(kg.min)<sup>-1</sup>, praticantes regulares de corrida, que treinavam no mínimo 3 vezes por semana, ao menos 1 hora por dia por um período de 1 ano, foram voluntários. Durante todo o período da pesquisa os indivíduos foram instruídos a não ingerir alimentos a base de CAF e álcool, bem como não realizar atividade física superior a 4 MET's num período de 48h antes de cada visita ao laboratório (25). Além disso, todos foram orientados a manter o mesmo padrão nutricional (obtido a partir do preenchimento de um recordatório alimentar) (ANEXO IV), rotina de exercícios e a se abster de suplementos nutricionais e qualquer tipo de medicamento sem prescrição.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, sob o registro de número 33233114.6.0000.5153 (ANEXO V), segundo a Legislação Brasileira de Pesquisa com Seres Humanos – Portaria 466/12. Todos os avaliados foram devidamente informados sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos e o estudo só teve início após a concordância dos mesmos e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE I).

## 2.3 Procedimentos

Durante a primeira visita, além de serem informados sobre o experimento, os participantes foram avaliados a partir dos seguintes questionários: PAR-Q (*Physical Activity Readiness Questionnaire*) (26) (ANEXO I), tabela de risco coronariano, proposta pela *Michigan Heart Association* (27) (ANEXO II) e também responderem o



questionário avançado de anamnese incluso no Software Avaesporte® (Esporte Sistemas, Minas Gerais, Brasil.), questionário que indica não haver antecedentes de hipertensão arterial, doenças cardíacas ou diabetes *mellitus*; também para destacar que não eram usuários de álcool, tabaco, medicamentos que pudessem afetar o equilíbrio hídrico ou substâncias dopantes. Além disso, também foi aplicado um questionário de frequência alimentar voltado especificamente para o consumo de CAF (ANEXO III), a fim de caracterizar os avaliados sobre o consumo habitual desse elemento.

Somente aqueles que obtiveram um resultado totalmente negativo para o PAR-Q, bem como um risco considerado “bem abaixo da média” para a tabela de risco coronariano e um consumo de CAF com valores entre 50 a 200 mg.dia<sup>-1</sup> de cafeína, valor que considera os avaliados como consumidores habituais de doses moderadas de CAF, conforme já descrito em outros experimentos (28), foram selecionados para participar das demais fases do estudo.

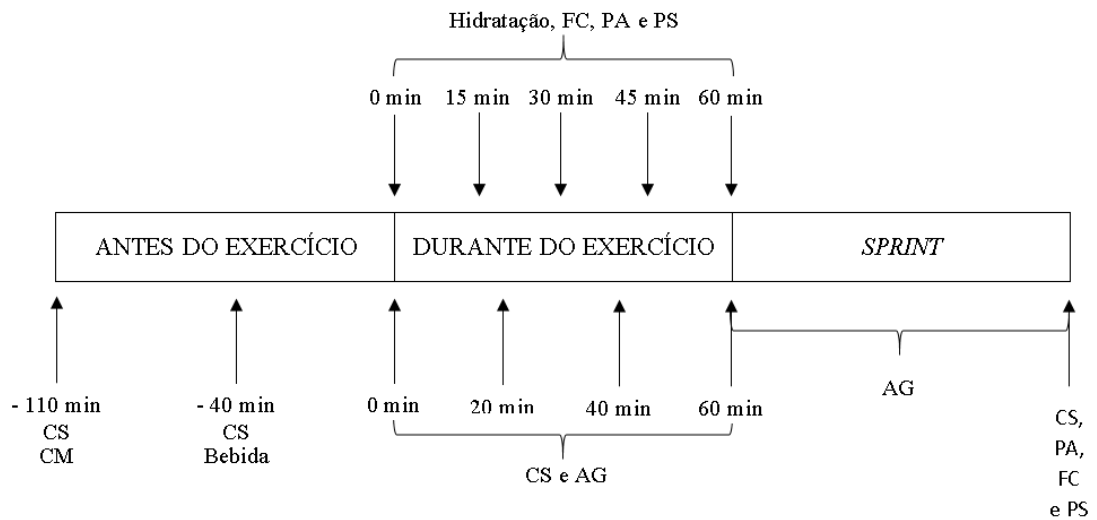
Para as medidas antropométricas adotaram-se os seguintes procedimentos: a massa corporal (MC) foi aferida utilizando-se uma balança eletrônica digital com capacidade de 150 quilogramas e precisão de 50 g (Welmy, W200A, Brasil); a estatura foi mensurada a partir de um estadiômetro milimetrado com extensão de 2 metros e escala de 0,5 cm (Welmy, W200A, Brasil). A avaliação da composição corporal foi realizada a partir da análise de três dobras (peitoral, abdômen e coxa), adotando o método proposto Jackson & Pollock (29), associado com a equação de Siri (30), a partir da utilização do plicômetro Lange (Beta Technology, Santa Cruz, California, Estados Unidos).

Ainda na segunda visita, para determinar a capacidade cardiorrespiratória dos voluntários, estes foram submetidos a um teste progressivo em esteira, com inclinação constante de 2%, segundo o método proposto por Matthews *et al.* (31), sendo avaliados durante todo o período por um analisador de gases metabólicos (MedGraphics® CPX Ultima, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos) e tendo os valores avaliados pelo software *BreezeSuite*<sup>TM</sup> 7.2.0.61. Para garantir a validade dos valores obtidos alguns critérios foram verificados: 1) platô do VO<sub>2max</sub> mesmo com um aumento na intensidade do exercício [ $< 2,1 \text{ ml} \cdot (\text{kg} \cdot \text{min})^{-1}$ ]; 2) o quociente respiratório (QR)  $> 1,1$ ; 3) acúmulo de ácido láctico acima de 8 mmol/L e 4) solicitação do avaliado para terminar o teste por conta da exaustão (32).

A terceira, quarta e quinta visitas foram relativas ao protocolo experimental.

## 2.4 Protocolo Experimental

O protocolo experimental adotado para as três coletas é apresentado na Figura 1.



**Figura 1:** Esquema representativo do protocolo experimental. Nota: CS = Coleta Sanguínea; CM = Café da Manhã; FC = Frequência Cardíaca; PA = Pressão Arterial; PS = Parâmetros Subjetivos e AG = Análise de Gases.

Os avaliados chegaram ao laboratório após jejum de 10 horas, sempre no mesmo horário entre os protocolos. Após chegar ao laboratório, uma enfermeira devidamente treinada realizava a inserção de um cateter intravenoso nº 20 em uma veia do antebraço, sendo afixada uma torneira de três vias (*treeway*) para as coletas sanguíneas.

As coletas sanguíneas foram realizadas em sete momentos diferentes: antes do café da manhã (-110 min), antes da ingestão da bebida (-40 min), imediatamente antes do início do exercício (0 min) e a cada 20 minutos durante o exercício contínuo, finalizando com uma coleta imediatamente após o *sprint*. Em cada uma das coletas, realizadas com seringas descartáveis, era retirado 1 mL de sangue venoso, transferido diretamente para *ependorfs* (microtubos), de onde eram colhidos 100 µL através de uma pipeta automática para análise dos parâmetros sanguíneos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e hematócritos) em analisador portátil (cartucho CG8+, i-STAT, Abbott®, *Illinois*, Estados Unidos). Além disso, uma outra quantidade de sangue foi retirada dos *ependorfs* para verificação do lactato, também a partir de um analisador portátil (Accutrend, Roche®, *Mannheim*, Alemanha). Ao término de cada coleta foi realizada a salinização da via com uma solução fisiológica de 0,9%, a fim de evitar a coagulação sanguínea e a manutenção do acesso venoso. Todas as coletas foram realizadas pela mesma enfermeira, devidamente capacitada.

Após a primeira coleta e análise sanguínea, os avaliados consumiram um café da manhã segundo orientações do *Institute of Medicine* (33), que fornecia uma quantidade aproximada de 15% da Energia Estimada Requerida, valor suficiente para que a atividade física ocorresse sem qualquer risco à integridade dos participantes. Os alimentos que compuseram o café da manhã estão listados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Composição do café da manhã em termos calóricos e composição de macronutrientes.

| Item                 | Peso<br>(unidade) | Kcal   | Proteína<br>(g) | Carboidratos<br>(g) | Gorduras<br>(g) |
|----------------------|-------------------|--------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Pão de forma         | 50 g              | 124    | 4,34            | 24,5                | 0,98            |
| Queijo Muçarela      | 40 g              | 130    | 10,88           | 0                   | 9,6             |
| Maça Fuji com casca  | 145 g             | 94,25  | 0,43            | 22,04               | 0,43            |
| Suco Industrializado | 200 ml            | 112    | 0               | 28                  | 0               |
| Total                |                   | 460,25 | 15,65           | 74,54               | 11,01           |
| %kcal                |                   |        | 13%             | 64%                 | 21%             |

Fonte: Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO/NEPA (34); tabela para avaliação do consumo alimentar em medidas caseiras (35).

Antes de cada um dos três protocolos experimentais os avaliados tiveram a dieta monitorada a partir do recordatório alimentar 24 horas (ANEXO IV), tendo sido orientados a manter o mesmo padrão dietético ao longo do experimento. Esta etapa foi supervisionada por uma nutricionista.

Seguidos 70 minutos após o café da manhã, antes da ingestão das bebidas, os avaliados, ainda em repouso, foram submetidos à aferição da pressão arterial (PA) a partir de um esfigmomanômetro da marca Tycos® (Welch Allyn CE0050, Estados Unidos) e à verificação da frequência cardíaca (FC) de repouso por meio de um frequencímetro cardíaco (Polar RS800cx - Polar® ElectroLtd., *Kemple*, Finlândia), sendo posteriormente oferecida uma das três bebidas. Os avaliados tiveram 10 minutos para a ingestão de todo o conteúdo. As informações relacionadas às bebidas estão discriminadas na Tabela 2. O placebo (PL) foi elaborado com água gasosa adicionada à maltodextrina em pó sabor guaraná. As bebidas utilizadas no experimento são todas industrializadas e comercializadas no Brasil com autorização da Vigilância Sanitária.

**Tabela 2:** Composição nutricional das bebidas utilizadas nos protocolos experimentais.

| <b>Ingredientes<br/>(unidade)</b> | <b>Bebida Energética<br/>(BE1 – 269ml)</b>                         | <b>Bebida Energética <i>Sugar Free</i><br/>(BE2 – 269 ml)</b> | <b>Placebo<br/>(PL – 269ml)</b> |
|-----------------------------------|--|---|---------------------------------|
| Calorias (kcal)                   | 123  | 12  | 123                             |
| Carboidratos (g)                  | 30   | 6   | 30                              |
| Sódio (mg)                        | 24   | 24  | 22                              |
| Cafeína (mg)                      | 80   | 80  | 0                               |
| Taurina (mg)                      | 1000   | 1000  | 0                               |
| Outros ingredientes               | <i>Água gaseificada, inositol, vitaminas B2, B3, B5, B6 e B12.</i> |   | -                               |

O fornecimento das bebidas obedeceu ao seguinte cálculo: para as BE cada um dos avaliados ingeriu uma quantidade correspondente a  $3 \text{ mg.kg}^{-1}$  de peso corporal de CAF, valor que tem sido considerado suficiente para resultar um efeito ergogênico sem qualquer malefício aos avaliados (16,17). Para o PL, a quantidade foi correspondente ao volume líquido total das BE mais o valor correspondente de carboidrato contido na BE convencional. As bebidas foram oferecidas em garrafas opacas e de coloração escura com intuito de não proporcionar qualquer possibilidade de verificação do líquido por parte dos avaliados.

