



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

HENRIQUE BORTOLOTTI

**EFEITOS DA INGESTÃO DE CAFEÍNA SOBRE O  
DESEMPENHO FÍSICO DE CICLISTAS EM EXERCÍCIO  
FECHADO (CLOSED-LOOP) DE LONGA DURAÇÃO**

---

LONDRINA  
2011

HENRIQUE BORTOLOTTI

**EFEITOS DA INGESTÃO DE CAFEÍNA SOBRE O  
DESEMPENHO FÍSICO DE CICLISTAS EM EXERCÍCIO  
FECHADO (CLOSED-LOOP) DE LONGA DURAÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

LONDRINA  
2011

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

B739e Bortolotti, Henrique.

Efeitos da ingestão de cafeína sobre o desempenho físico de ciclistas em exercício fechado (*closed-loop*) de longa duração / Henrique Bortolotti. – Londrina, 2011.  
63 f. : il.

Orientador : Edilson Serpeloni Cyrino.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Maringá ; Universidade Estadual de Londrina ; Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL, 2011.  
Inclui bibliografia.

1. Cafeína – Efeito fisiológico – Teses. 2. Ciclistas – Teses. 3. Educação física – Teses. I. Cyrino, Edilson Serpeloni. II. Universidade Estadual de Maringá. III. Universidade Estadual de Londrina. IV. Título.

CDU 796.6:633.73

HENRIQUE BORTOLOTTI

**EFEITOS DA INGESTÃO DE CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO  
FÍSICO DE CICLISTAS EM EXERCÍCIO FECHADO (CLOSED-LOOP)  
DE LONGA DURAÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Marco Tulio de Mello  
Universidade Federal de São Paulo

---

Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 25 de agosto de 2011

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, pela oportunidade e por ter acreditado em mim nesse momento importante da minha vida. Sou grato pela confiança, pelos ensinamentos, o constante incentivo e por sua amizade durante esses anos de convivência.

Ao Prof. Dr Marco Túlio de Mello, por disponibilizar seu tempo e aceitar participar da avaliação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari, por aceitar o convite em fazer parte da banca avaliadora desse trabalho e por participar ativamente na operacionalização desse projeto. Sou grato também pelas conversas e oportunidades proporcionadas.

Aos demais professores do programa, agradeço as conversas, as discussões, os ensinamentos e principalmente o respeito e carinho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante o mestrado.

Agradeço meus colegas de mestrado e de vida que me ensinaram muito sobre muita coisa. Tive a felicidade de conhecer pessoas especiais e guardo comigo lembranças de cada um de vocês. Esses sobre os quais falo, tenho certeza que já sabem o quanto foram importantes durante esses anos e que conto com a amizade e apreço deles.

Meus pais Alcides e Adelaide e meu irmão Jonas que sempre me incentivaram e confiaram em mim e a minha avó Icyra que sempre me apoiou e me ajudou quando fui morar longe de casa. Agradeço a Danielle que sempre me apoiou, esteve comigo nos momentos difíceis e é muito especial para mim. Agradeço também às minhas cadelas (Dolores e Frida) por serem a alegria da casa. Amo todos vocês.

*“Vou mostrando como sou e vou sendo como posso...” Galvão e Moraes Moreira*

*“Eu tô te explicando prá te confundir, eu tô te confundindo prá te esclarecer...” Tom Zé*

*“Se a gente falasse menos talvez compreendesse mais...” Luiz Melodia*

*“Posso ouvir o vento passar, assistir à onda bater, mas o estrago que faz a vida é curta pra ver...”*

Rodrigo Amarante

BORTOLOTTI, Henrique. **Efeitos da ingestão de cafeína sobre o desempenho físico de ciclistas em exercício fechado (closed-loop) de longa duração.** 2011. 53 p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

## RESUMO

O propósito deste estudo foi analisar os efeitos da ingestão de cafeína (CAF) sobre o desempenho físico em exercício fechado de longa duração. Treze ciclistas ( $26 \pm 9,9$  anos,  $71 \pm 9,1$  kg,  $176 \pm 5,9$  cm,  $253 \pm 141,6$  km.sem<sup>-1</sup>) de diferentes níveis competitivos (regional, estadual e nacional), do sexo masculino, completaram inicialmente um teste incremental máximo em ciclossimulador, para a familiarização. Posteriormente, os sujeitos foram divididos aleatoriamente, de forma balanceada, para receberem cafeína ou placebo, em delineamento cruzado e duplo cego, antes da execução de teste de 20 km contra-relógio. A ingestão de cafeína ou placebo ( $6$  mg.kg<sup>-1</sup>) foi realizada 60 min antes de cada teste. Os sujeitos foram orientados a se absterem da ingestão de alimentos cafeinados e de exercício físico extenuante nas 48 h precedentes a cada teste. Os sujeitos foram instruídos a completar os 20 km predeterminados para os testes experimentais no menor tempo possível. Durante os testes foram monitoradas continuamente a distância, velocidade, potência, cadência (rpm), percepção subjetiva de esforço (PSE), eletromiografia dos músculos do quadríceps (EMG) e frequência cardíaca (FC). O questionário de BRUMS foi aplicado imediatamente antes e após os testes experimentais, para avaliar a alteração psicológica-motivacional. Durante a execução dos testes a ingestão de água foi *ad libitum*. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi identificada para as variáveis velocidade, potência, rpm, PSE, EMG e FC entre as condições CAF e PLA ( $P > 0,05$ ). De forma similar, o questionário de BRUMS também não indicou diferenças entre as condições CAF e PLA ( $P > 0,05$ ). Interações significantes foram detectadas em relação a potência ( $P = 0,001$ ) e a velocidade ( $P = 0,001$ ), que foram significativamente maiores no final do teste (2 km finais) no grupo CAF. O efeito principal do tempo ( $P = 0,001$ ) foi verificado para as variáveis PSE e a FC que aumentaram de forma linear até o final do exercício em ambos os grupos. A duração dos testes foi semelhante nas diferentes condições experimentais (PLA =  $2143 \pm 106,9$  s vs. CAF =  $2159 \pm 200,9$  s,  $P = 0,61$ ). Os resultados sugerem que a ingestão de cafeína não melhora o desempenho em exercício fechado de longa duração (*closed-loop*).

**Palavras-chave:** Cafeína. Fadiga. Desempenho esportivo. Contra-relógio. Ciclismo.

BORTOLOTTI, Henrique. **Effects of caffeine ingestion on cycling performance in time trial (closed-loop)**. 2011. 53 p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

### ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the effects of caffeine ingestion (CAF) on physical performance in long-term closed-loop exercise. Thirteen male cyclists ( $26 \pm 9.9$  years,  $71 \pm 9.1$  kg,  $176 \text{ cm} \pm 5.9$ ,  $141.6 \pm 253 \text{ km}\cdot\text{sem}^{-1}$ , participating in national, state and regional competitions) first completed a maximal incremental test for familiarization with the cyclosimulator. Subsequently, subjects were randomly assigned in a balanced way, to receive caffeine or placebo in a randomized, double-blind crossover fashion before the 20-km time trial test. The intake of caffeine or placebo ( $6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) was performed 60 min before each test. Subjects were instructed to refrain from the ingestion of caffeinated foods and strenuous exercise in the 48 hours preceding each test. They were instructed to complete the tests in the shortest time possible. During the tests the distance, speed, power, rpm, rating of perceived exertion (RPE), electromyography of the quadriceps muscles (EMG) and heart rate (HR) were continuously measured. In addition, the BRUMS questionnaire was applied immediately before and after the time-trial tests to assess any motivational-psychological change. Water intake during the test was ad libitum. No statistically significant difference was identified for speed, power, rpm, RPE, EMG and HR between the CAF and PLA conditions ( $P > 0.05$ ). Similarly, the BRUMS questionnaire also did not show differences between CAF and PLA conditions ( $P > 0.05$ ). Significant interactions were found with regard to test time, power ( $P = 0.001$ ) and speed ( $P = 0.001$ ), which were significantly higher at the end of the test (final 2 km) in the CAF. The main effect of time ( $P = 0.001$ ) was found for PSE and HR, which increased linearly until the end of exercise in both groups. The time to completion of both tests was similar in the two different experimental conditions (PLA =  $2143 \pm 106.9$  s vs. CAF =  $2159 \pm 200.9$  s,  $P = 0.61$ ). The results suggest that caffeine does not improve performance in a 20-km time-trial.

**Key words:** Caffeine. Fatigue. Performance. Time trial. Cycling.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Características antropométricas, volume de treino, potência máxima e FC<sub>máx</sub> obtida em teste incremental máximo ..... 28
- Tabela 2-** Indicadores de desempenho de ciclistas em testes contra-relógio de 20 km, após a ingestão aguda de cafeína ou placebo ..... 28

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b>	Delineamento experimental.....	22
<b>Figura 2-</b>	Localização anatômica para colocação de eletrodos no músculo Reto Femoral.....	24
<b>Figura 3-</b>	Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Vasto Medial .....	25
<b>Figura 4-</b>	Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Vasto Lateral .....	25
<b>Figura 5-</b>	Respostas da potência em contra-relógio de 20 km, nas condições cafeína e placebo .....	29
<b>Figura 6-</b>	Respostas da velocidade em teste contra-relógio de 20 km, nas condições cafeína e placebo. ....	29
<b>Figura 7-</b>	Respostas da cadência em teste contra-relógio de 20 km, nas condições cafeína e placebo .....	30
<b>Figura 8-</b>	Respostas da FC durante teste contra-relógio de 20 km, nas condições cafeína e placebo .....	30
<b>Figura 9-</b>	Respostas da PSE ao longo do teste de 20 km, nas condições cafeína e placebo .....	31
<b>Figura 10-</b>	Padrão de atividade EMG do músculo VL durante teste de 20 km, nas condições cafeína e placebo.....	32
<b>Figura 11-</b>	Padrão de atividade EMG do músculo RF durante teste de 20 km, nas condições cafeína e placebo.....	32
<b>Figura 12-</b>	Padrão de atividade EMG do músculo VM durante teste de 20 km, nas condições cafeína e placebo.....	33
<b>Figura 13-</b>	Padrão de atividade EMG do músculo QF durante teste de 20 km, nas condições cafeína e placebo.....	33
<b>Figura 14-</b>	Delta de variação de estado de humor (BRUMSpós - BRUMSpré) em seus diferentes domínios nos testes contra relógio de 20 km. ....	34

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	13
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	14
3.1 CAFEÍNA.....	14
3.2 CAFEÍNA E DESEMPENHO FÍSICO .....	15
3.3 POSSÍVEIS MECANISMOS DE AÇÃO DA CAFEÍNA .....	16
3.4 ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE .....	17
3.5 ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS MÚSCULOS DO QUADRÍCEPS FEMORAL .....	19
<b>4 MÉTODOS</b> .....	21
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	21
4.2 SUJEITOS .....	22
4.3 ANTROPOMETRIA .....	22
4.4 TESTE PRÉ-EXPERIMENTAL.....	23
4.5 ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE .....	23
4.6 ANÁLISE E PROCESSAMENTO DO SINAL ELETROMIOGRAFICO.....	25
4.7 MENSURAÇÃO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO .....	26
4.8 ALTERAÇÃO PSICOLÓGICO-MOTIVACIONAL .....	26
4.9 FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	26
4.10 TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	27
<b>5 RESULTADOS</b> .....	28
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	35
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42
<b>ANEXOS</b> .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

A fadiga observada durante a prática de exercícios de físicos de diferentes naturezas pode estar associada a diferentes mecanismos, sendo portanto um fenômeno multifatorial de grande interesse da comunidade científica.

Historicamente a fadiga tem sido definida como a perda da capacidade de manutenção de força/potência durante uma determinada tarefa motora (GANDEVIA, 2001). Assim, com base nesse conceito a fadiga pode ser considerada um estado físico.

Entretanto, alguns pesquisadores (GIBSON et al., 2003; GIBSON; NOAKES, 2004; NOAKES et al., 2005) tem advogado, ao longo da última década, que a fadiga, muito mais do que um estado físico, seria uma sensação, caracterizada por uma percepção sensorial, resultante de um complexo sistema não-linear, formado por *feedbacks* aferentes, controlados pelo sistema nervoso central (SNC). Por outro lado, outros pesquisadores defendem que o sistema, como um todo, se comporta de forma submissa à motivação do indivíduo para cumprir a tarefa designada (MARCORA et al., 2008a).

Independente disso, um dos grandes desafios dos pesquisadores dessa área do conhecimento tem sido desvendar o centro determinante da fadiga, ou seja, o local onde esse fenômeno é desencadeado (AMANN et al., 2008a). Nesse sentido, as opiniões são bastante divergentes, com alguns pesquisadores defendendo que a fadiga se originaria nos músculos ativos (HARGREAVES, 2008) ou no sistema nervoso central (SNC) ao interagir e modular a periferia (NOAKES et al., 2005; GIBSON; NOAKES, 2004) ou, ainda, no SNC, subalterno ao fator psicológico-motivacional (MARCORA et al., 2008a; MARCORA et al., 2008b).

Adicionalmente, não se pode desprezar a hipótese de que o centro determinante da fadiga possa ser alterado frente às diferentes exposições, culminando na teoria de tarefa-dependente, na qual os mecanismos geradores da fadiga podem ser ativados em diferentes magnitudes, de acordo com a natureza do exercício realizado (WEIR et al., 2006) ou a oferta de oxigênio disponível (AMANN et al., 2006; AMANN; CALBET, 2007; AMANN et al., 2008a).

No ciclismo, as exigências físicas em exercício contra-relógio (*time trial*), denominado de *closed-loop*, são distintas daquelas observadas em exercício de carga constante, denominado de *open-loop*. Se por um lado, o exercício contra-

relógio consiste em percorrer uma distância conhecida no menor tempo possível (ABISS; LAURSEN, 2005), por outro, o exercício de carga constante consiste em manter a tarefa pelo maior tempo possível sobre uma cadência e potência fixa, portanto, em uma distância desconhecida (GANDEVIA, 2001). Desse modo, acredita-se que em tais situações os mesmos mecanismos de ação seriam ativados de forma diferente, fortalecendo a hipótese de alteração do centro determinante da fadiga (WEIR et al., 2006; AMANN et al., 2008b).

