UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA MÉDICA

GABRIEL SILVEIRA FRANCO

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATO ASSOCIADO À PROTEÍNA
NO DESEMPENHO DE CORREDORES**

Ribeirão Preto

2015

GABRIEL SILVEIRA FRANCO

Efeito da suplementação de carboidrato associado à proteína no desempenho de corredores

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Médicas.

Área de Concentração: Clínica Médica

Opção: Investigação Biomédica

Orientadora: Profa. Dra. Carla Barbosa Nonino

Ribeirão Preto

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Franco, Gabriel Silveira

Efeito da suplementação de carboidrato associado à proteína no desempenho de corredores, 2015.
80f.: il.

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Investigação Biomédica.

Orientadora: Nonino, Carla Barbosa.

1. Suplementação 2. Carboidrato 3. Proteína 4. Desempenho 5. Corredores

Gabriel Silveira Franco

Efeito da suplementação de carboidrato associado à proteína no desempenho de corredores.

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Médicas.

Área de Concentração: Clínica Médica

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof.Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais por além de serem minha maior razão de viver, me deram toda educação necessária para que conseguisse chegar até aqui.

À minha esposa por todo amor, carinho, companheirismo e compreensão nos momentos mais difíceis.

Ao meu irmão por todos seus conselhos, pela paciência em ensinar e por ser um modelo de profissional a ser seguido.

AGRADECIMENTOS

Redigir os agradecimentos foi uma tarefa árdua e cautelosa, afinal não poderia esquecer de ninguém que contribuiu gentilmente para que este estudo fosse realizado.

Diante disto, agradeço...

A Deus por toda oportunidade concedida, todo zelo prestado e por sempre estar ao meu lado para me guiar e indicar o melhor caminho a ser seguido.

À minha orientadora Profa. Dra. Carla Barbosa Nonino pela competência ao me orientar da maneira mais paciente possível, por difundir todo conhecimento que levarei comigo para o resto de minha vida e pelo simples fato de acreditar em meu potencial.

A todos integrantes da família LEN (Bruno, Cris, Carol Malek, Carol Nicoletti, Dri, Lú, Marcela e Natty) que sempre estenderam a mão para me auxiliar no decorrer do trabalho, por todos ensinamentos nos grupos de estudos e pelas risadas compartilhadas cotidianamente.

À grande amiga Ana Paula pela transmissão de energia positiva, companheirismo e por sempre estar disposta a me ajudar sem querer nada em troca.

Ao Prof. Dr. Enrico Fuini Puggina que além de transbordar conhecimento, não hesitou em me emprestar um dos equipamentos utilizados durante a coleta de dados deste estudo.

A todos funcionários do Laboratório de Fisiologia do Exercício, em especial ao Dr. Júlio César Crescêncio, que participaram efetivamente na coleta de dados do estudo.

A toda direção e funcionários da academia de ginástica Cia Athletica que cedeu gratuitamente a diferenciada estrutura para que fossem realizados todos protocolos de exercício físico.

A todos atletas que, apesar de terem os dias atarefados, se colocaram à disposição e aceitaram participar desta pesquisa.

"O pessimista vê dificuldade em cada oportunidade. O otimista vê oportunidade em cada dificuldade."

(Winston Churchill)

RESUMO

FRANCO, G. S. **Efeito da suplementação de carboidrato associado à proteína no desempenho de corredores**. 2015. 80f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2015.

O pedestrianismo vem se tornando cada vez mais expressivo na atualidade, principalmente por assegurar condições de bem-estar físico, psicológico e social ao praticante. Partindo-se do pressuposto que deficiências nutricionais prejudicam o desempenho durante a corrida, corredores de longa duração vêm usufruindo da suplementação esportiva com o intuito de otimizar o rendimento. Todavia, faltam evidências científicas quanto aos recursos ergogênicos proporcionados pelos diversos suplementos alimentares comercializados. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi comparar o desempenho de corredores de longa duração em um protocolo de exercício físico em esteira composto por três situações diferentes de suplementação: placebo, carboidrato e carboidrato associado à proteína hidrolisada. A amostra foi composta por 14 atletas do sexo masculino e o estudo apresentou design cross over com caráter duplo-cego. Inicialmente, foi realizada avaliação cardiorrespiratória e nutricional, sendo que esta última foi composta por antropometria (peso e estatura) e composição corporal (dobras cutâneas). Os indivíduos foram submetidos a um exercício físico em esteira constituído por 60 minutos com velocidade e inclinação correspondente ao Limiar Anaeróbio e posteriormente perduraram a atividade até a exaustão com intensidade referente a 10% acima desta variável. Foi analisado o consumo alimentar por meio da ingestão energética diária e da quantidade de macronutrientes ingeridos nas 24 e 2 horas antecedentes aos exercícios. Mensurou-se a glicemia, o lactato sanguíneo, a percepção subjetiva de esforço e a frequência cardíaca durante os três protocolos de suplementação. A glicemia inicial e 5 minutos após a exaustão foi menor para o grupo placebo quando comparada aos outros dois grupos. Houve um aumento na glicemia e no lactato nos três grupos ao comparar momentos antes e durante o exercício (60 minutos) com momentos após o término da atividade (exaustão e 5 minutos após este estágio). Observou-se aumento na percepção subjetiva de esforço e na frequência cardíaca nos três grupos concomitantemente ao aumento da duração e/ou intensidade do exercício. Ao analisar o consumo alimentar e o tempo de exaustão dos atletas não foram constatadas diferenças estatísticas entre os três suplementos utilizados. Diante disto, analisando agudamente, não há justificativa para adicionar proteína ao suplemento de carboidrato durante a realização de exercícios de endurance com características semelhantes ao de nosso estudo.

Palavras-chave: Suplementação. Carboidrato. Proteína. Desempenho. Corredores.

ABSTRACT

FRANCO, G. S. Effect of carbohydrate supplementation associated with protein on performance of runners. 2015. 80f. Dissertation (Master's degree) – Faculty of Medicine of Ribeirão Preto, University of São Paulo. Ribeirão Preto, 2015.

The pedestrianism is becoming increasingly significant nowadays, mainly for ensuring conditions of physical, psychological and social well-being practitioner. Starting from the assumption that nutritional deficiencies impair performance during the race, long runners come enjoying the sports supplementation in order to optimize performance. However, they lack scientific evidence about the ergogenic resources provided by the various food supplements marketed. Thus, the aim of this study was to compare the performance of long runners in a physical exercise protocol on a treadmill consists of three different situations supplementation: placebo, carbohydrate and carbohydrate associated with hydrolyzed protein. The sample consisted of 14 male athletes and this study was double-blind with crossover design. Initially, individual performed cardiopulmonary and nutritional evaluation and the latter consisted of anthropometry (weight and height) and body composition (skinfold). The subjects underwent a physical exercise on a treadmill consists of 60 minutes with speed and inclination corresponding to Anaerobic Threshold and then endured the activity to exhaustion intensity with respect to 10% higher this variable. Food consumption through daily energy intake and the amount of macronutrients ingested in 24 and 02 hours before the exercise was analyzed. It was measured blood glucose, blood lactate, the perceived exertion and heart rate during the three supplementary protocols. The initial blood glucose and 5 minutes after the exhaustion was lower in the placebo group compared to the other two groups. There was an increase in blood glucose and lactate in the three groups when comparing time before and during exercise (60 minutes) with moments after the end of the activity (exhaustion and 5 minutes after this stage). There was an increase in perceived exertion and heart rate in the three groups concomitantly with increasing duration and/or intensity of exercise. By analyzing the food consumption and time to exhaustion of athletes were not found statistical differences between the three supplements used. Given this, there would be no acute justification for adding protein to carbohydrate supplement when performing endurance exercise with characteristics similar to our study.

Keywords: Supplementation. Carbohydrate. Protein. Performance. Runners.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama simplificado das influências que o VO2Max, Lan e Economia de Corrida exercem no desempenho esportivo. Adaptado de Basset Junior e Howley (2000). -----	18
Figura 2 - Delineamento experimental do estudo.-----	31
Figura 3 - Informação nutricional do suplemento Maltodextrin da Athletica® Nutrition. -----	36
Figura 4 - Informação nutricional do suplemento Pepto Fuel® da Performance Science Nutrition. -----	37
Figura 5 - Escala de percepção subjetiva de esforço adaptada de Borg (1982). ----	39
Figura 6 - Tempo de exaustão dos atletas em intensidade 10% acima do Limiar Anaeróbio para os diferentes tipos de suplementos após percorrerem 60 minutos de exercício no Limiar Anaeróbio. -----	45
Figura 7 - Presença ou ausência de desconforto gástrico de corredores (n=14) durante protocolo de exercício com suplementação de Carboidrato + Proteína.-----	46
Figura 8 - Correlação entre o Tempo de Exaustão e a Frequência Cardíaca após 60 minutos de exercício (T1) para os grupos Placebo (A), Carboidrato (B) e Carboidrato + Proteína (C). -----	47
Figura 9 - Correlação entre o Tempo de Exaustão e a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) após 60 minutos de exercício (T1) para os grupos Placebo (A), Carboidrato (B) e Carboidrato + Proteína (C). -----	48
Figura 10 - Correlação entre o Tempo de Exaustão e a Glicemia após 60 minutos de exercício (T1) para os grupos Placebo (A), Carboidrato (B) e Carboidrato + Proteína (C). -----	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da antropometria, composição corporal e variáveis fisiológicas dos corredores. -----	42
Tabela 2 - Consumo alimentar das 24 horas antecedentes aos protocolos de exercício sob diferentes tipos de suplementos.-----	43
Tabela 3 - Ingestão alimentar das 2 horas antecedentes ao início do exercício físico nos diferentes protocolos de suplementação.-----	43
Tabela 4 - Variação da glicemia e do lactato durante os protocolos de exercício para os diferentes tipos de suplementos. -----	44
Tabela 5 - Variação da percepção subjetiva de esforço e da frequência cardíaca durante os protocolos de exercício para os diferentes tipos de suplementos. -----	45

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM	American College of Sports Medicine
ANOVA	Análise de Variância
CHO	Carboidrato
FC	Frequência Cardíaca
HCFMRP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
IAAF	International Association of Athletics Federations
Lan	Limiar Anaeróbio
LIP	Lipídio
MCTs	Transportadores de Monocarboxilatos
PLA	Placebo
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
PTN	Proteína
QR	Quociente Respiratório
TEFD	Teste de Esforço Físico Dinâmico
VO2	Consumo de Oxigênio
VO2Max	Consumo Máximo de Oxigênio
%GC	Porcentagem de Gordura Corporal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Corrida	15
1.2 Características Fisiológicas da Corrida	16
1.2.1 Consumo Máximo de Oxigênio	17
1.2.2 Limiar Anaeróbio	19
1.2.3 Frequência Cardíaca e Glicemia	20
1.3 Recursos Ergogênicos	21
1.3.1 Suplementação de Carboidrato	22
1.3.2 Suplementação de Carboidrato Adicionado de Proteína	24
2. OBJETIVOS	27
2.1 Objetivos Específicos	27
3. CASUÍSTICA E MÉTODOS	29
3.1 Casuística	29
3.2 Critérios de Inclusão	29
3.3 Critérios de Exclusão	29
3.4 Delineamento do Estudo	30
3.5 Avaliação Cardiorrespiratória	32
3.6 Avaliação Nutricional	33
3.6.1 Antropometria	33
3.6.2 Análise da composição corporal	34
3.7 Protocolo de Exercício Físico	35
3.8 Protocolo de Suplementação	36
3.9 Avaliação do consumo alimentar	37
3.10 Análise Bioquímica	38
3.10.1 Mensuração da Glicemia	38
3.10.2 Mensuração do Lactato Sanguíneo	38
3.11 Percepção Subjetiva de Esforço	39
3.12 Frequência Cardíaca	40
3.13 Tempo de Exaustão	40
3.14 Análise Estatística	40
4. RESULTADOS	42

5. DISCUSSÃO	51
6. CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	76
APÊNDICE B - TERMO DA ACADEMIA	76
ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA.....	80

Introdução

1. INTRODUÇÃO

1.1 Corrida

Para a maioria dos animais, a própria sobrevivência está diretamente relacionada com sua capacidade de correr, seja do perigo ou para buscar sua alimentação. Por outro lado, os seres humanos sobreviveram pelo fato de, além de serem versáteis, são bons corredores (NEWSHOLMW; LEECH; DUESTER, 2006).