Para realizar a verificação do estado de hidratação nos momentos pré e pós-exercício, foram utilizados os parâmetros da densidade de urina (DU) e PC, além do hematócrito, obtido a partir da análise sanguínea.

Após 40 minutos da ingestão da bebida – período para absorção e ação da cafeína (11), os avaliados foram submetidos à verificação da DU com base no modelo proposto por Casa *et al.* (46). Aproximadamente 50mL de urina foram coletados em potes coletores de plástico e analisados em um refratômetro óptico (LF Equipamentos, modelo 107/03, São Paulo, Brasil), que era sempre calibrado com água destilada nos momentos antes e depois das análises. O mesmo procedimento foi realizado nos momentos imediatamente antes do exercício e após o término do protocolo experimental.

Também nos momentos imediatamente antes do exercício, após o esvaziamento da bexiga, e no período seguido à realização do *sprint*, o PC dos avaliados foi mensurado na mesma balança onde a avaliação inicial foi realizada. A verificação do PC permitiu avaliar o nível de desidratação absoluta (Da) e relativa (Dr) dos avaliados, que se deu a partir da diferença do PC inicial (PCi) e PC final (PCf), além de permitir a obtenção da taxa de sudorese, realizada a partir da equação proposta por Horswill (47):

Taxa de sudorese = [(peso inicial – peso final) + volume de líquido ingerido – (volume urinário + volume fecal) / tempo de exercício x 60].

Para estabelecer o percentual relativo (%Dr) e absoluto da desidratação (%Da) foi aplicado modelo de análise proposto por Burke e Hawley (48).

% desidratação = (mudança de peso corporal – volume urinário) / peso inicial x 100.

O protocolo de exercício, realizado na mesma esteira onde o teste progressivo ocorreu, foi dividido da seguinte forma: 1) aquecimento de 5min a 55% do  $VO_{2max}$ ; 2) parte principal de 55min a 65-75% do  $VO_{2max}$  e 3) *sprint* de duração máxima à 100%  $VO_{2max}$ . Cada avaliado teve seu protocolo devidamente calibrado em função do valor obtido no teste de capacidade cardiorrespiratória, mantendo exatamente o mesmo modelo nas 3 visitas do protocolo experimental, sendo a inclinação na esteira constante de 2%. Todos os protocolos foram realizados em condições ambientais de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR) semelhantes ( $22,81 \pm 0,78$  °C /  $58,08 \pm 1,52$  %UR).

A cada 15 minutos durante a realização do exercício, os avaliados eram hidratados conforme modelo sugerido por Marins (49), em que cada avaliado recebia uma quantidade de água referente a  $3ml.kg^{-1}$ .

## 2.5 Análise Estatística

Todas as variáveis analisadas foram testadas quanto à sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Todos os valores analisados apresentaram uma distribuição normal. Desta forma os resultados foram apresentados como média  $\pm$  DP, valores máximos e mínimos. Os testes estatísticos correspondentes os objetivos propostos no presente estudo foram: 1) *Teste t* para a verificação dos momentos pré e pós exercício das variáveis relacionadas ao balanço hídrico e estado de hidratação e; 2) *Anova Two Way* com correção de *Bonferroni* para medidas repetidas objetivando verificar a interação entre os diferentes tratamentos *vs* momentos para a verificação da resposta das análises bioquímicas.

Em todas as análises foi adotado o nível de significância estatística  $p < 0,05$ , sendo os cálculos realizados no software SPSS®, versão 22.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Balanço hídrico e estado de hidratação

Os parâmetros avaliados para a verificação do balanço hídrico e estado de hidratação estão descritos em média e desvio padrão na Tabela 3.

**Tabela 3:** Valores médios e desvio padrão dos parâmetros hídricos e estado de hidratação para os avaliados entre os protocolos experimentais (n=12).

|  | BE1          | BE2          | PL           |
|--|--------------|--------------|--------------|
| PC antes (kg)                            | 74,4±5,5     | 74,5±5,5     | 74,5±5,5     |
| PC depois (kg)                           | 73,7±5,5     | 73,9±5,6     | 73,9±5,6     |
| Da (kg)                                  | 0,83±0,36    | 0,76±0,23    | 0,73±0,26    |
| Dr (kg)                                  | 0,61±0,36    | 0,54±0,23    | 0,51±0,26    |
| %Da                                      | 1,16±0,5     | 1,03±0,33    | 1,0±0,38     |
| %Dr                                      | 0,86±0,96    | 0,78±0,33    | 0,7±0,38     |
| DU antes (g.ml <sup>-1</sup> )           | 1,002±0,004  | 1,003±0,001  | 1,002±0,006  |
| DU depois (g.ml <sup>-1</sup> )          | 1,008±0,004* | 1,011±0,006* | 1,008±0,004* |
| Taxa de Sudorese (ml.min <sup>-1</sup> ) | 0,61±0,36    | 0,54±0,23    | 0,51±0,26    |

\*Diferença significativa entre os momentos pré e pós exercício em cada um dos tratamentos ( $p<0,05$ ).

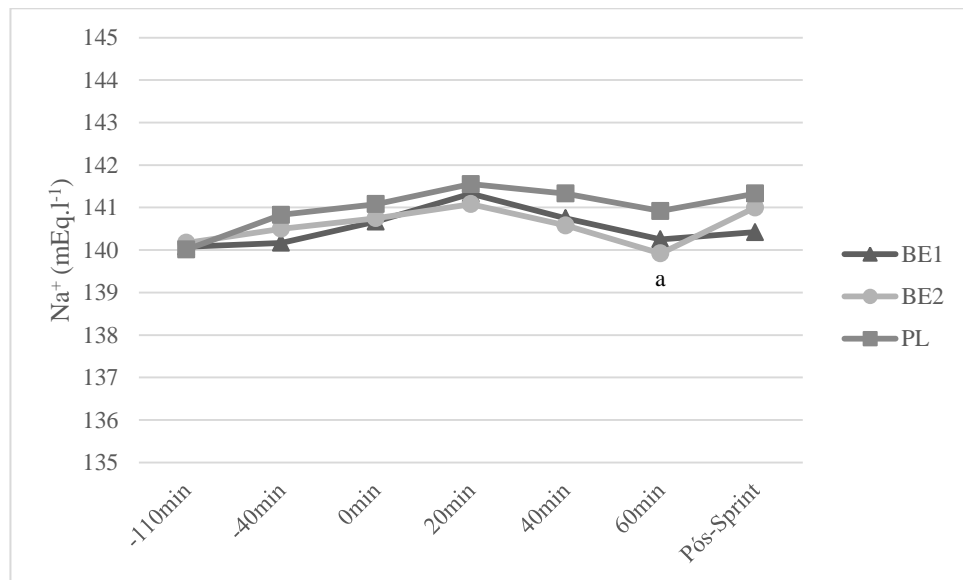
Da = desidratação absoluta; Dr = desidratação relativa; DU = densidade de urina.

Foi possível observar que em todos os tratamentos houve um aumento significativo ( $p<0,05$ ) na DU entre os momentos pré e pós protocolo experimental, sem alterações significativas ( $p>0,05$ ) no PC. Também não foi verificada nenhuma diferença estatística ( $p>0,05$ ) na comparação entre bebidas em todas as variáveis analisadas.

#### 3.2 Parâmetros Sanguíneos

As avaliações sanguíneas realizadas ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e HCT) estão disponibilizadas nas Figuras 2, 3 e 4, respectivamente.

Na Figura 2 é possível verificar que os níveis de  $\text{Na}^+$  não apresentaram diferenças significativas na comparação entre bebidas. Entretanto, quando analisado o efeito tempo, foi possível observar que seus níveis sofreram decréscimos significativamente relevantes ( $p<0,05$ ) durante o exercício contínuo entre o momento 20 min e 60 min no protocolo com utilização da BE2. Para os demais tratamentos os níveis plasmáticos de  $\text{Na}^+$  não apresentaram qualquer tipo de variação significativa.



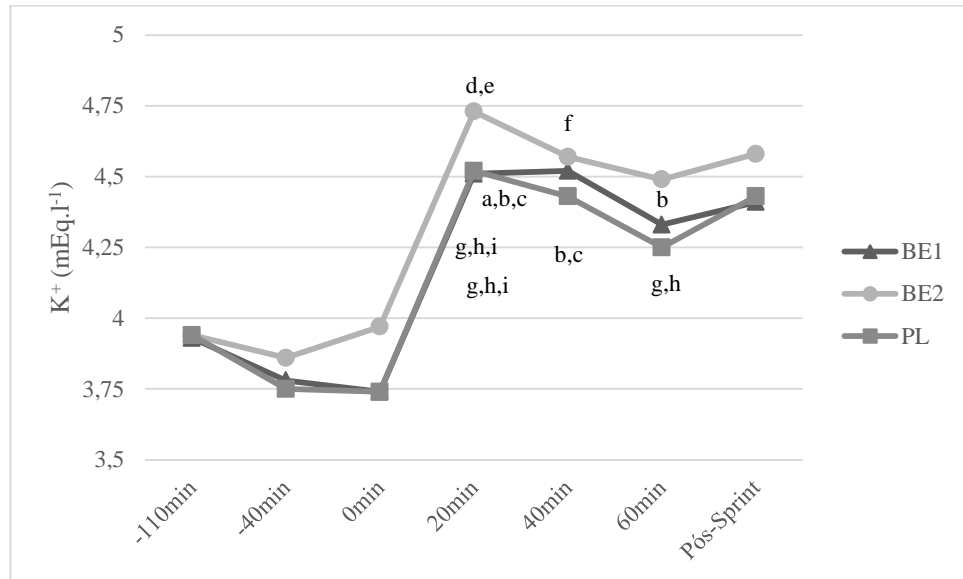
**Figura 2:** Comportamento dos valores médios do Na<sup>+</sup> entre os momentos e bebidas para os protocolos experimentais.

*a* Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o momento 20 min e 60 min para a BE2.