Na tentativa de modular os mecanismos geradores de fadiga e melhorar o desempenho físico de atletas de ciclismo, muitas estratégias nutricionais têm sido adotadas, dentre as quais destaca-se a administração de cafeína (CAF). Nesse sentido, estudos tem indicado que a CAF pode atuar como agente ergogênico, tanto em exercícios de curta quanto de longa duração (GRAHAM, 2001; ALTIMARI et al., 2006a; ALTIMARI et al., 2006b; ALTIMARI, 2008a; ALTIMARI et al., 2008b; GANIO et al., 2009), agindo em nível periférico e central (KALMAR; CAFARELLI, 1999; GRAHAM, 2001; GANDEVIA; TAYLOR, 2006).

Embora os possíveis mecanismos de ação da CAF, responsáveis pelo protelamento da fadiga, sejam bastante discutíveis, acredita-se que a sua participação possa ocorrer de diferentes formas (KALMAR; CAFARELLI, 1999; BRAGA; ALAVES, 2000), de acordo com os diferentes níveis de esforços (Kalmar & Cafarelli, 2004; Altimari et al., 2008a; Altimari et al., 2008b; Tarnopolsky, 2008). Portanto, a CAF pode exercer desde um efeito placebo (BEEDIE et al., 2006) até uma ação periférica e central, favorecendo a melhoria do desempenho físico (KALMAR; CAFARELLI, 1999; KALMAR; CAFARELLI, 2004; GRAHAM, 2001).

O principal mecanismo pelo qual a CAF parece exercer efeito ergogênico é o seu papel antagonista aos receptores de adenosina, uma substância similar à CAF em estrutura (KALMAR; CAFARELLI, 2004). Ao se ligar aos receptores de adenosina no SNC, a CAF impede que a adenosina exerça seu efeito inibitório, impedindo a liberação de neurotransmissores e redução na taxa de disparos neurais. Esta hipótese foi confirmada em ciclistas que tiveram o seu desempenho anaeróbio melhorado após a ingestão de CAF ( $6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), com a atenuação da taxa de fadiga muscular sendo causada por um provável aumento na velocidade da condução dos impulsos nervosos para as fibras musculares (ALTIMARI et al., 2008b).

Embora o efeito ergogênico da CAF sobre o sistema neuromuscular tenha sido discutido detalhadamente em um importante estudo de revisão (TARNOPOLSKY, 2008), vale destacar que a grande maioria dos estudos tem adotado protocolos de circuito aberto (*open-loop*). Porém, não representam a situação real das competições esportivas e apresentam uma alta variabilidade inter-avaliação (> 20%), confirmada pelo alto coeficiente de variação observado por alguns pesquisadores (Jeukendrup et al., 1996). Esse fato tem levado alguns pesquisadores a especular que o efeito ergogênico observado após a ingestão de CAF nestes estudos poderia ser favorecido pelas próprias características desse tipo de protocolo (HUNTER et al., 2002; DOHERTY; SMITH, 2004; BURKE, 2008).

Por outro lado, protocolos de circuito fechado (*closed-loop*) têm sido menos utilizados nas investigações sobre os efeitos da CAF no desempenho físico. Uma possível explicação para este fato, provavelmente, seja a menor variabilidade entre testes observada nesse tipo de protocolo (< 5%). Apesar disso, não se pode desprezar que, ao simular de maneira mais precisa uma situação competitiva, protocolos *closed-loop* têm uma maior validade ecológica do que protocolos *open-loop* (LAURSEN et al., 2007; AMANN et al., 2008b).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O principal objetivo deste estudo foi examinar os efeitos da ingestão de CAF sobre o desempenho físico e mecanismos associados à fadiga em exercício fechado de longa duração em ciclistas.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A presente investigação procurou ainda:

- Analisar a influência da CAF sobre a frequência cardíaca e percepção de esforço em teste contra-relógio de 20 km.
- Verificar a influência da CAF sobre o estado de humor.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste tópico discutiremos os principais aspectos relacionados ao tema deste estudo. Dessa forma, serão abordados a seguir a CAF, a sua ação ergogênica no exercício e seus possíveis mecanismos de ação; a eletromiografia de superfície (EMG) e as propriedades estruturais e funcionais dos músculos superficiais do quadríceps.

#### 3.1 CAFEÍNA

A CAF (1,3,7 - trimetilxantina) é uma substância derivada da xantina, quimicamente relacionada com a teofilina (1,3 – dimetilxantina) e teobromina (3,7 – dimetilxantina), duas xantinas que se diferenciam pela potência de suas ações farmacológicas sobre o sistema nervoso central (SNC) (GEORGE, 2000). A CAF está presente em vários produtos consumidos diariamente como o guaraná, mate, chocolate, café, alguns refrigerantes, chás, bem como em alguns medicamentos, atuando como agente antagonista ao efeito calmante de certos fármacos (CLARKSON, 1993; ALTIMARI et al., 2000; SINCLAIR; GEIGER, 2000; ALTIMARI et al., 2001).

A utilização indiscriminada de CAF por atletas, na tentativa de melhorar o desempenho atlético, fez com que esta substância fosse incluída na lista de substâncias proibidas pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), que limitou as concentrações aceitáveis de CAF presente na urina a 15 µg/mL (SPRIET, 1995). Este limite foi proposto por Delbeke e Debackere (1984), após analisarem amostras urinárias provenientes de um grupo de 775 ciclistas submetidos a exames anti-doping durante a temporada de 1982 e de um segundo grupo, constituído por 85 consumidores de café, cuja excreção urinária de CAF foi determinada em períodos de 60 h, com o intuito de estabelecer quais concentrações de CAF na urina poderiam ser consideradas normais ou excessivas.

O uso de CAF por atletas foi evidenciado somente a partir dos Jogos Olímpicos de Los Angeles (1984), quando alguns membros da equipe de ciclismo dos Estados Unidos declararam publicamente terem usado esse alcalóide como estimulante durante as competições (ROGERS, 1985). Assim, até final do ano de 2003, a CAF aparecia na lista de substâncias proibidas pela Agência Mundial Anti-

Doping (WADA), na classe de estimulantes (A). A partir daí, a WADA retirou a CAF da lista de substâncias proibidas, de modo que desde 2004 esta substância passou a integrar a lista de substâncias a serem monitoradas (WADA, 2007). Vale destacar que após a sua retirada da lista de substâncias proibidas não foi observado aumento significativo no consumo de CAF no meio esportivo (VAN THUYNE et al., 2005; VAN THUYNE; DELBEKE, 2006). Em 2010, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regulamentou a sua utilização no Brasil, na categoria de “Alimentos para atletas”.

### 3.2 CAFEÍNA E DESEMPENHO FÍSICO

A fadiga é apontada como fator limitante do desempenho atlético e constitui fenômeno complexo ou, até mesmo, um conjunto de fenômenos de interação simultânea com diferentes graus de influência, dependendo da natureza do exercício físico (ABBISS; LAURSEN, 2005). Nos últimos anos, a CAF tem sido utilizada como substância ergogênica, previamente à realização tanto de exercícios físicos com características aeróbias (moderados de média e longa duração) quanto anaeróbias (alta intensidade e curta duração), na tentativa de postergar a fadiga e, conseqüentemente, melhorar o desempenho físico (PALUSKA, 2003; SPRIET; GIBALA, 2004; DOHERTY; SMITH, 2004).

Em exercícios físicos aeróbios, caracterizados por esforços de intensidade moderada e média e longa duração, os resultados dos estudos publicados ao longo das últimas duas décadas sugerem que o uso de CAF pode promover importantes melhorias na eficiência metabólica dos sistemas energéticos durante o esforço, particularmente por proporcionar aumento na mobilização e oxidação de AGLs e redução na oxidação de CHO, contribuindo para a maximização do desempenho físico (ALTIMARI et al., 2000; BRAGA; ALVES, 2000; GRAHAM, 2001; ALTIMARI et al., 2005; ALTIMARI et al., 2006a)

Com relação aos exercícios físicos anaeróbios, caracterizados por esforços de alta intensidade e curta duração (força, velocidade e potência), poucos estudos têm procurado investigar os efeitos ergogênicos da CAF sobre o desempenho físico. Apesar disso, alguns pesquisadores acreditam no aumento da força muscular, acompanhado de maior resistência à fadiga muscular, após a ingestão de CAF (ALTIMARI et al., 2006b), embora os mecanismos responsáveis

por tais modificações sejam desconhecidos. Especula-se que sob intensidades elevadas possa existir uma ação direta da CAF sobre o SNC (KALMAR; CAFARELLI, 1999).

Em exercícios máximos e supramáximos de curta duração, a maioria dos estudos tem sugerido que a ingestão de CAF melhora significativamente o desempenho físico, sobretudo, em exercícios com duração inferior a cinco minutos (GRAHAM, 2001; ALTIMARI et al., 2006b; DOHERTY; SMITH, 2004). Em contrapartida, o mesmo não se pode afirmar com relação a tais exercícios quando precedidos por exercícios submáximos prolongados (Altimari et al., 2006b), bem como quando o tempo de duração é inferior a 60 s, ou ainda quando os esforços são intermitentes (CROWE et al., 2006; LORINO et al., 2006). Em todas essas situações o desempenho físico parece ser inalterado pelo uso de CAF. Desse modo, a necessidade de maior esclarecimento quanto aos mecanismos de ação da CAF sobre o metabolismo anaeróbio se torna evidente.

Uma possível explicação para as diferentes respostas fisiológicas e metabólicas observadas nos estudos disponíveis na literatura sobre o uso de CAF parece estar associada as dosagens utilizadas. Embora doses de CAF na ordem de 3 e 10 mg/kg de massa corporal possam melhorar o desempenho físico em exercícios físicos de diferentes naturezas, o intervalo de 3 a 6 mg/kg de massa corporal de CAF pura (anidra) tem sido sugerido como adequado para induzir efeitos ergogênicos (ALTIMARI et al., 2006a,b; GANIO et al., 2009; ASTORINO, 2010).

### 3.3 POSSÍVEIS MECANISMOS DE AÇÃO DA CAFEÍNA

A ação da CAF no SNC tem sido explicada pelo efeito antagônico desta substância sobre os receptores de adenosina (FREDHOLM, 1999; KALMAR; CAFARELLI, 2004). A adenosina é um neuromodulador endógeno, com efeitos inibitórios na excitabilidade central, que inibi a liberação de neurotransmissores excitatórios, particularmente a dopamina. A adenosina pode assim melhorar a transmissão dopaminérgica pré-sináptica e pós-sináptica e, conseqüentemente, reduzir o limiar de ativação neuronal, bem como aumentar a taxa de sinapse entre os neurônios (KALMAR; CAFARELLI, 2004).

Adicionalmente, acredita-se que a CAF possa agir sobre o retículo sarcoplasmático aumentando a sua permeabilidade ao cálcio, tornando este mineral

prontamente disponível para o processo de contração muscular. Assim, é provável que a CAF possa influenciar a sensibilidade das miofibrilas ao cálcio (ROY et al. 1994; PINTO; TARNOPOLSKY, 1997). O mecanismo de ação do cálcio induzido pela ação da CAF parece agir de forma diferenciada nas fibras musculares do tipo I e II, visto que as fibras do tipo I são mais sensíveis à ação dessa substância do que as fibras musculares do tipo II (PAGALA; TAYLOR, 1998).

### 3.4 ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE

A eletromiografia (EMG) é um método que permite a análise de aspectos relacionados à função muscular por meio da interpretação do sinal elétrico gerado nas membranas excitáveis, sendo portanto um método de extrema relevância para o estudo da fisiologia neuromuscular (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985).

O procedimento usualmente empregado para a coleta dos sinais eletromiográficos, envolve a fixação de um eletrodo próximo a uma membrana excitável, o que permite o registro dos potenciais de ação que trafegam sobre ela. Dessa forma, o potencial de ação é registrado em volts em relação ao tempo. Uma das limitações da EMG é a necessidade de inserção de eletrodos no interior (intracelular) ou exterior da célula (extracelular) ou, ainda, no interior do músculo (intramuscular) (ENOKA, 2000), limitando a sua utilização em tarefas que exigem movimentos bruscos e/ou amplos.

A utilização de eletrodos na pele sobre o músculo tem sido uma estratégia utilizada de forma alternativa para solucionar esse problema. Essa técnica é denominada EMG de superfície e proporciona algumas vantagens interessantes por se tratar de uma técnica não-invasiva, de fácil aplicabilidade e que fornece importantes informações sobre a atividade muscular em diferentes situações ou tarefas motoras (KAMEN; GABRIEL, 2009).

Um importante aspecto a ser analisado na utilização da EMG é a técnica empregada para o processamento dos sinais. De modo geral, os sinais eletromiográficos são analisados no domínio do tempo ou no domínio da frequência, sendo representados pela amplitude e frequência, respectivamente (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985). A amplitude reflete o número e o tamanho do potencial de ação em um determinado tempo, sendo expressa em microvolts (uV) ou milivolts (mV)

(BASMAJIAN; DE LUCA, 1985). Vale ressaltar que qualquer mudança na ativação muscular em consequência das alterações nas unidades motoras ativadas e/ou no nível de excitação muscular resultará em modificações da amplitude (VØLLESTAD, 1997).

Embora existam diferentes índices que reflitam a amplitude (sinal bruto, EMG integrada, envelope linear do sinal EMG), em geral, tem sido utilizado o *root mean square* (RMS). O RMS é um modelo matemático também utilizado para expressar o nível de atividade elétrica muscular, não exigindo retificação do sinal eletromiográfico, além de não ser afetado pela superposição dos potenciais de ação da unidade motora (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985).

A análise dos sinais eletromiográficos no domínio da frequência consiste na obtenção do espectro de potência do sinal, por meio da decomposição desse sinal em suas frequências constituintes. Esta análise fornece alguns indicadores das características espectrais do sinal, dentre os quais a frequência média, a frequência mediana e a moda do espectro (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985). Tais índices estão relacionados com a velocidade de condução do estímulo ao longo da fibra muscular e alterações na sincronização e na frequência de disparo das unidades motoras (DE LUCA, 1997). Assim, a utilização da frequência mediana tem sido adotada de forma recorrente, em virtude desta ser menos sensível a interferências (STULEN, 1981) e mais sensível às alterações metabólicas.

