



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

THIAGO VIANA CAMATA

**EFEITOS DA INGESTÃO DE CAFEÍNA SOBRE O
DESEMPENHO FÍSICO DE CICLISTAS EM PROVA
CONTRA-RELÓGIO DE 1 KM**

Londrina
2011

THIAGO VIANA CAMATA

**EFEITOS DA INGESTÃO DE CAFEÍNA SOBRE O
DESEMPENHO FÍSICO DE CICLISTAS EM PROVA
CONTRA-RELÓGIO DE 1 KM**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado Associado em Educação Física
UEM-UEL, requisito parcial para obtenção
de título de Mestre em Educação Física.

Orientador:
Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari

Londrina
2011

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

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

C173e Camata, Thiago Viana.

Efeitos da ingestão de cafeína sobre o desempenho físico da ciclistas em
prova contra-relógio de 1 Km / Thiago Viana Camata. – Londrina, 2011.
55 f. : il.

Orientador : Leandro Ricardo Altimari.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de
Maringá ; Universidade Estadual de Londrina ; Programa de Pós-Graduação
Associado em Educação Física, 2011.

Inclui bibliografia.

1. Cafeína – Efeito fisiológico – Teses. 2. Ciclistas – Teses. 3. Educação
física – Teses. I. Altimari, Leandro Ricardo. II. Universidade Estadual de
Maringá. III. Universidade Estadual de Londrina. IV. Título.

CDU 796.6:633.73

THIAGO VIANA CAMATA

**EFEITOS DA INGESTÃO DE CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO
FÍSICO DE CICLISTAS EM PROVA CONTRA-RELÓGIO DE 1 KM**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado Associado em Educação Física
UEM-UEL, requisito parcial para obtenção
de título de Mestre em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari
Orientador
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Pós-Doutor Edilson Serpeloni Cyrino
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Pós-Doutor Rubens Alexandre da Silva
Júnior
Universidade Norte do Paraná

Londrina, 2 de Agosto de 2011.

Para Guídan

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. **Leandro Ricardo Altimari**, por ter me apresentado à pesquisa ainda na graduação, ter me acolhido como seu aluno quando decidi pela vida acadêmica e por seu apoio nos novos rumos acadêmicos que decidi tomar.

À profa. Dr^a. **Jeane Barcelos Soriano**, pelo incansável apoio e incentivo em sempre buscar mais, pelas longas conversas que muito me ajudaram a (re)encontrar meu caminho na longa jornada acadêmica que iniciei, e principalmente pela inspiração que me faz querer ser sempre um pesquisador e professor melhor.

À equipe do Grupo de Estudos e Pesquisa em Sistema Neuromuscular e Exercício (GEPESINE), em especial meus grandes amigos **Henrique Bortolotti, Marcelo Vitor da Costa, Ricardo Oliveira, Rafael Evangelista Pedro, Lucas Adriano Pereira e José Luiz Dantas**. Sem o apoio, a ajuda e a compreensão de vocês, esse trabalho não seria possível.

Ao Grupo de Pesquisa e Estudo em Metabolismo, Nutrição e Exercício, que gentilmente cedeu as instalações de seu laboratório para a realização dos testes deste trabalho.

Ao prof. Dr. **Taufik Abrão** e o estudante **José Carlos Marinello**, pela ajuda na construção das rotinas para análise do sinal EMG.

À **Priscilla Maia da Silva**, por estar sempre no meu pé para que eu não perdesse os prazos, por nunca esquecer de perguntar se estava tudo bem, pelas pedaladas e cafés “filosóficos” e pela amizade, embora nova, já duradoura.

Ao meu pai **Ederson Camata** e minha mãe **Nilda Viana Camata**, pelo amor e apoio sempre presentes.

À **Guílian Maria Correa Paulossi Camata**, minha esposa, companheira de muitas batalhas e o grande amor da minha vida. Sem você ao meu lado, nada disso seria possível.

Aos atletas que participaram deste estudo, doando seu tempo e esforço voluntariamente.

CAMATA, Thiago Viana. **Efeitos das Ingestão de cafeína sobre o desempenho físico de ciclistas em prova contra-relógio de 1 km.** 2011. 55 f. Dissertação (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 curta duração. Dez ciclistas (participavam de competições nacionais, estaduais e regionais) do sexo masculino (27 ± 8 anos, $71 \pm 10,3$ kg, $173 \pm 6,5$ cm, 345 ± 92 km.sem⁻¹) completaram inicialmente um teste incremental máximo para a familiarização em ciclossimulador. Posteriormente, os sujeitos foram divididos aleatoriamente para receberem cafeína ou placebo, em delineamento duplo cego, antes da execução de teste de 1 km contra-relógio. A ingestão de cafeína ou placebo (6 mg.kg⁻¹) 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 testes no menor tempo possível. Durante os testes foram medidas continuamente a distância, velocidade, potência, rpm, percepção subjetiva de esforço (PSE), eletromiografia dos músculos do quadríceps (EMG) e frequência cardíaca (FC). Ainda, foi aplicado o questionário *Brunel Mood Scale* (BRUMS), imediatamente antes e após os testes de contra-relógio, para avaliar a alteração psicológica-motivacional. Durante o teste 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 ao tempo de teste, a potência ($P = 0,001$) e 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. O tempo para completar os dois testes foi semelhante nas diferentes condições experimentais (PLA = $84,8 \pm 6$ s vs. CAF = $84,2 \pm 5,6$ s, $P = 0,61$). Os resultados sugerem que a cafeína não melhora o desempenho em contra-relógio de 1 km (*closed-loop*).

Palavras-chave: Recursos ergogênicos. Fadiga. Desempenho esportivo. Time trial. Exercício de alta intensidade.

CAMATA, Thiago Viana. **Effects of caffeine on cycling performance in a 1-km cycling time-trial**. 2011. 55 p. Dissertation (Master in Physical Education) – 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. Ten male cyclists (27 ± 8 years, 71 ± 10.3 kg, 173.4 cm ± 6.5 , 345 ± 92 km.week⁻¹, participating in national, state and regional competitions) first completed a maximal incremental test for familiarization with the cyclosimulator. Subsequently, the participants were randomly assigned to receive caffeine or placebo in a randomized, double-blind fashion before the 1-km time trial test. The intake of caffeine or placebo (6 mg.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 *Brunel Mood Scale* (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 = 84.8 ± 6 s vs. CAF = 84.2 ± 5.6 s, $P = 0.61$). The results suggest that caffeine does not improve performance in a 1-km time-trial.

Key words: Ergogenic aids. Fatigue. Sports performance. Time-trial. High-intensity exercise.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Possíveis mecanismos de ação da CAF em exercícios de alta intensidade e curta duração.....	17
Figura 2 - Delineamento Experimental	23
Figura 3 - Ciclossimulador modelo Velotron DYNAFIT™ (Racer Mate®, USA).....	24
Figura 4 - Eletromiógrafo de 8 canais TeleMyo 2400 TG2.....	27
Figura 5 - Eletrodos bipolares com distância inter-eletrodos (centro a centro) de dois centímetros.....	28
Figura 6 - Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Reto Femoral.....	28
Figura 7 - Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Vasto Medial.....	29
Figura 8 - Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Vasto Lateral.....	29
Figura 9 - Valores de potência (W) a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10).....	35
Figura 10 - Valores de cadência (rpm) a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10).....	35
Figura 11 - Valores de velocidade (Km/h) a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10).....	36
Figura 12 - Valores da atividade EMG (RMS normalizado) dos músculos QF integrados (B), e descrição da dinâmica da atividade EMG dos músculos VL, VM e RF (A), a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10).....	36
Figura 13 - Valores da frequência mediana (Fmed normalizada) dos músculos QF integrados (B), e descrição da dinâmica da frequência mediana dos músculos VL, VM e RF (A), a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10).....	37
Figura 14 - Valores da percepção subjetiva de esforço (u.a) nos 200, 600 e 900 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10).....	38
Figura 15 - Valores da variação do estado de humor analisada a partir da sensação de raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor entre início e o final do contra-relógio de 1 km, nas condições CAF e PL. (n=10).....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de estudos com suplementação de cafeína envolvendo Time-Trial de curta duração e protocolos de ciclismo.....	16
Tabela 2 - Valores médios das características antropométricas dos ciclistas.....	33
Tabela 3 - Valores médios dos parâmetros máximos e limiares fisiológicos dos ciclistas. (n=10).....	33
Tabela 4 - Valores médios do tempo no contra relógio de 1 km (TCR) e inferência prática em relação à diferença (%).	34
Tabela 5 - Valores médios dos parâmetros de desempenho máximo no contra-relógio de 1-Km nas condições cafeína (CAF) e placebo (PL) (n=10).	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO DA LITERATURA	13
3.1 CAFEÍNA	13
3.2 CAFEÍNA E DESEMPENHO FÍSICO	14
3.3 POSSÍVEIS MECANISMOS DE AÇÃO DA CAFEÍNA SOBRE O METABOLISMO ANAERÓBIO	17
3.4 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	18
3.5 ESTADO DE HUMOR	19
3.6 ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE	20
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
4.1 SUJEITOS	22
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
4.3 ANTROPOMETRIA	24
4.4 TESTES EXPERIMENTAIS	24
4.4.1 TESTE INCREMENTAL MÁXIMO ($T_{I_{MAX}}$)	25
4.4.2 TESTE CONTRA-RELÓGIO DE 1 KM	26
4.4.3 TESTE PARA NORMALIZAÇÃO DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO	26
4.5 INGESTÃO DE CAFEÍNA	26
4.6 ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE (EMG)	27
4.7 ANÁLISE E PROCESSAMENTO DO SINAL EMG	30
4.8 MENSURAÇÃO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE)	30
4.9 MENSURAÇÃO DO ESTADO DE HUMOR	31
4.10 MONITORAMENTO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC)	31
4.11 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	31
5 RESULTADOS	33
6 DISCUSSÃO	39
7 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44
ANEXOS	52
ANEXO A	53
ANEXO B	54
ANEXO C	55

1 INTRODUÇÃO

Entre as diversas estratégias usadas para maximizar o desempenho em atividades esportivas se destaca o uso de recursos ergogênicos. Segundo Kreider et al. (1), são considerados recursos ergogênicos qualquer tipo técnica de treinamento, dispositivo mecânico, prática nutricional, método farmacológico ou psicológico que possa melhorar a capacidade de exercício e/ou melhorar as adaptações ao treinamento.

A cafeína (CAF) tem sido apontada como um recurso ergogênico capaz de melhorar a performance nos mais variados tipos de exercício (2,3). Diversas hipóteses têm sido estabelecidas na tentativa de explicar o efeito ergogênico da CAF durante o exercício. Entretanto, a hipótese mais aceita atualmente, particularmente em exercício anaeróbio, está relacionada ao seu papel antagonista aos receptores de adenosina, uma substância similar à CAF em estrutura, o que permitiria sua ação de forma direta no sistema nervoso central (SNC) (4). Ao se ligar aos receptores de adenosina no SNC, a CAF impede que a adenosina exerça seu efeito inibidor na liberação de neurotransmissores dopaminérgicos e da taxa de disparos neurais, potencializando os mesmos (4). Outros estudos que investigaram o efeito da ingestão de CAF sobre o desempenho anaeróbio em exercício com tempo de duração entre 2 e 5 min também constataram melhora estatisticamente significativa do desempenho (5-8).

O ciclismo está entre os protocolos de exercício mais usados em estudos envolvendo ingestão de cafeína e desempenho anaeróbio, em parte devido à facilidade de padronização dos movimentos. Os protocolos de exercício mais comumente incluem esforços físicos até a exaustão voluntária (open-loop) dos envolvidos (9), situação essa raramente encontrada na prática, uma vez que a maioria das competições de ciclismo tem características de time-trial, com duração ou distância bem definidos, como é o caso da prova de contra-relógio de 1 km, onde o ciclista busca realizar um percurso de 1 km no menor tempo possível.