A Figura 3 apresenta os níveis de K<sup>+</sup>, que também não apresentaram um comportamento diferencial no que tange a avaliação entre bebidas. Contudo, aumentaram significativamente no momento 20 min quando comparado aos momentos -110min ( $p < 0,05$ ), -40min ( $p = 0,001$ ) e 0 min ( $p = 0,004$ ) quando no tratamento com a BE1. O aumento significativo também foi observado na comparação entre o momento 40 min e os momentos -40 min ( $p = 0,002$ ) e 0 min ( $p = 0,007$ ) para o mesmo tratamento. No período -40 min e 60 min também foi verificado um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) dos níveis de K<sup>+</sup> plasmático.

Já no tratamento com a BE2, observou-se um aumento significativo do K<sup>+</sup> no momento 20 min quando comparado ao período -110 min ( $p < 0,05$ ) e ao -40 min ( $p < 0,05$ ), seguido por um decréscimo ( $p < 0,05$ ) quando comparado o momento 20 min ao 40 min.

Para o PL, foi possível identificar um aumento significativo para os valores de K<sup>+</sup> nos momentos 20 min ( $p = 0,004$ ), 40 min ( $p = 0,001$ ) e 60 min ( $p < 0,05$ ) quando comparados ao momento -110 min. Também para os períodos 20 min ( $p = 0,001$ ), 40 min ( $p = 0,001$ ) e 60 min ( $p = 0,010$ ) foi identificado um aumento substancial para os níveis plasmáticos de K<sup>+</sup> quando comparados com o momento -40 min. O mesmo padrão foi mantido na comparação entre os momentos 20 min ( $p = 0,003$ ) e 40 min ( $p = 0,005$ ) quando relacionados com o período 0min.



**Figura 3:** Comportamento dos valores médios de  $K^+$  entre os momentos e bebidas para os protocolos experimentais.

a Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o momento -110min e 20min para a BE1.

b Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o momento -40min e os momentos 20min, 40min e 60min para a BE1.

c Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o momento 0min e os momentos 20min e 40min para a BE1.

d Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o momento -110min e 20min para a BE2.

e Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o momento -40min e 20min para a BE2.

f Diferença significativa ( $p = 0,004$ ) entre o momento 20min e 40min para a BE2.

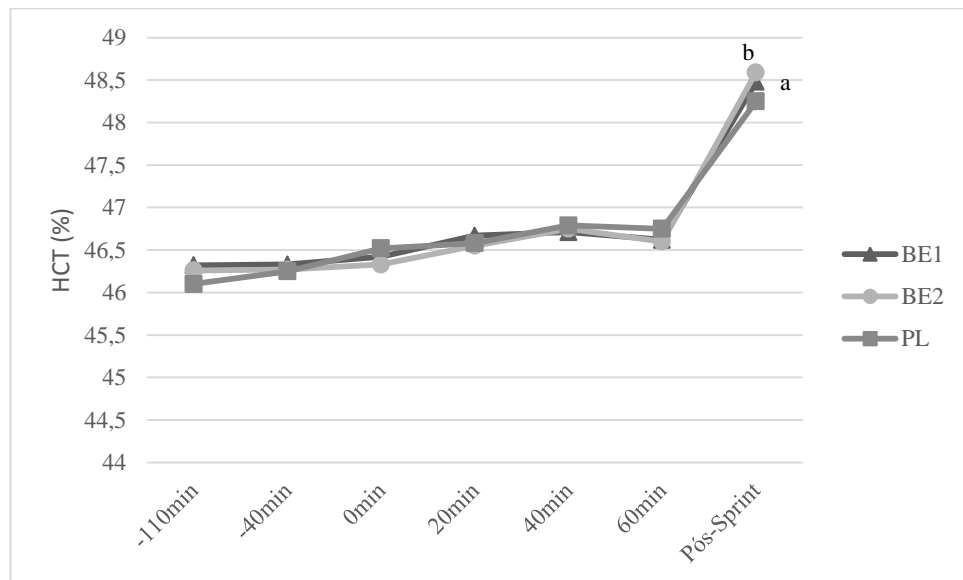
g Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o momento -110min e os momentos 20min, 40min e 60min para o PL.

h Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o momento -40min e os momentos 20min e 40min para o PL.

i Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o momento 0min e os momentos 20min e 40min para o PL.

A Figura 4 indica os valores de concentração de hematócrito, que sofreram variações significativas somente na verificação entre os momentos em cada um dos tratamentos, não sendo observada qualquer variação significativa na análise entre tratamentos. Na comparação entre os momentos 60 min com o pós-sprint para o tratamento com a BE1 ( $p = 0,003$ ) e com a BE2 ( $p = 0,006$ ), sendo observada uma elevação na concentração de HCT.





**Figura 4:** Valores médios de HCT entre os momentos e bebidas para os protocolos experimentais.  
*a* Diferença significativa ( $p=0,003$ ) entre o momento 60min e pós-sprint para a BE1.  
*b* Diferença significativa ( $p=0,006$ ) entre o momento 60min e pós-sprint para a BE2.

#### 4. DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi verificar e comparar os efeitos promovidos pela ingestão pré-exercício de bebidas energéticas comerciais de característica convencional e *sugar free* no balanço hídrico e eletrolítico de corredores em esteira.

O principal resultado obtido foi que nenhuma das bebidas promoveu qualquer diferença nos níveis relacionados ao estado de hidratação pós-exercício e também nos parâmetros eletrolíticos avaliados, demonstrando que a quantidade oferecida da BE, independente de sua característica, não foi suficiente para promover um efeito ergolítico.

##### 4.1 Balanço hídrico e estado de hidratação

Alguns autores tem sugerido que o consumo de cafeína induz um quadro extenso de desidratação (19–22). Entretanto, é importante diferenciar este possível efeito ergolítico do consumo de cafeína conforme a condição do avaliado (repouso ou exercício), bem como as dosagens de consumo. Em condição de repouso os trabalhos de Fredhom et al. (19), Armstrong et al. (20) e Armstrong et al.(21) apontam para um possível aumento da diurese. Por outro lado na condição de exercício, essa resposta não foi observada nos avaliados quando na condição de exercício, como observado no presente estudo empregando 3 mg.kg.PC<sup>-1</sup> de cafeína e também no estudo de Pereira

(27), com  $2 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$ . Assim que este efeito potencialmente adverso na condição de exercício deve ser ainda mais aprofundado, pois não foi possível identificar uma relação de causa efeito. Dessa forma, é possível afirmar, que os estudos que examinam o potencial de ação diurética da cafeína em repouso não podem ser aplicados para análise relacionada ao desempenho físico (50). Dentre os resultados observados para essa avaliação, cabe ressaltar a não existência de qualquer diferença significativa entre as sessões no que diz respeito ao PC pré-exercício. Dessa forma é possível inferir que todas as orientações pré-protocolo experimental foram seguidas pelos avaliados, sobretudo as relacionadas à conduta dietética e estado de hidratação.

Falk *et al.* (51) não observaram diferença significativa no nível de perda total de água ou na taxa de sudorese após oferecer um total de  $7,5 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de CAF para indivíduos que realizaram exercício em esteira numa intensidade entre 70-75% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Roti *et al.* (52) ao verificar os efeitos da suplementação com CAF em 59 jovens, todos do sexo masculino, em exercício na esteira não verificou alteração na produção de suor quando os indivíduos ingeriam  $3 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$ , ou  $6 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  ou nada de CAF. A não influencia da cafeína no balanço hídrico também foi indicada por Del Coso *et al.* (53), que observou não haver relação com o consumo de  $6 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de CAF com a produção total de suor durante o exercício. Além disso, tais dados são embasados por uma meta-análise recente, que determinou, mais uma vez, que o impacto da CAF ocorrido em situação de repouso não é o mesmo durante o exercício físico, sendo este, não influenciado de maneira negativa no que tange o aspecto diurético (54). Dessa maneira, apesar do consenso geral com relação à CAF e diurese, sua ação durante o exercício físico não é sustentada pela literatura.

Apesar de ter sido observado nesse estudo uma variação na densidade de urina entre os momentos pré-exercício e pós-exercício, todos os avaliados se mantiveram no intervalo considerado ideal, mantendo-se ainda no estado determinado como “bem hidratados” (46). Ademais, essa variável não pode ser analisada de maneira individual para a verificação do estado de hidratação, devendo ser levado também em consideração os valores obtidos do PC nos momentos pré e pós exercício, que, conforme visualizado na Tabela 3, sofreram uma leve redução, mas que não representaram uma diferença estatística significativa. De forma adicional, os valores percentuais obtidos para a desidratação relativa e absoluta (menor do que 1% do PC) não são suficientes para causar qualquer efeito prejudicial para a capacidade de realização do exercício físico (55). Tal observação demonstra que a quantidade de água oferecida durante o exercício

físico a cada 15 minutos de atividade, na proporção de  $3\text{ml.kg.PC}^{-1}$  foi suficiente para a manutenção do estado de hidratação.

Os resultados do presente estudo vão de acordo com o evidenciado na literatura, indicando que a quantidade de BE fornecida, na razão proporcional de  $3\text{mg.kg.PC}^{-1}$  de CAF em sua composição não é suficiente para promover uma alteração preponderante nos valores relacionados ao estado hídrico de indivíduos submetidos a um exercício de resistência em esteira. Sendo assim, por não alterar significativamente os valores do PC pré e pós-exercício, os valores absolutos e relativos da desidratação absoluta e relativa e também por não promover uma maior taxa de sudorese, é possível recomendar a utilização na razão utilizada pelo presente estudo como um recurso ergogênico passível de uso, tendo em vista que não houve nenhum impacto diurético no consumo das bebidas experimentais nas condições ambientais e de exercício testadas, refutando assim, a teoria de que o consumo de cafeína tenha uma ação diurética.

#### **4.2 Parâmetros Sanguíneos**

Uma das grandes preocupações quando se trata sobre os níveis plasmáticos de  $\text{Na}^+$  durante a realização de um exercício físico aeróbico de resistência é o surgimento de um quadro de hiponatremia ( $< 135 \text{ mEq/L}$ ) no sangue, (56–59), podendo causar um declínio no desempenho físico (60,61). A prevalência desse quadro pode chegar a 20% em maratonistas, dependendo do número de atletas investigados, sexo e preparo físico (62).

Uma vez que não houve diferença significativa nos níveis de sódio entre os tratamentos no presente estudo, cabe destacar também que nenhum dos avaliados apresentou um quadro de hiponatremia ( $[\text{Na}^+] < 135 \text{ mEq/L}$ ) ou hipernatremia ( $[\text{Na}^+] > 145 \text{ mEq/L}$ ) em qualquer um dos momentos de cada um dos tratamentos (63). Essa caracterização é de grande importância, uma vez que denota que o  $\text{Na}^+$  presente nas bebidas oferecidas, detalhado na Tabela 2, não promoveu qualquer variação de ampla magnitude nos valores plasmáticos de  $\text{Na}^+$  durante o exercício físico. Além disso, a manutenção dos valores nos níveis de normalidade indicam, também, que a quantidade de líquido fornecida durante a atividade física ( $3\text{ml.kg.PC}^{-1}$  somente de água em todas as três sessões de protocolo) pode ser considerada uma estratégia satisfatória a manutenção do quadro considerado normal para os níveis de  $\text{Na}^+$  plasmático em um ambiente laboratorial termoneutro.