Uma das operações matemáticas mais usadas para decompor o sinal é a Transformada Discreta de Fourier, implementada a partir do algoritmo *Fast Fourier Transform* (FFT). Entretanto, a FFT pressupõe que o sinal seja quasi-estacionário (SPARTO et al., 1999; BONATO et al., 2001; VON TSCHARNER; GOEPFERT, 2006), geralmente recolhido a partir de contrações isométricas, o que não é o caso dos exercícios dinâmicos como o ciclismo. Assim, a transformada wavelet (WT) tem sido utilizada de forma alternativa para a análise espectral do sinal eletromiográfico em contrações dinâmicas (HOSTENS, 2004; VON TSCHARNER; GOEPFERT, 2006; SO et al., 2009).

Vale destacar que trabalhos recentes que analisaram a tarefa de pedalar em diferentes intensidades (VITOR-COSTA et al., 2010; DANTAS et al., 2010; CAMATA et al., 2010) apontaram que, embora WT demonstre uma menor variabilidade no cálculo da frequência mediana, tanto a FFT quanto a WT são apropriadas para a análise da fadiga muscular por meio do sinal eletromiográfico no ciclismo.

### 3.5 ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS MÚSCULOS DO QUADRÍCEPS FEMORAL

Os músculos Vasto Lateral (VL), Vasto Medial (VM) e Reto Femoral (RF) formam conjuntamente com o Vasto Intermédio (VI) o grupo muscular denominado quadríceps femoral. O quadríceps femoral compreende a maior parte da superfície anterior e lateral do fêmur e constitui o músculo extensor de joelho (GRAY, 1988).

O VL origina-se a partir da região proximal da linha intertrocantérica, nas bordas anterior e inferior do trocânter maior, no lábio lateral da tuberosidade glútea e na metade proximal do lábio lateral da linha áspera do fêmur. Sua inserção é no tubérculo da tíbia através do tendão do quadríceps e é inervado pelo nervo femoral, divisão posterior do plexo lombar e raízes L3, L4 (GRAY, 1988; LIEBER, 1992).

Com relação ao VM, este se origina a partir da linha intertrocantérica, do lábio medial da linha áspera do fêmur, da parte proximal da linha supracondilar medial do fêmur, dos tendões dos adutores longo e magno, o do septo intermuscular medial. Sua inserção é no tubérculo da tíbia através do tendão do quadríceps e é inervado pelo nervo femoral, divisão posterior do plexo lombar e raízes L3, L4 (GRAY, 1988; LIEBER, 1992).

O RF, por sua vez, apresenta duas origens sendo uma na espinha ilíaca ântero-inferior (anterior) e a outra no sulco acima do contorno do acetábulo (posterior). O músculo segue em trajetória retilínea cobrindo o meio da coxa. Este músculo tem a inserção na base da patela através do tendão do quadríceps. Os tendões dos quatro músculos do quadríceps se unem formando único e forte tendão ligado à base da patela. Assim, como os demais músculos, o RF é inervado pelo nervo femoral, divisão posterior do plexo lombar e raízes L3, L4 (GRAY, 1988).

Atualmente, por meio de biópsia muscular, mediante a utilização de técnicas mais refinadas de coloração da mATPase, é possível identificar a existência de diversas fibras híbridas, o que permite uma análise mais detalhada da distribuição das fibras musculares. Nesse sentido, Staron et al. (2000) analisaram a distribuição de fibras musculares do músculo VL em 150 adultos jovens (55 mulheres e 95 homens, idade:  $21,20 \pm 2,20$  e  $21,50 \pm 2,40$  anos, respectivamente). Empregando a técnica de coloração da mATPase, as composições de fibras musculares encontradas para os homens foram: tipo I ( $39,80 \pm 11,40\%$ ), Ic ( $0,40 \pm 0,60\%$ ), IIa ( $32,10 \pm 9,60\%$ ), IIab ( $6,50 \pm 4,00\%$ ), IIb ( $20,20 \pm 11,40\%$ ) e IIc ( $1,00 \pm 2,10\%$ ). Nas

mulheres, as distribuições de fibras musculares verificadas foram: tipo I ( $43,10 \pm 12,80\%$ ), Ic ( $1,10 \pm 2,20\%$ ), IIa ( $29,70 \pm 9,60\%$ ), IIab ( $5,50 \pm 3,80\%$ ), IIb ( $19,90 \pm 10,40\%$ ) e IIc ( $0,70 \pm 1,40\%$ ). Além disso, nos homens foram identificadas as expressões da miosina de cadeia pesada (MHC) dos tipos MHC-I ( $33,90 \pm 11,40\%$ ), MHC-IIa ( $46,30 \pm 3,00\%$ ) e MHC-IIx/d ( $19,80 \pm 11,50\%$ ), e nas mulheres MHC-I ( $41,00 \pm 12,90\%$ ), MHC-IIa ( $36,00 \pm 9,90\%$ ) e MHC-IIx/d ( $23,00 \pm 12,10\%$ ). Em relação à classificação pela técnica de coloração de mATPase, não houve diferença significativa entre os gêneros. No entanto, analisando-se a proporção de área que cada tipo de fibra ocupa dentro do músculo, as mulheres apresentaram predomínio de fibras do tipo I ( $44,00 \pm 11,60\%$ ), enquanto os homens apresentaram maior proporção de fibras do tipo IIa ( $41,20 \pm 9,40\%$ ). Essas informações quanto à proporção de área ocupada pelas fibras dentro do músculo acarretam importantes diferenças nas distribuições das expressões da MHC, ou seja, em termos práticos, exercem influência direta sobre o desempenho físico (GOLLNICK; MATOBA, 1984).

No que se refere às propriedades arquitetônicas dos músculos, observa-se que o VL é o mais pesado e o que apresenta maior área de secção transversa, seguido pelo VM e RF. Dessa forma, o VL é o maior e o mais forte dos músculos que compõem o quadríceps femoral. Os músculos VL e VM, conjuntamente, são responsáveis por ~50% da produção de força do quadríceps femoral (JORGE; HULL, 1986). Em relação ao arranjo das fibras musculares, tanto o VL quanto o VM apresentam estrutura unipenada, enquanto o RF é um músculo fusiforme, embora as fibras superficiais sejam dispostas de maneira bipenada (GRAY, 1988).

Outro aspecto que difere os músculos VL e VM do músculo RF é a sua mecânica. Tanto o VL quanto o VM são músculos mono-articulares, e possuem alta capacidade de produção de força ou trabalho. Por outro lado, o RF, por cruzar a articulação do joelho e do quadril, se constitui em um músculo biarticular, tendo função de distribuir o torque para ambas as articulações e controlar a direção do movimento (HASSON et al., 2008). Com relação à ação de pedalar, diversos estudos têm sido desenvolvidos para analisar a participação de diferentes grupos musculares durante o movimento (DESPIRES, 1974; FARIA; CAVANAGH, 1978; GREGOR et al., 1982; GREGOR; RUGG, 1986; HOUTZ; FISCHER, 1959; JORGE; HULL, 1986; SUZUKI et al., 1982). Tais estudos têm destacado a importante participação dos músculos VL, VM, RF, semimembranoso, bíceps femoral, glúteo máximo, gastrocnêmio, tibial anterior, entre outros, nesse tipo de exercício.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

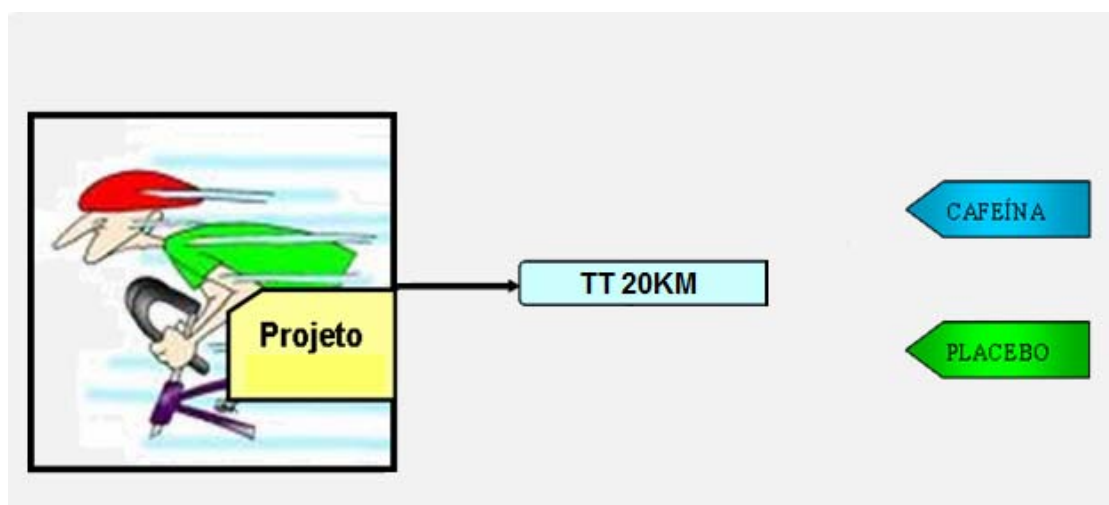
Um delineamento cruzado, aleatorizado, duplo cego, placebo-balanceado com familiarização foi utilizado nesta investigação. Inicialmente, os sujeitos compareceram ao laboratório para tomarem conhecimento da proposta do estudo e, na sequência, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Por fim, foram estabelecidos os horários para uma nova visita ao laboratório, para a execução de medidas antropométricas e de um teste pré-experimental visando a familiarização dos sujeitos aos equipamentos e ao protocolo experimental.

Após a realização dos procedimentos descritos anteriormente, os participantes foram divididos aleatoriamente, de forma balanceada, para executar um teste contra-relógio em duas condições, após 60 min da ingestão de CAF ou placebo (PLA), separadas por pelo menos 72 h. A administração oral de 6 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal de CAF ou PLA (talco) foi feita na forma de cápsulas. A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram mantidas entre 21 e 24°C e 40 e 60%, respectivamente, em todos os testes.

Os testes foram realizados em ciclossimulador, modelo Velotron™ (RacerMate®, Seattle, WA, USA), com capacidade de carga de até 1500 watts. O ciclossimulador foi calibrado antes da realização de cada teste, conforme orientações do fabricante.

Nos dias e horários pré-agendados, os sujeitos compareceram ao laboratório e foram submetidos a teste de circuito fechado (*closed-loop*), no qual pedalarão em prova simulada uma distância equivalente a 20 km (*Time Trial*), no menor tempo possível, com escolha livre de cadência e relação de engrenagens. Todos os voluntários receberam feedback sobre a distância percorrida durante o teste *closed-loop* por meio de visualização em monitor. Antes, durante e/ou após os testes foram analisadas as seguintes variáveis: atividade eletromiográfica dos músculos VL, VM e RF, percepção subjetiva de esforço (PSE), estado de humor e frequência cardíaca. O delineamento experimental utilizado é ilustrado na Figura 1.

**Figura 1-** Delineamento experimental.



#### 4.2 SUJEITOS

Treze ciclistas, do sexo masculino, na faixa etária entre 17 e 38 anos, com no mínimo dois anos de participação competitiva, foram selecionados voluntariamente para participar deste estudo. Como critério para participarem da amostra os sujeitos deveriam estar livre de lesões (últimos seis meses) e ter experiência na modalidade. O projeto foi divulgado nas associações de ciclismo, lojas especializadas em ciclismo e durante as competições realizadas na cidade. Após serem convenientemente informados sobre a proposta do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidos, e assinaram o TCLE (Anexo 1). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (processo 234/2009) (Anexo 2).

#### 4.3 ANTROPOMETRIA

A massa corporal foi medida em uma balança de plataforma digital e a estatura determinada em um estadiômetro com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al (1988). Os indivíduos foram avaliados descalços, vestindo apenas shorts. O índice de massa corporal (IMC) foi determinado pelo quociente peso corporal/estatura<sup>2</sup>, sendo o peso corporal expresso em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

#### 4.4 TESTE PRÉ-EXPERIMENTAL

Previamente a execução dos testes experimentais, todos os participantes foram submetidos a um teste incremental máximo para obtenção dos parâmetros máximos (potência e frequência cardíaca) e limiares fisiológicos dos atletas. Após um aquecimento de 2 min a 100 W, a sobrecarga passou a ser incrementada na ordem de 50 W a cada 2 min até a exaustão voluntária ou incapacidade de manter a cadência mínima estipulada (70 rotações por minuto) por mais de 5 s (LUCIA et al., 2000). A potência alcançada do último estágio completo somada ao produto do percentual do tempo de permanência no estágio de exaustão pelo incremento padronizado (50 W) foi considerada a potência máxima (AMANN et al., 2006; MACDONALD et al., 2008). O maior valor da frequência cardíaca (FC) no último minuto de teste foi registrado como sendo a FC máxima.

#### 4.5 ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE

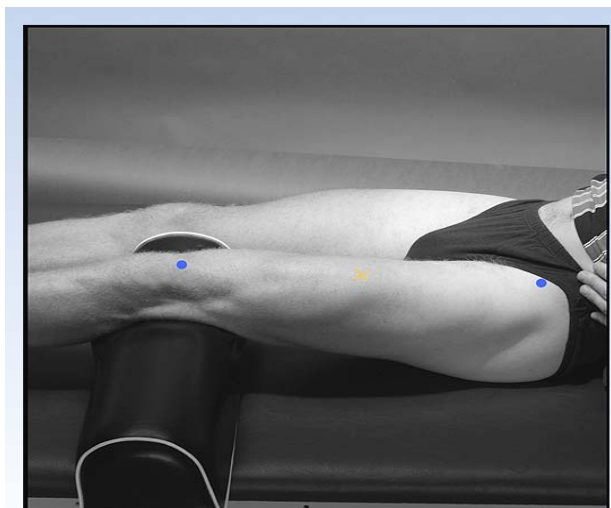
Para normalização da atividade eletromiográfica (EMG) durante o teste contra-relógio de 20 km foi realizado um teste de torque-velocidade (T-V test) (ROUFFET et al., 2008). Após um aquecimento 10 min a 100 W, cada sujeito executou dois tiros máximos com duração de 8 s cada, com intervalo de 5 min entre as tentativas. A carga imposta durante o teste foi de 7,5% da massa corporal de cada voluntário. Os participantes foram orientados para permanecerem na posição sentado durante toda a realização do teste. A atividade eletromiográfica de cada músculo foi analisada entre o segundo e oitavo segundo de cada tiro máximo e o maior pico de amplitude encontrado, expresso em RMS, foi utilizado como fator de normalização (ROUFFET et al., 2008).