Correr é uma das habilidades naturais que o ser humano manifesta nos primeiros anos de vida. As motivações que as crianças buscam para correr estão estreitamente relacionadas à exploração do ambiente em que vivem (BASTOS; PEDRO; PALHARES, 2009).

Pessoas correm há séculos, sendo que a evidência mais remota desta prática está representada em uma pintura de dois corredores em um vaso da civilização micênica do século 16 a.C. Este esporte esteve presente nos primeiros jogos olímpicos modernos, sediados em Atenas no ano de 1986 (CABRAL, 2004).

Segundo a Confederação Brasileira de Atletismo, a corrida consiste uma das modalidades praticadas no Atletismo, que é considerado esporte base pelo fato de sua prática estar associada a movimentos naturais do ser humano como o correr, saltar e lançar.

Segundo a *International Association of Athletics Federations* (IAAF), as provas de corrida do Atletismo são subdivididas quanto as distâncias percorridas pelos atletas. Existem provas rasas ou de velocidade (100, 200 e 400 metros), provas de meio fundo (800 e 1500m), provas de fundo ou resistência (5000 e 10000m) e a maratona (42.195m).

Partindo-se do pressuposto que a corrida é um excelente exercício que proporciona benefícios físicos e mentais aos praticantes, surgem no século XVIII na Inglaterra as corridas de rua, também conhecidas como pedestrianismo. Elas acontecem em circuitos de rua, avenidas e estradas com distâncias oficiais variando entre 5 e 100 km (SALGADO; CHACON-MIKAHIL, 2006).

Este tipo de prática vem se tornando cada vez mais expressiva na atualidade, principalmente por assegurar condições de bem-estar físico, psicológico e social ao

praticante (TRUCCOLO; MADURO; FEIJÓ, 2008). Além disso, a corrida de rua é um esporte de baixo custo e de fácil adaptação para todas as classes sociais, o que o torna mais popular (OLIVEIRA et al., 2012).

É possível notar um aumento no número de provas desta modalidade esportiva nos últimos anos. Segundo a Federação Paulista de Atletismo, o número de provas triplicou (107 para 361) e o número de participantes quadruplicou (146 para 653 mil) de 2004 a 2014 no estado de São Paulo.

Diante disto, esta prática esportiva merece um cuidado especial a ser seguido com intuito de prevenir danos musculares, fadiga, desidratação e deficiências nutricionais pelo fato de ser uma das práticas esportivas mais desgastantes. Sendo assim, os praticantes devem se preocupar com a hidratação, alimentação e, se necessário, a suplementação durante a atividade (SALGADO; CHACON-MIKAHIL, 2005).

1.2 Características Fisiológicas da Corrida

A habilidade do atleta em sustentar um exercício prolongado depende diretamente do suprimento adequado de oxigênio e nutrientes para os músculos que estão em atividade e a diminuição na oferta destas substâncias pode comprometer o rendimento desportivo (MACHADO; GUGLIELMO; DENADAI, 2002).

Em exercícios de longa duração que necessitam predominantemente do oxigênio para a produção de energia, comumente chamados de *endurance*, o alto desempenho se relaciona diretamente com o consumo máximo de oxigênio (VO2Max) (ROWLANDS; DOWNEY, 2000).

Além disso, o ritmo mais rápido que o atleta consegue exercer durante a prática de um evento de resistência está fortemente relacionado com a taxa de produção de energia aeróbia atingida em intensidade correspondente ao Limiar Anaeróbio (Lan) (BRISSWALTER et al., 2000).

Sendo assim, fatores fisiológicos relacionados ao desempenho na corrida de resistência têm sido estudados intensivamente em laboratórios com resultados muito contundentes para o desporto. Eles possibilitam aplicações práticas tanto na seleção

de atletas, quanto na prescrição e no controle do treinamento de alto rendimento (DENADAI; ORTIZ; MELLO, 2004).

1.2.1 Consumo Máximo de Oxigênio

O VO2Max, melhor representante da potência aeróbia, pode ser definido como a mais alta captação de oxigênio alcançada por um indivíduo, respirando ar atmosférico ao nível do mar (HAWKINS et al., 2007).

Esta variável é mensurada diretamente por meio de avaliações ergoespirométricas. Sabe-se que fatores genéticos, ambientais e o próprio treinamento físico influenciam no VO2Max dos indivíduos (LORENZ et al., 2013).

Enquanto o consumo de oxigênio (VO2) em repouso mostra-se similar em indivíduos sedentários e treinados, durante o esforço físico máximo os valores encontrados em indivíduos treinados são visivelmente maiores em relação aos sedentários (DENADAI; ORTIZ; MELLO, 2004).

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) (1980) propôs uma diretriz para classificar o VO2Max de indivíduos do sexo masculino segundo a faixa etária (Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação do consumo máximo de oxigênio (ml/Kg/min) de homens segundo a faixa etária.

Idade	Muito Fraca	Fraca	Regular	Boa	Excelente
20 - 29	< 25	25 – 33	34 - 42	43 - 52	≥ 53
30 - 39	< 23	23 – 30	31 - 38	39 - 48	≥ 49
40 - 49	< 20	20 – 26	27 - 35	36 - 44	≥ 45
50 - 59	< 18	18 – 24	25 - 33	34 - 42	≥ 43
60 - 69	< 16	16 – 22	23 - 30	31 - 40	≥ 41

Fonte: ACSM (1980).

Estudo pioneiro mostrou que o VO2Max de corredores de elite que disputavam provas mais longas (5000 a 10000m) são maiores quando comparados aos que disputavam provas mais curtas (800 e 1500m) (78,7 e 72,1 ml/kg/min, respectivamente) (SVEDENHAG; SJÖDIN, 1984).

Por muito tempo este parâmetro foi considerado o principal fator determinante no desempenho em provas de longa duração (JOYNER; COYLE, 2008). Todavia, há outros fatores que contribuem para o rendimento esportivo, visto que maratonistas com valores similares de VO2Max apresentaram desempenhos distintos durante o exercício (SJÖDIN; SVEDENHAG, 1985).

Segundo Costill, Thomason e Roberts (1973), o tempo de prova em corrida com distância de 10 milhas mostrou correlação inversa quando comparado com o VO2Max dos atletas.

Sendo assim, a economia de corrida, definida como estado estável do consumo de oxigênio para uma dada velocidade submáxima ou distância percorrida (FRANCH et al., 1998) e a capacidade de sustentar alta frações do VO2Max por longos períodos parecem ser mais importantes para se obter sucesso nesses eventos (BASSET JUNIOR; HOWLEY, 2000). A Figura 1 demonstra tais influências:

Figura 1 – Diagrama simplificado das influências que o VO2Max, Lan e Economia de Corrida exercem no desempenho esportivo. Adaptado de Basset Junior e Howley (2000).

1.2.2 Limiar Anaeróbio

Uma alteração metabólica denominada limiar de lactato ocorre por volta de 70 a 75% do VO₂Max em atletas de elite e de 65 a 75% do VO₂Max em não atletas (Messonnier et al., 2005). É caracterizada pelo primeiro aumento nas concentrações de lactato plasmático acima dos níveis basais durante um exercício incremental e ocorre principalmente pelo aumento no recrutamento de fibras musculares tipo IIa durante exercícios físicos de alta intensidade (KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979). Estas fibras são caracterizadas pela alta atividade glicolítica e consequentemente pela maior contribuição da glicólise anaeróbia para produção de ATP (ROBERGS; GHIASVAND; PARKER, 2004).

O aumento da intensidade durante o exercício físico induz a uma quebra na linearidade entre a produção de gás carbônico em relação ao consumo de oxigênio. Neste estágio, encontra-se o Lan, que é caracterizado pela igualdade entre a produção e a remoção de lactato oriundo da oxidação da glicose (WASSERMAN; MCILROY, 1964).

Qualquer aumento na intensidade acima do Lan resulta em rápida ascensão na lactacidemia. Isso ocorre em virtude deste esforço aumentar a concentração do íon H⁺, em consequência da hidrólise acentuada de ATP e da incapacidade das mitocôndrias em tamponar tais prótons (ROBERGS, 2001).

Diante disto, aumenta-se a participação da lactato desidrogenase, enzima esta responsável por catalisar a redução de piruvato a lactato, como via de tamponamento de H⁺ por meio do sistema co-transporte lactato/h⁺ que é realizado por uma classe de transportadores de monocarboxilatos (MCTs) presentes na membrana plasmática de vários tecidos (PÉRONNET; AGUILANIU, 2006).

Sabe-se que níveis elevados de lactato sanguíneo influenciam negativamente o desempenho na corrida de longa duração devido, dentre outros fatores, ao aumento do VO₂ durante a atividade (BICKHAM; GIBBONS; LE ROSSIGNOL, 2004). O conhecimento da velocidade de corrida do indivíduo correspondente ao Lan permite definir faixas de treino regenerativo, guiar o treino intervalado e analisar melhoras em virtude do treinamento. O ponto essencial é a alta correlação deste valor com o desempenho em corridas (FAUDE; KINDERMAMANN; MEYER, 2009; TANAKA et al., 1984).

Atletas de elite que praticam exercícios de *endurance* são capazes de exercitar-se por longos períodos de tempo em níveis de lactato correspondentes ao Lan (COSTILL, 1970).

1.2.3 Frequência Cardíaca e Glicemia

A frequência cardíaca (FC) é uma variável importante para monitorar a intensidade do exercício físico. Sabe-se que ela aumenta linearmente em função da intensidade do exercício em um ambiente com temperatura neutra e está intimamente relacionada com o VO₂Max (ROWELL, 1986).

A intensidade e duração do exercício físico estão diretamente relacionadas com a liberação dos neurotransmissores adrenalina e noradrenalina, sendo que estes que influenciam as respostas cardiovasculares e metabólicas (MAZZEO; MARSHALL, 1989)

Pensando no sistema cardiovascular, o aumento da FC em demanda da prática de exercício físico se faz necessário para manter o aporte de nutrientes e oxigênio para tecidos alvos (ARAÚJO, 2010). Quanto mais intenso for o exercício físico, maiores serão os valores da FC para suprir o dispêndio energético. É possível notar um aumento mais abrupto logo após o Lan e uma manutenção da FC próximo ao esforço máximo (ALMEIDA, 2007).

Além dos neurotransmissores citados anteriormente, exercícios físicos intensos promovem aumento na produção de hormônios catabólicos (glucagon, adrenalina e cortisol) e diminuição na produção de hormônios anabólicos (insulina) (AFONSO et al., 2003). Dessa forma, há uma intensificação na depleção do glicogênio muscular e hepático, processo conhecido por glicogenólise, promovendo um aumento na glicemia para otimização do funcionamento de tecidos que demandam deste substrato energético, como o cérebro (LIMA-SILVA et al., 2007).