Haja vista que uma das grandes preocupações relacionadas ao exercício físico e o equilíbrio eletrolítico são casos de hiponatremia ou hipernatremia(57), sugere-se que

outros estudos sejam realizados com um período de ação de exercício superior a 1 hora para verificar se com a ingestão dos diferentes tipos de BE haverá qualquer tipo de variação nos níveis plasmáticos de  $\text{Na}^+$ . Contudo, de maneira geral, segundo a metodologia aplicada no presente estudo, é possível concluir que o consumo das BE, seja de característica convencional ou não, não promoveu qualquer ação inesperada nos níveis sanguíneos de sódio.

Tratando sobre o comportamento observado para os níveis de  $\text{K}^+$  plasmático, foi possível observar que não houve qualquer tipo de diferença significativa nos índices obtidos na comparação entre bebidas, indicando que a quantidade oferecida de BE não foi suficiente para promover qualquer alteração nesta variável sanguínea. Nenhum dos avaliados apresentou hipocalemia (concentração de potássio abaixo de 3,5 mEq/L) ou hipercalemia (concentração de potássio acima de 5 mEq/L) durante todo o período de realização do exercício.

Com relação às alterações observadas nos níveis de  $\text{K}^+$  em cada um dos tratamentos, pode ser considerada normal, uma vez que para iniciar o exercício físico existe um acúmulo dos níveis plasmáticos de potássio decorrente da maior excitabilidade da membrana celular (64–66). Com a manutenção do exercício físico de maneira constante, existe a tendência da manutenção ou leve redução dos níveis de  $\text{K}^+$  plasmáticos (67–69). Porém durante a realização do exercício ainda mais intenso, na fase do *sprint*, aumenta-se a exigência da capacidade contrátil da musculatura ativa, o que aumenta a intensidade de ação da bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , que passa, por sua vez, a gerar uma maior atividade para sustentação da atividade (67–69), fazendo com que os níveis se alterem novamente, conforme observado na Figura 3. Este comportamento foi observado nos três tipos de tratamentos, indicando assim ser reproduzível esta resposta do  $\text{K}^+$ .

Quanto ao efeito da cafeína sobre os padrões de variação de  $\text{K}^+$  plasmático nos períodos durante e após o exercício, ainda são bastante inconsistentes, sendo que somente um estudo observou que a cafeína promoveu alterações significativas nos níveis de  $\text{K}^+$  em exercício físico de alta intensidade (78-85%  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ) (70). A maioria dos estudos similares, por sua vez, evidenciam que as alterações nos níveis sanguíneos de potássio são basicamente insignificantes, mantendo-se sempre nos índices considerados normais (67–69,71).

Dessa forma, é possível concluir que a quantidade de BE oferecida no presente estudo não promove qualquer tipo de ação ergogênica ou ergolítica quando relacionada com o comportamento plasmático de  $\text{K}^+$ .

Os valores percentuais de HCT foram utilizados no presente estudo também com o objetivo de verificar o estado de hidratação dos avaliados. A avaliação a partir dos valores de HCT é considerada um dos métodos mais eficazes para a verificação do estado hídrico (72). As verificações de alterações significativas nos valores do HCT somente foram observadas no intervalo de tempo na avaliação entre momentos para cada um dos tratamentos, não sendo constatada nenhuma alteração na comparação entre bebidas. Entretanto, apesar da alteração dos valores em cada um dos tratamentos, as medidas aferidas permaneceram sempre dentro dos valores de normalidade (40 a 54%) (73) durante todo o exercício.

O fato de não ser observada diferença significativa entre os tratamentos com as BE, principalmente no momento anterior ao início do exercício, indica que todos os avaliados apresentaram níveis de hidratação bem similares quando avaliados pelo HCT, sendo esse um fator essencial no que tange a capacidade de realização do exercício físico. Além disso, os valores observados durante a realização da atividade, sem alterações significativas, quando se mantém uma hidratação constante, vão de acordo com o observado por Ferreira *et al.* (74), que verificou não haver alteração significativa no comportamento dessa variável em atletas submetidos a um protocolo de corrida em esteira durante 80 minutos em uma intensidade de trabalho de 75% a 85% da  $FC_{max}$ . Resultado similar foi obtido por Diaw *et al.* (75), que constatou a não alternância nos valores de hematócrito para jogadores de futebol durante uma partida. Em ambos os casos a capacidade de manutenção dos índices dessa variável foram mantidas com base na hidratação fornecida durante o protocolo experimental. Tal ação faz com que seja possível concluir que a quantidade de água fornecida, na razão de  $3 \text{ ml.kg.PC}^{-1}$  no presente estudo foi suficiente para manter os valores normais de hematócrito durante o exercício submáximo.

A alteração significativamente estatística observada entre o momento 60 min e o momento pós-*sprint* para a BE1 ( $p=0,003$ ) e BE2 ( $p=0,006$ ) pode ser justificada pelo aumento da intensidade da atividade. A parte principal do experimento foi realizada com intensidade submáxima (entre 65% a 75% do  $VO_{2max}$ ). Contudo, ao final do exercício houve um aumento na intensidade correspondente a 100%  $VO_{2max}$ , sendo responsável por elevar os valores do HCT. Esse aumento da intensidade amplia o deslocamento do fluxo de água plasmática para o meio intersticial gerando assim um aumento na concentração do hematócrito, fenômeno observado no presente estudo.

Os resultados obtidos no presente estudo indicam claramente que o consumo de cafeína na quantidade de  $3 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  com um período de 40 minutos antes de um

exercício submáximo não foi capaz de promover uma alteração no equilíbrio hidro-eletrolítico, pois não impactou na massa corporal, através de maior produção de sudorese ou diurese, tampouco influenciou nas respostas plasmáticas de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , ou mesmo no HCT. Esse comportamento é interessante, pois sinaliza que a cafeína pode ser utilizada como se não houvesse uma preocupação com esta ação ergolítica. Contudo cabe destacar que dosagens maiores a empregada neste estudo, ou ambientes térmicos mais agressivos de calor podem ser agentes que venham modificar o presente resultado, necessitando assim ampliar a base de estudos.

### 4.3 Aplicações Práticas

A suplementação a partir de bebidas energéticas comerciais em momentos pré-realização do exercício físico é comum, porém, existem relatos de que o consumo da CAF está ligado a um aumento na diurese, o que pode promover o surgimento de uma situação ergolítica durante o exercício físico, haja vista que aumentaria o estado de desidratação e, conseqüentemente, desequilíbrio eletrolítico, agindo de maneira negativa na realização da atividade. Os resultados do presente estudo não confirmam essa condição, demonstrando que, a quantidade de BE correspondente a  $3\text{mg.kg.PC}^{-1}$  de CAF, oferecida para corredores em estado de hidratação ideal, aliado a uma ingestão de água a cada 15 minutos durante o exercício, em razão de  $3\text{ml.kg.PC}^{-1}$ , promoveu manutenção nos níveis de marcadores eletrolíticos como  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ , essenciais para a capacidade de estabilização do desempenho físico e no estado hídrico dos avaliados.

Dessa forma, é possível indicar o consumo da BE, na razão de  $3\text{mg.kg.PC}^{-1}$  de CAF, tanto de característica convencional como a *sugar free*, 40 minutos antes da realização do exercício físico, tendo em vista que a cafeína presente não promoveu potencial diurético nos avaliados que impactassem na homeostase hidroeletrólítica de forma negativa. Tal ação pode promover uma melhor informação no que diz respeito à suplementação pré-exercício.

## 5. CONCLUSÃO

A utilização das BE, independente de sua característica nutricional, na proporção utilizada no presente estudo, oferece um potencial de segurança para seu consumo, podendo ser consumida de maneira pré-exercício, desde que devidamente prescrita por um profissional específico.

## REFERÊNCIAS

1. Hardy R, Kliemann N, Evansen T, Brand J. Relationship Between Energy Drink Consumption and Nutrition Knowledge in Student-Athletes. *J Nutr Educ Behav.* 2016;49(1):1–8.
2. Nowak D, Jasionowski A. Analysis of consumption of energy drinks by a group of adolescent athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2016;13(8):1–11.
3. Chester N, Wojek N, Sciences E, Kingdom U. Caffeine Consumption Amongst British Athletes Following Changes to the 2004 WADA Prohibited List. *Nutrition.* 2008;29(6):524–8.
4. Talanian JL, Spriet LL. Low and moderate doses of caffeine late in exercise improve performance in trained cyclists. *Res Press.* 2016;41(8):850–5.
5. Smirmaul BPC, Carlos A, Luca DM, Marcora SM. Effects of caffeine on neuromuscular fatigue and performance during high - intensity cycling exercise in moderate hypoxia. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(1):27–38.
6. Kizzi J, Sum A, Houston FE, Hayes LD, Kizzi J, Sum A, *et al.* Influence of a caffeine mouth rinse on sprint cycling following glycogen depletion depletion. *Eur J Sport Sci.* 2016;16(8):1–8.
7. Diaz-lara FJ, Coso J Del, García JM, Portillo LJ, Areces F, Abián-vicén J, *et al.* Caffeine improves muscular performance in elite Brazilian Jiu-jitsu athletes. *Eur J Sport Sci.* 2016;16(8):1–9.
8. Ali A, Donnell JO, Foskett A, Rutherford-markwick K. The influence of caffeine ingestion on strength and power performance in female team-sport players. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016;13(46):1–9.
9. Savoie F-A, Kenefick RW, Ely BR, Chevront SN, Goulet EDB. Effect of Hypohydration on Muscle Endurance, Strength, Anaerobic Power and Capacity and Vertical Jumping Ability: A Meta-Analysis. *Sport Med.* 2015;45(8):1207–27.
10. Ganio MS, Klau JF, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1):315–24.
11. Campbell B, Wilborn C, La Bounty P, Taylor L, Nelson MT, Greenwood M, *et al.* International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;10(1):1.
12. Gallucci AR, Martin RJ, Morgan GB. The Consumption of Energy Drinks