Considerando as informações descritas acima, verifica-se a necessidade de estudos com protocolos de exercício que busquem se aproximar da realidade esportiva das competições. Desse modo, com o uso de ciclossimuladores capazes de recriar em laboratório muitas das características de corridas reais (10), a utilização de protocolos que tenham maior validade ecológica para provas de

ciclismo, como protocolos closed-loop (time-trial), podem levar a um melhor entendimento dos efeitos ergogênicos da cafeína em exercícios de alta intensidade e curta duração, em prova simulada de competição.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

O propósito do presente estudo foi investigar o efeito da ingestão de cafeína (6 mg.kg^{-1}) sobre o desempenho físico de ciclistas em teste contra-relógio de 1 km.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do presente estudo foram:

- Analisar a influência da ingestão de cafeína sobre o sinal eletromiográfico (*RMS* - *root mean square* e *Fmed* - frequência mediana) dos músculos superficiais do quadríceps, vasto lateral (VL), vasto medial (VM) e reto femoral (RF);
- Verificar se a ingestão de cafeína influencia a percepção subjetiva de esforço (PSE);
- Analisar o efeito da ingestão de cafeína sobre a variação do estado de humor.

3 REVISÃO DA LITERATURA

O propósito desta revisão é discutir os principais aspectos relacionados ao tema deste estudo. Dessa forma, serão abordados a seguir: descrição sobre o ciclismo e a prova contra-relógio de 1 Km, cafeína (CAF) e sua ação ergogênica no exercício, percepção subjetiva de esforço (PSE), variação do estado de humor medida pela escala de *BRUMS*, bem como investigações envolvendo eletromiografia de superfície (EMG).

3.1 CAFEÍNA

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina), é uma das drogas mais popularmente consumidas em todo o mundo. Pode ser encontrada naturalmente em mais de 60 espécies diferentes de plantas, e nos mais variados tipos de alimentos e bebidas, como chocolates, chás, refrigerantes, bebidas energéticas e medicamentos (2,11).

O uso indiscriminado de CAF por parte de atletas com objetivo de melhorar o desempenho atlético, no início da década de 1980, fez com que esta substância fosse incluída na lista de substâncias proibidas pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), que estipulou valor limite de 15 µg/mL de CAF na urina (12). Este limite foi proposto após analisadas amostras de urina provenientes de um grupo de 775 ciclistas submetidos ao controle da dopagem durante a temporada de 1982 e de outro grupo constituído de 85 consumidores de café, cuja CAF urinária foi determinada por período de 60 horas, buscando estabelecer níveis de CAF considerados excessivos (13). O uso de CAF somente tornou-se evidente 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 (14).

Até final do ano de 2003, a CAF aparecia na lista de substâncias proibidas pela Agência Mundial Anti-Doping (WADA), na classe de estimulantes. Assim, a CAF passou a integrar a lista de substâncias que estão sendo monitoradas desde 2004 (15). Ressalta-se que após a sua retirada da lista de substâncias proibidas não foi observado aumento significativo no consumo da mesma no meio esportivo (16,17). Em 2010, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária

regulamentou o uso de cafeína como suplemento para atletas, na categoria de “Alimentos para atletas”.

3.2 CAFEÍNA E DESEMPENHO FÍSICO

Nos últimos anos, a CAF tem sido utilizada como substância ergogênica na realização de exercícios físicos com características aeróbias (moderados de média e longa duração) e anaeróbias (alta intensidade e curta duração), com o intuito de amenizar o processo de instalação de fadiga e, conseqüentemente, melhorar o desempenho físico. Os achados de diferentes estudos têm apontado a CAF como possível agente ergogênico em exercícios de diferentes naturezas (18-20).

Em exercícios físicos aeróbios, os resultados dos estudos publicados ao longo das duas últimas décadas sugerem que o uso da cafeína promove melhora significativa 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 melhor desempenho físico (3,21-24).

Com relação aos exercícios físicos anaeróbios, caracterizados por esforços de alta intensidade e curta duração, poucos estudos têm procurado investigar os efeitos ergogênicos da CAF sobre o desempenho físico. Estudos de revisão recentes sobre o tema apontam aumento da força muscular acompanhado de maior resistência à fadiga muscular após a ingestão de CAF (8). Ainda não está totalmente esclarecido qual o mecanismo de ação responsável pelo aumento da força muscular, todavia, acredita-se que isso ocorra em maior intensidade muito mais pela ação direta da CAF no SNC do que pela sua ação em nível periférico (25,26).

Quanto aos exercícios máximos e supramáximos de curta duração, os resultados têm se mostrado controversos. Embora a maioria dos estudos dessa natureza indique que a ingestão de CAF melhora significativamente o desempenho físico em exercícios máximos e supramáximos de curta duração (2-5 min.) (3,8,18,25,27), o mesmo não se pode dizer com relação a tais exercícios quando precedidos por exercícios submáximos prolongados (8), bem como quando o tempo de duração desses são inferiores a 60 s, ou ainda quando os esforços são intermitentes (28,29), quando o desempenho atlético parece não sofrer qualquer

alteração. Desse modo, é evidente a necessidade de maior esclarecimento quanto aos mecanismos de ação da CAF sobre o metabolismo anaeróbio. Ressalta-se que, o ciclismo está entre os tipos de exercício mais utilizados em estudos que se propuseram a investigar o efeito da ingestão de cafeína sobre o desempenho anaeróbio, sobretudo em virtude da facilidade de padronização dos movimentos. Além disso, os protocolos de exercício mais utilizados nesses estudos incluem esforços até a exaustão voluntária, situação essa bastante distinta da encontrada na prática competitiva (9). Assim, poucos são os estudos que utilizaram protocolos de exercício próximos da realidade competitiva, que permitem uma validade ecológica, como protocolos de exercício fechado do tipo *time-trial*. Na tabela 1 são apresentados os estudos que foram publicados desde o ano 2000 e que utilizaram protocolos do tipo *Time-Trial* de curta duração.

Tabela 1- Relação de estudos com suplementação de cafeína envolvendo Time-Trial de curta duração e protocolos de ciclismo.

Referência	n	Amostra	Modo de administração	Dose	Protocolo	Efeito Ergogênico
Bell et al (6)	24 M	Fisicamente ativos	Cápsulas	5 mg.kg ⁻¹	1 Teste de Wingate	Não
Beck et al (33)	37 M	Experiência treinamento com pesos	Tablete	2-3 mg.kg ⁻¹	2 testes de Wingate	Não
Crowe et al (28)	12 M 5 F	Fisicamente ativos	Dissolvida em 400 ml de Diet Coke	6 mg.kg ⁻¹	2 Testes máx. De 60s all-out	Não
Forbes et al (34)	11 M 4 F	Fisicamente ativos	Red Bull	2 mg.kg ⁻¹	3 Testes de Wingate	Não
Greer et al (35)	9 M	Fisicamente ativos	Pílulas	6 mg.kg ⁻¹	4 testes de Wingate	Não
Greer et al (36)	18 M	Fisicamente ativos	Cápsulas	5 mg.kg ⁻¹	2 testes de Wingate	Não
Lorino et al (29)	16 M	Fisicamente ativos	Cápsulas	6 mg.kg ⁻¹	Teste de Shuttle-run e Wingate	Não
Pereira et al (37)	8 M 8 F	Fisicamente ativos	Cápsulas	6 mg.kg ⁻¹	1 Teste de Wingate	Não
Roberts et al (30)	5 M 5 F	Fisicamente ativos	JavaFit	6,5 mg.kg ⁻¹	Teste Wingate	Não
Wiles et al (31)	8 M	Ciclistas treinados	Tabletes	5 mg.kg ⁻¹	TT de 1 km	Sim
Woolf et al (32)	18 M	Fisicamente ativos	Shake	5 mg.kg ⁻¹	Teste de Wingate	Sim

Nota: M = masculino, F = feminino, CAF = cafeína, TT = time-trial

É importante ressaltar que os estudos que utilizaram o Teste de Wingate como medida de desempenho foram considerados como possuindo componente de *Time-Trial* de curta duração.

Em relação às doses de CAF consideradas ergogênicas, diversos trabalhos observaram que a dosagem de CAF é fator determinante na melhora do desempenho físico, visto que o desencadeamento das respostas fisiológicas e metabólicas parecem estar atreladas à quantidade ingerida. Assim, embora doses de 3 e 10 mg.kg⁻¹ de peso corporal de CAF possam melhorar o desempenho físico em exercícios físicos de diferentes naturezas, o intervalo ótimo sugerido é de 3 a 6 mg/kg de cafeína pura (anidra) (8,21,25,27).

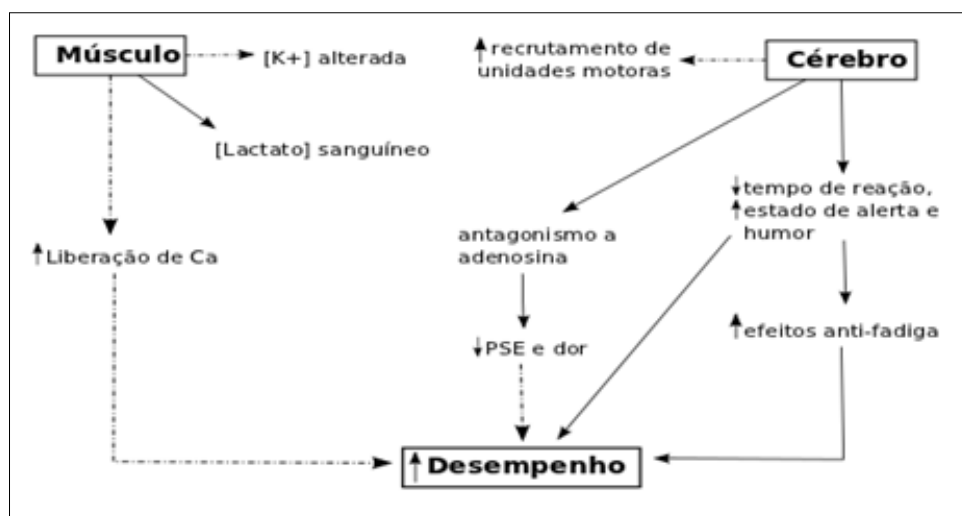
3.3 POSSÍVEIS MECANISMOS DE AÇÃO DA CAFEÍNA SOBRE O METABOLISMO ANAERÓBIO

A ação da CAF no SNC tem sido explicada pelo efeito antagônico desta nos receptores de adenosina (4,38). A adenosina é um neuromodulador endógeno com efeitos inibitórios na excitabilidade central e atua inibindo preferencialmente a liberação de neurotransmissores excitatórios, particularmente a dopamina. A CAF, por ter bastante afinidade aos receptores de adenosina, se ligaria a estes, impedindo a adenosina de exercer sua ação inibidora e melhorando assim a transmissão dopaminérgica pré-sináptica e pós-sináptica e, conseqüentemente, reduzindo o limiar de ativação neuronal, bem como aumentando a taxa de sinapse entre os neurônios (4).

Outros possíveis fatores que contribuem para a ação ergogênica da cafeína incluem a diminuição da sensação de esforço e dor (4,39,40). Entretanto, o mecanismo de ação mais provável quando a cafeína é ingerida em doses fisiológicas é a ligação aos receptores de adenosina e o antagonismo à ação dos agonistas destes receptores (3,38). A maior parte dos dados na literatura sugerem que a CAF, nas doses comumente consumidas, age primariamente bloqueando os receptores A_1 e A_{2A} de adenosina (38).

A figura 1 abaixo apresenta um esquema dos possíveis mecanismos de ação da CAF em exercícios de alta intensidade e curta duração.

Figura 1- Possíveis mecanismos de ação da CAF em exercícios de alta intensidade e curta duração. Setas sólidas indicam que os dados existentes tendem a dar suporte a este mecanismo; setas pontilhadas indicam que os dados ainda não são consistentes para dar suporte a este mecanismo.



Fonte: Adaptado de Astorino e Roberson (25).

A possibilidade de uma ação direta nos tecidos periféricos, como o

músculo esquelético, também não pode ser descartada, visto que receptores de adenosina estão presentes em diversos tecidos do SNC, e não apenas no cérebro. Acredita-se que a CAF age sobre receptores posicionados junto ao 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 (41,42). Segundo Pagala e Taylor (43), 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 de contração lenta (tipo I) são mais sensíveis à ação da cafeína do que as fibras musculares de contração rápida (tipo II).

É importante destacar que a CAF pode ter diversos efeitos, em diferentes locais e tecidos, o que torna improvável que seu efeito ergogênico seja devido à ligação com um conjunto de receptores específicos em um determinado tecido, mas sim que seja o resultado da interação de diversas respostas à CAF em diferentes tecidos (4,25).

3.4 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

A PSE durante o exercício é um fenômeno complexo (44). Qualquer resposta de PSE em relação ao exercício envolve a ação de detecção e interpretação de sensações que chegam ao corpo durante o exercício. Essas reações são formadas por mediadores respiratórios-metabólicos e fisiológicos periféricos ainda não bem esclarecidos, que interagem por *feedback* e *feedforward* ao longo das vias aferentes e eferentes (45).