A atividade eletromiográfica foi monitorada continuamente durante os testes nas diferentes condições experimentais. Para a coleta dos dados, foi utilizado um eletromiógrafo de oito canais, modelo TeleMyo 2400 T G2 (NORAXON Inc. USA). A frequência de amostragem para os registros eletromiográficos foi de 2000 Hz. O fator de rejeição do modo comum (CMRR) foi maior que 95 dB. Os músculos analisados foram os superficiais do quadríceps femoral (QF): Reto Femoral (RF), Vasto Medial (VM) e Vasto Lateral (VL). As coletas foram realizadas de acordo com a ISEK (MERLETTI, 1999). Eletrodos ativos modelo TeleMyo 2400

(NORAXON Inc. USA), com distância intereletrodos (centro a centro) de dois centímetros, foram fixados após realizada a preparação do local, com tricotomia, e assepsia, com álcool e curetagem para reduzir a impedância da pele. O eletrodo de referência foi posicionado sobre o crista ilíaca. A localização dos pontos anatômicos para colocação dos eletrodos obedeceu às padronizações propostas pelo SENIAM (HERMENS et al., 2000).

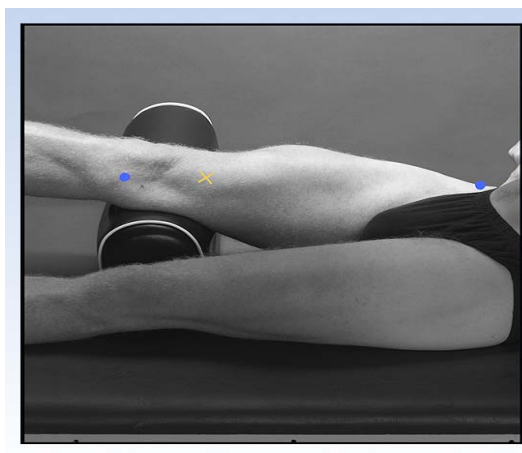
Para o músculo RF foi adotado como referência o ponto mediano da distância entre a espinha ilíaca ântero-superior e a borda superior da patela (Figura 2).

**Figura 2-** Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Reto Femoral.



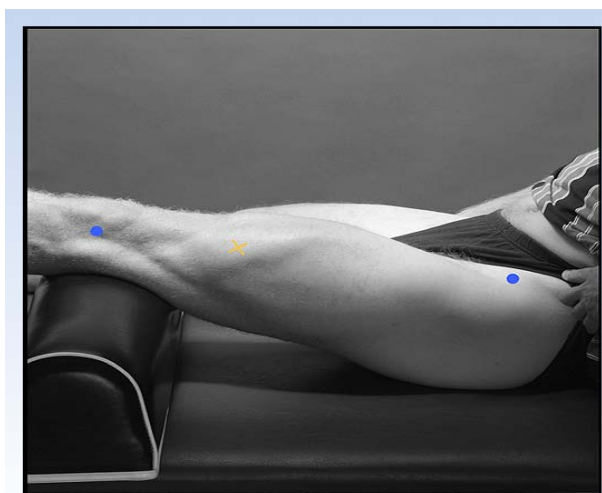
A Figura 3 apresenta a localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo VM. Foi adotado como referência o ponto localizado a 80% da distância entre a espinha ilíaca ântero-superior e a borda lateral do ligamento medial.

**Figura 3-** Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Vasto Medial.



Para o músculo VL foi utilizado como referência o ponto localizado a dois terços da distância entre a espinha íliaca ântero-superior e a borda lateral da patela (Figura 4).

**Figura 4-** Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Vasto Lateral.



#### 4.6 ANÁLISE E PROCESSAMENTO DO SINAL EMG

Os valores médios em RMS ( $\mu\text{V}$ ) a cada período de 30 s foram utilizados para a análise dos sinais eletromiográficos dos músculos RF, VM, VL, QF integrados  $[(\text{RF} + \text{VM} + \text{VL})/3]$  (CAMATA et al., 2009). Os dados foram processados

por meio do ambiente de simulação matemática MatLab 7.0 (MathWorks®, South Natick, MA, USA).

Para obtenção dos valores expressos em RMS, os sinais EMG brutos foram submetidos à filtragem digital, utilizando filtro passa-banda de 20Hz e 500Hz, de acordo com os procedimentos propostos por Dantas et al. (2010).

#### 4.7 MENSURAÇÃO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

Todos os indivíduos foram instruídos para auto-relatarem o esforço percebido de acordo com a escala de 6-20 pontos de Borg (1982), a cada 2 km de exercício. A partir desses dados foi determinado o intercepto no eixo y (y-intercepto), o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o coeficiente angular (inclinação) entre o tempo e os valores individuais de esforço percebido atribuídos durante cada teste, obtido mediante análise de regressão linear.

#### 4.8 ALTERAÇÃO PSICOLÓGICO-MOTIVACIONAL

Nos dias de testes, todos os voluntários responderam ao *Brunel Mood Scale* (BRUMS) imediatamente antes e após o teste experimental. Este questionário foi utilizado para a detecção de estado de humor, a partir de 24 questões, estratificadas em seis domínios, a saber: confusão, raiva, depressão, fadiga, tensão e vigor. Cada domínio foi normalizado pela pontuação obtida no momento prévio ao exercício, subtraindo a pontuação obtida no final do teste da pontuação obtida no questionário antes dos testes.

#### 4.9 FREQUÊNCIA CARDÍACA

Durante todos os protocolos de teste a frequência cardíaca (FC) foi monitorada e registrada em intervalos RR (ms) e em batimentos por minuto (bpm), por meio de monitor de frequência cardíaca modelo POLAR RS800 CX (POLAR®, Finlândia). Os dados foram registrados e armazenados para posterior análise dos sinais das ondas R do coração, batimento por batimento, por meio de um transmissor Polar WearLink codificado, posicionado no tórax do avaliado, permitindo a transmissão de dados por telemetria.

#### 4.10 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados foram processados no pacote estatístico STATISTICA™, versão 6.0 (STATSOFT INC, OK, USA). A normalidade dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste de Levene foi utilizado para a análise da homogeneidade das variâncias. Análise de variância two-way (ANOVA) para medidas repetidas foi utilizada para as comparações entre as condições (CAF e PLA) nos diferentes momentos do teste contra-relógio de 20 km. O teste *post hoc* de Bonferroni foi utilizado quando uma razão F significativa foi encontrada para o efeito principal ou interação. Para todas as análises foi aceito um nível de significância de 5%. Adicionalmente, foi aplicada a inferência prática baseada em magnitudes (HOPKINS et al., 2009).

Para tanto, a chance de um valor encontrado ser benéfico (positivo) ou prejudicial (negativo) (ex: maior ou menor que o mínimo efeito prático importante ou mínima mudança detectável, 0,20 multiplicado pelo desvio padrão inicial baseado no tamanho de efeito) (BUCHHEIT et al., 2010) foi calculada. Dessa forma, a mudança foi avaliada qualitativamente, da seguinte forma: <1% quase certamente não; 1-5% muito improvável; 5-25% improvável; 25-75% possível; 75-95% provável; 95-99% muito provável e > 99% quase certamente sim. Quando os valores negativos e positivos apresentaram resultados > 10%, a inferência foi considerada inconclusiva.

## 5 RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentadas as características antropométricas dos sujeitos, o volume de treino semanal e a potência máxima e a FCmáx obtida durante o teste incremental máximo.

**Tabela 1-** Características antropométricas, volume de treino, potência máxima e FCmáx obtida em teste incremental máximo (n = 13).

	Média	DP	IC 95%	
Peso (kg)	71,0	9,1	63,2	77,4
Estatura (cm)	176,0	5,9	171,2	178,3
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,1	2,3	21,5	24,4
Volume de Treinamento (km.semana <sup>-1</sup> )	253,0	141,6	148,9	347,4
Potência máxima (watts)	345,0	41,6	305,5	364,4
FCmáx (batimentos.min <sup>-1</sup> )	192,0	11,6	185,1	201,2

**Nota.** FCmáx = frequência cardíaca máxima atingida durante o teste.

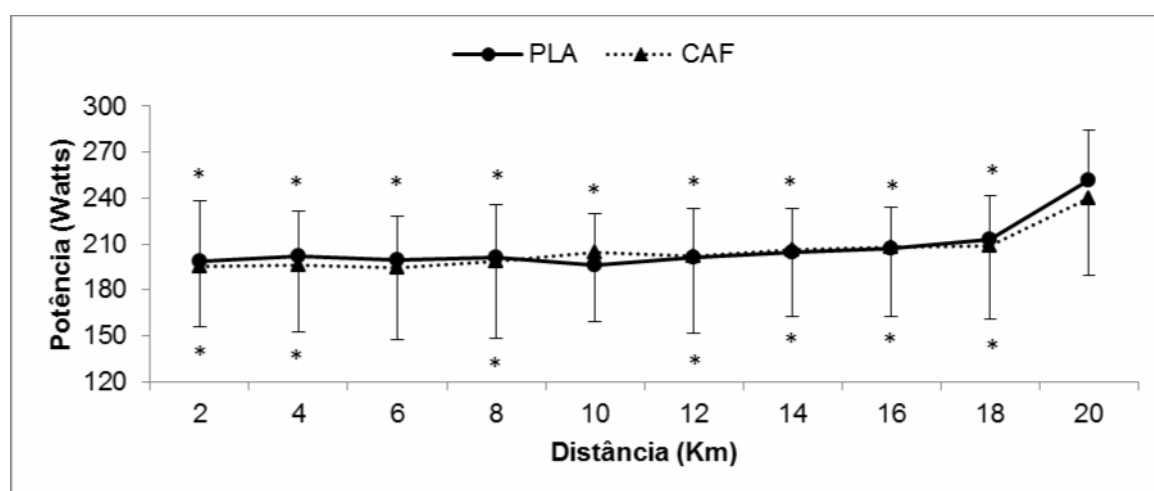
Informações sobre potência, velocidade, cadência de pedaladas, FC e duração nos testes contra-relógio de 20 km nas condições PLA e CAF são apresentadas na Tabela 2. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi detectada nas comparações entre CAF e PLA ( $P > 0,05$ ). Os resultados da análise qualitativa se mostraram inconclusivos (unclear).

**Tabela 2-** Indicadores de desempenho de ciclistas em testes contra-relógio de 20 km, após a ingestão aguda de cafeína (CAF, n = 13) ou placebo (PLA, n = 13). Os valores estão expressos em média  $\pm$  desvio-padrão.

Variáveis	Condição		P
	PLA	CAF	
Potência (watts)	206,9 $\pm$ 28,5	204,6 $\pm$ 43,9	0,79
Velocidade (km.h <sup>-1</sup> )	33,5 $\pm$ 1,8	33,3 $\pm$ 2,8	0,72
Cadência (rotações.min <sup>-1</sup> )	105,3 $\pm$ 8,4	103,4 $\pm$ 4,1	0,96
FC (batimento.min <sup>-1</sup> )	171 $\pm$ 9,9	171 $\pm$ 8,0	0,94
Duração (s)	2191 $\pm$ 157,6	2181 $\pm$ 193,9	0,61
% diferença (IC 90%)	-10,1 (-45 a 24,9)		
% diferença Positivo/irrelevante/negativo	2/85/12		
Inferência qualitativa	Inconclusiva		

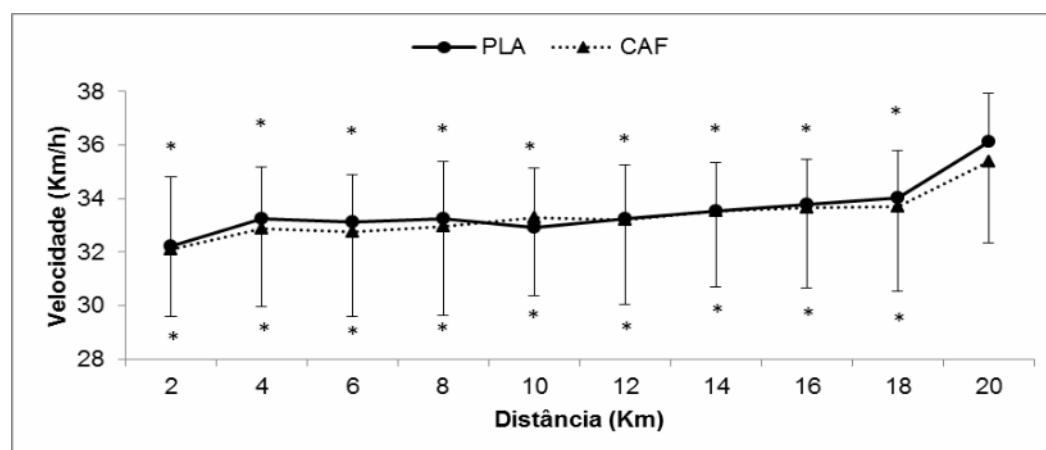
A potência gerada, a velocidade e a cadência empregada a cada dois quilômetros nos testes contra-relógio de 20 km, nas condições PLA e CAF, são ilustradas nas Figura 5, 6 e 7, respectivamente. Embora uma resposta semelhante tenha sido observado entre os grupos ( $P > 0,05$ ), um incremento significativo da potência e da velocidade nos últimos dois quilômetros do teste resultou em efeito significativo do momento ( $P < 0,001$ ). Entretanto, nenhuma alteração significativa na cadência foi verificada ( $P > 0,05$ ). Assim, nenhum efeito significativo do grupo ou interação grupo vs. momento foi identificado ( $P > 0,05$ ).