- Among a Sample of College Students and College Student Athletes. *J Community Health*. 2015;41(1):109–18.
13. Mora-Rodriguez R, Pallarés JG. Performance outcomes and unwanted side effects associated with energy drinks. *Nutr Rev*. 2014;72(1):108–20.
  14. Sökmen B, Armstrong LE, Kraemer WJ, Casa DJ, Dias JC, Judelson DA, *et al*. Caffeine use in sports: Considerations for the athlete. *J Strength Cond Res*. 2008;22(3):978–86.
  15. Davis J, Zhao Z, Stock H, Mehl K, Buggy J, Hand G. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2003;284(2):399–404.
  16. Abian P, Del Coso J, Salinero JJ, Gallo-Salazar C, Areces F, Ruiz-Vicente D, *et al*. The ingestion of a caffeinated energy drink improves jump performance and activity patterns in elite badminton players. *J Sports Sci*. 2015;33(10):1042–50.
  17. Del Coso J, Portillo J, Salinero JJ, Lara B, Abian-Vicen J, Areces F. Caffeinated Energy Drinks Improve High-Speed Running in Elite Field Hockey Players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2016;26(1):26–32.
  18. Del Coso J, Pérez-López A, Abian-Vicen J, Salinero JJ, Lara B, Valadés D. Caffeine-Containing Energy Drink Enhances Physical Performance in Male Volleyball Players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9(6):1013–8.
  19. Fredholm BB, Bättig K, Holmén J, Nehlig A, Zvartau EE. Actions of Caffeine in the Brain with Special Reference to Factors That Contribute to Its Widespread Use. *Pharmacol Rev*. 1999;51(1):84–133.
  20. Armstrong LE, Pumerantz AC, Roti W, Judelson DA, Watson G, Dias JC, *et al*. Fluid , Electrolyte , and Renal Indices of Hydration During 11 Days of Controlled Caffeine Consumption. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2005;15(3):252–65.
  21. Armstrong LE, Casa DJ, Maresh CM, Ganio MS. Caffeine, Fluid-Electrolyte Balance, Temperature Regulation, and Exercise-Heat Tolerance. *Exerc Sport Sci Rev*. 2007;35(3):135–40.
  22. Gentile S, Bologna E, Terracina D, Angelico M. Taurine-Induced Diuresis and Natriuresis in cirrhotic patients with ascites. *Life Sci*. 1994;54(21):1585–93.
  23. Mozaffari MS, Schaffer D. Taurine Modulates Arginine Vasopressin-Mediated Regulation of Renal Function. *J Cardiovasc Pharmacol*. 2001;37(6):742–50.
  24. Bird ET, Parker BD, Kim HS, Coffield KS. Caffeine Ingestion and Lower Urinary Tract Symptoms in Healthy Volunteers. *Neurol Urodynamics*.



- 2005;24(7):611–5.
25. Neuhäuser-Berthold M, Beine S, Verwied SC, Lührmann PM. Coffee Consumption and Total Body Water Homeostasis as Measured by Fluid Balance and Bioelectrical Impedance Analysis. *Ann Nutr Metab.* 1997;41(1):29–36.
  26. Riesenhuber A, Boehm M, Posch M, Aufricht C. Diuretic potential of energy drinks. *Amino Acids.* 2006;31(1):81–3.
  27. Pereira JC. Efeito da Ingestão de Bebidas Energéticas com e sem carboidratos sobre o desempenho físico [Dissertação de Mestrado - Departamento de Educação Física]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 2013.
  28. Armstrong LE. Caffeine, Body Fluid-Electrolyte Balance, and Exercise Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002;12(2):189–206.
  29. Nehlig A, Debry G, Humaine DN, I UDN. Caffeine and Sports Activity: A Review. *Int J Sport Med.* 1994;15(5):215–23.
  30. Maughan RJ, Griffin J. Caffeine ingestion and fluid balance: a review. *Br Diet Assoc.* 2003;16(6):411–20.
  31. Gonz J, Calbet JAL, Nielsen B. Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. *J Physiol.* 1998;513(3):895–905.
  32. Dalsgaard MK, Osada T, Volianitis S, Dawson EA, Chie C, Secher NH. Brain and central haemodynamics and oxygenation during. 2004;1:331–42.
  33. Coyle EF. Cardiovascular Drift During Prolonged Exercise. 2001;29(2):88–92.
  34. Sawka MN, Cheuvront SN, Kenefick RW. Hypohydration and Human Performance: Impact of Environment and Physiological Mechanisms. *Sport Med.* 2015;45(1):51–60.
  35. American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exercise.* 2011;43:1334-1359.
  36. Chisholm D, Collis M, Kulak L, Davenport W, Gruber N. Physical activity readiness. *Br Columbia Med Assoc.* 1975;17:375–8.
  37. McArdle, W. D.; Katch, F. I.; Katch VL. *Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano.* 7. ed. Koogan. Rio de Janeiro; 2013.
  38. Prins PJ, Goss FL, Nagle EF, Beals K, Robertson RJ, Lovalekar M, *et al.* Energy Drinks Improve 5-km Running Performance in Recreational Endurance Runners. *J Strength Cond Res.* 2016;30(11):1–37.
  39. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of

- men. *Br J Nutr.* 1978;40:863–71.
40. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analyses of methods. *Washingt Natl Acad Sci.* 1961;9(5):480-91.
  41. Matthews CE, Heil DP, Freedson PS, Pastides H. Classification of cardiorespiratory fitness without exercise testing. *Med Sci Sport Exerc.* 1999;31(3):468–93.
  42. Howley ET, Basset JR DR, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27(9):1292–301.
  43. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *J Am Diet Assoc.* 2002;102:1621-1630.
  44. NEPA - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Tabela brasileira de composição de alimentos. NEPA - Unicamp. 2011;161.
  45. Pinheiro ABV, Lacerda EM de A, Benzecry EH, Gomes MC, Costa VM. Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. 5 ed. Atheneu; 2009. 131 p.
  46. Casa DJ, Armstrong LE, Montain SJ, Rich BSE, Stone JA. National Athletic Trainers ' Association Position Statement: Lightning Safety for Athletics and Recreation. *J Athl Train.* 2000;35(2):212–24.
  47. Horswill CA. Effective fluid replacement. *Int J Sport Nutr.* 1998;8(2):175–95.
  48. Burkel LM, Hawley JA. Fluid Balance in Team Sports Guidelines for Optimal Practices. *Sport Med.* 1997;24:38–54.
  49. Marins JCB. Hidratação na atividade física e no esporte. Fontoura. Jundiaí.; 2011. 304 p.
  50. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, *et al.* International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7(5):1–15.
  51. Falk B, Burstein R, Rosenblum J, Shapiro Y, Zylber-Katz E, Bashan N. Effects of caffeine ingestion on body fluid balance and thermoregulation during exercise. *Can J Physiol Pharmacol.* 1990;68(7):889–92.
  52. Roti M, Casa D, Pumerantz A, Watson G, Judelson D, Dias J, *et al.* Thermoregulatory responses to exercise in the heat: chronic caffeine intake has no effect. *Aviat Sp Environ Med.* 2006;77(2):124–9.
  53. Del Coso J, Estevez E, Mora-Rodriguez R. Caffeine during exercise in the heat: Thermoregulation and fluid-electrolyte balance. *Med Sci Sports Exerc.*

- 2009;41(1):164–73.
54. Zhang Y, Coca A, Casa DJ, Antonio J, Green JM, Bishop PA. Caffeine and diuresis during rest and exercise: A meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2015;18(5):569–74.
  55. Sawka M, Montain S. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(2):564–72.
  56. Cosgrove SDC, Love TDL, Brown RCB, Baker DFB, Howe ASH, Black KE. Fluid and Electrolyte Balance During Two Different Preseason Training Sessions in Elite Rugby Union Players. *J Strength Cond Res*. 2014;28(2):520–7.
  57. Marins JCB, Dantas EHM, Navarro SZ. Diferentes tipos de hidratação durante o exercício prolongado e sua influência sobre o sódio plasmático. *Rev Bras Cienc e Mov*. 2003;11(1):13–21.
  58. Marins JCB, Dantas EHM, Pérez E, Garcia JAV, Navarro SZ. Bebidas para deportistas y electrolitos plasmáticos. *Arch Med del Deport*. 2001;18(86):621–6.
  59. Jones BL, O’Hara JP, Till K, King RFGJ. Dehydration and Hyponatremia in Professional Rugby Union Players: A Cohort Study observing english premiership rugby Union Players During Match Play, Field, and Gy Training in Cool Environmental Conditions. *J Strength Cond Res*. 2015;29(1):107–15.
  60. Speedy DB. Exercise-associated hyponatremia: a review. *Emerg Med*. 2001;13(1):17–27.
  61. Schucany WG. Exercise-associated hyponatremia. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*. 2007;20(4):398–401.
  62. Lara B, Gallo-Salazar C, Puente C, Areces F, Salinero JJ, Del Coso J. Interindividual variability in sweat electrolyte concentration in marathoners. *J Int Soc Sports Nutr*. 2016;13(1):31.
  63. Marins JCB, Dantas EHM, Navarro SZ. Diferentes tipos de hidratação durante o exercício prolongado e sua influência sobre o sódio plasmático. *Rev Bras Cienc e Mov*. 2003;11(1):13–21.
  64. Fitts RH. Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiol Rev*. 1994;74(1):49–94.
  65. Mckenna MJ, Bangsbo J, Renaud J. Muscle K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, and Cl<sup>-</sup> disturbances and Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> pump inactivation: implications for fatigue. *J Appl Physiol*. 2008;104:288–95.
  66. Marins JCB, Dantas EHM, Navarro SZ. Diferentes tipos de hidratação durante o exercício prolongado e sua influência sobre o potássio plasmático. *Fit Perform J*.

- 2002;1:31–40.
67. Crowe MJ, Leicht AS, Spinks WL. Physiological and Cognitive Responses to Caffeine During Repeated , High-Intensity Exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006;16:528–44.
  68. Simmonds MJ, Minahan CL, Sabapathy S. Caffeine improves supramaximal cycling but not the rate of anaerobic energy release. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109:287–95.
  69. Mohr M, Nielsen JJ, Bangsbo J. Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *J Appl Physiol.* 2011;2(31):1372–9.
  70. Lindinger M, Graham T, Spriet L. Caffeine attenuates the exercise-induced increase in plasma [K<sup>+</sup>] in humans. *J Appl Physiol.* 1993;74(3):1149–55.
  71. Cheng C-F, Hsu W-C, Kuo Y-H, Shih M-T, Lee C-L. Caffeine ingestion improves power output decrement during 3 - min all - out exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2016;116(9):1–10.
  72. Shirreffs SM. Markers of hydration status. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57(2):6–9.
  73. Fischbach FT. *A Manual of Laboratory and Diagnostic Tests.* 7 ed. Wilkins LW&. 2003.
  74. Ferreira FG, Alves K, Costa NMB, Santana ÂMC, Marins JCB. Efeito do Nível de Condicionamento Físico e da Hidratação Oral sobre a Homeostase Hídrica em Exercício Aeróbico Homeostasis in Aerobic Exercise. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16:166–70.
  75. Diaw M, Diop S, Sall ND, Ba A, Cissé F, Connes P. Effects of hydration and water deprivation on blood viscosity during a soccer game in sickle cell trait carriers. *Br J Sport Med.* 2014;48(4):326–31.

## CONCLUSÕES GERAIS

Tanto a BE convencional e a *sugar free* promoveram um efeito benéfico para o desempenho físico, gerando assim um efeito ergogênico importante e que pode ser aplicado em diversos esportes. Além disso, a utilização das BE permitiu aos avaliados que finalizassem o exercício com uma sensação geral de esforço menor do que no tratamento com o placebo, sem que seu consumo oferecesse uma alteração prejudicial a nível gastrointestinal.