A cafeína é conhecida como um estimulante respiratório que aumenta a ventilação respiratória sob as condições de exercício (46,47). Sabe-se também que a cafeína atua nos músculos respiratórios influenciando na redução da PSE relacionada à fadiga inspiratória (48). Estudos recentes têm mostrado que a ingestão de cafeína pode melhorar o desempenho atlético a partir da redução da PSE. Esta melhora pode chegar a aproximadamente 11% em sujeitos treinados, uma vez que esses apresentam uma melhor resposta à ingestão de cafeína do que os não treinados (18,49). Em adição esta melhora é acompanhada por uma redução de 6% na PSE em exercício de intensidade constante, particularmente em exercício anaeróbio (18,50).

Embora poucos estudos com exercício anaeróbio tenham feito uso

dessa medida, parece que a CAF possa diminuir a PSE, possibilitando que os atletas se exercitem por mais tempo ou que consigam exercer um maior esforço com uma PSE semelhante à de indivíduos controle (39). Os resultados de uma meta-análise da literatura dão suporte à hipótese que em protocolos de contra-relógio (time-trial), os participantes suplementados com cafeína tendem a realizar maior trabalho (ou desenvolver maior potência) para a mesma PSE, quando comparados com participantes suplementados com placebo (40).

3.5 ESTADO DE HUMOR

O *Brunel Mood Scale* (BRUMS) (51,52) é um instrumento que corresponde a um questionário de detecção de estado de humor, derivado do “*profile of mood states*” (POMS) (52). Esse questionário é composto por 24 questões que posteriormente são estratificadas em seis domínios de humor: *confusão, raiva, depressão, fadiga, tensão e vigor* (51,52). Após validação (51), o questionário foi considerado apropriado para avaliação de perfis do humor, e sendo mais breve que o POMS, facilita a coleta de dados em ambientes de pesquisa (53), permitindo assim uma rápida mensuração do estado de humor do indivíduo avaliado (52).

As questões são formadas por palavras que descrevem sentimentos, onde o avaliado escolhe a opção que melhor descreve como ele se sente em relação a cada item no momento de aplicação do instrumento (51). A resposta é uma escala do tipo *Likert*, que possui cinco opções de respostas que correspondem ao valor mínimo zero, rotulado como nada do determinado sentimento, e ao valor máximo quatro, rotulado como extremo do determinado sentimento.

O *BRUMS* tem se demonstrado eficaz na monitoração da variação do estado de humor em atletas e praticantes de atividade física, sendo considerado um instrumento confiável para avaliação de alterações do estado de humor em adultos e adolescentes (51,54-56).

Estudos recentes tem sugerido que a cafeína poderia proporcionar um impacto relevante sobre o estado de humor, o qual parece estar vinculando a inibição da adenosina e dos benzodiazepínicos ligados aos receptores das membranas do cérebro. Como esses neurotransmissores são conhecidos por atenuar a atividade cerebral, um bloqueio de seus receptores diminui este efeito (57). A ingestão de CAF também provoca alterações em uma variedade de outros neurotransmissores, incluindo a noradrenalina, dopamina, serotonina, acetilcolina

glutamato e ácido gama-aminobutírico (4,38,39).

Entretanto, estudo de Deslandes et al. (2005) (58) que utilizou eletroencefalograma, equipamento que permite análise mais sensível de índices relacionados as mudanças produzidas pela CAF no SNC, não detectou possíveis alterações causadas pela ingestão de CAF nos testes de desempenho cognitivo ou motor (58). Segundo Ruxton (57), há controvérsias sobre o real efeito cognitivo e de humor associado ao consumo de cafeína. De fato, alguns autores notaram que os efeitos cognitivos e de humor após a ingestão de CAF parecem estar associados a quantidade ingerida, embora, os achados não sejam totalmente explicados pelo teor de cafeína (39,57).

3.6 ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE

A eletromiografia (EMG) analisa os aspectos relacionados à função muscular por meio de análise do sinal elétrico gerado nas membranas excitáveis, sendo considerada uma técnica de extrema relevância para o estudo da fisiologia neuromuscular (59).

técnica é a necessidade de inserção de eletrodos dentro da célula (intracelular), fora da célula (extracelular), ou ainda, fora do ambiente celular, mas dentro do músculo (intramuscular) (60), limitando a sua utilização em tarefas que exigem movimentos bruscos e/ou amplos.

O uso de eletrodos na pele sobre o músculo tem sido alternativa para a solução desse problema. Essa técnica é denominada EMG de superfície e proporciona algumas vantagens interessantes, por ser uma técnica não-invasiva, de fácil aplicabilidade, e que fornece informações sobre atividade muscular em diferentes situações ou tarefas motoras (61).

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 (59). A amplitude reflete o número de potenciais de ação num determinado tempo e é expressa em microvolts (μV) ou milivolts (mV) (59). 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 (62).

Embora existam diferentes índices que reflitam a amplitude (sinal

bruto, EMG integrada, envelope linear do sinal EMG), de modo geral, é 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 (59).

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 (59). 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 (63). De modo geral, sugere-se a utilização da frequência mediana por sofrer menos interferência (64) e, também, por ser essa mais sensível às alterações metabólicas (65).

Uma das operações matemáticas mais usadas para decompor o sinal é a Transformada Discreta de Fourier, implementada através do algoritmo Fast Fourier Transform (FFT). Todavia, a FFT pressupõe que o sinal seja quasi-estacionário (66-68), geralmente recolhido a partir de contrações isométricas, o que não é o caso em exercícios dinâmicos como o ciclismo. Assim, a transformada wavelet (WT) é apresentada como alternativa para a análise espectral do sinal eletromiográfico de contrações dinâmicas (68-70). Porém, trabalhos recentes que analisaram a tarefa de pedalar em diferentes intensidades mostraram 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 através do sinal eletromiográfico no ciclismo (71-73).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 SUJEITOS

Participaram do presente estudo 10 ciclistas saudáveis, do sexo masculino, selecionados voluntariamente e com idade média de $27,0 \pm 8,0$ anos e tempo médio de prática na modalidade de $7,0 \pm 4,0$ anos. Todos relataram participar de treinamento de ciclismo de quatro a cinco vezes por semana e manterem volume médio semanal de $345,0 \pm 92,0$ km. Como critérios de inclusão, os sujeitos deveriam estar ativos e treinando sistematicamente, não ter indício de lesões nos últimos seis meses prévios ao experimento e não serem usuários de esteroides anabólicos. As informações acima foram obtidas por meio de relato dos próprios indivíduos em entrevista prévia.

Os indivíduos foram convenientemente informados sobre a proposta do estudo e sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos, e posteriormente, assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo é parte de um projeto maior, o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (Parecer 226/2009), de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (Anexo I).

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A coleta dos dados foi realizada em parceria com o Grupo de Estudo e Pesquisa em Sistema Neuromuscular e Exercício (GEPESINE) e o Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE), ambos do Centro de Educação Física e Esporte da UEL. O delineamento experimental adotado teve como intuito controlar variáveis que pudessem exercer influência no processo de investigação, possibilitando análise mais criteriosa dos achados. Portanto, as variáveis temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram mantidas entre 21 e 24°C e 40 e 60%, respectivamente.

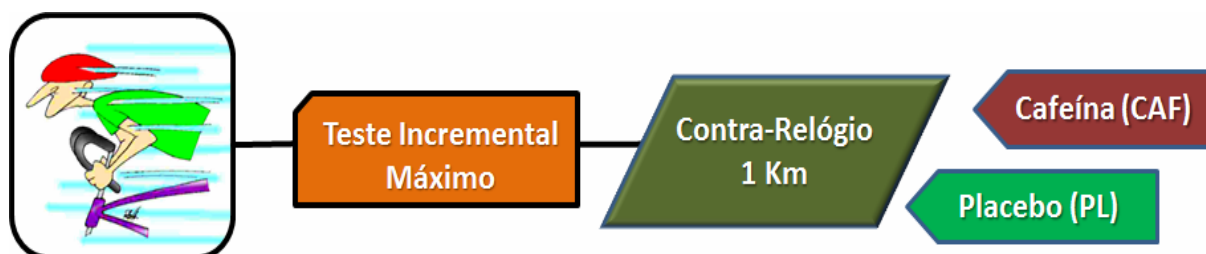
O presente estudo foi dividido em três etapas realizadas no período de três a quatro semanas. Na primeira etapa do experimento os atletas compareceram ao laboratório para tomarem conhecimento da proposta do estudo e

procedimentos aos quais seriam submetidos e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Em seguida, os sujeitos foram entrevistados com o propósito de obter informações quanto ao tempo de prática na modalidade, frequência e volume de treinamento, existência de lesões e uso de esteróides anabólicos. Além disso, foram agendados os horários nos quais cada atleta deveria comparecer ao laboratório na etapa seguinte e os participantes foram orientados a não fazerem uso de alimentos ou bebidas contendo cafeína ao longo do experimento (Anexo II).

Posteriormente, foram realizadas medidas antropométricas para caracterização da amostra e teste pré-experimental, no intuito de familiarizar os sujeitos aos equipamentos e os protocolos.

Na segunda etapa do experimento, os voluntários compareceram ao laboratório nos horários pré-definidos, onde foram submetidos a teste incremental máximo para obtenção dos parâmetros máximos e limiares fisiológicos dos atletas. Na etapa seguinte, os sujeitos compareceram ao laboratório em duas sessões distintas, e foram submetidos a teste de circuito fechado onde pedalarão em prova simulada de contra-relógio (*Time Trial*) de 1 km, após a ingestão de cafeína (CAF) ou placebo (PL) (Figura 3).

Figura 2- Delineamento Experimental



Os horários de avaliação de cada voluntário foram padronizados entre os dias de testes, fazendo com que estes realizassem todos os testes em horário aproximado, evitando assim possíveis interferências circadianas. Vale ressaltar que os sujeitos foram orientados para que não realizassem atividades físicas vigorosas 24 h, e não ingerissem substâncias cafeinadas ou alcoólicas nas 48 h precedentes aos testes, para evitar possíveis interferências.

Antes, durante e/ou após o teste contra-relógio de 1 km nas diferentes condições experimentais foram analisadas as seguintes variáveis: parâmetros de desempenho, atividade eletromiográfica dos músculos superficiais do quadríceps, PSE, estado de humor e FC. Os procedimentos de obtenção de cada variável seguem

descritos abaixo.

4.3 ANTROPOMETRIA

A massa corporal foi medida em balança da marca Filizola, modelo ID-1500, com precisão de 0,1 kg ao passo que a estatura foi obtida em antropômetro, com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon (74). Todos os indivíduos foram medidos descalços, vestindo apenas shorts. O índice de massa corporal (IMC) foi determinado pelo quociente massa corporal/estatura², sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

4.4 TESTES EXPERIMENTAIS

Todos os testes físicos foram realizados em ciclossimulador modelo VELOTRON DYNAFIT™ (Racer Mate®, Seattle, WA, USA) com capacidade de carga de até 1500 watts (Figura 4). O mesmo foi calibrado antes da realização de cada teste conforme orientação do fabricante.

As medidas da bicicleta correspondente a cada avaliado como: altura e distância do banco; altura e distância da mesa e a posição das mãos foram padronizadas durante todos os testes, para assim evitar alterações na postura do avaliado e, conseqüentemente, possíveis diferenças na solicitação do músculo avaliado.

Figura 3 - Ciclossimulador modelo Velotron DYNAFIT™ (Racer Mate®, USA).



4.4.1 TESTE INCREMENTAL MÁXIMO ($T_{I_{MAX}}$)

O $T_{I_{MAX}}$ foi realizado para obtenção dos parâmetros máximos (P_{MAX} e FC_{MAX}) e limiares fisiológicos dos atletas. Após um aquecimento de 2 min a 100 W, foram adicionados 50 W a cada 2 min até a exaustão voluntária ou incapacidade de manter a cadência mínima estipulada por mais de 5 seg, sendo esta de 70 rotações por minuto (rpm) (75). A P_{MAX} foi considerada a potência do último estágio completo somado ao produto do percentual do tempo de permanência no estágio de exaustão pelo incremento padronizado (50 W) (76,77). A FC_{MAX} foi o maior valor de FC encontrado no último minuto de teste.