**Figura 5-** Respostas da potência em contra-relógio de 20 km, nas condições cafeína (CAF,  $n = 13$ ) e placebo (PLA,  $n = 13$ ). \* $P < 0,05$  vs. 20 km



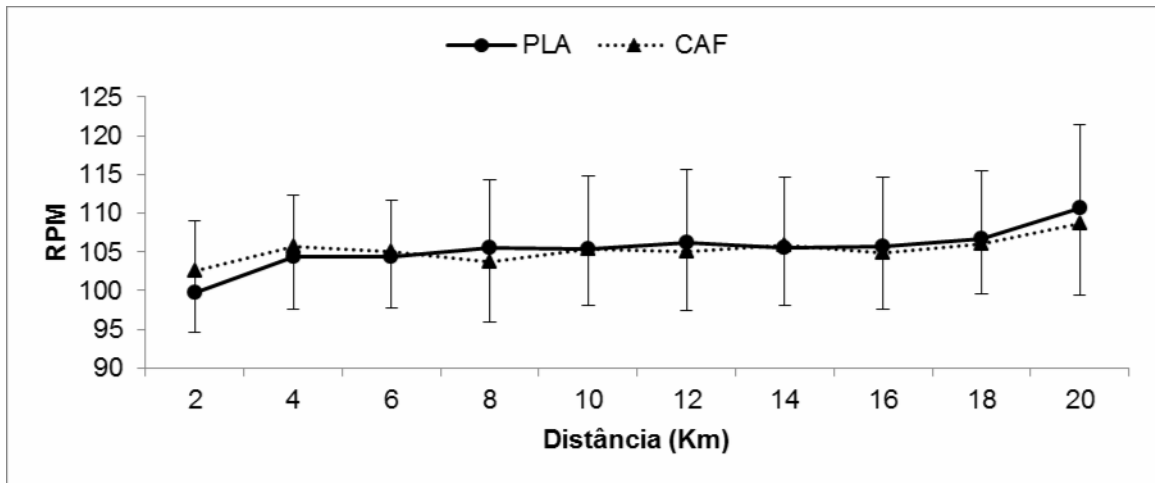
Efeito significativo do momento ( $P < 0,001$ ).

**Figura 6-** Respostas da velocidade em teste contra-relógio de 20 km, nas condições cafeína (CAF,  $n = 13$ ) e placebo (PLA,  $n = 13$ ). \* $P < 0,05$  vs. 20 km.



Efeito significativo do momento ( $P < 0,001$ ).

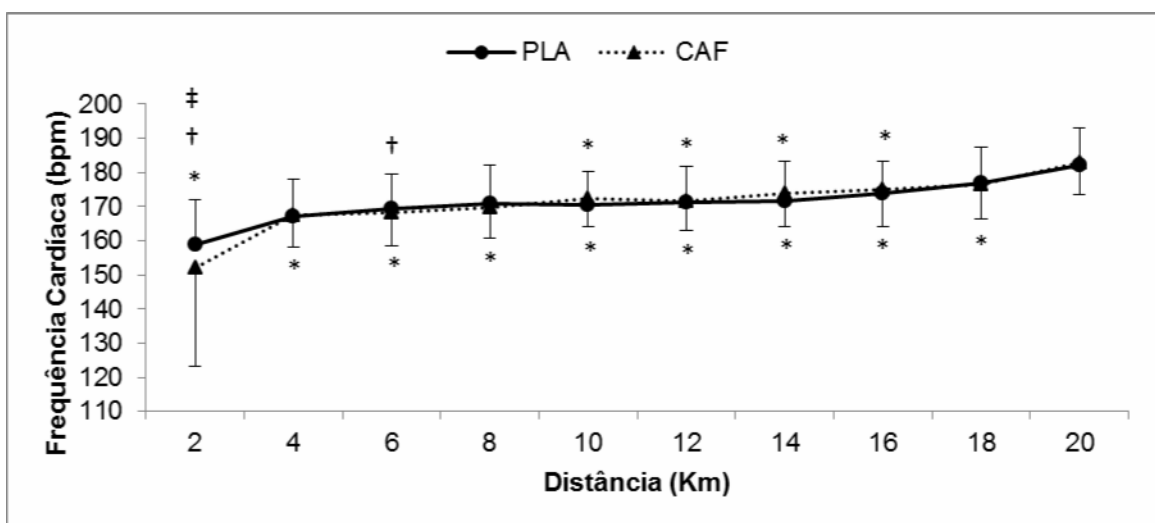
**Figura 7-** Respostas da cadência em teste contra-relógio de 20 km, nas condições cafeína (CAF, n = 13) e placebo (PLA, n = 13).



Nenhum efeito principal ou interação grupo vs. momento foi identificado ( $P > 0,05$ ).

O aumento significativo na FC, observado ao longo dos testes contra-relógio (Figura 8) nas condições CAF E PLA, resultou em efeito significativo do momento (distância) ( $P < 0,001$ ). Entretanto, as similaridades verificadas entre os grupos nas diferentes distâncias percorridas não permitiu a identificação de efeito significativo do grupo ou interação grupo vs. momento ( $P > 0,05$ ).

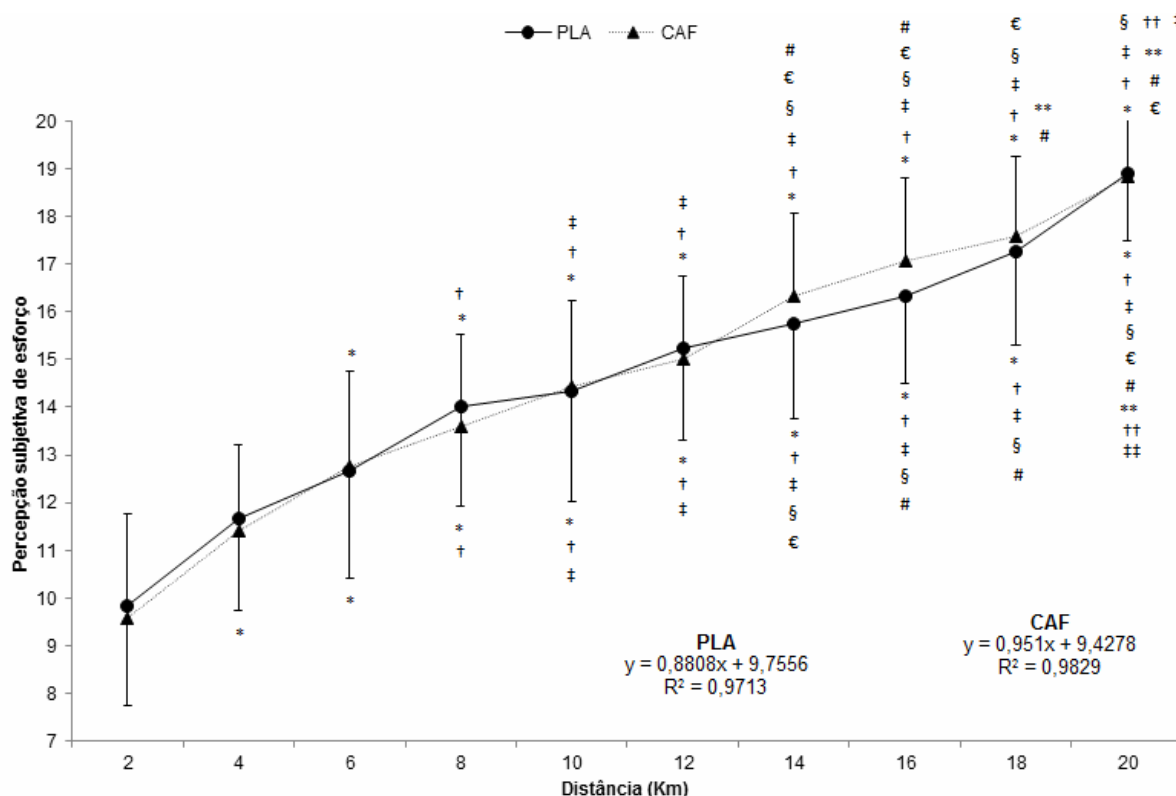
**Figura 8-** Respostas da FC durante teste contra-relógio de 20 km, nas condições cafeína (CAF, n = 13) e placebo (PLA, n = 13). \* $P < 0,05$  vs. 20 km; † $P < 0,05$  vs. 18 km; ‡ $P < 0,05$  vs. 16 km.



Efeito significativo do momento ( $P < 0,001$ ).

As respostas da PSE e a taxa de aumento da PSE (slope) durante os testes de 20 km, nas condições PLA e CAF, é ilustrado na Figura 9. Verificou-se um aumento progressivo na PSE com o avançar do teste em ambos os grupos, entretanto sem diferenciação estatisticamente significativa entre eles ( $P > 0,05$ ). Desse modo, somente um efeito significativo do tempo foi identificado ( $P < 0,001$ ). Nenhuma diferença estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ) foi detectada na taxa de aumento da PSE entre os grupos (PLA = 0,88 vs. CAF = 0,95).

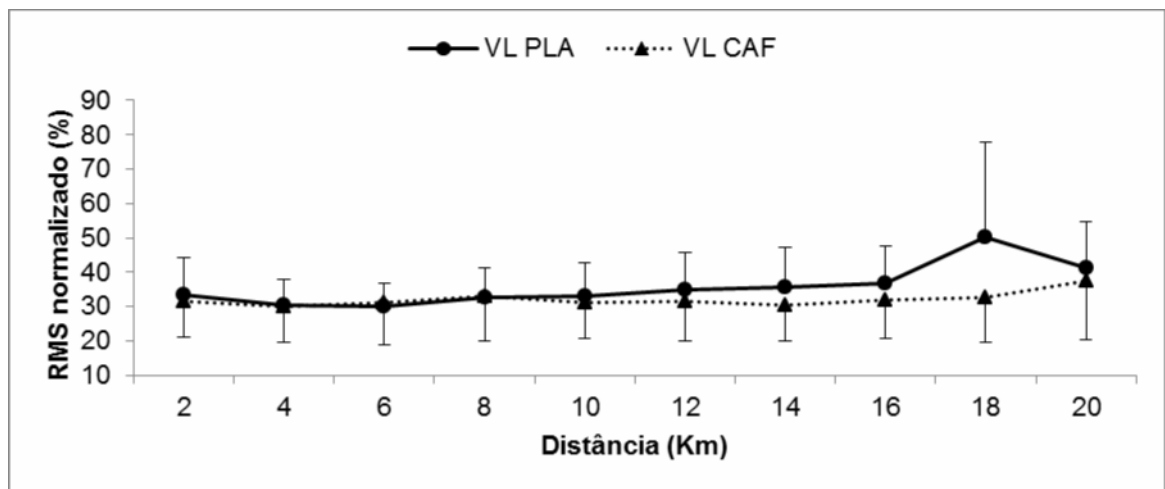
**Figura 9-** Respostas da PSE ao longo do teste de 20 km, nas condições cafeína (CAF,  $n = 13$ ) e placebo (PLA,  $n = 13$ ). \* $P < 0,05$  vs. 2 km; † $P < 0,05$  vs. 4 km; ‡ $P < 0,05$  vs. 6 km; § $P < 0,05$  vs. 8 km; € $P < 0,05$  vs. 10 km; # $P < 0,05$  vs. 12 km; \*\* $P < 0,05$  vs. 14 km; †† $P < 0,05$  vs. 16 km; ‡‡ $P < 0,05$  vs. 18 km.



Efeito significativo do tempo ( $P < 0,001$ ).

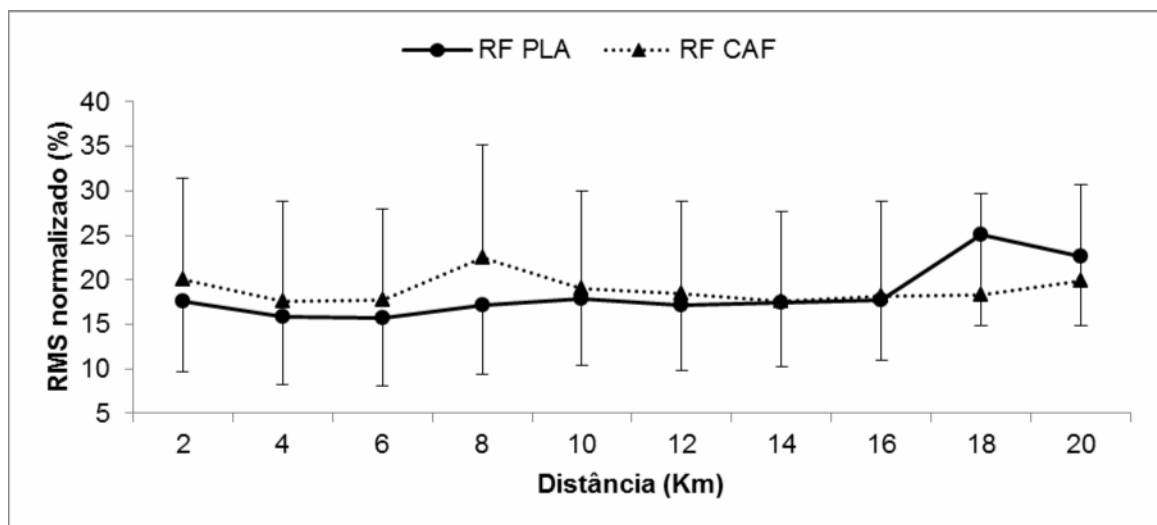
O padrão da atividade elétrica muscular durante os testes é apresentado nas Figuras 10, 11, 12 e 13. Nenhuma diferença foi encontrada entre as duas condições experimentais (PLA e CAF), ao longo do teste contra-relógio de 20 km nos músculos VL, RF, VM e QF. Assim, nenhum efeito significativo do grupo ou interação grupo vs. momento foi identificado ( $P > 0,05$ ).

**Figura 10-** Padrão de atividade EMG do músculo VL durante teste de 20 km, nas condições cafeína (CAF, n = 12) e placebo (PLA, n = 12).