Esses dados contribuíram para as elucidações iniciais na década de 90, quando especulava-se sobre a possibilidade das respostas glicêmicas durante o exercício se correlacionarem positivamente com as do lactato (SIMÕES et al., 1999). Diversos estudos demonstraram que a glicemia aumenta durante estágio inicial do

exercício físico e continua aumentando conforme a progressão da intensidade da atividade (AHLBORG et al., 1974; DUTRA et al., 2009; WILLIAMS et al., 1995).

Por outro lado, valores circulantes de glicose plasmática abaixo da faixa de normalidade (< 70 mg/Dl) estão diretamente relacionados com a fadiga periférica em exercícios físicos intensos e prolongados. Isto ocorre devido a diminuição da glicose disponível e da oxidação de carboidrato (CHO) em virtude da duração do exercício (TSINTZAS; WILLIAMS, 1998).

Além disso, a depleção de glicogênio muscular está diretamente associada como causa da fadiga e consequentemente piora no desempenho de exercícios prolongados (JEUKENDRUP, 2004). Estudos demonstraram correlação positiva entre as concentrações desta reserva energética pré-exercício e o tempo de manutenção deste esforço (AHLBORG et al., 1967; BERGSTRÖM et al., 1967).

Levando-se em consideração que esta reserva energética é limitada no ser humano, aproximadamente 250 a 400g no tecido muscular esquelético e 80 a 110g no fígado (MAUGHAN; GLEESON; GREENHAFF, 2000), poupar esta reserva é uma alternativa interessante para quem busca o alto rendimento.

1.3 Recursos Ergogênicos

O sucesso atlético depende inicialmente de dois fatores: genética e treinamento. Em certos níveis de competição, muitos participantes utilizam dos mesmos métodos de treinamento tornando-os bastante nivelados. Sendo assim, eles recorrem a manuseios na dieta e na utilização de recursos ergogênicos para saírem em vantagem nesta disputa (ALVES, 2010).

De acordo com Williams (1997), a palavra ergogênico denota substâncias ou artifícios adotados que visam à melhora do rendimento esportivo. Diante disto, há um grande número de suplementos alimentares sendo comercializados com este intuito. Um relatório publicado por Smith (2012), na *Nutrition Business Journal*, apontou um faturamento global estimado de 30 bilhões de dólares neste ramo do mercado.

Todavia, segundo diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (2003), este comércio muitas vezes é ilegal e sem controle da vigilância sanitária.

Além disso, falta comprovação científica que justifique a utilização de diversos suplementos comercializados.

1.3.1 Suplementação de Carboidrato

Os CHOs são importantes substratos para a contração muscular durante a prática de exercício físico extenuante. Dessa forma, estratégias nutricionais que envolvam a ingestão de CHO antes, durante e após o exercício são utilizadas para otimizar a disponibilidade deste substrato, poupar a depleção do glicogênio muscular e/ou hepático e consequentemente manter a glicemia em níveis ótimos (COSTILL; HARGREAVES, 1992).

Estudos clássicos comprovam a importância deste nutriente em exercícios de *endurance*. Em 1920, Krogh e Lindhardt reconheceram a importância do CHO como fonte energética durante o exercício ao estudar a troca gasosa após atividade em cicloergômetro de um indivíduo, comparando dieta rica em CHO e dieta rica em lipídio (LIP).

O Quociente Respiratório (QR), relação entre a produção de CO₂ e o consumo de O₂, permite verificar qual substrato está sendo utilizado predominantemente para o catabolismo energético. Sabe-se que a glicose possui um valor de QR igual a 1 (SUEN; SILVA; MARCHINI, 1998).

De acordo com Levine, Gordon e Derick (1924), a maioria dos atletas que cruzaram a linha de chegada da maratona de Boston de 1923 tinham concentração de glicose plasmática reduzida quando comparadas ao início da prova. Entretanto, no ano seguinte, ao suplementar alguns desses atletas com CHO no dia anterior, antes e durante a maratona, observou-se manutenção nos valores de glicose circulantes e diminuição no tempo gasto para concluir a prova comparado ao ano anterior (GORDON et al., 1925).

Com o passar dos anos e aumento no fomento das pesquisas envolvendo suplementação de CHO e exercício físico, cria-se o primeiro suplemento esportivo na década de 60, o Gatorade®, que comprovou retardar a fadiga de uma equipe de futebol americano quando comparada a ingestão de água mineral (CADE et al., 1972).

Atualmente diversos suplementos a base de CHOs estão sendo comercializados. As diferenças se dão, normalmente, pela consistência física (barras energéticas, géis e bebidas carboidratadas) e concentração glicídica dos produtos (GATTI, 2009).

Ambas as características interferem na velocidade de passagem dos fluidos e do substrato energético pelo estômago (esvaziamento gástrico) e pelo intestino (absorção intestinal) e, portanto, podem interferir no desempenho atlético (BURKE; HAWLEY, 1997).

Suplementar CHO antes da prática de exercício físico parece ser alternativa interessante para quem almeja melhora no desempenho físico. A ingestão de 50g de CHO 5 minutos antes do início da atividade apresenta benefícios similares à ingestão durante o exercício (COGGAN; SWANSON, 1992). Todavia, esta suplementação parece não ter o mesmo efeito caso a ingestão ocorra de 30 a 60 minutos antes do exercício. Neste momento, a concentração de insulina atinge seu pico máximo e pode acarretar uma queda na glicemia em virtude do efeito sinérgico entre a ação deste hormônio e da contração muscular na captação de glicose sanguínea (JEUKENDRUP et al., 1999).

Por outro lado, a suplementação com CHO durante o exercício físico pode resultar em aumento da disponibilidade de glicose sanguínea, reduzir a depleção de glicogênio muscular, atenuar a elevação de Inosina Monofosfato, um dos produtos da hidrólise de ATP, e manutenção da concentração dos intermediários do ciclo de Krebs quando comparado a ingestão de placebo (PLA) (COSTIL; HARGREAVES, 1992).

Segundo o ACSM (2009), recomenda-se a suplementação com CHO (30 a 60g/hora) numa solução de 6 a 8% de concentração para atividades com duração superiores a uma hora visando a manutenção das concentrações de glicose.

Dentre os tipos de CHOs existentes segundo o grau de polimerização, a glicose, a sacarose e a maltodextrina são as melhores opções para oxidação durante o exercício físico (VAN DEN BERGH et al., 1996). Em contrapartida, utilizar frutose antes ou durante atividades de *endurance* parece não ser interessante por aumentar o desconforto gástrico e o estresse oxidativo (FERNÁNDEZ et al., 2009).

Uma metanálise avaliando a eficácia da suplementação de CHO durante exercícios físicos de várias durações mostrou que dos 61 estudos analisados, 82%

demonstraram benefícios no desempenho com aumento do tempo de exaustão dos indivíduos quando comparado a ingestão de PLA (STELLINGWERFF; COX, 2014).

1.3.2 Suplementação de Carboidrato Adicionado de Proteína

A suplementação de CHO adicionado de proteína (PTN) vem sendo estudada atualmente devido à possibilidade de melhora no rendimento em exercícios prolongados. Autores sugerem que há uma redução na oxidação de CHO durante a atividade e consequentemente um aumento no tempo de exaustão dos atletas (MCLELLAN; PASIAKOS; LIBERMAN, 2014).

Segundo Kerksick et al. (2008), a adição de 1g PTN para cada 3 a 4g de CHO, proporção de 1:3-4, parece facilitar a reidratação tecidual. Além disso, este macronutriente aumenta a biodisponibilidade de aminoácidos e contribui para diminuição dos níveis de cortisol durante o exercício prolongado (SPILLER et al., 1987). Este suplemento deve ser fornecido a cada 15-20 minutos com a concentração de 6-8%. Além disso, melhoras no desempenho foram averiguadas em atividades contrarrelógio ou tempo gasto para atingir a exaustão (STEARNS et al., 2010).

A primeira pesquisa envolvendo este protocolo de suplementação mostrou, por meio de um delineamento cross over, que ciclistas treinados que receberam CHO + PTN a cada 20 minutos em atividade intervalada (45 a 75%VO₂Max) com duração de 3 horas, obtiveram um maior tempo de exaustão após incremento da intensidade (85%VO₂Max) quando comparados aos grupos PLA e CHO (IVY et al., 2003).

Nesta mesma linha de raciocínio, um grupo de ciclistas realizou exercício a 75%VO₂Max sob a suplementação em gel de CHO ou CHO + PTN. Houve aumento de 13% no tempo de exaustão para o grupo que recebeu PTN e elevação da enzima creatina quinase para o grupo CHO após protocolo de exercício (SAUNDERS; LUDEN; HERRICK, 2007). Por outro lado, embora estes estudos citados anteriormente encontraram melhora no desempenho físico, alguns pesquisadores criticaram o fato dos suplementos utilizados não serem isocalóricos. Diante disto, autores que compararam o efeito dos dois tipos de suplementos (CHO e CHO +

PTN) com os mesmos valores energéticos em exercícios à 70 e 85%VO₂Max não encontraram diferenças no tempo para fadiga entre os grupos (BETTS et al., 2005)

Sendo assim, ainda não há um consenso na literatura sobre a importância de suplementar PTN adicionada ao CHO. Estudo que analisou o desempenho de 10 ciclistas treinados em exercício de 80 km contrarrelógio sob a ingestão de PLA, CHO e CHO + PTN mostrou que o grupo PLA obteve o pior rendimento (141 min) e não houve diferença no tempo gasto para completar o percurso entre os grupos CHO e CHO + PTN (135 min) (VAN ESSEN; GIBALA, 2006). De maneira semelhante, outro grupo de ciclistas treinados não apresentaram diferenças no rendimento físico e nas variáveis bioquímicas analisadas (glicose e lactato sanguíneo) ao comparar a suplementação de CHO e CHO + PTN (TOONE; BETTS, 2010).

A maioria das pesquisas envolvendo suplementação de CHO + PTN e desempenho esportivo foi realizada com ciclistas. Um estudo feito com corredores também não encontrou melhoras no desempenho ao comparar este tipo de suplemento com a suplementação de PLA e de CHO (COLETTA; THOMPSON; RAYNOR, 2013).

Diante disto, o presente trabalho teve como hipótese: a suplementação de CHO + PTN resultará em melhora no rendimento de corredores quando comparada a suplementação isolada de CHO.

Objetivos

2. OBJETIVOS

Comparar o desempenho físico de corredores com velocidade e inclinação correspondente a 10% acima do Lan em três situações: placebo, suplementação de carboidrato e suplementação de carboidrato associado à proteína hidrolisada.

2.1 Objetivos Específicos

- ✓ Avaliar a aptidão cardiorrespiratória dos atletas;
- ✓ Avaliar a antropometria e composição corporal dos atletas;
- ✓ Avaliar a ingestão alimentar nas 24 horas e nas 2 horas antecedentes nos diferentes protocolos de suplementação;
- ✓ Avaliar a glicemia dos corredores antes, durante e após os diferentes protocolos de suplementação;
- ✓ Avaliar o lactato sanguíneo dos corredores antes, durante e após os diferentes protocolos de suplementação;
- ✓ Avaliar a percepção subjetiva de esforço dos corredores durante os diferentes protocolos de suplementação;
- ✓ Avaliar a frequência cardíaca dos corredores durante os diferentes protocolos de suplementação;
- ✓ Avaliar o tempo de exaustão dos corredores em intensidade correspondente à 10% acima do Lan nos diferentes protocolos de suplementação;
- ✓ Comparar os resultados obtidos entre os diferentes protocolos de suplementação.

Casuística e Métodos

3. Casuística e Métodos

3.1 Casuística

Foram selecionados por conveniência 15 corredores de longa duração de duas assessorias de corrida de Ribeirão Preto. Os participantes do estudo foram esclarecidos a respeito do protocolo da pesquisa, sendo incluídos somente aqueles que estivessem de acordo com a sua realização e que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (HCFMRP) da Universidade de São Paulo (ANEXO A).