Com os dados de variabilidade da FC (V_{FC}) obtidos no $T_{I_{MAX}}$ foram detectados os limiares de V_{FC} , por meio do produto dos índices de frequência e potência da componente de alta frequência (78,79). Este método permite detectar os limiares HF_{t1} e HF_{t2} , que correspondem respectivamente ao limiar ventilatório 1 e ponto de compensação respiratória (78,79).

4.4.2 TESTE CONTRA-RELÓGIO DE 1 KM

Previamente a cada teste contra-relógio de 1 Km foi realizado aquecimento padronizado específico que contribui para melhor rendimento em provas de contra-relógio (80). O mesmo consistiu de 10 min de exercício, distribuídos em dois blocos de dois min e 30 s nas potências correspondente a 70 e 80% do HF_{12} , e um bloco de 5 min. na potência correspondente a 90% do HF_{12} , seguido por 2 min. de repouso antes do início do teste.

Em seguida os voluntários realizaram o teste contra-relógio de 1 Km que compreendeu em um teste de circuito fechado com a distância de um quilômetro a ser cumprida no menor tempo possível, com escolha livre de cadência e relação de engrenagens, sendo a única restrição a permanência na posição sentada durante todo o teste. Os voluntários receberam *feedback* sobre a distância percorrida durante o teste por meio da visualização no monitor.

Durante o teste contra-relógio de 1 Km foram monitoradas as variáveis de desempenho, cadência (RPM_{MED}), potência média (P_{MED}), velocidade média (V_{MED}) e tempo finais, e também a média a cada 100 metros do teste nas condições CAF e PL.

4.4.3 TESTE PARA NORMALIZAÇÃO DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO

Para normalização da atividade eletromiográfica (EMG) durante o teste contra-relógio de 1 Km foi realizado teste de torque-velocidade (*T-V test*) (81). Após aquecimento 10 min a 100 W, foram realizados dois tiros caracterizados como “*sprints all out*” com duração de 8 seg., com intervalo de 5 min entre as tentativas. Durante os tiros, os voluntários foram orientados a realizar os mesmos na maior intensidade possível para obtenção da cadência e força máxima. A carga imposta durante o teste foi de 7,5% da massa corporal do voluntário, que permaneceu sempre na posição sentado durante toda a realização do teste.

Os sinais EMG de cada músculo foram analisados entre o segundo e oitavo segundo de cada tiro máximo, sendo o maior pico de amplitude e espectro de potência encontrado, expresso em RMS e Frequência Mediana (F_{med}), respectivamente, utilizados como fator de normalização (81).

4.5 INGESTÃO DE CAFEÍNA

Os voluntários selecionados no presente estudo ingeriram cafeína pura (CAF- 6 mg.kg⁻¹ de peso corporal) ou placebo (PL- maltodextrina) preparados e embalados em cápsulas, cerca de 60 min. antes do início do teste contra-relógio de 1 km. Os mesmos permaneceram em repouso durante este período. O processo foi conduzido em ordem aleatória em sistema duplo cego, com pelo menos 72 horas de intervalo entre um teste e outro. A ingestão de água foi *ad libitum*.

4.6 ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE (EMG)

A coleta dos sinais EMG foi feita continuamente durante o teste contra-relógio de 1 Km nas diferentes condições experimentais. Para tanto foi utilizado um eletromiógrafo de 8 canais, modelo TeleMyo 2400 TG2 (NORAXON Inc. USA). A frequência de amostragem para os registros eletromiográficos foi de 2000 Hz. O fator de rejeição de modo comum (CMRR) foi ≤ 95 dB (Figura 5).

Figura 4 - Eletromiógrafo de 8 canais TeleMyo 2400 TG2.



Os músculos analisados foram os músculos superficiais do quadríceps femoral (QF): reto femoral (RF), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL). As coletas foram realizadas de acordo com as recomendações da International Society of Electrophysiology and Kinesiology (ISEK) (82). Eletrodos bipolares 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 (Figura 6). O eletrodo de referência foi posicionado sobre a crista ilíaca.

Figura 5 - Eletrodos bipolares com distância inter-eletrodos (centro a centro) de dois centímetros.



A localização dos pontos anatômicos para colocação dos eletrodos obedecerá às padronizações propostas pelo SENIAM (83). 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 6). 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 7). Já para o músculo VL foi utilizado como referência o ponto localizado a dois terços da distância entre a espinha ilíaca ântero-superior e a borda lateral da patela (Figura 8).

Figura 6- Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Reto Femoral.

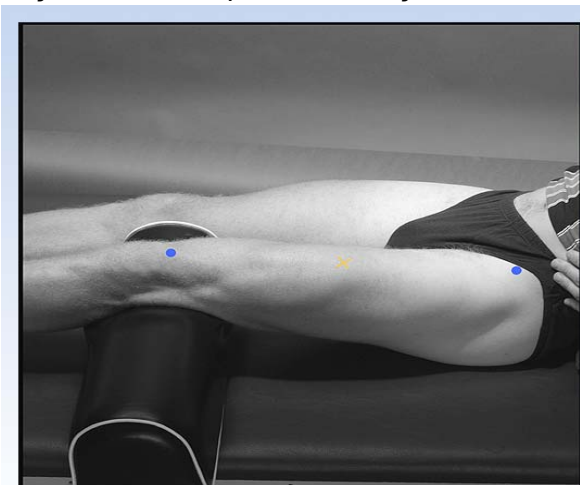


Figura 7- Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Vasto Medial.

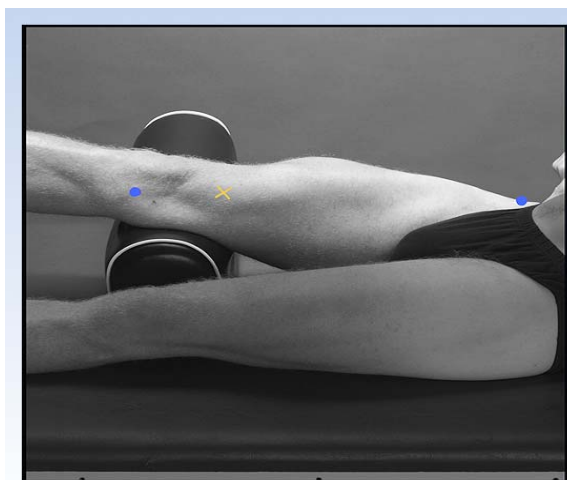
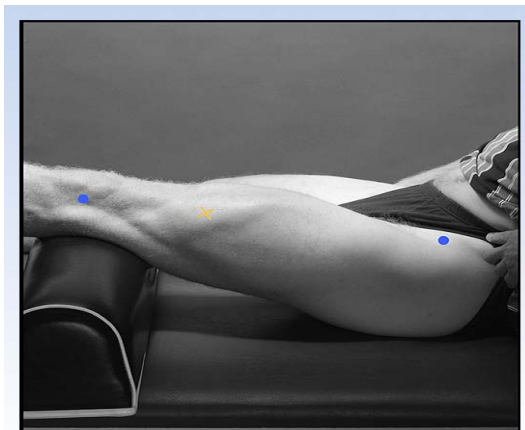


Figura 8- Localização anatômica para a colocação de eletrodos no músculo Vasto Lateral.



4.7 ANÁLISE E PROCESSAMENTO DO SINAL EMG

Para análise da atividade EMG e do espectro de potência dos sinais EMG dos músculos RF, VM, VL, QF integrados $[(RF + VM + VL)/3]$, foram utilizados os valores médios em RMS (μV) e Fmed (Hz), respectivamente, a cada período de 5 seg. (84), que foram processados por meio do ambiente de simulação matemática MatLab 7.0 (MathWorks®, South Natick, MA, USA). A Fmed foi determinada pela transformada de Fourier de Tempo Curto (STFT) (72). Para obtenção dos valores expressos em RMS e Fmed, os sinais EMG brutos foram submetidos à filtragem digital utilizando filtro passa-banda de 20Hz e 500Hz (85).

Os valores de *RMS* e Fmed dos músculos VL, VM, RF e QF integrados foram normalizados a partir dos dados obtidos no *T-V test*. A taxa de fadiga muscular dos músculos VL, VM, RF e QF integrados foi determinada por meio de procedimento de regressão linear obtida pela inclinação da reta (*slope*), a partir da Fmed a cada 100 metros do teste contra-relógio de 1 Km nas condições CAF e PL (86).

4.8 MENSURAÇÃO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE)

Todos os indivíduos foram instruídos a auto-relatar o esforço percebido de acordo com a escala de 6-20 pontos de Borg (87) nos 200, 600 e 900 metros do teste contra-relógio de 1 Km, respondendo a questão: “*o quão intenso está à tarefa neste momento?*”. Para todos os experimentos os valores para percepção extremamente fácil (7) e o valor extremamente difícil (19) serviram de âncora para instrução dos atletas (88).

Também foi ressaltado aos sujeitos a importância da veracidade da PSE informada, realçando que o fato de responder um valor inferior ou superior em relação à real percebida não influenciaria na avaliação de rendimento. A partir de regressão linear foi determinado o intercepto no eixo y (y-intercepto), o coeficiente de determinação (R^2) e o angular (*slope*) entre a distância e os valores individuais de esforço percebido atribuídos durante o teste contra-relógio de 1-Km nas condições CAF e PL.

4.9 MENSURAÇÃO DO ESTADO DE HUMOR

No momento de chegada ao laboratório e após o contra-relógio de 1-Km nas condições CAF e PL os indivíduos responderam o *Brunel Mood Scale* (BRUMS) (51,52) (ANEXO III). Cada domínio foi normalizado pela pontuação obtida no momento anterior a chegada ao laboratório, sendo a variação da pontuação de um domínio determinado pela diferença da pontuação deste no momento pré-teste em relação á obtida no momento pré- e pós-teste, conforme fórmula abaixo:

$$\text{VARIAÇÃO} = \text{PONTUAÇÃO MOMENTO PRE TT1KM} - \text{PONTUAÇÃO MOMENTO DO TT1KM} *$$

* MOMENTO TT1KM = momento pré e pós-TT1KM

Consequentemente, todos os atletas partiram com valor nulo, ou seja, pontuação zero, no momento pré do contra relógio de 1-km depois de realizada a normalização.

4.10 MONITORAMENTO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC)

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

4.11 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para a análise estatística dos resultados foi empregado o pacote estatístico STATISTICA™ 6.0® (STATSOFT INC, OK, USA). Inicialmente, para maior precisão na análise dos dados, foi calculado o poder estatístico da amostra tendo como base a velocidade média obtida no contra-relógio de 1 Km utilizando os valores apresentados no estudo de Wiles et al. (2006) (31) como parâmetro de comparação. O poder estatístico encontrado para a nossa amostra foi de 100%.

Posteriormente, após constatada a normalidade (teste de *Shapiro-Wilk*) e homogeneidade dos dados, esses foram agrupados em média e desvio-padrão. As comparações dos parâmetros de desempenho máximo (RP_{MEDI} , P_{MEDI} , V_{MEDI} e T_{CR}), a FC_{MAX} , os *slopes* da Fmed dos músculos RF, VL, VM e QF integrados e da PSE no contra-relógio de 1 Km, nas condições CAF e PL, foram realizadas utilizando-se do teste *t* de *student* pareado. Entretanto, para a comparação da PSE nos diferentes momentos do contra-relógio de 1 Km, e da variação do estado de humor (estado de raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor), entre as condições CAF e PL, foi utilizado o teste de *Wilcoxon* pareado e os resultados obtidos agrupados em valores de mediana e semi-amplitude interquartil.

Em adição ao teste de hipótese nula, foi aplicada a inferência prática baseada em magnitudes (89). Para isso foi calculada 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) (90). Dessa forma, a mudança foi avaliada qualitativamente como se segue: <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. Se os valores negativos e positivos apresentassem resultados < 10%, a inferência foi considerada inconclusiva.

Para a verificação de eventuais diferenças entre a atividade EMG (*RMS*) entre as condições PLA e CAF, bem como os parâmetros de desempenho (RPM_{MEDI} , P_{MEDI} , V_{MEDI}) a cada 100 metros no teste contra-relógio nas condições cafeína CAF e PL, utilizou-se análise de variância (ANOVA) two-way para medidas repetidas. Quando os valores de F associados à ANOVA foram estatisticamente significantes, a análise foi complementada por meio do teste de *post-hoc* de *scheffé* para comparações múltiplas. O nível de significância adotado foi de 5%.

5 RESULTADOS

Na tabela 2 são apresentadas às características antropométricas dos ciclistas estudados.