As respostas metabólicas, hídrico-eletrolíticas e cardiovasculares foram similares quando comparadas ambas as bebidas experimentais frente ao placebo. Em função de uma maior elevação da PAS na condição do consumo da BE1 durante o exercício, recomenda-se prudência em seu consumo em população de hipertensos, sugerindo assim estudos específicos sobre este tema visando confirmar este quadro.

O consumo das BE não promoveu efeito ergolítico no que tange ao equilíbrio hidroeletrólítico, denotando um potencial de seguridade para seus consumidores.

Sendo assim, o consumo da BE convencional e da bebida *sugar free*, na quantidade correspondente a  $3 \text{ mg.kg.PC}^{-1}$  de cafeína, promoveu uma melhora no desempenho físico de corredores, todos do sexo masculino, no período de manutenção do *sprint* após a realização de uma sessão de corrida submáxima, sem, contudo, afetar negativamente o balanço hidroeletrólítico, podendo assim ser consumida como um agente ergogênico, sendo segura ao não promover um desequilíbrio hidro-eletrolítico.

## ANEXOS

## ANEXO I - QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO DE ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q)

| Sim | Não | PERGUNTA  |
|-----|-----|---|
|     |     | O seu médico já lhe disse alguma vez que você apresenta um problema cardíaco e que somente deveria realizar a atividade física recomendada por um médico? |
|     |     | Você apresenta dor em seu tórax ao realizar atividade física?   |
|     |     | No mês passado você teve dor torácica quando não estava realizando atividade física?  |
|     |     | Você perde o equilíbrio em virtude de vertigem ou já perdeu a consciência?  |
|     |     | Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado por uma mudança em sua atividade?   |
|     |     | Atualmente seu médico está prescrevendo medicamentos (ex., pílulas diuréticas) para sua pressão arterial ou condição cardíaca?                            |
|     |     | Você tem conhecimento de qualquer outra razão pela qual não deveria realizar atividade física?  |

Se você respondeu:

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Sim a mais de uma pergunta | Se você não consultou seu médico recentemente, consulte-o por telefone ou pessoalmente, ANTES de intensificar suas atividades físicas /ou de ser avaliado para um programa de condicionamento físico. Diga a seu médico que perguntou você respondeu com um SIM a este questionário conhecido como PAR-Q ou mostre a cópia deste questionário.                       |
| Não a todas as perguntas   | Se você respondeu a este questionário corretamente, você pode ter uma razoável garantia de apresentar as condições adequadas para:<br>Um programa de exercícios gradativos – um aumento gradual na intensidade dos exercícios adequados promove um bom desenvolvimento do condicionamento físico, ao mesmo tempo em que minimiza ou elimina o desconforto associado. |

## ANEXO II - TABELA DE RISCO CORONARIANO

| IDADE                                      | 10a20<br>1   | 21a30<br>2  | 31a40<br>3  | 41a50<br>4  | 51a60<br>6  | Acima de 60<br>8  |
|--|--|---|---|---|---|---|
| <b>HEREDITARIEDADE</b>                     | Nenhuma história conhecida de cardiopatia<br>1   | 1 parente com doença cardiovascular e mais de 60 anos<br>2                          | 2 parentes com doença cardiovascular e mais de 60 anos<br>3                         | 1 parente com doença cardiovascular e menos de 60 anos<br>4                         | 2 parentes com doença cardiovascular e menos de 60 anos<br>6                        | 3 parentes com doença cardiovascular e menos de 60 anos<br>8                        |
| <b>PESO</b>                                | Mais de 2,3Kg abaixo do peso padronizado<br>1  | -2,3 a +2,3Kg do peso padronizado<br>2  | 2,7 a 9Kg acima do peso<br>3  | 9,5 a 15,9Kg acima do peso<br>4   | 16,4 a 22,7Kg acima do peso<br>6  | 23,3 a 29,5Kg acima do peso<br>7  |
| <b>TABAGISMO</b>                           | Não usuário<br>0   | Charuto ou cachimbo<br>1  | 10 cigarros ou menos por dia<br>2   | 20 cigarros por dia<br>4  | 30 cigarros por dia<br>6  | 40 cigarros por dia<br>10   |
| <b>EXERCÍCIO</b>                           | Esforço profissional e recreacional intenso<br>1                                       | Esforço profissional e recreacional moderado<br>2                                   | Trabalho sedentário e esforço recreacional intenso<br>3                             | Trabalho sedentário e esforço recreacional moderado<br>5                            | Trabalho sedentário e esforço recreacional ligeiro<br>6                             | Ausência completa de qualquer exercício<br>8  |
| <b>% DE COLESTEROL OU GORDURA NA DIETA</b> | Colesterol abaixo de 180mg/dl<br>A dieta não contém gorduras animais, nem sólidas<br>1 | Colesterol 181 a 205mg/dl<br>A dieta contém 10% de gorduras animais ou sólidas<br>2 | Colesterol 206 a 230mg/dl<br>A dieta contém 20% de gorduras animais ou sólidas<br>3 | Colesterol 231 a 250mg/dl<br>A dieta contém 30% de gorduras animais ou sólidas<br>4 | Colesterol 256 a 280mg/dl<br>A dieta contém 40% de gorduras animais ou sólidas<br>5 | Colesterol 281 a 300mg/dl<br>A dieta contém 50% de gorduras animais ou sólidas<br>7 |
| <b>PRESSÃO ARTERIAL</b>                    | Leitura superior de 100<br>1   | Leitura superior de 120<br>2  | Leitura superior de 140<br>3  | Leitura superior de 160<br>4  | Leitura superior de 180<br>6  | Leitura superior de 200 ou maior<br>8   |
| <b>SEXO</b>                                | Mulher com menos de 40<br>1  | Mulher com 40 a 50<br>2   | Mulher com mais de 50<br>3  | Homem<br>4  | Homem atarracado<br>6   | Homem calvo e atarracado<br>7   |

**ANEXO III - QUESTIONÁRIO QUANTITATIVO DE FREQUÊNCIA  
ALIMENTAR (QQFA)**

|  | <b>Quantas vezes você come</b> | <b>Unidade</b> | <b>Pequena</b> | <b>Média</b> | <b>Grande</b> |
|--|--------------------------------|----------------|----------------|--------------|---------------|
| Café, coado                                    | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Café, expresso                                 | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Café,<br>instantâneo                           | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Café,<br>descafeinado                          | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Chá, mate                                      | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Chá, verde                                     | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Chá, preto                                     | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Chá, gelado                                    | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Chocolate,<br>barra, ao leite                  | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Chocolate ,<br>barra, amargo                   | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Leite com<br>chocolate                         | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Refrigerante,<br>tipo cola,<br>convencional    | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Refrigerante,<br>tipo cola, zero               | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Refrigerante,<br>tipo guaraná,<br>convencional | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Refrigerante,<br>tipo<br>guaraná,zero          | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Guaraná<br>natural                             | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |
| Bebida, tipo<br>energética                     | N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10         | D S M          |                |              |               |

D (diária), S (semanal), M (mensal), N (nunca).

**Consumo diário: \_\_\_\_\_mg**



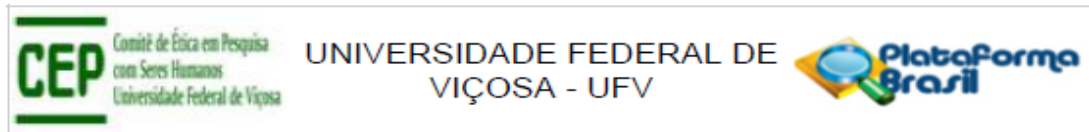
**ANEXO IV- RECORDATÓRIO ALIMENTAR**

AVALIADO: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

| <b>Refeição</b>                    | <b>Alimento</b> | <b>Quantidade<br/>(Medida Caseira)</b> |
|------------------------------------|-----------------|--|
| <b>Desjejum</b><br>Hora:<br>Local: |                 |  |
| <b>Colação</b><br>Hora:<br>Local:  |                 |  |
| <b>Almoço</b><br>Hora:<br>Local:   |                 |  |
| <b>Lanche</b><br>Hora:<br>Local:   |                 |  |
| <b>Jantar</b><br>Hora:<br>Local:   |                 |  |
| <b>Ceia</b><br>Hora:<br>Local:     |                 |  |

## ANEXO V- REGISTRO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** POSSÍVEIS EFEITOS ERGOGÊNICOS DA INGESTÃO DE DIFERENTES BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO EM EXERCÍCIO DE CORRIDA

**Pesquisador:** JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 33233114.6.0000.5153

**Instituição Proponente:** Departamento de Educação Física

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 832.125

**Data da Relatoria:** 13/10/2014

#### **Apresentação do Projeto:**

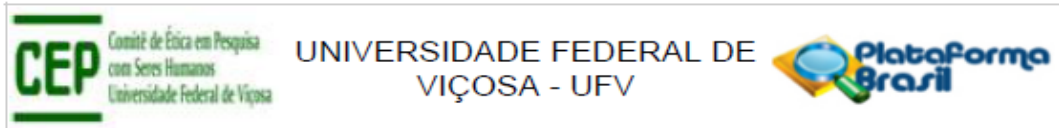
O estudo será realizado no Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, correspondendo a uma dissertação de mestrado. O estudo contará com a participação de quinze voluntários, todos homens, adultos entre 18 e 30 anos. A dinâmica do estudo corresponderá a três etapas ao longo de 45 dias devendo o avaliado comparecer cinco dias no Laboratório de Performance Humana local que será realizado o estudo. O participante passará por uma avaliação física inicial com preenchimento de questionários e coleta de medidas antropométricas. O protocolo do estudo prevê exercícios de 60 minutos em esteira com carga progressiva e sprint ao final, além da ingestão de bebidas energéticas com e sem carboidratos.

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

##### **Objetivo Primário:**

Avaliar o efeito da ingestão de bebidas energéticas com e sem carboidratos, no desempenho físico durante exercício de corrida verificando ainda seu impacto em certos parâmetros cardiovasculares, metabólicos, sanguíneos, percepção subjetiva e no equilíbrio hidroeletrólítico.

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
**Bairro:** campus Viçosa **CEP:** 36.570-000  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **Fax:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 832.125

**Objetivos Secundários:**

- a) Determinar os possíveis efeitos ergogênicos de diferentes bebidas energéticas, contendo ou não carboidratos no desempenho físico aeróbio e anaeróbio.
- b) Comparar os efeitos das bebidas energéticas contendo ou não carboidratos na frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e diastólica;
- c) Comparar os efeitos das bebidas energéticas contendo ou não carboidratos na oxidação de substratos;
- d) Comparar os efeitos das bebidas energéticas contendo ou não carboidratos nas concentrações plasmáticas de glicose, lactato, hematócrito, sódio e potássio;
- e) Comparar os efeitos das bebidas energéticas contendo ou não carboidratos nos parâmetros subjetivos, como sintomas gastrointestinais e índice de percepção de esforço;
- f) Comparar os efeitos das bebidas energéticas contendo ou não carboidratos no equilíbrio eletrolítico.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos e benefícios descritos de acordo com a Resolução 466/2012.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Foram descritas de forma adequada as informações sobre os participantes, além do local de realização da coleta de dados.