3.2 Critérios de Inclusão

Atletas do sexo masculino, com idade entre 20 e 35 anos aptos a realizar a prova de corrida de 10 km com duração entre 30 e 40 minutos.

3.3 Critérios de Exclusão

Foram excluídos do estudo atletas com competição planejada durante o experimento e/ou que se lesionaram durante o andamento da pesquisa, impossibilitando a realização dos testes no intervalo de dias pré-estabelecido.

3.4 Delineamento do Estudo

Trata-se de um estudo ensaio clínico com caráter duplo cego e design cross over. A coleta de dados foi realizada em duas fases, sendo que a segunda aconteceu cinco dias após a realização da primeira e em três etapas distintas, com intervalo de uma semana entre cada uma. A primeira fase ocorreu no Laboratório de Fisiologia do Exercício, Divisão de Cardiologia, do HCFMRP e caracterizou-se pela avaliação cardiorrespiratória e nutricional, incluindo antropometria e composição corporal dos atletas. A segunda fase foi realizada em uma academia de ginástica da cidade de Ribeirão Preto após acordo com o gestor técnico da empresa (APÊNDICE B).

As três etapas da segunda fase iniciaram com uma avaliação do consumo alimentar do dia anterior, sendo que os atletas foram instruídos a manter a dieta que estavam habituados durante todo o estudo e no dia do teste realizar a última refeição 2 horas antes do início. Após este procedimento, os atletas receberam diferentes protocolos de suplementação em cada uma delas e foram submetidos a um exercício físico padronizado. Realizou-se mensuração da glicemia e do lactato sanguíneo nos tempos: T0 (antes de iniciar o exercício físico), T1 (60 minutos após ter iniciado o exercício físico), T2 (no momento da exaustão dos atletas) e T3 (5 minutos após a exaustão), avaliação da percepção subjetiva de esforço (PSE) e da FC em T0[†] (30 minutos após ter iniciado o exercício), T1 e T2 e análise do tempo de exaustão (Figura 2).

Figura 2 – Delineamento experimental do estudo.

3.5 Avaliação Cardiorrespiratória

Foi realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício do HCFMRP, no período da manhã, e consistiu na realização de avaliação clínica por um médico cardiologista do serviço e teste de esforço físico dinâmico (TEFD), utilizando-se protocolo em rampa.

O laboratório era previamente preparado, com temperatura ambiente ao redor de 22° Celsius e umidade relativa do ar na faixa de 45 a 60%. Além disso, realizava-se a estabilização e calibração de todos os equipamentos utilizados durante o experimento.

Os voluntários foram orientados a comparecer às sessões com traje e calçados adequados à prática de exercício físico, após terem ingerido uma refeição leve com, no mínimo, 2 horas de antecedência.

Após chegar ao laboratório, o indivíduo era mantido em posição supina e realizava-se a tricotomia da pele na região do tórax para colocação dos eletrodos descartáveis com gel condutor para monitorização eletrocardiográfica.

A pressão arterial sistêmica foi medida no braço direito em repouso e durante o exercício físico, utilizando-se o método auscultatório, com esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Wan Med®).

Durante o procedimento os indivíduos respiravam por um bucal, e o ar expirado foi analisado para verificação dos valores de consumo de oxigênio e produção de gás carbônico

A monitorização eletrocardiográfica foi realizada por meio da derivação MC5 modificada, posicionando-se 5 eletrodos: RA, no manúbrio esternal; LA, próximo à clavícula esquerda; C, próximo à clavícula direita; LL, no quinto espaço intercostal esquerdo e RL, no hemitórax direito. O sinal eletrocardiográfico foi obtido por meio de um polígrafo *Hewlett-Packard*®, modelo HP7754 com um pré-amplificador bioelétrico universal modelo 8111A. O sinal captado era enviado a três outros sistemas para condicionamento e armazenamento por meio de uma caixa de distribuição de sinais: 1- microcomputador (Pentium III) com sistema de conversão analógico-digital (DI-400, DataQ® Instruments), com programa WinDaq, para aquisição dos sinais do eletrocardiograma e FC instantânea; 2- microcomputador (Pentium III) com sistema de conversão analógico-digital (National Instruments®)

com programa específico (STEF) para aquisição e armazenamento da FC e dos intervalos R-R do sinal eletrocardiográfico (SILVA et al., 1994); 3- ergoespirômetro CPX/D MedGraphics®, utilizando-se programa Breeze, para aquisição e armazenamento das variáveis cardiorrespiratórias.

O TEFD foi realizado em esteira rolante Inbramed® modelo Master com incremento de potência do tipo rampa. O voluntário iniciava o esforço com velocidade de 5 km/h e 0% de inclinação após comando verbal e não recebia qualquer informação a respeito do instante que se iniciava a elevação da potência em rampa.

A velocidade e inclinação da esteira eram incrementadas a cada minuto (1 km/h/min e 0,5 %/min, respectivamente) até o momento de exaustão física. A duração média do esforço foi entre 8 e 12 minutos. A partir deste teste, obteve-se a FC (bpm) do indivíduo, velocidade (km/h) e inclinação (%) em três níveis distintos de intensidade: no Lan, 10% acima do Lan e no VO2Max.

3.6 Avaliação Nutricional

3.6.1 Antropometria

A avaliação antropométrica incluiu medidas de peso e da estatura. Para o primeiro indicador, os indivíduos foram pesados em balança digital da marca Filizola® do tipo plataforma, com capacidade para 180 kg e precisão de 0,1 kg, em posição ortostática, no centro da balança, descalços e com roupas leve. Para medida da estatura foi utilizado estadiômetro Standard Sanny® com altura mínima de 80 cm e máxima de 210 cm, precisão de 0,1 cm, com o indivíduo em pé, localizado no centro do equipamento, descalço, com os calcanhares juntos, costas retas e braços estendidos ao longo do corpo (KAMIMURA et al., 2005).

3.6.2 Análise da composição corporal

Para análise da composição corporal utilizou-se o método de dobras cutâneas medidas com adipômetro Lange®, que possui escala de 0 a 60 mm e resolução de 1 mm. As medidas foram realizadas em triplicata, adotando-se a média como valor final. Foram realizadas no hemicorpo direito do indivíduo, em repouso na posição ortostática, sem qualquer tipo de vestimenta na região a ser mensurada. As marcações foram realizadas a um centímetro de profundidade, após dois segundos do pinçamento (GUEDES; GUEDES, 2006).

Foram realizadas as dobras cutâneas de acordo com Harrison et al. (1991):

- a) Subescapular (mm): dobra localizada abaixo e após 1 a 2 cm do ângulo inferior da escápula. Projeta-se uma linha oblíqua deste ângulo acompanhando o prolongamento da borda medial escapular;
- b) Tríceps (mm): dobra localizada na parte posterior do braço no ponto médio entre o acrômio e o olecrano;
- c) Peitoral (mm): dobra localizada no ponto médio entre a linha axilar anterior e o mamilo;
- d) Axilar média (mm): dobra localizada em cima da linha axilar média ao nível do processo xifoide;
- e) Supra-ilíaca (mm): dobra localizada logo acima da crista ilíaca em um ponto coincidente com a linha axilar anterior;
- f) Abdome (mm): dobra localizada lateralmente a 2 cm da cicatriz umbilical;
- g) Coxa (mm): dobra localizada na região anterior da coxa no ponto médio entre o ligamento inguinal e a borda superior da patela.

A densidade corporal (DC) foi obtida pela equação proposta por Jackson e Pollock (1978) para homens atletas com idade entre 18 e 29 anos, constituída da somatória das setes dobras cutâneas ($\sum 7DOC$) citadas anteriormente.

$$DC \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1,112 - 0,00043499 (\sum 7DOC) + 0,00000055 (\sum 7DOC)^2 - 0,00028826 (\text{idade})$$

A estimativa da porcentagem de gordura corporal (%GC) foi obtida a partir do resultado da DC, utilizando-se a equação de Siri (1961):

$$\%GC = [(4,95/DC) - 4,5] \times 100$$

A classificação da %GC dos atletas foi categorizada de acordo com o Quadro 2, que demonstra os padrões de percentual de gordura para homens com diferentes níveis de condicionamento físico.

Quadro 2 – Classificação da composição corporal para esporte, saúde e aptidão de acordo com a % de gordura corporal.

Classificação	Homens
Gordura Essencial	1 a 5 %
Maioria dos Atletas	5 a 13 %
Saúde Ótima	10 a 25 %
Aptidão Ótima	12 a 18 %
Obesidade Limítrofe	22 a 27 %

Fonte: Adaptado de Foss e Keteyian (2010).

3.7 Protocolo de Exercício Físico

O exercício físico foi realizado em uma esteira rolante (*Life Fitness®* modelo T91 *club series*) e constituído por 60 minutos em velocidade correspondente ao Lan e 4% de inclinação. Após esse período, houve um aumento da velocidade para intensidade correspondente a 10% acima do Lan e manteve-se a inclinação. O teste era dado como encerrado a partir do estágio em que o atleta não conseguisse perdurar o exercício físico.

3.8 Protocolo de Suplementação

Os atletas receberam de forma aleatória três diferentes tipos de suplementação, sendo uma em cada etapa da segunda fase do estudo: PLA (suplemento A), CHO (suplemento B) e CHO + PTN (suplemento C). Em cada dia de teste, o atleta ingeriu 600 ml de suplemento divididos em quatro momentos: 15 minutos antes de iniciar o exercício 20, 40 e 60 minutos após o início da atividade. Não foi permitido a ingestão de água durante o procedimento. Os atletas realizaram os testes sempre no mesmo horário.

O suplemento A foi composto pelo suco artificial *Clight*, sabor tangerina, da marca Mondelez *International*®, por não conter açúcar em sua composição. Diluiu-se 5,4g do produto em 600 ml de água.

O suplemento B foi composto por maltodextrina, sabor tangerina, da marca *Athletica*® Nutrition na concentração de 8%. Levando-se em consideração o rótulo do produto (Figura 3), diluiu-se 50,5g em 600 ml de água.

Maltodextrin - Athletica Nutrition		
Informação Nutricional		
Porção de 40g (4 colheres de sopa)		
Quantidade por porção		%VD*
Valor Energético	151 Kcal = 635 KJ	8%
Carboidratos	38 g	13%
Sódio	7,0 mg	0%
"Não contém quantidade significativas de Proteínas, Gorduras Totais, Gorduras Saturadas, Gorduras Trans e Fibra Alimentar"		
*VD - Valores diários com base em uma dieta de 2.000 Kcal ou 8.400 KJ.		
Seus valores podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		
Ingredientes:		
Maltodextrina, acidulante ácido cítrico, aromatizantes, edulcorantes artificiais (75 mg/100g), acesulfame de potássio (35mg/100g) e corantes artificiais. "NÃO CONTÉM GLUTÉN"		

Figura 3 – Informação nutricional do suplemento Maltodextrin da *Athletica*® Nutrition.

O suplemento C foi composto pela mesma maltodextrina citada anteriormente adicionada de whey protein hidrolisado (Pepto Fuel Hidrowhey), sabor baunilha, da marca Performance® Science Nutrition na proporção de 3:1, respectivamente, com a concentração de 8%. Levando-se em consideração o rótulo do produto (Figura 4), diluiu-se 14,4g de PTN e 37,9g de CHO em 600 ml de água.