Tabela 2- Valores médios e desvio-padrão das características antropométricas dos ciclistas. (n=10)

Variáveis	Média	DP
Massa corporal (kg)	73,0	10,7
Estatuta (cm)	176,0	6,0
IMC (kg/m ²)	23,6	2,23

Nota: IMC – Índice de massa corporal.

Na tabela 3 são apresentados os parâmetros máximos e limiares fisiológicos dos ciclistas estudados.

Tabela 3- Valores médios e desvio-padrão dos parâmetros máximos e limiares fisiológicos dos ciclistas. (n=10)

Variáveis	Média	DP
P _{MAX} (W)	375,7	58,8
P _{MAX RELATIVA} (W.kg ⁻¹)	5,2	0,8
P _{HFL2} (W)	300,2	43,2
P _{HFL2 RELATIVO} (W.kg ⁻¹)	41,1	0,6
Tempo Total (s)	24,19	3,23
FC _{MAX} (bpm)	190,0	8,0
FC _{HFL2} (bpm)	175,1	8,2
% FC _{MAX}	93,3	3,7

Nota: P_{MAX} – Potência Máxima; P_{HFL2} – Potência no limiar de variabilidade da FC; FC_{MAX} – Frequência cardíaca máxima; FC_{HFL2} – Frequência cardíaca no limiar de variabilidade da FC; % FC_{MAX} – Frequência cardíaca máxima.

Os valores dos parâmetros de desempenho máximo no contra-relógio de 1-Km nas condições CAF e PL são descritos na tabela 4 e 5.

Tabela 4- Valores médios \pm desvio-padrão do tempo no contra relógio de 1 km (T_{CR}) e inferência prática em relação à diferença (%).

	PL	CAF	<i>P</i>
T_{CR} (s)	84,8 \pm 6,0	84,2 \pm 5,6	0,61
% diferença (IC 90%)		-0,6 (-2,7 a 1,5)	
% diferença positivo/irrelevante/negativo		7/66/28	
Inferência qualitativa		Inconclusiva	

Nota: IC – Intervalo de confiança.

Nenhuma diferença significativa foi encontrada no T_{CR} entre as condições CAF e PL ($P>0,05$). Além do teste de hipótese, a Tabela 4 apresenta os resultados da análise qualitativa, a qual mostrou ser inconclusiva.

Tabela 5- Valores médios \pm desvio-padrão dos parâmetros de desempenho máximo no contra-relógio de 1-Km nas condições cafeína (CAF) e placebo (PL) (n=10).

Condição	P_{MED} (W)	RPM_{MED} (rpm)	V_{MED} (km/h)	FC_{MAX} (bpm)
CAF	393,2 \pm 61,2	119,0 \pm 27,6	42,4 \pm 2,7	189,5 \pm 4,0
PL	390,0 \pm 66,0	115,5 \pm 24,9	42,2 \pm 2,8	188,0 \pm 5,0

Nota: RPM_{MED} – Cadência média; P_{MED} – Potência média; V_{MED} – Velocidade média; FC_{MAX} – Frequência cardíaca máxima.

Quanto aos parâmetros P_{MED} , RPM_{MED} , V_{MED} e FC_{MAX} , nenhuma diferença significativa foi encontrada para as medidas de desempenho máximo no contra-relógio de 1 km entre as condições CAF e PL ($P>0,05$). Da mesma forma, nenhuma diferença significativa foi encontrada para os parâmetros de desempenho P_{MED} , RPM_{MED} e V_{MED} a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL ($P>0,05$) (Figuras 9, 10 e 11).

Figura 9- Valores (média \pm desvios-padrão) de potência (W) a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10)

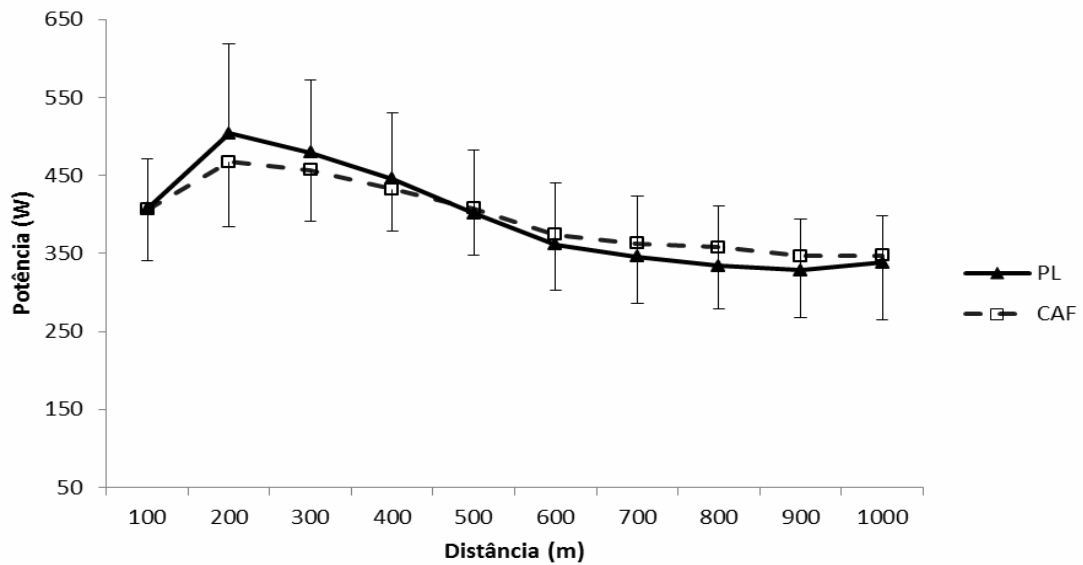
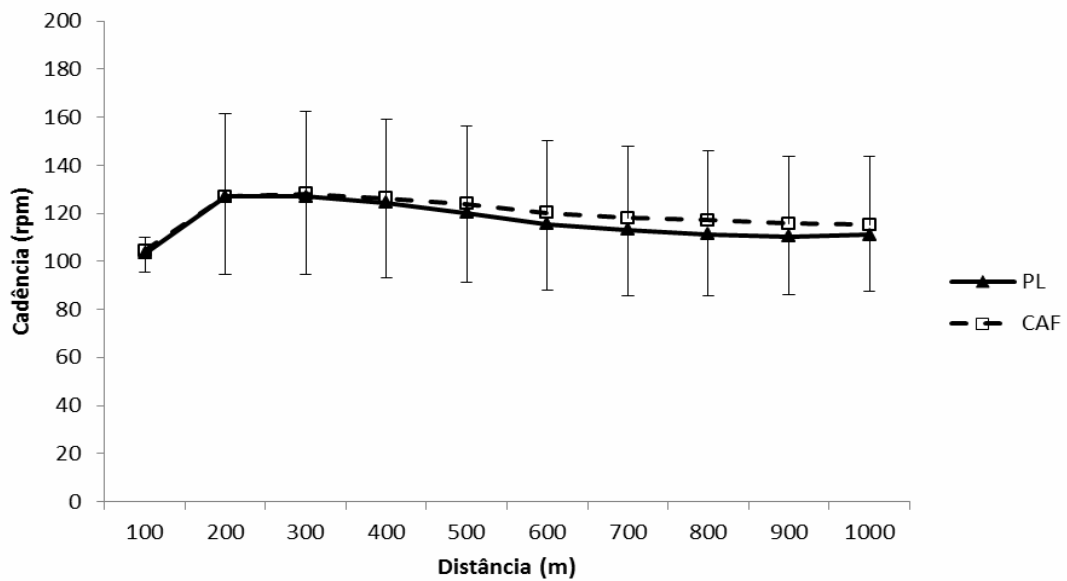


Figura 10- Valores (média \pm desvios-padrão) de cadência (rpm) a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10)



A dinâmica da atividade EMG (RMS normalizado) e da frequência mediana (Fmed normalizada) dos músculos analisados nesse estudo a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL, são apresentados na figura 12 e 13.

Figura 11- Valores (média \pm desvios-padrão) de velocidade (Km/h) a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10)

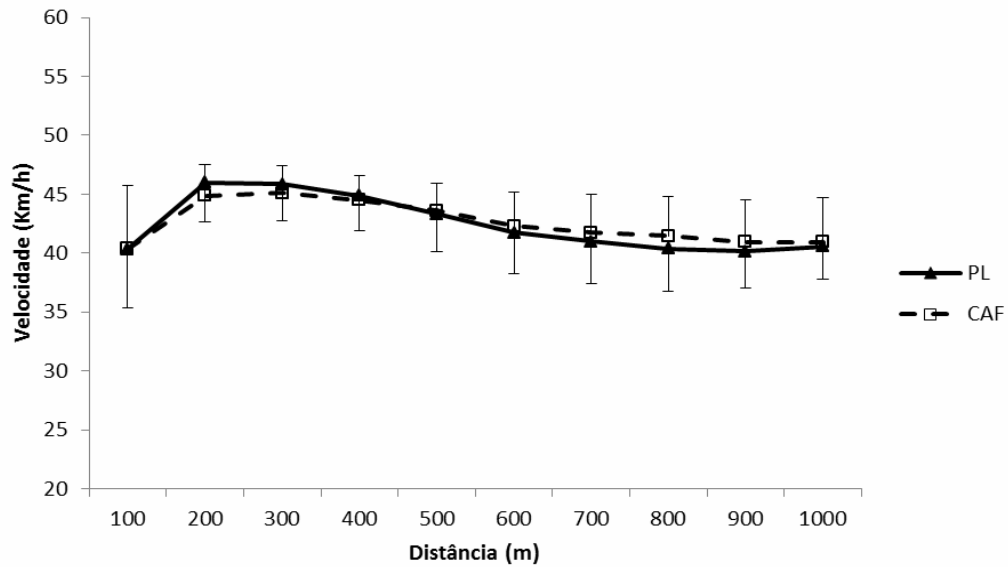
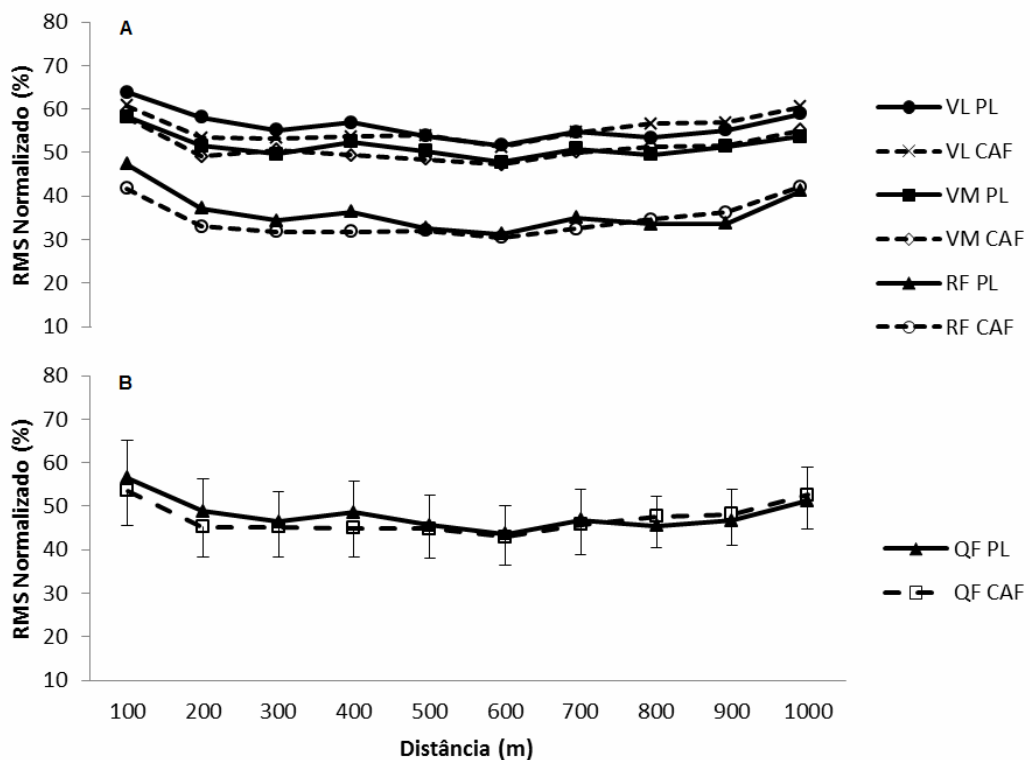
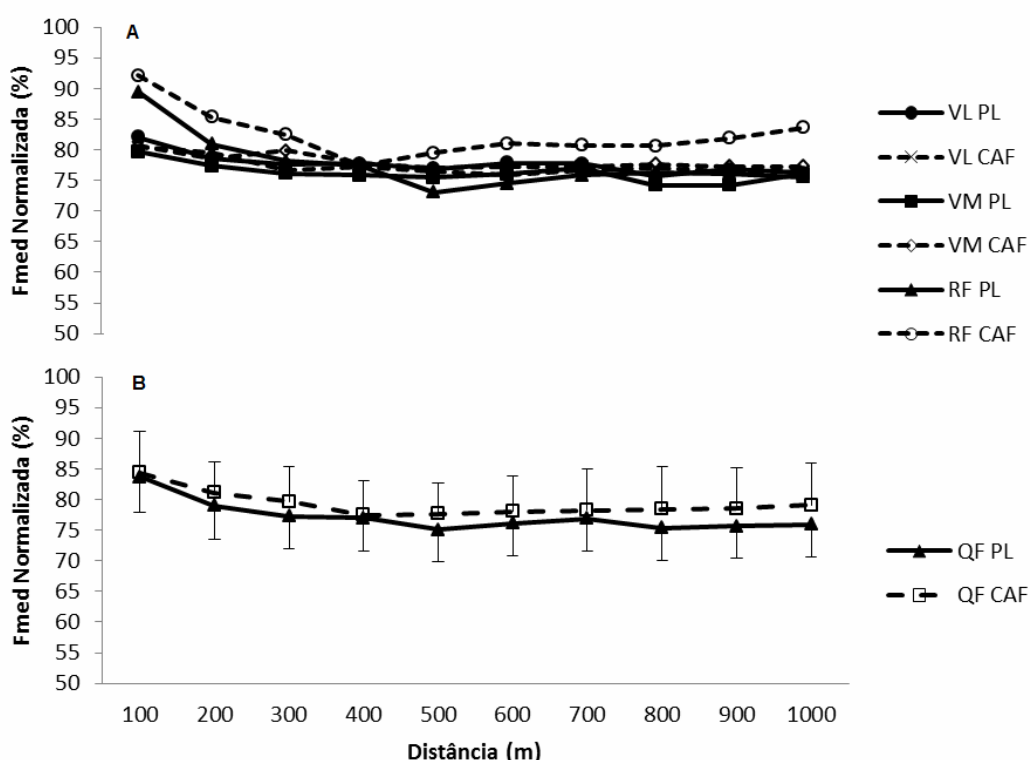