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

Apresentados de acordo com a Resolução 466/2012.

**Recomendações:**

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

Aprovado

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
 Bairro: campus Viçosa CEP: 36.570-000  
 UF: MG Município: VICOSA  
 Telefone: (31)3899-2492 Fax: (31)3899-2492 E-mail: cep@ufv.br

Continuação do Parecer: 632.125

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Ao término da pesquisa é necessária a apresentação do Relatório Final e após a aprovação desse, deve ser encaminhado o Comunicado de Término dos Estudos.

Projeto analisado durante a 7ª reunião de 2014, realizada nos dias 25 e 29 de agosto de 2014.

VICOSA, 15 de Outubro de 2014

**Assinado por:**  
**Patrícia Aurélio Del Nero**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
**Bairro:** campus Viçosa **CEP:** 36.570-000  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **Fax:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br

Página 03 de 03


229 não todos - josobouzei Plataforma Brasil


plataformabrasil.saude.gov.br/visao/pesquisador/gerirPesquisa/gerirPesquisaAgrupador.jsf

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

**DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA**



Título da Pesquisa: POSSÍVEIS EFEITOS ERGONÔMICOS DA INGESTÃO DE DIFERENTES BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO EM EXERCÍCIO DE CORRIDA  
 Pesquisador Responsável: JOÃO CARLOS BOUZAS NARINS  
 Área Temática:  
 Versão: 2  
 CAAE: 33233114.6.000.5153  
 Submetido em: 19/09/2014  
 Instituição Proponente: Departamento de Educação Física  
 Situação da Versão do Projeto: Aprovado  
 Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável  
 Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Receção  PB\_COMPROVANTE\_RECEPCAO\_363008

**DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA**

- ↳ Versão em Tramitação (E1) - Versão 3
  - ↳ Emenda (E1) - Versão 3
    - ↳ Folha de Rosto - Submissão 1
    - ↳ Outros - Submissão 1
    - ↳ Projeto Detalhado / Brochura Investigação
    - ↳ TCLE / Termos de Assentimento / Justifi
- ↳ Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 2
  - ↳ Projeto Original (PO) - Versão 2
- ↳ Projeto Completo
  - ↳ Atual Pesquisador Responsável
  - ↳ Emenda (E1) - Versão 3
  - ↳ Projeto Original (PO) - Versão 2

| Tipo de Documento <sup>+</sup> | Situação <sup>+</sup> | Arquivo <sup>+</sup>  | Postagem            |
|--------------------------------|-----------------------|---|---------------------|
| Parecer Consubstanciado do CEP | Aceito                |  PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_832125.pdf | 15/10/2014 11:27:04 |
| Parecer Consubstanciado do CEP | Aceito                |  PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_778821.pdf | 04/09/2014 09:46:34 |

**LISTA DE CENTROS PARTICIPANTES E COPARTICIPANTES**

| Apreciação <sup>+</sup> | CAAE <sup>+</sup>   | Pesquisador Responsável <sup>+</sup> | Comitê de Ética <sup>+</sup> | Instituição <sup>+</sup>             | Situação <sup>+</sup>                | Tipo <sup>+</sup> | R.C. <sup>+</sup> |
|-------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| PG                      | 15/10/2014 11:27:04 | Parecer liberado                     |                              | Universidade Federal de Viçosa - UFV |                                      |                   |                   |
| PG                      | 15/10/2014 11:28:44 | Parecer do colegiado emitido         |                              | Universidade Federal de Viçosa - UFV | Universidade Federal de Viçosa - UFV |                   |                   |

**HISTÓRICO DE TRÂMITES**

| Apreciação | Data/Hora           | Tipo Trâmite                 | Versão | Perfil | Origem                               | Destino                              | Informações |
|------------|---------------------|------------------------------|--------|--------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| PG         | 15/10/2014 11:27:04 | Parecer liberado             |        |        | Universidade Federal de Viçosa - UFV |                                      |             |
| PG         | 15/10/2014 11:28:44 | Parecer do colegiado emitido |        |        | Universidade Federal de Viçosa - UFV | Universidade Federal de Viçosa - UFV |             |

PB\_PARECER\_CONSUB...pdf

Mostrar todos os documentos...

Tricar Google - Google Chrome Plataforma Brasil - Go...

11:02

## APÊNDICES

### APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO

#### **TÍTULO DO PROJETO: POSSÍVEIS EFEITOS ERGOGÊNICOS DA INGESTÃO DE DIFERENTES BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO EM EXERCÍCIO DE CORRIDA**

#### **COORDENADOR DA PESQUISA (Pesquisador responsável):**

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

Dep. Educação Física – UFV

Tel.: (31) 99653195 - [jcbouzas@ufv.br](mailto:jcbouzas@ufv.br)

#### **EQUIPE DE TRABALHO:**

Hamilton Henrique Teixeira Reis

Dep. Educação Física – UFV

Tel: (31)971756508 – [hhteixeirareis@gmail.com](mailto:hhteixeirareis@gmail.com)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “**POSSÍVEIS EFEITOS ERGOGÊNICOS DA INGESTÃO DE DIFERENTES BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO EM EXERCÍCIO DE CORRIDA**”, cujo objetivo é avaliar o efeito da ingestão de bebidas energéticas com e sem carboidratos, no desempenho físico durante exercício de corrida, verificando ainda seu impacto em certos parâmetros cardiovasculares, metabólicos, sanguíneos, percepção subjetiva e no equilíbrio hidroeletrólítico. Sua colaboração neste estudo é **MUITO IMPORTANTE**, mas a decisão de participar é **VOLUNTÁRIA**, o que significa que você terá o direito de decidir se quer ou não participar, ou mesmo recusar a participar de alguma parte do estudo em especial. Também poderá desistir de participar do estudo em qualquer momento.

#### **CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS E ANONIMATO**

Garantimos que será mantida a **CONFIDENCIALIDADE** das informações e o **ANONIMATO**. Ou seja, o seu nome não será mencionado em qualquer hipótese ou circunstância, mesmo em publicações científicas. Informamos que os resultados obtidos irão compor uma base de dados que poderão ser utilizados em outros estudos desenvolvidos pelo grupo dirigido pelo coordenador geral dessa investigação, o prof. João Carlos Bouzas Marins.

## **PROCEDIMENTOS DA DINÂMICA DO ESTUDO QUE SERÁ REALIZADO.**

A dinâmica do estudo corresponderá a três etapas, de forma que você ao longo de 45 dias deverá comparecer cinco dias no Laboratório de Performance Humana (LAPEH), local em que será realizado o estudo. Na primeira etapa, o tempo total previsto será de aproximadamente uma hora, em que você preencherá três questionários pré-participação, sendo o primeiro uma anamnese contendo o histórico de atividade física, lesões, e fatores que possam interferir na segurança da prática de exercícios físicos. O segundo estabelece o risco coronariano, enquanto que o terceiro estabelece sua capacidade pré-participação para realizar uma atividade física. O terceiro questionário é referente a um levantamento nutricional, relacionado aos hábitos e consumos sobre cafeína. Na segunda visita serão realizadas medidas antropométricas para avaliar sua composição corporal, além de mesurar sua frequência cardíaca e pressão arterial de repouso. Em seguida você será submetido a um exercício em esteira com carga progressiva tendo sua frequência cardíaca e pressão monitoradas continuamente. A última etapa exigirá que você disponibilize até três horas no Laboratório para cada dia, já que serão necessários três dias separados com um intervalo mínimo de 48 horas. Você irá correr em uma esteira a uma velocidade confortável durante 60 minutos, sendo que ao final você fará um *sprint* até o momento que você peça para interromper. Em cada um destes dias você consumirá um café da manhã padrão, que inclui, pão de forma, queijo mussarela, suco industrializado e uma maçã.

Após 60 minutos do café da manhã, você irá consumir em cada um destes dias diferentes bebidas energéticas que são comercializadas no Brasil com autorização da vigilância sanitária, em que o volume consumido corresponderá a 3mg de cafeína /kg de peso corporal. Em um primeiro dia a bebida energética contará com a presença de carboidratos, enquanto que a outra não terá este ingrediente na composição. O terceiro dia de prova terá os mesmos procedimentos, contudo o consumo será por meio de uma bebida placebo, utilizando água gaseificada, e suco em pó de baixa caloria, ambos comercializados no Brasil. Após o consumo destas bebidas você ainda aguardará 45 minutos, antes de iniciar o exercício físico. Na terceira etapa do estudo uma série de parâmetros serão monitorados continuamente, como a frequência cardíaca, pressão arterial, sensação subjetiva de esforço além de outros parâmetros subjetivos. Também serão coletados dados metabólicos a partir de uma máscara para análise de gases respiratórios e amostras de sangue seriadas serão retiradas ao longo do estudo, realizado

por um enfermeiro treinado e experiente, utilizando sempre material totalmente descartável. Seu peso corporal será monitorado antes e ao final do experimento, lembrando que para minimizar a desidratação você será hidratado constantemente a cada 15 minutos durante a corrida consumindo somente água. No presente estudo não serão feitas imagens em vídeo ou fotos, ou mesmo gravação de voz.

## **INFORMAÇÕES FINANCEIRAS**

Os pesquisadores deixam claro que não haverá nenhuma compensação financeira por participar do estudo, ou custos de transporte e de alimentação. Também não será exigido por parte do avaliado nenhuma cobrança financeira por estar participando do estudo.

### **São considerados como benefícios de sua participação:**

Você irá receber um relatório com os resultados dos seus testes e os resultados finais do estudo. Caso seja encontrada alguma anormalidade, quanto à composição corporal, da frequência cardíaca, pressão arterial em repouso, durante ou após o exercício, você será encaminhado para um profissional específico para o tratamento. Os resultados do presente estudo também poderão auxiliar a compreender de que forma ocorrem os ajustes metabólicos em exercício progressivo como contínuo, colaborando assim para a elaboração de seu treinamento.

As informações obtidas com sua participação irão colaborar com a divulgação de dados científicos sobre a efetividade ou não das bebidas energéticas sobre o desempenho físico e metabólico, auxiliando, assim, a tomada de decisão tanto de praticantes de atividade física como de nutricionistas do esporte sobre a viabilidade ou não de seu consumo.