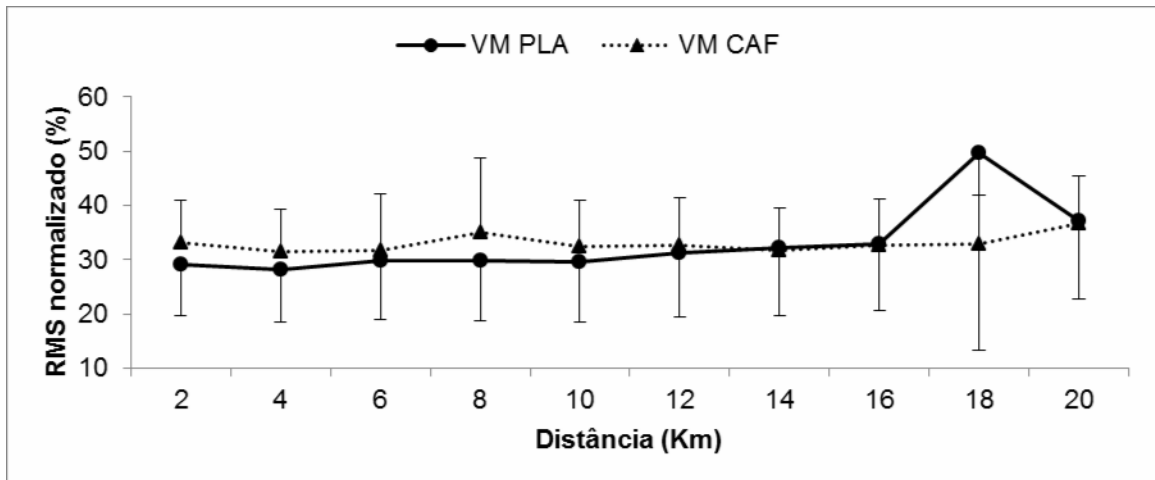
Nenhum efeito principal ou interação grupo vs. momento foi identificado ( $P > 0,05$ ).

**Figura 11-** Padrão de atividade EMG do músculo RF durante teste de 20 km, nas condições cafeína (CAF, n = 12) e placebo (PLA, n = 12).



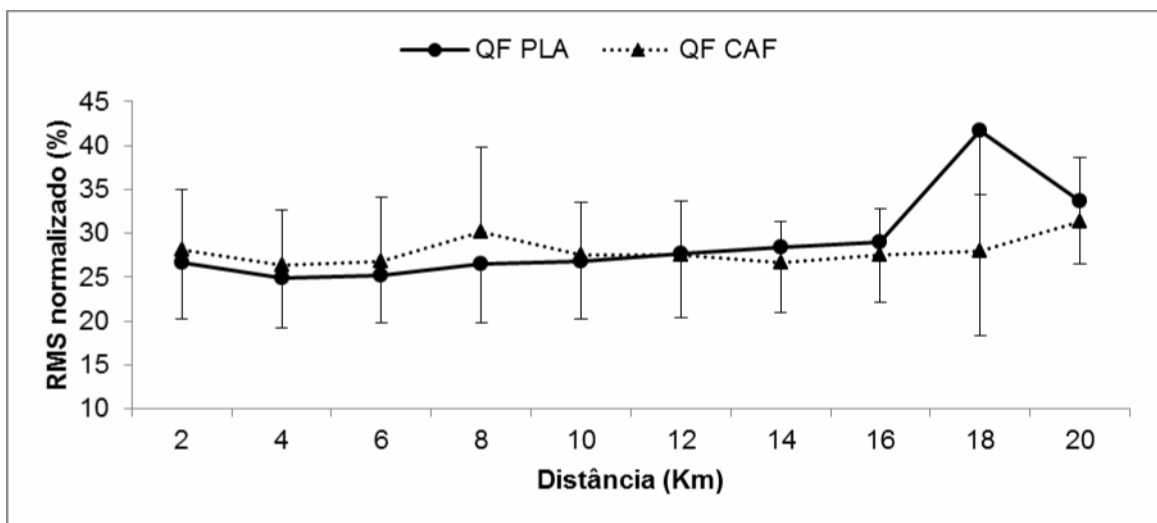
Nenhum efeito principal ou interação grupo vs. momento foi identificado ( $P > 0,05$ ).

**Figura 12-** Padrão de atividade EMG do músculo VM durante teste de 20 km, nas condições cafeína (CAF, n = 12) e placebo (PLA, n = 12).



Nenhum efeito principal ou interação grupo vs. momento foi identificado ( $P > 0,05$ ).

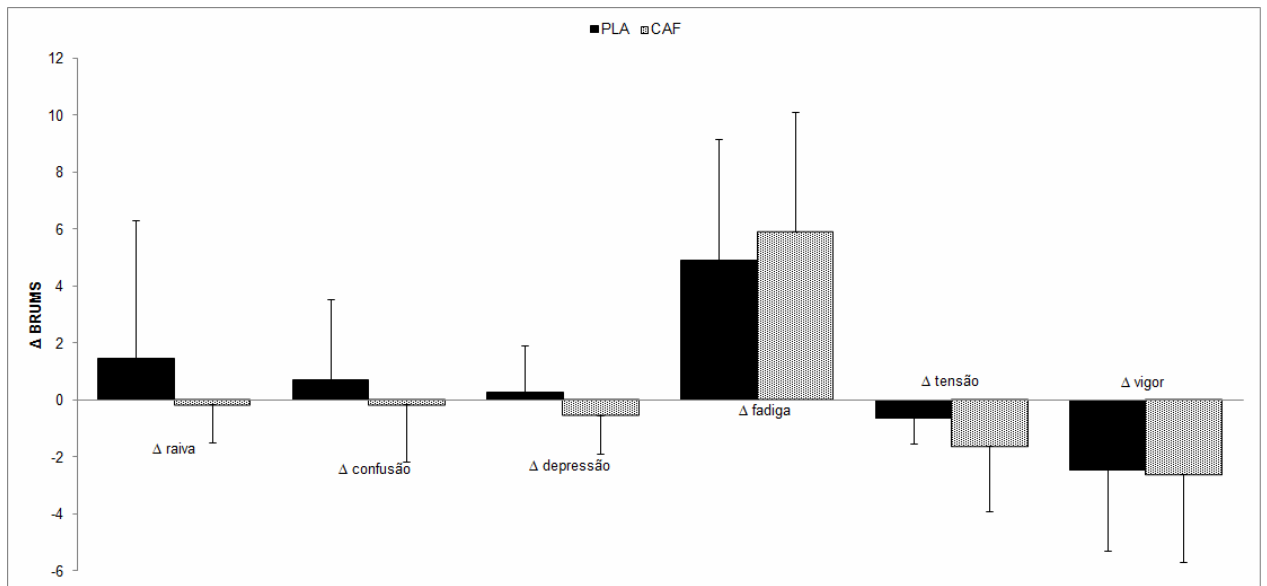
**Figura 13-** Padrão de atividade EMG do músculo QF durante teste de 20 km, nas condições cafeína (CAF, n = 12) e placebo (PLA, n = 12).



Nenhum efeito principal ou interação grupo vs. momento foi identificado ( $P > 0,05$ ).

A variação do estado de humor pré e pós-teste contra-relógio de 20 km é ilustrada na Figura 14. Nenhuma diferença estatisticamente significativa entre as duas condições experimentais (CAF e PLA) foi identificada ( $P > 0,05$ ).

**Figura 14-** Delta de variação de estado de humor (BRUMSpós - BRUMSpré) em seus diferentes domínios nos testes contra relógio de 20 km. (n = 13)



## 6 DISCUSSÃO

O principal resultado deste estudo é que a administração oral de 6 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal de CAF 60 min antes do esforço não melhorou o resultado de ciclistas em teste contra-relógio de 20 km. Além disso, nossos resultados indicaram que o uso de CAF não promoveu modificações no planejamento da estratégia de *pacinig* durante os testes e, também, não atenuou a PSE. Adicionalmente, a inferência qualitativa, analisada por meio da mínima mudança detectável, se mostrou inconclusiva.

Além de seu potencial efeito ergogênico sobre o desempenho físico, a cafeína por meio de sua ação direta sobre o sistema nervoso central é utilizada como uma valiosa ferramenta no estudo da fadiga central (Kalmar e Cafarelli, 2006). De forma contrária ao que se imaginava inicialmente, a ingestão de cafeína parece não ser capaz de acelerar o metabolismo das gorduras e dessa forma poupar glicogênio muscular durante o exercício, o que explicaria o aumento no desempenho em tarefas de endurance (GRAHAM, 2000; 2001). Atualmente, credita-se o potencial efeito da cafeína à sua afinidade aos receptores de adenosina (A<sub>1</sub> e A<sub>2a</sub>), de forma que a molécula de cafeína ao ligar-se com esses receptores (pré e pós sinápticos) inibe a ação da adenosina promovendo um aumento na liberação de neurotransmissores excitatórios e aumento na excitabilidade corticomotora (KALMAR; CAFARELLI, 2006; CERQUEIRA et al., 2006). Essa ação direta sobre o sistema nervoso central possibilita a utilização da cafeína em objetivos distintos: na tentativa de esclarecer mecanismos de fadiga ou ainda otimizar o desempenho esportivo (KALMAR; CAFARELLI, 2006).

Nossos resultados não foram consistentes em confirmar a hipótese desses estudos anteriores citados acima. De acordo com nossos dados, a cafeína não promoveu qualquer efeito positivo sobre o desempenho em contra-relógio de 20km, contrapondo as hipóteses iniciais. Esse efeito estimulante da cafeína sobre o sistema nervoso central poderia modificar os parâmetros de motivação para sustentar o desconforto causado pelo exercício, o que também não ocorreu em nosso estudo. Mesmo assim, um estudo revisão demonstrou que cafeína parece atenuar a PSE durante o exercício, ou seja, para uma mesma intensidade o indivíduo percebe menos a carga de exercício, essa magnitude parece ser próxima

de ~6 % durante exercício de carga constante, dessa forma aumentando o tempo até a exaustão (DOHERTY; SMITH, 2005). Porém, foram poucos os estudos que procuraram investigar o efeito da cafeína sobre a PSE em tarefas fechadas com característica de contra-relógio, onde o sujeito escolhe e planeja sua estratégia de *pacing* durante a prova. Por conta disso, torna-se difícil extrapolar essas informações para situações competitivas. Nossos resultados mostraram que a PSE não apresentou qualquer diferença entre as condições. Esperava-se que, se a cafeína realmente atuasse sobre a PSE isso seria refletido sobre o desempenho nos testes. Da mesma forma, a taxa de aumento da PSE, verificada por meio da inclinação da reta de regressão dos valores de PSE ao longo do teste, não apresentaram diferenças entre as condições (0,88 vs 0,95; PLA vs CAF).

Nossos achados demonstram que a cafeína não modificou os parâmetros de EMG, PSE, BRUMS, FC e desempenho (tempo) durante contra-relógio de 20 km. Da mesma forma, Hunter et al. (2002) não encontraram diferenças nas mesmas variáveis em contra-relógio de 100 km. Não observamos nenhuma influência da substância sobre as variáveis fisiológicas.

Foram poucos os estudos que procuraram investigar o efeito da cafeína sobre tarefas de média e longa duração (> 5 km) em testes de contra-relógio, e ainda fizeram uso de cafeína de forma isolada (não combinada com carboidrato). Dentre estes, Bruce et al. (2000) demonstraram que a ingestão de cafeína melhorou significativamente o desempenho de remadores durante 2000 m. Essa melhora foi observada especificamente nos primeiros 500 m, e os autores sugerem que a cafeína possa ter agido diretamente sobre centros cerebrais subconscientes responsáveis pelo planejamento da estratégia de *pacing* durante o exercício (BRUCE et al., 2000). Após um protocolo de 21 km de corrida, onde os sujeitos ingeriam cápsulas de cafeína ( $9 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) 60 min prévio ao início do exercício, Cohen et al. (1996) mostraram uma queda no desempenho de 0,7 %. Em protocolo de 20 km de corrida, após ingestão prévia de 60 min de cafeína em cápsula ( $6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), os indivíduos melhoraram o rendimento em 1,7 %, porém esse aumento não foi significativo (BERGLUND; HEMMINGSSON, 1982). Nota-se que muitas vezes o percentual de melhora ou alteração muitas vezes é menor ou muito próximo do coeficiente de variação dos testes contra-relógio (*time trial*; 3,35 %) e muito abaixo de tarefas até a exaustão (26,6 %). No presente estudo, em teste de

ciclismo, encontramos uma melhora de 0,46% (~10 s) no tempo, porém essa diferença não foi significativa.

Há um número grande de estudos que têm demonstrado a eficiência da cafeína como substância potencializadora do desempenho físico. Grande parte desses trabalhos propuseram em seus desenhos experimentais investigar os efeitos da cafeína sobre o tempo até a exaustão. Esse tipo de tarefa aberta (*open-loop*) é pouco reprodutível e não representa a situação real de atletas. Além disso, protocolos de tempo até a exaustão apresentam um coeficiente de variação alto de 26,6 %, comparado aos testes de contra-relógio que apresentam 3,35 % (JEUKENDRUP et al., 1996). Em tarefas abertas, a magnitude de melhora no desempenho com o uso da cafeína varia entre 20 a 50 %, enquanto em tarefas fechadas essa magnitude varia de 1,7 a 2,5 % (GANIO et al., 2009). Nesse sentido, grande parte dessa magnitude de melhora promovida pela ingestão da cafeína durante protocolos abertos poderia ser em parte explicada pelo alto coeficiente de variação nesse tipo de exercício. Isso dificulta a extrapolação dos resultados encontrados na literatura.

Protocolos fechados ou contra-relógio, além de mostrarem valores baixos de coeficiente de variação, são mais fidedignos e representativos da realidade das competições (JEUKENDRUP et al., 1996; LAURSEN et al., 2007).

Durante os protocolos abertos, normalmente os indivíduos devem manter uma taxa de trabalho fixa até a exaustão. Dessa forma, o fato de não haver final definido dificulta o planejamento de estratégias de *pacing* (Hunter, 2002). Quando o sujeito não necessariamente precisa se manter em uma intensidade fixa, isso permite criar estratégias durante a prova com objetivo de terminar em menor tempo possível. A reprodutibilidade da estratégia de *pacing* também tem sido demonstrada (JEUKENDRUP et al., 1996). Devido a grande maioria dos estudos que procuraram investigar a efetividade da cafeína possuir característica aberta, julgamos que investigar o efeito da substância em testes que realmente tenham proximidade com a condição real, em competições, onde o final é pré-determinado seja muito relevante. Isso fortalece a importância dos nossos resultados.