Figura 12- Valores (média \pm desvios-padrão) da atividade EMG (RMS normalizado) dos músculos QF integrados (**B**), e descrição da dinâmica da atividade EMG dos músculos VL, VM e RF (**A**), a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10)



Nenhuma diferença significativa foi encontrada para a Fmed dos músculos QF integrados (B), a cada 100 m do contra-relógio de 1 km entre as condições CAF e PL ($P>0,05$) (figura 13). Da mesma forma, nenhuma diferença significativa foi encontrada para o *slope* da Fmed dos músculos do QF integrados, nas condições CAF e PL ($-0,42 \pm 0,25$ vs $-0,62 \pm 0,35$, respectivamente; $P<0,05$).

Figura 13- Valores (média \pm desvios-padrão) da frequência mediana (Fmed normalizada) dos músculos QF integrados (B), e descrição da dinâmica da frequência mediana dos músculos VL, VM e RF (A), a cada 100 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10)



Com relação a PSE nos 200, 600 e 900 m do contra-relógio de 1 km, não foram constatadas diferenças significantes entre as condições CAF e PL ($P>0,05$) (Figura 14). Semelhantemente, nenhuma diferença significativa foi encontrada para o *Slope* da PSE nas condições CAF e PL ($3,9 \pm 0,5$ vs $3,7 \pm 0,4$, $P>0,05$; respectivamente).

A variação do estado de humor analisada a partir da sensação de raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor entre início e o final do contra-relógio de 1 km, nas condições CAF e PL é apresentada na figura 15. Nenhuma diferença significativa foi encontrada para os parâmetros analisados ($P>0,05$).

Figura 14- Valores (mediana \pm semi-amplitude interquartil) da percepção subjetiva de esforço (u.a) nos 200, 600 e 900 m do contra-relógio de 1 km nas condições CAF e PL. (n=10)

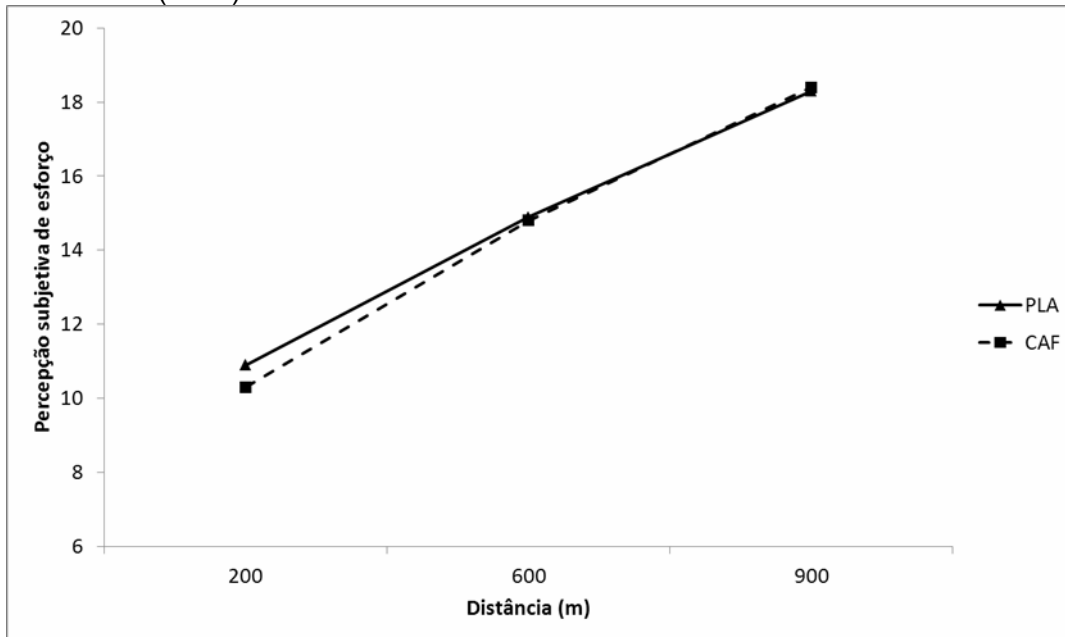
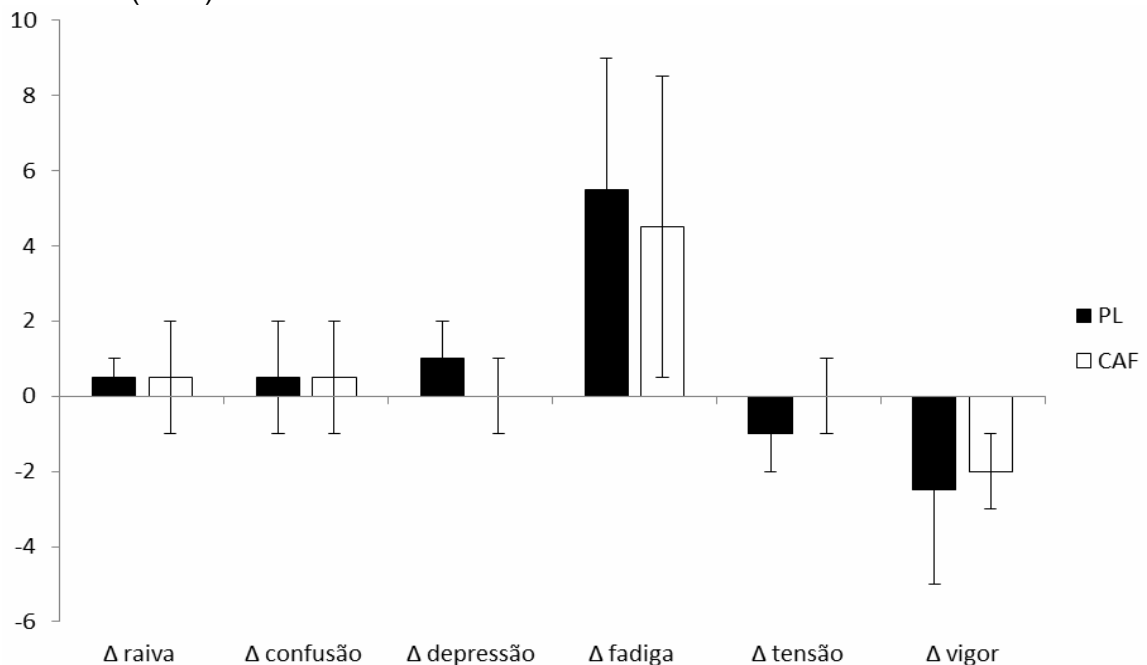


Figura 15- Valores (mediana \pm semi-amplitude interquartil) da variação do estado de humor analisada a partir da sensação de raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor entre início e o final do contra-relógio de 1 km, nas condições CAF e PL. (n=10)



6 DISCUSSÃO

A CAF tem sido utilizada de forma aguda, previamente à realização de exercícios aeróbios e anaeróbios, com o intuito de melhorar o desempenho físico (3,8,22). Desse modo, o principal objetivo do nosso estudo foi verificar o uso da CAF ($6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) como ergogênico em uma situação próxima da condição ecológica de competição, no intuito analisar o real impacto da substância sobre o desempenho físico de ciclistas no contra-relógio de 1 km.

Nesta perspectiva, o ciclismo tornou-se um bom meio de experimentação, uma vez que o ciclossimulador usado apresenta boa representatividade e reprodutibilidade da situação ocorrida na prova (91). Para assegurar que a presença de alguma diferença significativa fosse acarretada pelo efeito da CAF como ergogênico houve a necessidade de escolher um protocolo reprodutível e confiável. O protocolo de contra-relógio foi escolhido por permitir esta condição, pois demonstra coeficientes de variação inferiores a 3,35% (92) nas variáveis de desempenho, como também reprodutibilidade nas variáveis fisiológicas (93).

A intensidade próxima dos 100% FC_{MAX} demonstrou que nosso experimento foi eficiente em reproduzir a prova em situação ecológica. Adicionalmente, o valor da PSE próximo da pontuação máxima nos 100 m finais também demonstra que os atletas realizaram o teste no seu máximo esforço (Figura 15).

Nossos achados não demonstraram nenhum efeito ergogênico da CAF, de forma que os sujeitos realizaram o percurso de 1 km na condição CAF em $1' 25'' 414$ e na condição PL em $1' 25'' 491$. Similarmente, não foi constatada melhora significativa para os parâmetros de desempenho máximo (RP_{MMED} , P_{MED} , V_{MED}), o sinal EMG (RMS e F_{med}) dos músculos VL, VM, RF e QF integrados; bem como sobre a PSE e o estado de humor.

Vale destacar o cuidado que tivemos de orientar os sujeitos a não ingerirem alimentos contendo CAF antes dos testes experimentais. A habituação à CAF demonstra ser de grande relevância quando da utilização desta substância como meio de melhorar o desempenho físico (94). Porém, a habituação é atingida a partir da ingestão diária superior a 100 mg de CAF, muito acima da quantidade relatada pelos indivíduos que fizeram parte desse estudo (94). De acordo com

Graham *et al.* (95), indivíduos habituados ao uso de CAF, após interromperem o seu uso, exibem alterações significativas no metabolismo e no desempenho físico.

Diferente dos nossos achados, estudos que investigaram o efeito da ingestão de CAF sobre o desempenho anaeróbio no ciclismo, constataram melhora significativa do desempenho (5-7,96). No entanto, é importante ressaltar que os protocolos de exercício utilizados foram realizados até a exaustão voluntária (*open loop*) com duração entre 2 e 5 min, situação essa raramente encontrada na prática. Esses achados são reforçados por estudos de revisão bastante consistentes que mostram que a ingestão de CAF melhora o desempenho em exercícios máximos e supramáximos de curta duração (<5 minutos) em diferentes tipos de exercício (ex: ciclismo, corrida, natação) (3,8,18,25,39).

O mesmo não se pode dizer com relação aos exercícios supramáximos de curta duração que utilizaram de protocolos *closed-loop* do tipo *time-trial* com tempo inferior a 60 s, ou ainda quando os esforços são intermitentes, onde a ingestão de CAF parece não proporcionar qualquer alteração no desempenho físico (Tabela 1). Ressalta-se que a maioria dos estudos analisados utilizaram o Teste de Wingate como medida de desempenho anaeróbio.