Informação Nutricional/Supplement Facts

Porção / Serving Size: 30g (1 medida do copo medidor / 1 scoop)

Quantidade por porção/ Amount per serving		%DV/VD*
Valor Energético/Calories	100 Kcal = 420 KJ	5%
Carboidratos/Carbohydrates	0g	< 1%
Proteínas/Protein	25g	50%
Gorduras Totais/Total Fat	0g	< 1%
Gorduras Saturadas/Saturated Fat	0g	< 1%
Gordura Trans/Trans Fat	0g	**
Fibras Alimentares/Fiber	0g	< 1%
Sódio/Sodium	153g	6%

Figura 4 – Informação nutricional do suplemento Pepto Fuel® da Performance Science Nutrition.

Todos as preparações foram homogeneizadas em um *squeeze* opaco (cor preta), por uma terceira pessoa, para que nem os indivíduos nem os pesquisadores soubessem o que estava sendo ingerido.

Ao final de cada protocolo, foi perguntado ao indivíduo se ele havia sentido algum desconforto gástrico durante o exercício físico.

3.9 Avaliação do consumo alimentar

Para a avaliação do consumo alimentar foi aplicado o Recordatório Alimentar de 24 horas e para análise quantitativa foi utilizado o programa Dietpro®, versão 5.1. Verificou-se a ingestão energética diária (Kcal), quantidade ingerida de PTN, LIP e CHO (gramas, g/kg e porcentagem do valor energético total) das 24 e 2 horas anteriores aos protocolos de suplementação.

3.10 Análise Bioquímica

3.10.1 Mensuração da Glicemia

A glicemia (mg/Dl) foi analisada por meio do aparelho Accu-Chek® (modelo Active) da marca Roche em 4 momentos (T0, T1, T2 e T3) nos três diferentes protocolos de suplementação.

Este glicosímetro, que possui faixa de medição de 10 a 600 mg/Dl, mensura a glicose no plasma sanguíneo pelo princípio fotométrico, ou seja, após reações bioquímicas com glicose e produtos químicos existentes nas tiras-teste (Ex. glicose-oxiredutase) a glicemia é avaliada pela mudança de comprimento de onda de um feixe de luz padrão (FOSTER; GOODE; SMALL, 1999).

Primeiramente higienizou-se a falange distal do dedo indicador direito com isopropanol a 70% e realizou-se uma punção capilar no local com auxílio de um lancetador. Foi necessário 1 a 2 µl de sangue e o tempo de medição era de 5 a 10 segundos.

3.10.2 Mensuração do Lactato Sanguíneo

O lactato sanguíneo (mmol/L) foi analisado através do aparelho Accutrend® Plus da marca Roche em 4 momentos (T0, T1, T2 e T3) nos três diferentes protocolos de suplementação.

Este lactímetro portátil apresentou alta precisão e confiabilidade nos resultados de aferição quando comparado a um analisador bioquímico não portátil (BALDARI et al., 2009). Ele utiliza impulsos de luz provenientes de um LED interno que incide sobre a amostra de sangue para medir a cor produzida na tira reativa de lactato (BM - lactate) durante a reação química catalisada pela enzima lactato oxidase, depois compara esta medida com os valores de uma linha de base (GAMBKE et al. 1997). Dessa forma, quanto maior a concentração de lactato, mais alta será a variação da cor (ALVARENGA; SOUZA, 2007).

Para coletar o sangue capilar, utilizou-se o mesmo procedimento citado para mensurar a glicemia. O Accutrend Plus possui faixa de medição de 0,8 a 22 mmol/L, utiliza 15 a 50 µl de sangue e faz a leitura de lactato sanguíneo após 60 segundos.

3.11 Percepção Subjetiva de Esforço

Para avaliar a PSE utilizou-se a escala de 6 a 20 proposta por Borg (1982) em três momentos (T0[†], T1 e T2) (Figura 5).

6	
7	Muito Fácil
8	
9	
10	Fácil
11	
12	Relativamente Fácil
13	
14	Ligeiramente Cansativo
15	
16	Cansativo
17	
18	Muito Cansativo
19	
20	Exaustivo

Figura 5 – Escala de percepção subjetiva de esforço adaptada de Borg (1982).

O índice de PSE tem mostrado ser um indicador confiável do nível de esforço físico. Trata-se uma escala crescente de valores relativizados pela FC que informa a sensação de intensidade de trabalho que está sendo imposta durante a realização do exercício físico, no qual 6 representa o esforço mínimo e 20 o nível máximo de cansaço (MARINS; GIANNICHI, 2003).

3.12 Frequência Cardíaca

A FC foi monitorada durante o exercício por meio de um monitor cardíaco da marca Polar® modelo CE0537. Coletou-se a FC (bpm) em três momentos (T0[†], T1 e T2).

3.13 Tempo de Exaustão

Após corrida de 60 minutos em esteira rolante com velocidade correspondente ao Lan e inclinação padronizada de 4%, cronometrou-se o tempo de exaustão (min) dos atletas para exercício com velocidade correspondente a 10% acima do Lan e manutenção da inclinação.

3.14 Análise Estatística

Os resultados estão apresentados em média $\pm$ desvio padrão. Para avaliar a normalidade da distribuição dos dados utilizou-se o Teste de *Shapiro-Wilk*. Em seguida foi utilizada a análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas com post hoc de Bonferroni para verificar diferenças entre e dentro dos grupos. Para a correlação entre as variáveis utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson que quantifica a associação entre duas variáveis quantitativas.

O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$, sendo que todas as análises foram realizadas no programa *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 20.0 (SPSS Incorporation, 2011).

Resultados

4. RESULTADOS

Iniciaram o presente estudo 15 atletas do sexo masculino, contudo 1 atleta foi excluído da amostra devido a uma ruptura parcial do tendão de Aquiles durante o andamento da pesquisa. Dessa forma, o tamanho amostral final foi de 14 atletas com média de idade $28,1 \pm 5,1$ anos. A tabela 1 apresenta as variáveis antropométricas, de composição corporal e fisiológicas dos corredores.

Tabela 1 - Caracterização da antropometria, composição corporal e variáveis fisiológicas dos corredores.

Variáveis	Média $\pm$ Desvio Padrão
Peso (kg)	$69,6 \pm 9,5$
Estatura (m)	$1,76 \pm 0,07$
Gordura Corporal (%)	$7,3 \pm 3,0$
VO2Max (ml/Kg/min)	$56,3 \pm 4,4$
FC VO2Max (bpm)	182 ± 8
Velocidade Lan (km/h)	$11,5 \pm 0,7$
FC do Lan (bpm)	148 ± 7
%VO2 no Lan	82 ± 5
Velocidade 10% acima do Lan (km/h)	$14,5 \pm 1,0$
FC 10% acima do Lan (bpm)	166 ± 7

VO2Max: Consumo Máximo de Oxigênio, FC: Frequência Cardíaca, Lan: Limiar Anaeróbio

A Tabela 2 mostra a análise do consumo energético total e dos macronutrientes (PTN, LIP e CHO) nas 24 horas antes de cada protocolo de intervenção. Ressalta-se que não houve diferença significativa entre os grupos para nenhuma variável.

Tabela 2 - Consumo alimentar das 24 horas antecedentes aos protocolos de exercício sob diferentes tipos de suplementos.

	Placebo	Carboidrato	Carboidrato + Proteína
Calorias (Kcal)	2883,8 ± 507,8	2840,3 ± 455,1	2810,8 ± 690,4
Proteína (g)	114,5 ± 36,4	132,2 ± 47,1	117,5 ± 38,7
Proteína (g/Kg)	1,6 ± 0,5	1,9 ± 0,6	1,7 ± 0,5
Proteína (%)	15,9 ± 4,1	18,8 ± 6,2	17,1 ± 4,9
Lipídio (g)	85,7 ± 22,9	79,1 ± 21,0	69,5 ± 21,1
Lipídio (g/Kg)	1,3 ± 0,4	1,1 ± 0,3	1,0 ± 0,3
Lipídio (%)	26,8 ± 5,0	25,3 ± 7,1	22,7 ± 6,2
Carboidrato (g)	413,7 ± 83,9	400,0 ± 108,4	428,8 ± 142,6
Carboidrato (g/Kg)	6,1 ± 1,8	5,9 ± 2,0	6,3 ± 2,3
Carboidrato (%)	57,4 ± 6,6	55,9 ± 10,1	60,2 ± 8,1

A análise da ingestão alimentar das 2 horas antecedentes ao início do exercício mostrou que também não houve diferença significativa para nenhuma variável analisada nos diferentes protocolos de suplementação (Tabela 3).

Tabela 3 - Ingestão alimentar das 2 horas antecedentes ao início do exercício físico nos diferentes protocolos de suplementação.

	Placebo	Carboidrato	Carboidrato + Proteína
Calorias (Kcal)	367,6 ± 152,2	316,4 ± 147,6	382,9 ± 138,3
Proteína (g)	13,2 ± 10,8	12,3 ± 13,3	11,8 ± 8,2
Proteína (%)	14,3 ± 9,7	14,5 ± 14,6	11,7 ± 6,9
Lipídio (g)	9,8 ± 6,6	11,0 ± 10,4	8,9 ± 7,4
Lipídio (%)	23,9 ± 11,7	29,4 ± 16,7	20,5 ± 17,0
Carboidrato (g)	56,6 ± 28,8	42,0 ± 20,8	63,8 ± 27,2
Carboidrato (%)	61,8 ± 18,6	56,1 ± 21,9	67,8 ± 21,4

A Tabela 4 mostra os indicadores bioquímicos (glicemia e lactato) nos diferentes tempos para cada tipo de suplementação. A análise destas variáveis entre os grupos mostrou menor glicemia inicial (T0) do grupo PLA quando comparada aos grupos CHO e CHO + PTN (117±16 e 118±17 mg/DL, respectivamente) (p=0,01),

assim como nos 5 minutos após a exaustão (109 ± 15 versus 128 ± 16 e 129 ± 26 mg/DI) ($p=0,04$).

A comparação espaço-temporal intragrupo desses indicadores mostrou menor glicemia nos 60 minutos de exercício (T1) quando comparada a glicemia na exaustão (T2) e nos 5 minutos após a exaustão (T3) para todos os grupos ($p=0,01$) e menor glicemia na exaustão (T2) quando comparada a glicemia nos 5 minutos após a exaustão (T3) para o grupo CHO ($p=0,01$).

Além disso, houve menor [lactato] inicial (T0) e nos 60 minutos de exercício (T1) quando comparado a [lactato] na exaustão (T2) e nos 5 minutos após a exaustão (T3) para todos os grupos ($p=0,01$) e menor [lactato] nos 5 minutos (T3) após a exaustão quando comparado a [lactato] na exaustão (T2) para o grupo CHO + PTN ($p=0,02$).

Tabela 4 - Variação da glicemia e do lactato durante os protocolos de exercício para os diferentes tipos de suplementos.

		Placebo	Carboidrato	Carboidrato + Proteína
Glicemia (mg/DI)	T0	99 ± 12	$117 \pm 16^*$	$118 \pm 17^*$
	T1	89 ± 20	101 ± 17	104 ± 23
	T2	104 ± 19^b	112 ± 23	119 ± 25^b
	T3	109 ± 15^b	$128 \pm 16^{*,b,c}$	$129 \pm 26^{*,b}$
Lactato (mmol/L)	T0	$2,3 \pm 0,6$	$2,5 \pm 0,8$	$2,8 \pm 0,9$
	T1	$2,9 \pm 2,1$	$2,4 \pm 1,0$	$2,8 \pm 1,5$
	T2	$6,8 \pm 3,0^{a,b}$	$7,1 \pm 2,9^{a,b}$	$6,8 \pm 2,3^{a,b}$
	T3	$4,9 \pm 1,6^{a,b}$	$4,8 \pm 2,2^{a,b}$	$4,7 \pm 2,0^{a,b,c}$

T0 (antes do início do exercício), T1 (60 minutos de exercício), T2 (momento da exaustão) e T3 (5 minutos após a exaustão)

*: $p<0,05$ em relação ao grupo Placebo, a: $p<0,05$ em relação ao T0, b: $p<0,05$ em relação ao T1, c: $p<0,05$ em relação ao T2

A Tabela 5 mostra a PSE e a FC nos diferentes tempos para cada tipo de suplementação, sendo que esta última variável foi mensurada apenas em nove atletas devido a falha de captação do monitor cardíaco em alguns momentos dos testes. A análise intragrupo mostrou que a PSE nos 30 minutos de exercício (T0[†]) foi menor do que a PSE nos 60 minutos (T1), que por sua vez foi menor do que a PSE na exaustão (T2) em todos os grupos ($p=0,01$).