O planejamento da estratégia de *pacing* é mediado centralmente. Nesse sentido, por meio de sua ação direta sobre o sistema nervoso a cafeína poderia influenciar e modificar a estratégia de *pacing* durante as contra-relógio de 20 km. Esse tipo de resposta deveria ser observado por uma resposta diferente na

potência, velocidade e/ou rpm durante os testes. Porém, nossos resultados não mostraram qualquer influência da cafeína sobre o planejamento do pacing. Isso confirma os resultados de Hunter et al. (2002), onde o desempenho consistente entre as condições mostrou que a estratégia parece não sofrer influência da cafeína. As variáveis potência e velocidade, que representam o desempenho durante o teste, sofreram apenas efeito do tempo de teste. No final do teste, na distância 20 km, foram apontadas diferenças significativas quando comparadas ao restante do exercício, o que já havia sido demonstrado em estudo anterior onde a estratégia de pacing durante contra-relógio de 30 min variou minimamente apenas nos últimos 30 s de teste (CHAFFIN et al., 2008). Conhecer a estratégia de pacing e sua relação com as respostas fisiológicas pode auxiliar pesquisadores e cientistas do esporte na busca de otimizar o rendimento de atletas, melhorando seus programas de treino.

Durante todo o teste, a EMG não apresentou diferenças entre as condições e ao longo dos 20 km. A ativação muscular durante os testes foi ~25%, não sofrendo alterações significativas em nenhum momento. Isso sugere a ausência de fadiga periférica durante os testes. Da mesma forma, Hunter et al. (2002) também não identificou mudanças na EMG em nenhum momento ao longo dos 100 km. Com o passar do tempo em exercício a capacidade muscular diminui, com isso o sinal EMG deve aumentar para sustentar a mesma intensidade de exercício e/ou se manter na tarefa, aumentando assim a frequência de disparos. Nesse caso, o sinal EMG deve ser maior para uma mesma potência. Nossos dados confirmam a ausência de influência da cafeína sobre a estratégia de pacing. Porém, não podemos confirmar a ausência de fadiga periférica pois durante os testes a PSE foi gradativamente maior, ou seja, a intensidade de exercício não pode ser considerada constante. Essas hipóteses poderiam ser melhor discutidas com a utilização de outras técnicas relacionadas a avaliação da fadiga central e/ou periférica, dentre essas cabe destacar o nível de ativação voluntária máxima mensurada através da técnica de *twitch interpolation* (HALES; GANDEVIA, 1988). A ausência dessas medidas enfraquece nossas inferências sobre a fadiga durante os testes. Inicialmente essa medida estava prevista no projeto, porém a grande dificuldade em realizar a medida, principalmente por conta do desconforto (dor) proporcionado pela contração evocada, nos fez abrir mão dessa medida.

No presente estudo buscamos controlar as principais variáveis anteriormente pela citadas pela literatura com objetivo de gerar informações

confiáveis e reproduzíveis. Nesse sentido, alguns cuidados metodológicos foram tomados. Sabe-se que diversos fatores parecem influenciar no potencial ergogênico e na magnitude do efeito da cafeína. Dentre estes, a forma com que a substância é administrada (cápsula, bebida, goma), momento em que a substância é administrada (prévio e/ou durante o exercício), associada a alguma outra substância (carboidrato), situação de jejum, habituação, entre outros (GANIO, 2009). No presente estudo foi solicitado aos sujeitos que evitassem o consumo de alimentos que continham cafeína 48 horas prévias ao teste, buscando evitar uma possível influência do nível de habituação. Porém, cabe destacar entre as limitações do presente estudo a ausência de controle sobre o nível de habituação a cafeína e registro dos hábitos alimentares dos sujeitos. Mesmo assim, acreditamos na importância dos nossos resultados. Nesse sentido, foi demonstrado que após período de 2 e 4 dias de abstinência à cafeína, há uma tendência a potencialização dos efeitos da cafeína sobre protocolo até a exaustão quando comparado a 0 dias, mas não são diferentes entre si (VAN SOEREN; GRAHAM, 1998). Em modelo animal observou-se um aumento no número e afinidade dos receptores de adenosina após 7 dias de abstinência (*downregulation*) (KAPLAN, 1993). Possivelmente seria interessante estudos que procurassem demonstrar o efeito de um período prolongado (> 7 dias) sobre a possível melhora no desempenho em humanos. Na prática esportiva, pode-se sugerir aos atletas e treinadores, quando houver habituação à cafeína, fazer restrição ao consumo dessa substância por um período de aproximadamente 7 dias poderia prover ganhos e/ou potencializar o efeito da cafeína. Porém essa hipótese ainda não foi verificada.

A escala de BRUMS, tem a finalidade de permitir uma medida rápida do estado de humor. Contém 24 indicadores simples de humor que compõem as seis subescalas: raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor (ROHLFS, 2006). No presente estudo ela foi aplicada imediatamente antes e logo após os testes, com intuito de verificar as possíveis alterações promovidas pela administração da cafeína frente ao teste (Figura 14). Esperávamos que a cafeína pudesse modificar a variação do estado de humor, atenuando os sintomas de fadiga e/ou vigor, que poderiam justificar possíveis melhoras no desempenho. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as condições experimentais.

A efetividade da substância sobre protocolos de característica fechada é enfraquecida. Nesse sentido, estudos futuros deveriam investir em

delineamentos com objetivo de desvendar a efetividade ou não dessa substância em contra-relógio (*time trial*), esclarecendo sobre o possível efeito da cafeína em condições reais. Nossos resultados não encorajam a ingestão de cafeína em contra-relógio. Estudos envolvendo protocolos de menor duração, semelhantes às provas de ciclismo deveriam ser testadas para melhor entendimento do uso da cafeína em protocolos fechados. Os próximos estudos também deveriam procurar demonstrar se a abstinência da cafeína por períodos mais longos poderiam potencializar o desempenho em protocolos fechados. Além disso, sugerimos que os próximos estudos que tenham como objetivo estudar os mecanismos de fadiga envolvidos durante o exercício deveriam utilizar a medida de nível de ativação voluntária, como uma inferência de fadiga central.

## 7 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados sugerem que a ingestão de cafeína não melhora o desempenho e o padrão de ativação muscular durante um contra-relógio de 20 km. Também não foram demonstrados efeitos positivos sobre os parâmetros fisiológicos e percepção subjetiva de esforço durante o exercício. A ingestão de cafeína não modificou a variação no estado de humor dos sujeitos.

## REFERÊNCIAS

- ABBISS, C. R.; LAURSEN, P. B. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. **Sports Medicine**, v.35, n.10, p.865-98, 2005.
- ALTIMARI, L. R. **Efeito da ingestão de cafeína sobre o déficit máximo acumulado de oxigênio, sinal eletromiográfico dos músculos superficiais do quadríceps e desempenho físico de ciclistas**. 2008. 98f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008a.
- ALTIMARI, L. R. et al. A ingestão de cafeína aumenta o tempo para fadiga neuromuscular e o desempenho físico durante exercício supramáximo no ciclismo. **Brazilian Journal of Biomechanics**, v.2, n.3, p.195-203, 2008b.
- ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.42, p.17-27, 2006b.
- ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína e exercício físico aeróbio. **Nutrire**, v.31, p.79-96, 2006a.
- ALTIMARI, L. R. et al. Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. **Revista Paulista de Educação Física**, v.14, n.2, p.141-58. 2000.
- ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína: Ergogênico nutricional no esporte. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.9, n.3, p.57-64. 2001.
- AMANN, M. et al. Arterial oxygenation influences central motor output and exercise performance via effects on peripheral locomotor muscle fatigue in humans. **Journal of Physiology**, v.575, p.937-52, 2006.
- AMANN, M. et al. Commentaries on Viewpoint: Fatigue mechanisms determining exercise performance: Integrative physiology is systems physiology. **Journal of Applied Physiology**, v.104, n.5, p.1543-6, 2008a.
- AMANN, M. et al. Similar Sensitivity of Time to Exhaustion and Time-Trial Time to Changes in Endurance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.40, n.3, p.574-8, 2008b.
- AMANN, M.; CALBET, J. A. Convective oxygen transport and fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v.104, n.3, p.861-70, 2007.
- ASTORINO, T. A.; ROBERSON, D. W. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v.24, n.1, p.257-65, 2010.
- BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. **Muscles alive - Their functions revealed by electromyography**, Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.

BEEDIE, C. J. et al. Placebo Effects of Caffeine on Cycling Performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.38, p.2159-64, 2006.

BERGLUND, B.; HEMMINGSSON, P. Effects of caffeine ingestion on exercise performance at low and high altitudes in cross-country skiers. **International Journal of Sports Medicine**, v.3, n.4, p.234-6, 1982.

BONATO, P. et al. Time-frequency parameters of the surface myoelectric signal for assessing muscle fatigue during cyclic dynamic contractions. **IEEE transactions on bio-medical engineering**, v.48, n.7, p.745-53, 2001.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, p.377-81, 1982.

BRAGA, L. C.; ALVES, M. P. A cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.8, p.33-7, 2000.

BRUCE, C. R. et al. Enhancement of 2000-m rowing performance after caffeine ingestion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, n.11, p.1958-63, 2000.

BUCHHEIT, M. et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. **European Journal of Applied Physiology**, v.108, n.6, p.1153-67, 2010.

BURKE, L. Caffeine and sports performance. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v.33, p.1319-34, 2008.

CAMATA, T. V. et al. Association between the electromyographic fatigue threshold and ventilatory threshold. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, v.49, p.102-8, 2009.

CAMATA, T. V. et al. Fourier and Wavelet Spectral Analysis of EMG signals in Supramaximal Constant Load Dynamic Exercise. 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS. **Anais...** p.1364-7, 2010.

CERQUEIRA, V. et al. Does caffeine modify corticomotor excitability? **Neurophysiologie Clinique**, v.36, n.4, p. 219-26, 2006.

CHAFFIN, M. E. et al. Pacing pattern in a 30-minute maximal cycling test. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.6, p.2011-7, 2008.

CLARKSON, P.M. Nutritional ergogenic aids: caffeine. **International Journal of Sport Nutrition**, v.3, n.1, p.103-11. 1993.

COHEN, B. S. et al. Effects of caffeine ingestion on endurance racing in heat and humidity. **European Journal of Applied Physiology**, v.73, n.3-4, p.358-63, 1996.  
CROWE, M. J.; LEICHT, A. S.; SPINKS, W. L. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.16, n.5, p.528-44, 2006.

DANTAS, J. L. et al. Fourier and Wavelet Spectral Analysis of EMG signals in Isometric and Dynamic Maximal Effort Exercise. 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS. **Anais...** p.5979-82, 2010.

DANTAS, J. L. et al. Influência de diversos procedimentos de tratamento dos sinais eletromiográficos nos valores de RMS: necessidade ou mito? 33 Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. **Anais...** p.134, 2010.

DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v.13, p.135-63, 1997.

DELBEKE, F. T.; DEBACKERE, M. Caffeine: use and abuse in sports. **International Journal of Sports Medicine**, v.5, n.4, p.179-82. 1984.

DESPIRES, M. **An electromyographic study of competitive road cycling conditions simulated on a treadmill**. Baltimore: University Park Press, 1974.

DOHERTY, M.; SMITH, P. M. Effects of caffeine ingestion on exercise testing: a meta-analysis. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.14, n.6, p.626-46, 2004.

DOHERTY, M; SMITH, P. M. Effects of caffeine ingestion on rating perceived exertion during and after: a meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.15, n.2, p.69-78, 2005.

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. 2nd ed. São Paulo: Editora Manole, 2000.

FARIA, I E; CAVANAGH, P. R. **The physiology and biomechanics of cycling**. New York: John Wiley, 1978.

FOAD, A. J.; BEEDIE, C. J.; COLEMAN, D. A. Pharmacological and psychological effects of caffeine ingestion in 40-km cycling performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.40, n.1, p.158-65, 2008.

FREDHOLM, B. B. et al. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. **Pharmacological Reviews**, v.51, n.1, p.83-133, 1999.

GANDEVIA, S. C.; HERBERT, R. D.; LEEPER, J. B. Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue. **Physiological Reviews**, v.81, p.1725-89, 2001.

GANDEVIA, S. C.; TAYLOR, J. L. Supraspinal fatigue: the effects of caffeine on human muscle performance. **Journal of Applied Physiology**, v.100, p.1749-50, 2006.

GANIO, M. S. et al. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v.23, p.315-24, 2009.

GEORGE, A. J. Central nervous system stimulants. **Baillière's Best Practice & Research. Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.14, n.1, p.79-88. 2000.

GOLLNICK, P. D.; MATOBA, H. The muscle fiber composition of skeletal muscle as a predictor of athletic success. An overview. **The American Journal of Sports Medicine**, v.12, n.3, p.212-7, 1984.

GORDON, C.C. et al. Stature, recumbent length, weight. In: LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. (Ed.) **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988. p.3-8.

GRAHAM TE, HELGE JW, MACLEAN DA, KIENS B, RICHTER EA. Caffeine ingestion does not alter carbohydrate or fat metabolism in human skeletal muscle during exercise. **Journal of Physiology**, v.15, n.529, p.837-47, 2000.

GRAHAM, T.E. Caffeine and Exercise: Metabolism, Endurance and Performance. **Sports Medicine**, v.31, p.785-807, 2001.

GRAY, H. **Gray Anatomia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

GREGOR, R. J.; GREEN, D.; J.J. Garhammer. An electromyographic analysis of selected muscle activity in elite competitive cyclists. **Biomechanics VII**, p.537-41, 1982.

GREGOR, R. J.; RUGG, S. G. Effects of saddle height and pedaling cadence on power output and efficiency. In: R. E. Burke (Ed.); **Science of cycling**, 1986. Human Kinetics Publishers.

HALES, J.P.; GANDEVIA, S.C. Assessment of maximal voluntary contraction with twitch interpolation: an instrument to measure twitch responses. **Journal of Neuroscience Methods**, v.25, p.97-102, 1988.

HARGREAVES, M. Fatigue mechanisms determining exercise performance: integrative physiology is systems biology. **Journal of Applied Physiology**, v.104, n.5, p.1541-2, 2008.

HASSON, C. J. et al. Changes in muscle and joint coordination in learning to direct forces. **Human Movement Science**, v.27, n.4, p. 590-609, 2008.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendation for SEMG sensor and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.10, n.5, p.361-74, 2000.

HOPKINS, W.G.; MARSHALL, S. W.; BATTERHAM, A. M.; HANIN, J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.41, n.3, p. 3-13, 2009.