Estudos que utilizaram protocolos de exercício que buscassem se aproximar a realidade competitiva do ciclismo de pista são escassos. Apenas o estudo de Wiles *et al.* 2006 (31) que envolveu um grupo de oito ciclistas treinados apresentam resultados favoráveis a ingestão de CAF (5 mg.kg⁻¹) em prova de contra-relógio de 1 Km onde a ingestão de CAF resultou em melhora do desempenho com redução (~3,1%) significativa do tempo (CAF = 71,1 ± 2,0 s, PL = 73,4 ± 2,3 s; *P* = 0,02) e aumento nos parâmetros de potência e velocidade média, contrapondo nossos achados. Esse estudo foi o único encontrado na literatura que utilizou contra-relógio de 1 km. Acreditamos que essa magnitude de melhora promovida pela ingestão da CAF pode ser em parte explicada pelo coeficiente de variação nesse tipo de exercício (3,35%) (92).

A grande variação nos resultados em relação aos efeitos da CAF no exercício anaeróbio pode ser explicado também devido a diversidade de protocolos utilizados para estudar seus efeitos, e á falta de controle adequado das variáveis analisadas. O nível de condicionamento físico dos participantes é outro fator que influencia diretamente os resultados (2). De acordo com Burke (2008) (2), poucos são os estudos que utilizaram atletas em sua amostra e que a probabilidade de encontrar diferenças nesses atletas é menor, porque eles mostram pouca variação

de desempenho entre os testes. Embora o presente estudo tenha utilizado indivíduos treinados, e realizado o controle das variáveis através de um teste de familiarização e a normalização dos dados melhorando a precisão dos resultados, a fim de se inferir, com menor risco de erro, a CAF não melhorou o desempenho anaeróbio.

Podemos constatar ainda em nosso estudo que a ingestão de CAF não influenciou os sinais EMG, uma vez que a dinâmica da atividade EMG (*RMS*) e da *Fmed* foram semelhantes, bem como da taxa de fadiga muscular (*slope*) dos músculos VL, VM, RF e QF integrados no contra-relógio de 1km nas condições CAF e PL.

Em uma revisão recente de Astorino e Roberson (2010) (25) discute-se um possível mecanismo relacionado ao efeito da CAF em exercício de alta intensidade e curta duração, que inclui a ação da CAF no SNC, pelo efeito antagônico desta nos receptores de adenosina, melhorando assim a transmissão dopaminérgica pré-sináptica e pós-sináptica e, conseqüentemente, aumenta a taxa de sinapse entre os motoneurônios, aumentando a propagação dos sinais neurais entre o córtex cerebral e a junção neuromuscular, contribuindo assim para o aumento no recrutamento de unidades motoras. No entanto, tal hipótese não foi confirmada em nosso estudo, corroborando os achados de Greer *et al.*, (2006) (36) e Pereira *et al.* (2010) (37).

Altimari (2008) (96), sugere que a melhora no desempenho anaeróbio parece estar relacionada á redução na taxa de fadiga muscular em consequência de maior velocidade de condução do impulso nervoso para as fibras musculares após ingestão de CAF. No entanto, esta hipótese também não foi confirmada neste estudo, corroborando com os achados de Greer *et al.* (2006) (36) e Pereira *et al.* (2010) (37) que não constataram melhora no desempenho anaeróbio tão pouco na atenuação da taxa da fadiga muscular dos músculos VL, VM, RF e QF integrados.

Em relação á PSE, estudos recentes têm mostrado que a ingestão de CAF pode melhorar o desempenho atlético a partir da redução da PSE. Esta melhora pode ser acompanhada por redução de aproximadamente ~6% em exercício de intensidade constante (*open loop*), dessa forma aumentando o tempo até a exaustão (18, 50). Entretanto, não encontramos na literatura estudos que procuraram investigar o efeito da CAF sobre a PSE em protocolos *closed-loop* com característica de contra-relógio, onde o sujeito escolhe e planeja sua estratégia de

pacing durante a prova. Além disso, em exercício anaeróbio há uma maior dificuldade em utilizar a PSE, uma vez que, os protocolos são de curta duração, e não permitem a tomada de varias medidas ao longo do teste. Por conta disso, torna-se difícil extrapolar essas informações para situações competitivas.

No presente estudo foi possível constatar que apesar do valor inicial da PSE medido nos 100 m do contra-relógio de 1-Km ter sido menor na condição CAF comparado ao PL, este não diferiu significativamente entre as condições estudadas, assim como a taxa de aumento (*slope*) da PSE. Altamari (2008) (96) sugere que a ingestão de CAF influencia a PSE de forma que os indivíduos ao iniciarem o exercício com escores menores tendem a se manter mais tempo em exercício por meio de pré-alimentação (*feed forward*) (45,97).

Estudos recentes têm sugerido que a CAF poderia proporcionar um impacto relevante sobre o estado de humor (6,42,43,61). Entretanto, nenhuma alteração significativa foi constatada no presente estudo para os parâmetros de confusão, raiva, depressão, fadiga, tensão e vigor após ingestão de CAF. Acredita-se que o tempo no contra-relógio de 1 km foi curto (~1 min.) e não suficiente para alterar a sensação de humor dos indivíduos. Alterações da sensação de humor estão atreladas a prática de exercício de alta intensidade e longa duração, em geral, associadas a ambientes quentes e secos (57).

Da mesma forma, Deslandes et al. (2005) (58) não detectaram alterações causadas pela ingestão de CAF no estado de humor e no desempenho cognitivo, bem como nas áreas cerebrais relacionadas. Ressalta-se que os estudos são inconclusivos quanto o real efeito cognitivo e de humor associado ao consumo de CAF (39,57).

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados do presente estudo, é possível concluir que:

- A ingestão de CAF ($6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de peso corporal) não melhorou o tempo na prova de ciclismo de contra-relógio de 1 km;
- Os parâmetros de desempenho máximo, P_{MED} , RPM_{MED} e V_{MED} do contra-relógio de 1 km foram semelhantes entre as condições CAF e PL;
- A ingestão de CAF não modificou os níveis de atividade EMG (*RMS*) dos músculos VL, VM, RF e QF integrados;
- A taxa de fadiga dos músculos VL, VM, RF e QF integrados não sofreu influência da ingestão de CAF;
- A ingestão de CAF não influenciou a PSE;
- A ingestão de CAF não alterou a variação do estado de humor.

Considerando que a efetividade da CAF sobre protocolos de característica fechada é enfraquecida, sugere-se que estudos futuros invistam em delineamentos com objetivo de desvendar a efetividade ou não dessa substância em provas de contra-relógio.

REFERÊNCIAS

- 1 KREIDER, R. B. et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Woodland Park, v. 7, n. 1, p. 7, 2010.
- 2 BURKE, L. M. Caffeine and sports performance. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 33, n. 6, p. 1319-1334, 2008.
- 3 GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, n. 11, p. 785-807, 2001.
- 4 KALMAR, J. M.; CAFARELLI, E. Caffeine: a valuable tool to study central fatigue in humans? **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Toronto, v. 32, n. 4, p. 143-147, 2004.
- 5 DOHERTY, M. The effects of caffeine on the maximal accumulated oxygen deficit and short-term running performance. **International Journal of Sport Nutrition**, Champaign, v. 8, n. 2, p. 95-104, 1998.
- 6 BELL, D. G.; JACOBS, I.; ELLERINGTON, K. Effect of caffeine and ephedrine ingestion on anaerobic exercise performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 33, n. 8, p. 1399-1403, 2001.
- 7 DOHERTY, M. et al. Caffeine is ergogenic after supplementation of oral creatine monohydrate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 34, n. 11, p. 1785-1792, 2002.
- 8 ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 17-27, 2006.
- 9 FARIA, E. W.; Parker, D. L.; FARIA, I. E. The science of cycling: physiology and training - part 1. **Sports Medicine**, Auckland, v. 35, n. 4, p. 285-312, 2005.
- 10 HUG, F.; DOREL, S. Electromyographic analysis of pedaling: a review. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 19, n. 2, p. 182-198, 2009.
- 11 HARLAND, B. F. Caffeine and nutrition. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, Tarrytown, v. 16, n. 7/8, p. 522-526, 2000.
- 12 SPRIET, L. L. Caffeine and performance. **International Journal of Sport Nutrition**, Champaign, v. 5 Suppl, p. S84-99, 1995.
- 13 DELBEKE, F. T.; DEBACKERE, M. Caffeine: use and abuse in sports. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 5, n. 4, p. 179-182, 1984.
- 14 ROGERS, C. C. Caffeine. **Sports Medicine**, Auckland, v. 13, n. 1, p. 38-40, 1985.

- 15 ALTIMARI, L. R. Ingestão de cafeína como estratégia ergogênica no esporte: substância proibida ou permitida? **Revista Brasileira de Medicina**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 314-314, 2010.
- 16 THUYNE, W. V; 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**, Stuttgart, v. 27, n. 9, p. 745-750, 2006.
- 17 THUYNE, W. V; ROELS, K.; DELBEKE, F. T Distribution of caffeine levels in urine in different sports in relation to doping control. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 26, n. 9, p. 714-718, 2005.
- 18 DOHERTY, M.; SMITH, P. M. Effects of caffeine ingestion on exercise testing: a meta-analysis. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 14, n. 6, p. 626-646, 2004.
- 19 PALUSKA, S. A. Caffeine and exercise. **Current Sports Medicine Reports**, Indianápolis, v. 2, n. 4, p. 213-219, 2003.
- 20 SPRIET, L.; GIBALA, M. Nutritional strategies to influence adaptations to training. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 22, n. 1, p. 127-141, 2004.
- 21 ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína e exercício físico aeróbio. **Nutrire - Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 79-96, 2006.
- 22 ALTIMARI, L. R. Efeito ergogênico da cafeína na performance em exercícios de média e longa duração. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 5, n. 1, p. 87-101, 2005.
- 23 ALTIMARI, L. R. et al. Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 141-158, 2000.
- 24 BRAGA, L. C.; ALVES, M. P. A cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 8, n. 3, p. 33-37, 2000.
- 25 ASTORINO, T. A.; ROBERSON, D. W. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 24, n. 1, p. 257-265, 2010.
- 26 KALMAR, J. M.; CAFARELLI, E. Effects of caffeine on neuromuscular function. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 87, n. 2, p. 801-808, 1999.
- 27 GANIO, M. S. et al. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 23, n. 1, p. 315-324, 2009.

- 28 CROWE, M. J. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champign, v. 16, n. 5, p. 528-544, 2006.
- 29 LORINO, A. J. et al. The effects of caffeine on athletic agility. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 20, n. 4, p. 851–854, 2006.
- 30 ROBERTS, M. D. et al. Effects of ingesting javafit energy extreme functional coffee on aerobic and anaerobic fitness markers in recreationally-active coffee consumers. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Woodland Park, v. 4, p. 25, 2007.
- 31 WILES, J. D. et al. The effects of caffeine ingestion on performance time, speed and power during a laboratory-based 1 km cycling time-trial. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 24, n. 11, p. 1165-1171, 2006.
- 32 WOOLF, K.; BIDWELL, W. K.; CARLSON, A. G. The Effect of caffeine as an ergogenic AID in anaerobic exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercie Metabolism**, Champign, v. 18, p. 412-429, 2008.
- 33 BECK, T. W. et al. The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 20, n. 3, p. 506-510, 2006.
- 34 FORBES, S. C. et al. Effect of red bull energy drink on repeated Wingate cycle performance and bench-press muscle endurance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champign, v. 17, n. 5, p. 433-444, 2007.
- 35 GREER, F.; MCLEAN, C.; GRAHAM, T. E. Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 85, n. 4, p. 1502-1508, 1998.
- 36 GREER, F.; MORALES, J.; COLES, M. Wingate performance and surface EMG frequency variables are not affected by caffeine ingestion. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 31, n. 5, p. 597-603, 2006.
- 37 PEREIRA, L. A. et al. Caffeine does not change the anaerobic performance and rate of muscle fatigue. **Medicina Sportiva**, Roma, v. 14, n. 2, p. 67-72, 2010.
- 38 FREDHOLM, B. B. et al. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. **Pharmacological Reviews**, Baltimore, v. 51, n. 1, p. 83-133, 1999.
- 39 DAVIS, J. K.; GREEN, J. M. Caffeine and Anaerobic Performance: ergogenic value and mechanisms of action. **Sports Medicine**, Auckland v. 39, n. 10, p. 813-832, 2009.
- 40 DOHERTY, M.; SMITH, P. M. Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: a meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 15, n. 2, p. 69-78, 2005.