A análise da FC também apresentou resultado semelhante a PSE visto que a FC nos 30 minutos de exercício (T0[†]) foi menor do que a FC nos 60 minutos (T1) que por sua vez foi menor do que a FC na exaustão (T2) em todos os grupos (p=0,01).

Tabela 5 - Variação da percepção subjetiva de esforço e da frequência cardíaca durante os protocolos de exercício para os diferentes tipos de suplementos.

		Placebo	Carboidrato	Carboidrato + Proteína
PSE	T0 [†]	12 ± 1	12 ± 2	12 ± 2
	T1	14 ± 1 ^a	13 ± 2 ^a	14 ± 1 ^a
	T2	20 ± 1 ^{a,b}	19 ± 1 ^{a,b}	19 ± 1 ^{a,b}
FC (bpm)	T0 [†]	154 ± 15	146 ± 12	154 ± 11
	T1	159 ± 14 ^a	151 ± 14 ^a	159 ± 11 ^a
	T2	183 ± 9 ^{a,b}	180 ± 7 ^{a,b}	183 ± 6 ^{a,b}

PSE: Percepção Subjetiva de Esforço, FC: Frequência Cardíaca

T0[†] (30 minutos de exercício), T1 (60 minutos de exercício) e T2 (momento da exaustão)

a: p<0,05 em relação ao T0[†], b: p<0,05 em relação ao T1

Não houve diferença significativa no tempo de exaustão dos atletas em intensidade correspondente a 10% acima do Lan entre os grupos PLA (13,6±9,2 min), CHO (22,1±14,1 min) e CHO + PTN (16,4±9,5 min) com os diferentes tipos de suplementação (Figura 6).

Figura 6 – Tempo de exaustão dos atletas em intensidade 10% acima do Limiar Anaeróbio para os diferentes tipos de suplementos após percorrem 60 minutos de exercício no Limiar Anaeróbio.

Durante o protocolo de exercício, quatro atletas ($\approx 27\%$) relataram desconforto gástrico apenas nos dias em que receberam a suplementação de CHO + PTN (Figura 7).

Figura 7 - Presença ou ausência de desconforto gástrico de corredores (n=14) durante protocolo de exercício com suplementação de Carboidrato + Proteína.

Não foi observada nenhuma correlação entre o tempo de exaustão e os indicadores bioquímicos mensurados antes de iniciar o exercício (Glicemia T0 e Lactato T0). Por outro lado, houve uma correlação negativa entre tempo de exaustão e FC no T1 de magnitude moderada para o grupo PLA e forte para o grupo CHO (Figura 8), uma moderada correlação negativa entre tempo de exaustão e BORG no T1 para o grupo CHO (Figura 9) e entre o tempo de exaustão e a glicemia no T1 para o grupo CHO + PTN (Figura 10).

Além disso, não houve correlação entre os parâmetros dietéticos (ingestão energética e quantidade de CHO nas 24 e 2 horas anteriores ao início do exercício) e o tempo de exaustão.

Figura 8 - Correlação entre o Tempo de Exaustão e a Frequência Cardíaca após 60 minutos de exercício (T1) para os grupos Placebo (A), Carboidrato (B) e Carboidrato + Proteína (C).

Figura 9 - Correlação entre o Tempo de Exaustão e a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) após 60 minutos de exercício (T1) para os grupos Placebo (A), Carboidrato (B) e Carboidrato + Proteína (C).

Figura 10 - Correlação entre o Tempo de Exaustão e a Glicemia após 60 minutos de exercício (T1) para os grupos Placebo (A), Carboidrato (B) e Carboidrato + Proteína (C).

Discussão

5. DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou o desempenho de corredores de longa duração recebendo diferentes tipos de suplementação: PLA, CHO e CHO+PTN. Os resultados desta pesquisa não mostraram diferenças significativas entre os protocolos.

Ao analisar a composição corporal dos atletas, verificou-se que a %GC dos indivíduos foi $7,3 \pm 3,0$. Baseando-se na classificação proposta por Foss e Keteyan (2010), eles estariam classificados como a maioria dos atletas (5 a 13%). Levando-se em consideração que esta classificação é muito vasta, devido a diversidade de modalidades esportivas existentes, ao comparar nossos dados com achados específicos para corredores de elite de longa distância do sexo masculino encontramos semelhanças com a %GC proposta pela literatura: 6 a 8% (Campos, 2008; COSTILL, BOWERS; KAMMER, 1970). Por mais que a composição corporal não seja o preditivo principal para o desempenho de triatletas e corredores, ela não deve ser desconsiderada por contribuir significativamente com o desempenho dos atletas (BURTSCHER; GATTERER, 2013).

O VO2Max ($56,3 \pm 4,4$ ml/Kg/min) dos atletas que participaram da nossa pesquisa é classificado como excelente segundo valores propostos pelo ACSM (1980) para indivíduos do sexo masculino com idade entre 20 e 29 anos (≥ 53 ml/Kg/min). Entretanto, esta classificação é destinada para qualquer indivíduo e não especialmente para atletas. Ao comparar nossos resultados com estudos brasileiros envolvendo corredores de longa distância verificamos semelhanças com os valores encontrados por Azevedo et al. (2007), 60 ± 2 ml/Kg/min, e por Denadai, Ortiz e Mello (2004), $60,4 \pm 5,9$ ml/Kg/min. Por outro lado, nossos achados estão longes daqueles encontrados para corredores elitizados de longa distância europeus ($77,2 \pm 5,2$ ml/Kg/min) e africanos ($73,5 \pm 6$ ml/Kg/min) (SANTOS-CONCEJERO et al., 2015).

Um fator limitante do nosso estudo foi o fato da esteira utilizada para realizar o TEFD possuir velocidade máxima de 16 km/h. Dessa forma, o aumento da inclinação se fez necessário e esta pode ter ocasionado fadiga precoce de membros inferiores (MYERS et al., 1991), influenciando no resultado do VO2Max. Em contrapartida, essa inclinação não enviesou os resultados obtidos sob os diferentes protocolos de suplementação pelo fato de nosso estudo ter delineamento cross over.

Ao analisar o Lan em nosso estudo verificamos que os atletas estavam a 82%VO₂Max neste limiar. Esses valores são semelhantes aos encontrados em outros estudos para corredores de longa distância ($\approx$ 80%VO₂Max) (KILDING; WINTER; FYSH, 2006; RABADÁN et al., 2011). Sabe-se que a %VO₂Max no Lan, assim como a produção de lactato durante o exercício estão diretamente relacionadas ao nível de condicionamento físico do indivíduo (MESSONIER et al., 2013). Atletas que possuem altos valores de Lan e conseguem sustentar o exercício utilizando elevada %VO₂Max por um longo período de tempo se beneficiam durante o desempenho esportivo devido essa eficiência fisiológica (GHOSH, 2004).

Ao comparar a distribuição percentual e/ou ingestão relativa diária de macronutrientes pelo peso corporal (g/Kg) com as recomendações para nutrição e desempenho atlético propostas pelo ACSM (2009) constatou-se que todos os grupos ingeriam PTN acima dos valores indicados para atletas de *endurance* (1,2-1,4 g/Kg), LIP dentro da faixa de normalidade (20-35% do valor energético total) e CHO próximo ao limite inferior (6-10 g/Kg). É interessante ressaltar a importância da ingestão adequada dos nutrientes para atletas visto que, um déficit energético prolongado provocado pela ingestão de macro e micronutrientes aquém das recomendações diárias está associado com aumento dos riscos de doenças e da prevalência de fraturas por estresse (JOY; CAMPBELL, 2005).

Dentre todos os macronutrientes, o CHO parece ser o primordial para exercícios de *endurance*. Dietas ricas em CHO (70-80% do valor energético total) por curto período de tempo (1 a 3 dias) proporcionam melhora no desempenho de exercícios de longa duração por aumentarem a quantidade de glicogênio muscular e hepático (JEUKENDRUP; JENTJENS, 2000). Diante disto, ingerir alta quantidade de CHO poderia influenciar o rendimento dos atletas e enviesar os resultados do nosso estudo. Todavia, vale a pena reiterar que nenhum grupo (PLA, CHO e CHO + PTN) ingeriu grande quantidade de CHO (57,4, 55,9 e 60,2%, respectivamente).

Analisando a refeição anterior ao exercício (2 horas antes), não houve diferenças significativas entre os grupos para quantidade calórica total (Kcal) e quantidade absoluta (g) dos macronutrientes. Esteve de acordo com as recomendações propostas pelo ACSM (2009), que preconiza uma refeição com antecedência de 2 a 4 horas ao exercício, rica em CHO, relativamente baixa em LIP e moderada em PTN.

Um estudo realizado por Paul et al. (2003) verificou que a quantidade calórica da refeição anterior a um exercício com intensidade referente ao Lan seguido de atividade contrarrelógio exerce maior influência no desempenho e na oxidação de substratos do que a distribuição de macronutrientes da mesma.

Ao analisarmos os resultados das concentrações glicêmicas dos nossos atletas, verificamos que o consumo de CHO e CHO + PTN favoreceram um aumento na glicemia inicial quando comparado a ingestão do PLA (117 ± 16 e 118 ± 17 versus 99 ± 12 mg/DI, respectivamente). Esses dados corroboram com os achados de outros autores que verificaram aumento na glicemia após a suplementação prévia com CHO (MAMUS; SANTOS, 2006; SAPATA et al., 2006). O aumento na glicemia acontece após este oligossacarídeo passar por todo processo de digestão e se transformar em um monossacarídeo (Ex. glicose) que será absorvido no intestino delgado por difusão facilitada (COUTINHO; MENDES; ROGERO, 2010).

Por outro lado, a adição de PTN à solução de CHO evitaria, à princípio, um aumento na glicemia inicial em virtude deste macronutriente retardar o esvaziamento gástrico (MA et al., 2009). Entretanto, uma justificativa para aumento na glicemia T0 para o grupo CHO + PTN seria que a leucina está diretamente relacionada com hiperglicemia (TORRES-LEAL et al., 2010) e que este aminoácido essencial está presente em alta quantidade no *whey protein* hidrolisado ($14,2\text{g}/100\text{g}$) (HULMI; LOCKWOOD; STOUT, 2010).

Ao compararmos a glicemia no T1 com a glicemia no T2 encontramos um aumento significativo para os grupos PLA e CHO + PTN (89 ± 20 para 104 ± 19 e 104 ± 23 para 119 ± 25 mg/DI, respectivamente). Esses dados corroboram com os achados em outros estudos (DUTRA et al., 2009; BARBOSA et al., 2010). Este aumento na concentração de glicose pode ser explicado pelo aumento das catecolaminas (epinefrina e norepinefrina) em consequência ao aumento da intensidade de exercício (SORIA et al., 2015). Sendo assim, quanto maior a intensidade e duração de exercício, maior será a degradação do glicogênio para compensar o aumento da demanda energética (LIMA-SILVA et al., 2007).