### **Quanto aos riscos de participação do Estudo:**

Os questionários empregados são usualmente utilizados em estudos dessa natureza, sendo mínimas as possibilidades de que alguma pergunta possa constranger o avaliado, que poderá caso queira, simplesmente não responder. Os dados aqui serão utilizados unicamente para estratificar o avaliado e para controle de variáveis internas do estudo,

sendo essas informações disponíveis apenas ao grupo pesquisadores. Os procedimentos antropométricos de mensuração das dobras cutâneas, assim como a aferição da pressão arterial poderão gerar mínimo desconforto de compressão do aparelho, contudo serão realizados por um profissional treinado para minimizar o desconforto. As medidas antropométricas, aferição da pressão arterial e a aplicação dos questionários serão realizadas em local apropriado, sem a presença de estranhos, havendo somente a presença do avaliado, avaliador(a) e no máximo um auxiliar, diminuindo assim o risco de inibição.

Antes de iniciar a etapa de exercício físico, você será submetido a avaliação clínica e teste ergométrico inicial realizado por um médico, que poderá verificar sua capacidade orgânica para realizar o exercício físico proposto, aumentando assim sua segurança e minimizando a possibilidade de complicações cardíacas. Tendo em vista que o exercício será feito em uma esteira existe o risco de você tropeçar ou se desequilibrar provocando uma queda. Para minimizar este risco haverá constantemente um profissional treinado que irá acompanhar constantemente durante o exercício, além de ensinar a técnica de saída rápida caso não se sinta seguro. Haverá um processo de adaptação gradual a velocidade da esteira de forma que você se sinta confortável. Durante as etapas de exercício é provável que surja a produção de suor, e a sensação da elevação da FC que em alguns casos geram um desconforto. Contudo, caso você sinta qualquer tipo de desconforto você terá toda liberdade de pedir para interromper, reduzir a carga, ou mesmo abandonar o estudo. O planejamento a carga física de exercício físico que você será submetido será totalmente individual, de forma que são mínimas as possibilidades que você tenha algum tipo de desconforto ósteo-mio-articular, pós-exercícios, ou que não consiga realizar carga proposta, já que estará elaborada dentro de suas possibilidades de realização.

Todos os alimentos utilizados (café da manhã e bebidas energéticas) são comercializados no Brasil, com autorização da vigilância sanitária, estando na validade, havendo um mínimo de manipulação, visando garantir as propriedades nutricionais e de qualidade de alimento, sendo mínimas as possibilidades de contaminação destes de forma a trazer algum desconforto gástrico. Todas as medidas higiênicas serão tomadas pelos pesquisadores. O presente estudo prevê ação invasiva, com retirada de uma amostra de sangue por meio de um cateter intravenoso no antebraço, podendo haver o aparecimento de pequenas manchas na pele decorrente da introdução do cateter. A



equipe envolvida utilizará sempre material descartável, com total controle de higiene minimizando qualquer tipo de contaminação. A manipulação do sangue será feito por um enfermeiro treinado o que contribuirá para minimizar os riscos de desconforto na retirada do sangue. É importante ter claro que, caso estas ações provoquem desconforto ou mal estar, você tem toda liberdade de abandonar o estudo.

## DÚVIDAS SOBRE O ESTUDO

Em caso de dúvida o(a) senhor(a) poderá entrar em contato com o Prof. Dr. JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS, orientador da pesquisa, no Departamento de Educação Física – Universidade Federal de Viçosa – DES/UFV, na Av. P.H.Holfs, ns/n – Laboratório de Performance Humana (LAPEH) – , ou pelo telefone (31) 3899-2076, ou no e-mail: [jcbouzas@ufv.br](mailto:jcbouzas@ufv.br).

Para que possamos manter contato posteriormente, por favor, preencha os seguintes dados:

Não tenho interesse de receber os resultados.

Tenho interesse de ter minhas informações.

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Nacionalidade: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ CEP.: \_\_\_\_\_

Eu....., declaro estar esclarecido(a) sobre os termos apresentados quanto aos objetivos, dinâmica do estudo, confidencialidade de meus dados, benefícios e riscos, além da possibilidade de recusar minha participação parcial do estudo, ou mesmo solicitar minha exclusão posteriormente. Também fui esclarecido de todas as dúvidas. Consinto por minha livre e espontânea vontade em participar desta pesquisa e assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

Para qualquer dúvida ou queixa geral sobre esse estudo poderei entrar em contato com o seguinte setor: Comitê de ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, CEP/UFV, localizada no Prédio Arthur Bernardes, ou pelo e-mail cep@ufv.br, pelo site www.cep.ufv.br ou ainda pelo telefone: (31) (31) 3899-2499.

---

Hamilton Henrique Teixeira Reis

---

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

---

(assinatura do participante)

Viçosa, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

## APÊNDICE II - FOLHA DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO CURSO

### MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

|   |  |
|---|--|
|  |           |
| <b>Universidade Federal de Viçosa<br/>Departamento de Educação Física</b>         | <b>Universidade Federal de Juiz de Fora<br/>Faculdade de Educação Física e<br/>Desportos</b> |

### FOLHA DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO CURSO

#### 1. PARTICIPAÇÃO EM ARTIGOS COMPLETOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

1. CARVALHO, C. J.; MARINS, J. C. B.; AMORIM, P. R. ; FERNANDES, M. F.; **REIS, H. H. T.**; SALES, S. S.; MIRANDA, M. R.; LIMA, L. M.. Altas taxas de sedentarismo e fatores de risco cardiovascular em pacientes com hipertensão arterial resistente.. Medicina (Ribeirão Preto. Online), v. 49, p. 124-133, 2016.

Origem:

- Trabalho originário de disciplina do mestrado:  
 Trabalho originário do texto da dissertação.  
 Trabalho originário de outras parcerias.

2. LADE, C. G.; MARINS, J. C. B.; LIMA, L. M.; REIS, J. S.; **REIS, H. H. T.**; CAETANO, I. T.; AMORIM, P. R.. Análise de indicadores de saúde de pacientes com diabetes atendidos pelo Centro Hiperdia de Viçosa. O Mundo da Saúde (Online), v. 40, p. 283-292, 2016.

Origem:

- Trabalho originário de disciplina do mestrado:  
 Trabalho originário do texto da dissertação.  
 Trabalho originário de outras parcerias.

3. BONOTO, R. T.; LIMA, L. M.; Yuri de Lucas Xavier Martins; LADE, C. G.; LOPES, G. F.; **REIS, H. H. T.**; MARINS, J. C. B.. Efeito do exercício físico em variáveis antropométricas e na capacidade funcional de pacientes com diabetes tipo 2. Revista Terapia Manual, 2016.

Origem:

- Trabalho originário de disciplina do mestrado:  
 Trabalho originário do texto da dissertação.  
 Trabalho originário de outras parcerias.

4. **REIS, H. H. T.**; MARINS, J. C. B. . Nível de atividade física de diabéticos e hipertensos atendidos em um Centro HIPERDIA.. ARQUIVOS DE CIÊNCIAS DA SAÚDE (FAMERP), 2017.

- Trabalho originário de disciplina do mestrado:  
 Trabalho originário do texto da dissertação.

[x] Trabalho originário de outras parcerias.

## 2. PARTICIPAÇÃO EM ARTIGOS ACEITOS EM PERIÓDICOS

1. MOTA JUNIOR, R. J. ; BERNARDINA, G. R. D. ; REIS, H. H. T. ; OLIVEIRA, R. A. R. ; LADE, C. G. ; MARINS, J. C. B. . Atividade física e sua correlação com IMC e parâmetros bioquímicos em diabéticos.. REVISTA BRASILEIRA DE PRESCRIÇÃO E FISILOGIA DO EXERCÍCIO, 2017.

[x] Trabalho originário de disciplina do mestrado:

[ ] Trabalho originário do texto da dissertação.

[ ] Trabalho originário de outras parcerias.

## 3. PARTICIPAÇÃO EM ARTIGOS SUBMETIDOS EM PERIÓDICOS

Não há.

## 4. LIVROS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

Não há.

## 5. PARTICIPAÇÃO EM CAPÍTULO DE LIVROS PUBLICADOS

Não há.

## 6. PARTICIPAÇÃO EM JORNAIS DE NOTÍCIAS OU REVISTAS

Não há.

## 7. PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSOS, SEMINÁRIOS, CURSOS, SIMPÓSIOS COMO PALESTRANTE

**Evento:** Ciência na Praça

**Título:** O esporte para promoção da saúde

**Data:** 06 de agosto de 2017

**Local:** Bairro de Fátima, Viçosa-MG

**Órgão Promotor:** Universidade Federal de Viçosa

**Público estimado:** 200 pessoas.

**Título:** Os desafios do profissional de educação física no século XXI

**Data:** 06 de novembro de 2017

**Local:** Ubá-MG

**Órgão Promotor:** FAGOC

**Público estimado:** 80 pessoas.

## 8. RESUMOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSOS

**REIS, H. H. T.;** MARINS, J. C. B. ; LADE, C. G. ; AMORIM, P. R. ; LIMA, L. M. . Nível de atividade física de diabéticos e hipertensos cadastrados no Centro HIPERDIA de Viçosa, Minas Gerais.. In: Simpósio de Integração Acadêmica, 2015, Viçosa. Simpósio de Integração Acadêmica, 2015.

**REIS, H. H. T.;** MOTA JUNIOR, R. J. ; RESENDE, M. F. F. ; MARINS, J. C. B. . Obesidade e a associação de indicadores antropométricos com fatores de risco cardiovascular em professores da educação básica da rede privada.. In: Simpósio de Integração Acadêmica., 2016, VIÇOSA. Simpósio de Integração Acadêmica., 2016.

FELICIO, C. F. ; **REIS, H. H. T. ;** MARINS, J. C. B. . Estudo Comparativo de Ações Metodológicas de Provas Físicas de Natureza Contínua frente a Progressiva em Esteira.. In: Simpósio de Integração Acadêmica., 2016, VIÇOSA. Simpósio de Integração Acadêmica., 2016.

SILVA, W. A. L.; **REIS, H. H. T.** Impacto da suplementação de creatina a curto prazo sobre o desempenho anaeróbico e composição corporal. In: Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, 2017, SÃO PAULO.

MARINS, J. C. B.; MOTA JUNIOR, R. J.; REIS, V. E. T.; JUNIOR, D. T. S.; **REIS, H. H. T.** Diferentes tipos de bebidas energéticas e seu efeito sobre os parâmetros cardiovasculares, metabólicos e no desempenho físico em corredores. In: Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, 2017, SÃO PAULO.

## 9. VISITAS TÉCNICAS, INTERCÂMBIOS OU ESTÁGIOS

Não há.

## 10. ORIENTAÇÕES

Não há.

## 11. PARTICIPAÇÃO EM BANCAS

Não há.

## 12. AULAS MINISTRADAS DE GRADUAÇÃO NA UFV ou UFJF

**Nome da disciplina:** EFI 318 – Avaliação da Aptidão Cardiorrespiratória  
**Carga horária:** 12h.

**Nome da disciplina:** EFI 320 – Recursos Ergogênicos no Esporte  
**Carga horária:** 4h.