- 41 PINTO, S.; TARNOPOLSKY, M. Neuromuscular effects of caffeine in males and females. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 22, n. 1, p. S48, 1997.
- 42 ROY, B. et al. Caffeine and neuromuscular fatigue in endurance athletes. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 19, n. 1, p. S41, 1994.
- 43 PAGALA, M.; TAYLOR, S. Imaging caffeine-induced Ca²⁺ transients in individual fast-twitch and slow-twitch rat skeletal muscle fibers. **American Journal of Physiology**, Baltimore, v. 274, p. 623-632, 1998.
- 44 St CLAIR GIBSON, et al. The conscious perception of the sensation of fatigue. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, n. 3, p. 167-176, 2003.
- 45 NOBLE, B.J. (Ed.). **Perceived exertion**. Champaign: Human Kinetics, 1996.
- 46 POWERS, S. K. et al. Caffeine alters ventilatory and gas exchange kinetics during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 18, n. 1, p. 101-106, 1986.
- 47 D'URZO, A. D. et al. Effect of caffeine on ventilatory responses to hypercapnia, hypoxia, and exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 68, n. 1, p. 322-328, 1990.
- 48 SUPINSKI, G. S.; Levin, S.; KELSIN, S. G. Caffeine effect on respiratory muscle endurance and sense of effort during loaded breathing. **Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 60, n. 6, p. 2040-2047, 1986.
- 49 LEBLANC, J., et al. Enhanced metabolic response to caffeine in exercise-trained human subjects. **Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 59, n. 3, p. 832-837, 1985.
- 50 DOHERTY, M. et al. Caffeine lowers perceptual response and increases power output during high-intensity cycling. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 22, n. 7, p. 637-643, 2004.
- 51 ROHLFS, I. C. P. M. **Validação do teste BRUMS para avaliação de humor em atletas e não atletas brasileiros**. 2006. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano). - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- 52 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**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 176-181, 2008.
- 53 ROHLFS, I. C. P. M. et al. Aplicação de instrumentos de avaliação de estados de humor na detecção da síndrome do excesso de treinamento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 111-116, 2004.
- 54 FAZACKERLEY, R. LANE, A. M. Confirmatory factor analysis of the Brunel mood scale for use with water-skiing competition. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 97, n. 2, p. 657-661, 2003.

- 55 GALAMBOS, S. A. et al. Psychological predictors of injury among elite athletes. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 39, n. 6, p. 351-354, 2005.
- 56 MARTTINEN, R. H. J. et al. Effects of self-selected mass loss on performance and mood in collegiate wrestlers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 25, n. 4, p. 1010-1015, 2011.
- 57 RUXTON, C. H. S. The impact of caffeine on mood, cognitive function, performance and hydration: a review of benefits and risks. **Nutrition Bulletin**, Tokyo, v. 33, n. 1, p. 15-25, 2008.
- 58 DESLANDES, A. C., et al. Effects of caffeine on the electrophysiological, cognitive and motor responses of the central nervous system. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, São Paulo, v. 38, n. 7, p. 1077-1086, 2005.
- 59 BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. **Muscles alive: their functions revealed by electromyography**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.
- 60 ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. São Paulo: Manole, 2000.
- 61 KAMEN, G.; GABRIEL, D. A. **Essentials of electromyography**. Champaign: Human Kinetics, 2009.
- 62 VØLLESTAD, N. K. Measurement of human muscle fatigue. **Journal of Neuroscience Methods**, Amsterdam, v. 74, n. 2, p. 219-227, 1997.
- 64 STULEN, F. B.; DE LUCA, C. J. De Frequency parameters of the myoelectric signal as a measure of muscle conduction velocity. **IEEE Transactions on Bio-medical- Engineering**, New York, v. 28, n. 7, p. 515-23, 1981.
- 65 MERLETTI, R.; KNAFLITZ, M.; DE LUCA, C. J. Electrically evoked myoelectric signals. **Critical Reviews in Biomedical Engineering**, New York, v. 19, n. 4, p. 293-340, 1992.
- 66 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**, New York, v. 48, n. 7, p. 745-753, 2001.
- 67 SPARTO, P. J. et al. Wavelet analysis of electromyography for back muscle fatigue detection during isokinetic constant-torque exertions. **Spine**, Philadelphia, v. 24, n. 17, p. 1791-1798, 1999.
- 68 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**, New York, v. 16, n. 2, p. 188-197, 2006.

- 69 SO, R.C. et al. EMG wavelet analysis of quadriceps muscle during repeated knee extension movement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 41, n. 4, p. 788-796, 2009.
- 70 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**, New York, v. 14, n. 2, p. 205-215, 2004.
- 71 COSTA, M. V. et al. Fourier and wavelet spectral analysis of EMG signals in maximal constant load dynamic exercise. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE EMBS, 32., 2010, Buenos Aires. **Anais...** Piscataway: IEEE Service Center, 2010. p. 4622-4625.
- 72 DANTAS, J. L. et al. Fourier and wavelet spectral analysis of EMG signals in isometric and dynamic maximal effort exercise. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE EMBS, 32., 2010, Buenos Aires. **Anais...** Piscataway: IEEE Service Center, 2010. p. 5979-5982.
- 73 CAMATA, T. V. et al. Fourier and wavelet spectral analysis of EMG signals in supramaximal constant load dynamic exercise. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE EMBS, 32., 2010, Buenos Aires. **Anais...** Piscataway: IEEE Service Center, 2010. p. 1364-1367.
- 74 GORDON, C. C. et al. Stature, recumbent length, weight. **Anthropometric Standardizing Reference Manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988.
- 75 LUCÍA, A. et al. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, n. 10, p. 1777-1782, 2000.
- 76 AMANN, M.; SUBUDHI, A. W.; FOSTER, C. Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 16, n. 1, p. 27-34, 2006.
- 77 MACDONALD, J. H.; FARINA, D.; MARCORA, S. M. Response of electromyographic variables during incremental and fatiguing cycling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 40, n. 2, p. 335-44, 2008.
- 78 COTTIN, F. et al. Assessment of ventilatory thresholds from heart rate variability in well-trained subjects during cycling. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 27, n. 12, p. 959-967, 2006.
- 79 COTTIN, F. et al. Ventilatory thresholds assessment from heart rate variability during an incremental exhaustive running test. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 28, n. 4, p. 287-294, 2007.
- 80 HAJOGLOU, A. et al. Effect of warm-up on cycle time trial performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 37, n. 9, p. 1608-1614, 2005

- 81 ROUFFET, D. M.; HAUTIER, C. A EMG normalization to study muscle activation in cycling. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 18, n. 5, p. 866-878, 2008.
- 82 MERLETTI, R. Standards for reporting EMG data. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 7, n. 2, p. 1-2, 1999.
- 83 HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 361-374, 2000.
- 84 CAMATA, T. V. et al. Association between the electromyographic fatigue threshold and ventilatory threshold. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, Louvain, v. 49, n. 6-7, p. 305-310, 2009.
- 85 DANTAS, J. L., et al. Influência de diversos procedimentos de tratamento dos sinais eletromiográficos nos valores de RMS: necessidade ou mito? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 33., 2010, São Paulo: CELAFISCS, 2010. p. 134.
- 86 NG, J. K. et al. Clinical applications of power spectral analysis of electromyographic investigations in muscle function. **Manual Therapy**, Edinburgh, v. 1, n. 2, p. 99-103, 1996.
- 87 BORG, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, Stockholm, v. 2, n. 2, p. 92-98, 1970.
- 88 MARCORA, S. M.; STAIANO, W. The limit to exercise tolerance in humans: mind over muscle? **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.109, n. 4, p. 763-770, 2010.
- 89 HOPKINS, W. G. et al. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 41, n. 1, p. 3-13, 2009.
- 90 BUCHHEIT, M. et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 108, n. 6, p. 1153-1167, 2010.
- 91 ABBISS, C. R. et al. Accuracy of the Velotron ergometer and SRM power meter. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 30, n. 2, p. 107-112, 2009.
- 92 CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 38, n. 4, p. 297-316, 2008.
- 93 JENSEN, K.; JOHANSEN, L. Reproducibility and validity of physiological parameters measured in cyclists riding on racing bikes placed on a stationary magnetic brake. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 8, n. 1, p. 1-6, 1998.

- 94 FISHER, S. M. et al. Influence of caffeine on exercise performance in habitual caffeine users. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 7, n. 5, p. 276-280, 1986.
- 95 GRAHAM, T. E.; RUSH, J. W.; VAN SOEREN, M. H. Caffeine and exercise: metabolism and performance. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 19, n. 2, p. 111-138, 1994.
- 96 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, 2008.
- 97 CAFARELLI, E. Peripheral contributions to the perception of effort. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 14, n. 5, p. 382-389, 1982.

ANEXOS

ANEXO A

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

Parecer PF Nº. 226/09 CAAE Nº. 0169.0.268.000-09 FOLHA DE ROSTO Nº. 292737	Londrina, 11 de março de 2010.
PESQUISADOR: LEANDRO RICARDO ALTIMARI CEFE/DEPTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA	
<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">“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”</p>	
<p>Situação do Projeto: APROVADO</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">  Prof. Dra. Ester M.O. Dalla Costa Coordenadora Comitê de Ética em Pesquisa-CEP/UEL </p>	

ANEXO B

ALIMENTOS E BEBIDAS CONTENDO CAFEÍNA

Café (xícara de 150 ml)	Cafeína (mg)	Produtos com Chá	Cafeína (mg)
De máquina	110-150	Chá instantâneo	12-28
De coador	64-124	(xícara de 150 ml)	
Instantâneo	40-108	Chá gelado	22-36
Descafeinado instantâneo	2-5	(xícara de 350 ml)	
Descafeinado	2		
Chá (Granel ou Saquinhos - xícara de 150 ml)		Chocolate	
Infusão de um minuto	9-33	Feito a partir de mistura	6
Infusão de três minutos	20-46	Chocolate ao leite (28g)	6
Infusão de cinco minutos	20-50	Chocolate de conf. (28g)	35
	Cafeína		Cafeína
Refrigerantes	mg/350 ml	Energéticos	mg/250 ml
Coca-Cola	46	Flash Power	80
Diet Coke	46	Flying Horse	80
Pepsi Cola	38,4	Dynamite	80
Diet Pepsi	36	Red Bull	80
Pepsi Light	36	On Line	80
Melo Yello	36	Blue Energy Xtreme	80

Produto	Quantidade (mg)	Excreção após 2-3 hs (µg/ml)
1 Copo de café (240 ml)	100,0 (*)	1,50
Chá instantâneo (150 ml)	28,0 (*)	0,42
Chá natural preparado (150 ml)	20,0 - 110,0	0,30 - 1,60
1 lata de Coca Cola, Coca Diet (330 ml)	45,6	0,68
1 lata de Pepsi, Pepsi Diet (330 ml)	36,0	0,54
Milk shake de chocolate (30 g)	6,0	0,08
Chocolate amargo – barra (30 g)	20,0	0,30
Chocolate em Pó (30 g)	26,0	0,40
1 Nodoz	100,0	1,50
1 Vivarin	200,0	3,00
1 Anacin	32,0	0,48
1 Excedrin	65,0	0,97
1 Midol	32,4	0,48

(*) Teor médio, está na dependência do modo de preparo.

ANEXO C

ESCALA DE HUMOR DE BRUNEL (BRUMS)

Nome: _____ DATA: ____ / ____ / ____

A Escala de Humor de Brunel (BRUMS)

Abaixo está uma lista de palavras que descrevem sentimentos. Por favor, leia tudo atentamente. Em seguida assinale, em cada linha, o quadrado que melhor descreve **COMO VOCÊ SE SENTE AGORA**. Tenha certeza de sua resposta para cada questão, antes de assinalar.

Escala:

0 = nada 1 = um pouco 2 = moderadamente
3 = bastante 4 = extremamente

1. Apavorado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Animado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Confuso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Esgotado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Deprimido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Desanimado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Irritado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Exausto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Inseguro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Sonolento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Zangado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Triste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ansioso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Preocupado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Com disposição	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Infeliz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Desorientado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Tenso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Com raiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Com energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Cansado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Mal-humorado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Alerta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Indeciso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>