Por outro lado, o grupo CHO apresentou um aumento na glicemia ao comparar os momentos T1 e T2 (101 ± 17 e 112 ± 23 mg/DI, respectivamente), porém sem diferença estatística. Isto pode ser explicado pelo fato deste grupo ter perdurado mais tempo para atingir a exaustão ($22,1 \pm 14,1$ min) quando comparado

aos grupos PLA ($13,6 \pm 9,2$ min) e CHO + PTN ($16,4 \pm 9,5$ min) e consequentemente ter tido uma maior oxidação de glicose para suprir a demanda energética.

Mesmo após 5 minutos da exaustão (T3), a glicemia permaneceu significativamente mais elevada quando comparada ao momento T1 para os três grupos estudados. Por mais que os níveis de catecolaminas retornem próximos aos níveis basais rapidamente nos primeiros minutos após o exercício (ZOUHAL et al., 2008), o cortisol permanece alto mesmo após 10 minutos da realização de exercícios aeróbios contínuos ou intervalados (VUORIMAA et al., 2008) e pode ter contribuído para o resultado encontrado. Este hormônio, principal glicocorticoide produzido pelo córtex adrenal, aumenta durante o exercício físico e afeta o metabolismo dos macronutrientes provocando aumento na glicemia em virtude da gliconeogênese (FRANÇA et al., 2006).

Ao compararmos a glicemia nos momentos T2 e T3, houve diferença significativa apenas no grupo CHO. Levando-se em consideração que no momento T3 as glicemias do grupo CHO e CHO + PTN são muito similares (128 ± 16 e 129 ± 26 mg/DI), uma possível explicação seria o fato da glicemia no T2 do grupo CHO ter sido mais baixa do que a correspondente para o outro grupo (112 ± 23 e 119 ± 25 mg/DI, respectivamente).

Ao analisarmos em nosso estudo as concentrações sanguíneas de lactato, verificamos aumento significativo deste marcador fisiológico entre os momentos T0 e T1 com T2 e T3 para os grupos PLA ($2,3 \pm 0,6$ e $2,9 \pm 2,1$ para $6,8 \pm 3,0$ e $4,9 \pm 1,6$ mmol/L), CHO ($2,5 \pm 0,8$ e $2,4 \pm 1,0$ para $7,1 \pm 2,9$ e $4,8 \pm 2,2$ mmol/L) e CHO + PTN ($2,8 \pm 0,9$ e $2,8 \pm 1,5$ para $6,8 \pm 2,3$ e $4,7 \pm 2,0$ mmol/L). Nossos achados condizem com outros resultados encontrados na literatura (ZUNIGA et al., 2011; SORIA et al., 2015). Exercícios físicos com intensidades superiores ao *Low Intensity* induzem ao aumento na lactacidemia em função do fornecimento de energia neste estágio ter o predomínio do metabolismo anaeróbio quando comparado ao aeróbio (ROBERGS, 2001).

Após o término do exercício (T3), algo esperado é a diminuição na [lactato] comparada ao momento da exaustão (T2). A queda na demanda energética ocasionada pela interrupção do exercício favorece ao transporte do lactato para o fígado por meio dos MCTs, para que este composto seja convertido em glicose por um processo conhecido como gliconeogênese (PINTO et al., 2014).

Apesar de todos os grupos apresentarem valores de lactato menores no T3 quando comparados ao T2, apenas na intervenção CHO + PTN houve diferença estatisticamente significativa. Isso se deve, possivelmente, a maior heterogeneidade nos valores desta variável para os grupos PLA e CHO.

Analisando a PSE dos atletas durante as corridas verificou-se um aumento significativo nesta variável ($T0^{\dagger} < T1 < T2$) concomitantemente ao aumento na duração e/ou intensidade do exercício para os três grupos estudados. Nossos dados corroboram com a literatura (BREEN; TIPTON; JEUKENDRUP, 2010; FERGUSON-STEAGALL et al., 2010; VALENTINE et al., 2008). Este aumento linear na PSE pode ser explicado devido sua forte correlação com outros indicadores de intensidade de exercício, como, por exemplo, a produção de lactato, a FC e o consumo de oxigênio durante a atividade (HERMAN et al., 2003).

Apesar de atletas tornarem-se mais toleráveis com o passar dos anos a sensação de dor e à PSE e consequentemente serem mais resistentes à fadiga (FELL; REABURN; HARRISON, 2008), pode-se dizer que, baseado na escala de BORG (19 e 20 – exaustivo), todos os grupos chegaram à exaustão durante os protocolos de exercício.

Como era de se esperar, houve variações na FC semelhantes aquelas verificadas para a PSE (CHEN; FAN; MOE, 2002). Para todos os grupos, houve um aumento significativo da FC com o passar do tempo e/ou aumento da intensidade do exercício ($T0^{\dagger} < T1 < T2$). Este aumento na FC ao decorrer do exercício é indispensável para manter o aporte de nutrientes e oxigênio para os tecidos em atividade (ARAÚJO, 2010).

Nosso estudo verificou valores semelhantes da FC no momento da exaustão (T2) para os grupos PLA, CHO e CHO + PTN (183 ± 9 , 180 ± 7 e 183 ± 6 bpm, respectivamente) com a FC correspondente ao VO2Max (182 ± 8 bpm) obtida no TEFD. Este achado corrobora com os resultados encontrados por Reis, Den Tillaar e Marques (2011), que encontraram uma forte relação entre a FC e o consumo de oxigênio de 12 corredores de longa distância com nível internacional.

Ao compararmos o tempo de exaustão dos atletas sob os diferentes protocolos de suplementação, não foram observadas diferenças significativas entre os três grupos. Nossos dados concordam com os resultados encontrados por Colleta, Thompson e Raynor (2013), que também não encontraram diferenças no rendimento de 12 corredores de longa distância quando suplementados com PLA ou

CHO ou CHO + PTN ($88,6 \pm 11,6$, $89,1 \pm 11,3$ e $89,1 \pm 11,8$ min, respectivamente). Estudo com um grupo de ciclistas que tinha como meta percorrer 80 km no menor tempo possível não apresentou diferença na duração da atividade ao receber CHO (135 ± 9 min) ou CHO + PTN (135 ± 9 min) durante o exercício (VAN ESSEN; GIBALA, 2006).

Um fator que deve ser considerado é que 27% dos atletas do grupo CHO + PTN apresentaram desconforto gástrico, o, que pode ter prejudicado o desempenho durante o exercício físico. A ingestão de PTN neste momento pode ocasionar distúrbios gastrointestinais que acabam comprometendo o rendimento atlético (PFEIFFER et al., 2012).

De maneira oposta, diversos estudos vêm comprovando a ação ergogênica da PTN adicionada ao CHO em exercícios de *endurance*. Todavia, a intensidade do exercício parece exercer influência nos resultados das pesquisas. Alguns estudos demonstraram uma melhora no rendimento físico de atletas que receberam CHO + PTN quando estes foram submetidos a exercícios com intensidade abaixo (IVY et al., 2003) ou próximo ao Lan (FERGUSON-STEAGALL et al., 2010). Além disso, a duração prolongada da atividade também pode contribuir para o desfecho dos estudos. Ciclistas suplementados com CHO + PTN em exercícios com duração superior a 220 minutos tiveram melhor desempenho quando comparados aos que receberam suplemento contendo somente CHO (CATHCART et al., 2011; MARTÍNEZ-LAGUNAS et al., 2010).

Outro ponto que deve ser ressaltado é que, apesar de não ter sido observado diferença estatística significativa no tempo de exaustão entre os grupos, o que recebeu CHO levou um tempo maior para exaurir quando comparado aos grupos PLA e CHO + PTN ($22,1 \pm 14,1$, $13,6 \pm 9,2$ e $16,4 \pm 9,5$ min, respectivamente). Diante disto, o pequeno tamanho amostral deve ser considerado.

Contudo, não podemos negligenciar esta diferença temporal no esporte de alto rendimento. Para comprovar tal fato, basta averiguar o tempo de prova dos maratonistas no último campeonato mundial que aconteceu na Rússia em 2013. A diferença entre o primeiro e o décimo colocado foi de aproximadamente 2,5 minutos (IAAF).

Levando-se em consideração a complexidade de fatores que estão relacionados com o desempenho físico, correlacionamos as variáveis analisadas em nosso estudo antes de iniciar o exercício (T0) e após 60 minutos de exercício (T1)

com o tempo de exaustão nos três grupos estudados. Antes do início (T0), não foi encontrada nenhuma correlação entre as variáveis bioquímicas (glicemia e lactato) e dietéticas (consumo energético total e dos macronutrientes) com o tempo de exaustão dos atletas sob os diferentes protocolos de suplementação.

Em contrapartida, após 60 minutos de exercício, observou-se uma correlação negativa entre a FC e o tempo de exaustão para os grupos PLA ($r = -0,66$) e CHO ($r = -0,86$). Esses dados corroboram com estudo realizado por Pires et al. (2011), que verificaram uma associação negativa ($r = -0,80$) entre FC e tempo de exaustão para exercícios com intensidade próxima ao VO2Max. Partindo-se do pressuposto que a FC está diretamente relacionada com o VO2Max (ROWELL, 1986) e consequentemente com o gasto energético durante o exercício (CROUTER; ALBRIGHT; BASSET JUNIOR, 2004), valores elevados de FC resultariam em maior dispêndio energético e, possivelmente, queda no desempenho.

Neste estudo também foi encontrado uma moderada correlação negativa entre a PSE após 60 minutos de exercício e o tempo de exaustão para o grupo CHO ($r = -0,59$). De acordo com Nakamura, Moreira e Aoki (2010), este indicador apresenta forte relação com outros indicadores de intensidade do exercício, como o consumo de oxigênio e a FC. Além disso, está bem documentado na literatura uma relação inversa entre PSE e tempo estimado para exaustão durante o exercício. Valores considerados exaustivos pela escala de BORG (19-20) estimam manutenção do exercício por aproximadamente 2 minutos (GARCIN; VANDEWALLE; MONOD, 1999).

Também encontramos em nosso estudo uma moderada correlação negativa para o grupo CHO + PTN ($r = -0,63$) entre o tempo de exaustão e a glicemia após 60 minutos de exercício. Sabe-se que uma hiperglicemia instantes antes de iniciar o exercício pode comprometer o rendimento esportivo pelo fato de ocasionar uma liberação excessiva de insulina e consequentemente desencadear uma hipoglicemia de rebote no início da atividade (FARIA et al., 2011).

Entretanto, não há estudos que relatam relação entre hiperglicemia durante o exercício e queda no desempenho. Neste momento, a necessidade da produção de insulina para absorção de glicose diminui porque as próprias contrações musculares estimulam a absorção deste monossacarídeo no músculo (HOLLOSZY, 2003). Sendo assim, uma possível explicação para o resultado encontrado é que o grupo

CHO + PTN não conseguiu oxidar a energia oriunda do suplemento ingerido em virtude de ter tido um tempo de exaustão menor quando comparado ao grupo CHO.