HOSTENS, I. Validation of the wavelet spectral estimation technique in Biceps Brachii and Brachioradialis fatigue assessment during prolonged low-level static and

dynamic contractions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.14, n.2, p.205-15, 2004.

HOUTZ, S. J.; FISCHER, F. J. An analysis of muscle action and joint excursion during exercise on a stationary bicycle. **The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume**, v.41-A, n.1, p.123-31, 1959.

HUNTER, A. M. et al. Caffeine ingestion does not alter performance during a 100-km cycling time-trial performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.12, n.4, p.438-52, 2002.

JEUKENDRUP, A et al. A new validated endurance performance test. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.28, n.2, p.266-70, 1996.

JORGE, M.; HULL, M. L. Analysis of EMG measurements during bicycle pedalling. **Journal of Biomechanics**, v.19, n.9, p.683-94, 1986.

KALMAR, J. M.; CAFARELLI, E. Caffeine: A valuable tool to study central fatigue in humans? **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.32, p.143-7, 2004.

KALMAR, J. M.; CAFARELLI, E. Effects of caffeine on neuromuscular function. **Journal of Applied Physiology**, v.87, p.801-8, 1999.

KAMEN, G.; GABRIEL, D. A. **Essentials of Electromyography**. Human Kinetics Publishers, 2009.

KAPLAN, G. B. et al. Caffeine treatment and withdrawal in mice: relationships between dosage, concentrations, locomotor activity and A1 adenosine receptor binding. **Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**, v.266, n.3, p.1563-72, 1993.

LAURSEN, P. B. et al. Reliability of time-to-exhaustion versus time-trial running tests in runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.39, p.1374-9, 2007.

LIEBER, R. L. **Skeletal muscle structure and function**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1992.

LORINO, A. J. et al. The effects of caffeine on athletic agility. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v.20, n.4, p.851-4, 2006.

MARCORA, S. M. Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? **European Journal of Applied Physiology**, v.104, n.5, p.929-31, 2008.

MARCORA, S. M. et al. Locomotor muscle fatigue increases cardiorespiratory responses and reduces performance during intense cycling exercise independently from metabolic stress. **American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.294, p.874–83, 2008.a

MERLETTI, R. Standards for reporting EMG data (ISEK/1999). **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.9, p.III-IV, 1999.

MERLETTI, R.; KNAFLITZ, M.; DELUCA, C. Electrically evoked myoelectric signals. **Critical Reviews in Biomedical Engineering**, v.19, n.4, p.293–340, 1992.

NOAKES, T. D. et al. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, n.2, p.120-5, 2005.

PAGALA, M.; TAYLOR, S. Imaging caffeine-induced Ca<sup>2+</sup> transients in individual fast-twitch and slow-twitch rat skeletal muscle fibers. **American Journal of Physiology**, v.274, p.623-32, 1998.

PALUSKA, S. A. Caffeine and exercise. **Current Sports Medicine Reports**, v.2, n.4, p.213-19. 2003.

PINTO, S.; TARNOPOLSKY, M. Neuromuscular effects of caffeine in males and females. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.22, n.1, p.S48, 1997.

RASMUSSEN, P. et al. Understanding central fatigue: where to go? **Experimental Physiology**, v.92, p.369-70, 2007.

ROGERS, C. C. Caffeine. **Sports Medicine**, v.13, n.1, p.38-40, 1985.

ROHLFS, I. C. P. M. et al. A Escala de Humor de Brunel (Brums): Instrumento para Detecção Precoce da Síndrome do Excesso de Treinamento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.14, p.176-181, 2008.

ROHLFS, I. C. P. M. **Validação do teste BRUMS para avaliação de humor em atletas e não atletas brasileiros**. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Centro de Educação Física e Desporto. Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

Rouffet, D. M.; Hautier, C. A. Emg normalization to study muscle activation in cycling. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v18, n.5, p.866-78, 2008

ROY, B. et al. Caffeine and neuromuscular fatigue in endurance athletes. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.19, n.1, p.S41, 1994.

SINCLAIR, C. J. D.; GEIGER, J. D. caffeine use in sports. a pharmacological review. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.40, n.1, p.71-9, 2000.

SO, R. C. H. et al. EMG wavelet analysis of quadriceps muscle during repeated knee extension movement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.41, n.4, p. 788-96, 2009.

SPARTO, P. J. et al. Wavelet Analysis of Electromyography For Back Muscle Fatigue Detection During Isokinetic Constant-Torque Exertions. **Spine**, v.24, n.17, p.1791-8, 1999.

SPRIET, L. L.; GIBALA, M. J. Nutritional strategies to influence adaptations to training. **Sports Sciences**, v.22, n.1, p.127-41. 2004.

SPRIET, L. S. Caffeine and performance. **International Journal of Sport Nutrition**, v.5, n.1, p.s84-99. 1995.

ST CLAIR GIBSON, A. et al. The Conscious Perception of the Sensation of Fatigue. **Sports Medicine**, v.33, p.167-76, 2003.

ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T. D. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, v.38, p.797-806, 2004.

STARON, R. S. et al. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. **The Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v.48, n.5, p.623-9, 2000.

STULEN, F. B.; DELUCA, C. J. Frequency parameters of the myoelectric signal as a measure of muscle conduction velocity. **IEEE Transactions on Bio-medical Engineering**, v.28, n.7, p.515-23, 1981.

SUZUKI, S.; WATANABE, S.; HOMMA, S. EMG activity and kinematics of human cycling movements at different constant velocities. **Brain Research**, v.240, n.2, p.245-58, 1982.

TARNOPOLSKY, L. Effect of caffeine on the neuromuscular system: potential as an ergogenic aid. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v.33, p.1284-9, 2008.

Van SOEREN, M. H.; GRAHAM, T. E. Effect of caffeine on metabolism, exercise endurance, and catecholamine responses after withdrawal. **Journal of Applied Physiology**, v.85, n.4, p.1493-501, 1998.

Van THUYNE, W.; DELBEKE, F. T. Distribution of caffeine levels in urine in different sports in relation to doping control before and after the removal of caffeine from the WADA doping list. **International Journal of Sports Medicine**, v.27, n.9, p.745-50. 2006.

Van THUYNE, W.; ROELS, K.; DELBEKE, F. T. Distribution of caffeine levels in urine in different sports in relation to doping control. **International Journal of Sports Medicine**, v.26, n.9, p.714-18, 2005.

VITOR-COSTA, M. et al. Fourier and Wavelet Spectral Analysis of EMG Signals in Maximal Constant Load Dynamic Exercise. 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS. **Anais...** p.4622-5, 2010.

VØLLESTAD, N. K. J. Measurement of human muscle fatigue. **Neuroscience Methods**, v.74, n.2, p.219-27, 1997.

VON TSCHARNER, V.; GOEPFERT, B. Estimation of the interplay between groups of fast and slow muscle fibers of the tibialis anterior and gastrocnemius muscle while running. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. v.16, n.2, p.188-97, 2006.

WADA. World Anti Doping Agency. The 2004 prohibited list international standard. Disponível em: <http://www.wada-ama.org/en/t1.asp>. Acesso em: 23 maio 2011.

WEIR, J. P. et al. Is fatigue all in your head? A critical review of the central governor model. **British Journal of Sports Medicine**, v.40, p.573-586, 2006.

**ANEXOS**

## ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU LEGAL RESPONSÁVEL

#### 1. Nome do participante:

.....  
 Documento de Identidade Nº :.....Sexo: ( ) M ( ) F Data de  
 Nascimento:...../...../.....  
 Endereço:.....Nº:.....Apto:.....Bairro:.....  
 CEP:..... Cidade:.....Telefone:.....E-  
 mail:.....

### II – DADOS SOBRE A PESQUISA

**1. Título do Protocolo de Pesquisa:** Efeitos da ingestão de cafeína sobre o desempenho físico de ciclistas em exercícios de circuito aberto (open-loop) e fechado (closed-loop) de longa e curta duração

**2. Pesquisador:** Dr. Leandro Ricardo Altimari

Função: Professor Adjunto do Departamento de Fundamentos da Educação Física do Centro de Educação Física e Esporte – UEL.

#### 3. Avaliação do Risco da Pesquisa:

Sem Risco (x)      Risco Mínimo ( )      Risco Médio ( )  
 Risco Baixo ( )      Risco Maior ( )

O estudo não oferece risco a saúde, uma vez que pesquisas que já utilizaram cafeína não relatam qualquer tipo de desconforto após uso da substância na concentração que será utilizada neste estudo ( $6 \text{ mg.kg}^{-1}$  de peso corporal).

**1. Duração da Pesquisa:** O experimento será conduzido em 1 (uma) fase, sendo realizada somente coleta de dados.

### III – REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

**1. Justificativa e objetivo:** Nos últimos anos, a cafeína (CAF) tem sido muito utilizada antes da realização de exercícios físicos de curta e longa duração com propósito de diminuir a sensação de cansaço, melhorando o desempenho físico. Entretanto não sabemos ainda os reais efeitos da ingestão de cafeína sobre o desempenho físico em exercícios realizados até a exaustão (quando não se consegue continuar fazendo exercício) e em exercícios de percurso onde os sujeitos têm que fazer o percurso no menor tempo possível.

Assim, o objetivo do presente estudo será investigar os efeitos da ingestão de cafeína sobre o desempenho físico e os possíveis fatores que controlam a sensação de cansaço em exercícios de curta e longa duração realizados até a exaustão e em exercícios de percurso em ciclistas.

**2. Procedimentos que serão adotados durante a pesquisa:** Os sujeitos envolvidos no experimento serão submetidos a diferentes situações experimentais: 1) Determinação da aptidão cardiorespiratória; 2) Testes de tempo, em que terão de pedalar em prova simulada com distância equivalente a 1 e 40 km, no menor tempo possível, em três condições, com três dias de intervalo entre as mesmas: ingestão de cafeína (CAF), placebo (PLA) e controle (C). Todos os sujeitos passarão pelas três situações. A CAF será ingerida 60 minutos antes dos testes. Será oferecida cafeína pura ( $6 \text{ mg.kg}^{-1}$  de peso corporal) e PLA (maltodextrina) preparados e embalados em cápsulas gelatinosas; 3) Teste de exaustão, onde serão instruídos a pedalar até a exaustão voluntária durante prova simulada com distância equivalente a 1 e 40 km. Assim como no teste de tempo, os sujeitos irão executar o teste em três condições: ingestão de CAF, PL e C. Os procedimentos para a ingestão de cafeína dos sujeitos serão idênticos aos já descritos no protocolo anterior. Os sujeitos realizarão medidas de peso, estatura, avaliação do estado nutricional para verificar o quanto consomem de cafeína. Antes, durante e/ou após os testes de exaustão e tempo de 1 e 40 km serão analisadas as seguintes variáveis: recrutamento e fadiga dos músculos da perna, função pulmonar, sensação de cansaço, estado de humor, lactato no sangue e batimento cardíaco.

### V – ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA

**1. Benefícios esperados da pesquisa:** Esperamos que os resultados deste estudo possam dar condições de entender melhor os fatores que levam ao cansaço e melhoram o desempenho físico em exercícios realizados até a exaustão e em exercícios de percurso. Este aspecto se torna importante para o esporte e seus praticantes, uma vez que muitos atletas de ciclismo fazem uso indiscriminado desta substância por não terem informações da verdadeira efetividade da cafeína sobre o desempenho durante as competições. Se confirmada a efetividade da

caféina na melhora do desempenho físico, os indivíduos envolvidos no experimento serão orientados por uma nutricionista para utilizar o produto caso tenham intenção de utilizá-lo durante os treinamentos e/ou competições após o término do experimento.

**2. Exposição dos resultados e preservação da privacidade dos voluntários:** Os resultados obtidos nesse estudo serão submetidos a publicação, independente dos resultados encontrados, contudo sem que haja a identificação dos indivíduos que prestaram sua contribuição como sujeitos da amostra que serão mantidos em sigilo respeitando a privacidade conforme normas éticas.

**3. Despesas decorrentes da participação no projeto de pesquisa:** Os voluntários estarão isentos de qualquer despesa ou ressarcimento decorrente desse projeto de pesquisa, uma vez que o financiamento deste é oriundo de fomento externo.

**4. Liberdade de consentimento:** A permissão para participar desse projeto é voluntária. Portanto, os sujeitos estarão livres para negar esse consentimento ou parar de participar em qualquer momento desse estudo, se desejar, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.

**5. Questionamentos:** Os sujeitos envolvidos no experimento terão acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa. Quaisquer perguntas sobre os procedimentos experimentais utilizados nesse projeto são encorajadas. Se houver qualquer dúvida ou questionamento, por favor, nos solicite informações adicionais.

---

#### VI – PARA CONTATO

Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari  
Centro de Educação Física e Esporte, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, km 380,  
Campus Universitário – 86051-990 – Londrina, PR – Brasil. Email: [altimari@uel.br](mailto:altimari@uel.br)  
Telefone: 3371-4238 ou 9116-4602

---

#### VII – CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

Londrina, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.

\_\_\_\_\_

## ANEXO 2 - CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS**  
 Universidade Estadual de Londrina/ Hospital Universitário Regional Norte do Paraná  
 Registro CONEP 268

<b>Parecer PF N° 226/09</b> <b>CAAE N° 0169.0.268.000-09</b> <b>FOLHA DE ROSTO N° 292737</b>	Londrina, 11 de março de 2010.
<b>PESQUISADOR: LEANDRO RICARDO ALTIMARI</b> <b>CEFE/DEPTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA</b>	
<p>Prezado Senhor:</p> <p>O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina/ Hospital Universitário Regional Norte do Paraná" (Registro CONEP 268) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:</p> <p align="center"><b>“EFEITOS DA INGESTÃO DE CAFEÍNA SPBRE O DESEMPENHO FÍSICO DE CICLISTAS EM EXERCÍCIOS DE CIRCUITO ABERTO (OPEN-LOOP) E FECHADO (CLOSED-LOOP) DE LONGA E CURTA DURAÇÃO”</b></p>	
<p>Situação do Projeto: <b>APROVADO</b></p> <p>Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá apresentar ao CEP/UEL relatório final da pesquisa.</p>	
<p align="center">Atenciosamente,</p> <p align="center">   <b>Prof. Dra. Ester M.O. Dalla Costa</b>          Coordenadora          Comitê de Ética em Pesquisa-CEP/UEL       </p>	