Conclusão

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados observados neste estudo pode-se concluir que:

- ✓ Os diferentes protocolos de suplementação não promoveram diferenças significativas no desempenho físico de corredores em intensidade correspondente a 10% acima do Lan.
- ✓ Os indivíduos apresentaram parâmetros fisiológicos (VO₂Max e Lan) e antropométricos (%GC) condizentes com a maioria dos atletas da modalidade em questão.
- ✓ A ingestão alimentar (24 e 2 horas antecedentes aos exercícios) estava, de maneira geral, de acordo com o preconizado pela literatura.
- ✓ A glicemia antes do início do exercício e após 5 minutos da exaustão foi maior para os grupos CHO e CHO + PTN quando comparadas ao grupo PLA. Além disso, verificou-se aumento nesta variável ao comparar os momentos exaustão e 5 minutos após este estágio com momento durante o exercício (60 minutos) para os grupos PLA e CHO + PTN e 5 minutos após o término da atividade com momento durante o exercício (60 minutos) e na exaustão para o grupo CHO.
- ✓ Constatou-se um aumento na concentração sanguínea de lactato ao comparar momentos antes e durante o exercício (60 minutos) com momentos após o término da atividade (exaustão e 5 minutos após este estágio) para os três grupos estudados.
- ✓ Houve um aumento da PSE e da FC concomitantemente ao incremento da intensidade e/ou da duração do exercício independente do suplemento utilizado.
- ✓ Não existem diferenças estatisticamente significantes no tempo de exaustão dos atletas entre os três protocolos de suplementação, porém o grupo suplementado com CHO mostrou um valor maior perante os outros dois.

Diante disto, analisando agudamente, não há justificativa para adicionar PTN ao suplemento de CHO durante a realização de exercícios de *endurance* com características semelhantes ao de nosso estudo.

Referências

REFERÊNCIAS¹

AFONSO, M. et al. Respostas metabólicas agudas ao exercício físico moderado em ratos wistas. **Motriz**, Rio Claro, v. 9, n. 2, p. 87-92, 2003.

AHLBORG, B. G. et al. Human muscle glycogen content and capacity for prlonged exercise after different diets. **Foersvarsmedicin**, Stockholm, v. 3, n. 1, p. 85-99, 1967.

AHLBORG, G. et al. Substrate turnover during prolonged exercise in man: splanchnic and leg metabolism of glucose, free fatty acids and amino acids. **J Clin Invest**, New Haven, v. 53, n. 4, p. 1080-1090, 1974.

ALMEIDA, M. B. Frequência cardíaca e exercício: uma interpretação baseada em evidências. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 196-292, 2007.

ALVARENGA, R. L.; SOUZA, M. N. Cross-validation of non-invasive lactate threshold by bioelectrical impedance in football players. **J Sports Sci Med**, Bursa, v. 6, n. 10, p. 53-56, 2007. Supplement 10.

ALVES, L. A. Recursos ergogênicos nutricionais. In: BIESEK, S.; ALVES, L. A.; GUERRA, I. **Estratégias de nutrição e suplementação no esporte**. 2. ed. Barueri: Manole, 2010. Cap. 13, p. 265-297.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM annual meeting. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v.12, n. 2, p. 81-144, 1980.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Nutrition and athletic performance. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v.41, n. 3, p. 709-731, 2009.

ARAÚJO, C. G. S. Frequência cardíaca e exercício físico. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 271, p. 22-27, 2010.

AZEVEDO, L. F. et al. Características cardíacas e metabólicas de corredores de longa distância do ambulatório de cardiologia do esporte e exercício, de um hospital terciário. **Arq Bras Cardiol**, Rio de Janeiro, v. 88, n. 1, p. 17-25, 2007.

¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

BALDARI, C. et al. Accuracy, reliability, linearity of accutrend and lactate pro versus ebio plus analyser. **Eur J Appl Physiol**, Berlin, v. 107, n. 1, p. 105-111, 2009.

BARBOSA, C. L. et al. Diferença entre ingestão de carboidrato, placebo e curva glicêmica em teste progressivo em esteira. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 4, n. 20, p. 95-102, 2010.

BASSET JUNIOR, D. R. J.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v.32, n. 1, p. 70-84, 2000.

BASTOS, F. C.; PEDRO, M. A. D. P.; PALHARES, J. M. Corrida de rua: análise da produção científica em universidades paulistas. **R Min Educ Fis**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 76-86, 2009.

BERGSTRÖM, J. et al. Diet, muscle glycogen and physical performance. **Acta Physiol Scand**, Stockholm, v. 71, n. 2, p. 140-150, 1967.

BETTS, J. A. et al. Recovery of endurance running capacity: effect of carbohydrate-protein mixtures. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, Champaign, v. 15, n. 6, p. 590-609, 2005.

BICKHAM, D. C.; GIBBONS, C.; LE ROSSIGNOL, P. F. VO₂ is attenuated above the lactate threshold in endurance-trained runners. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v.36, n. 2, p. 297-301, 2004.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BREEN, L.; TIPTON, K. D.; JEUKENDRUP, A. E. No effect of carbohydrate-protein on cycling performance and indices of recovery. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 42, n. 6, p. 1140-1148, 2010.

BRISSWALTER, J. et al. Energetically optimal cadence vs. freely-chosen cadence during cycling: effect of exercise duration. **Int J Sports Med**, Stuttgart, v. 21, n. 1, p. 60-64, 2000.

BURKE, L. M.; HAWLEY, J. A. Fluid balance in team sports: guidelines for optimal practices. **Sports Med**, Auckland, v. 24, n. 1, p. 38-54, 1997.

BURTSCHER, M.; GATTERER, H. Predictive importance of anthropometric and training data in recreational male ironman triathletes and marathon runners: comment on the study by Gianoli, et al. (2012). **Percept Mot Skills**, Louisville, v. 116, n. 2, p. 655-657, 2013.

CABRAL, L. A. M. As modalidades esportivas. In: _____. **Os jogos olímpicos na Grécia antiga**. São Paulo: Odysseus, 2004. Cap. 4, p. 175-193.

CADE, R. et al. Effect of fluid, electrolyte, and glucose replacement during exercise on performance, body temperature, rate of sweat loss, and compositional changes of extracellular fluid. **J Sports Med Phys Fitness**, Torino, v. 12, n. 3, p. 150-156, 1972.

CAMPOS, P. L. Corrida e maratona. In: HIRSCHBRUCH, M. D.; CARVALHO, J. R. **Nutrição esportiva: uma visão prática**. 2. ed. Barueri: Manole, 2008. Cap.14, p. 103-107.

CATHCART, A. J. et al. Combined carbohydrate-protein supplementation improves competitive endurance exercise performance in the heat. **Eur J Appl Physiol**, Berlin, v. 111, n. 9, p. 2051-2061, 2011.

CHEN, M. J.; FAN, X.; MOE, S. T. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. **J Sports Sci**, London, v. 20, n. 11, p. 873-899, 2002.

COGGAN, A. R.; SWANSON, S. C. Nutritional manipulations before and during endurance exercise: effects on performance. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 24, n. 9, p. 331-335, 1992.

COLLETA, A.; THOMPSON, D. L.; RAYNOR, H. A. The influence of commercially-available carbohydrate and carbohydrate-protein supplements on endurance running performance in recreational athletes during a field trial. **J Int Soc Sports Nutr**, Woodland Park, v. 10, n. 1, p. 1-7, 2013.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO. **O atletismo**: origens. Disponível em: < <http://www.cbat.org.br/atletismo/origem.asp>>. Acesso em: 02 mai. 2015.

COSTILL, D. L. Metabolic responses during distance running. **J Appl Physiol**, Bethesda, v. 28, n. 3, p. 251-255, 1970.

COSTILL, D. L.; BOWERS, R.; KAMMER, W. F. Skinfold estimates of body fat among marathon runners. **Med Sci Sports**, Madison, v. 2, n. 2, p. 93-95, 1970.

COSTILL, D. L.; THOMASON, H.; ROBERTS, E. Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. **Med Sci Sports**, Madison, v. 5, n. 4, p. 248-252, 1973.

COSTILL, D. L.; HARGREAVES, M. Carbohydrate nutrition and fatigue. **Sports Med**, Auckland, v. 13, n. 2, p. 86-92, 1992.

COUTINHO, V. F.; MENDES, R. R.; ROGERO, M. M. Bioquímica e metabolismo dos carboidratos. In: SILVA, S. M. C.; MURA, J. D. P. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2010. Cap. 2, p. 23-54.

CROUTER, S. E.; ALBRIGHT, C.; BASSET JUNIOR, D. R. Accuracy of polar S410 heart rate monitor to estimate energy cost of exercise. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 36, n. 8, p. 1433-1439, 2004.

DENADAI, B. S.; ORTIZ, M. J.; MELLO, M. T. Índices fisiológicos associados com a “performance” aeróbia em corredores de “endurance”: efeitos da duração da prova. de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói, v. 10, n. 5, p. 401-404, 2004.

DUTRA, R. B. et al. Alterações na concentração de glicose no sangue durante exercício intermitente realizado em esteira a 70%, 80% e 90% do VO₂ máximo estimado. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 3, n. 17, p. 456-462, 2009.

FARIA, V. C. et al. Influência do índice glicêmico na glicemia em exercício físico aeróbico. **Motriz**, Rio Claro, v. 17, n. 3, p. 395-405, 2011.

FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate threshold concepts: how valid are they? **Sports Med**, Auckland, v. 39, n. 6, p. 469-490, 2009.

FEDERAÇÃO PAULISTA DE ATLETISMO. **Corrida de rua**: estatísticas de 2014. Disponível em: <<http://www.atletismofpa.org.br/Corrida-de-Rua/Estat%C3%ADstica-2014>>. Acesso em: 01 mai. 2015.

FELL, J.; REABURN, P.; HARRISON, G. J. Altered perception and report of fatigue and recovery in veteran athletes. **J Sports Med Phys Fitness**, Torino, v. 48, n. 2, p. 272-277, 2008.

FERGUSON-STEAGALL, L. et al. The effect of a low carbohydrate beverage with added protein on cycling endurance performance in trained athletes. **J Strength Cond Res**, Champaign, v. 24, n. 10, p. 2577-2586, 2010.

FERNÁNDEZ, J. M. et al. A dose fructose induces oxidative stress during endurance and strength exercise. **J Sports Sci**, London, v. 27, n. 12, p. 1323-1334, 2009.

FOSS, L. F.; KETEYIAN, S. J. Exercício, composição corporal e controle ponderal. In: _____. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. Cap. 16, p. 397-423.

FOSTER, S. A.; GOODE, J. V.; SMALL, R. E. Home blood glucose monitoring. **Ann Pharmacother**, Cincinnati, v. 33, n. 3, p. 355-363, 1999.

FRANÇA, S. C. A. et al. Resposta divergente da testosterona e do cortisol séricos em atletas masculinos após uma corrida de maratona. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 50, n. 6, p. 1082-1087, 2006.

FRANCH, J. et al. Improved running economy following intensified training correlates with reduced ventilator demands. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 30, n. 8, p. 1250-1256, 1998.

GAMBKE, B. et al. Multicenter evaluation of a portable system for determining blood lactate. **J Lab Med**, Berlin, v. 21, n. 5, p. 250-256, 1997.

GARCIN, M.; VANDEWALLE, H.; MONOD, H. A new rating scale of perceived exertion based on subjective estimation of exhaustion time: a preliminary study. **Int J Sports Med**, Stuttgart, v. 20, n. 1, p. 40-43, 1999.

GATTI, K. **Efeito da forma física de suplementos energéticos no desempenho e na hidratação no futebol**. 2009. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

GHOSH, A. K. Anaerobic threshold: its concept and role in endurance sport. **Malays J Med Sci**, Kubang Kerian, v. 11, n. 1, p. 24-36, 2004.

GORDON, B. et al. Sugar content of the blood in runners following a marathon race. **The Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 85, n. 7, p. 508-509, 1925.

GUEDES, D. P.; GUEDES, E. R. P. Avaliação da composição corporal. In:_____. **Manual prático para avaliação em educação física**. Barueri: Manole, 2006, Cap. 7, p. 191-244.

HAWKINS, M. N. et al. Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 39, n. 1, p. 103-107, 2007.

HARRISON, G. G. et al. Skinfold thicknesses and measurement technique. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics Books, 1991. Cap. 5, p. 56-70.

HERMAN, C. W. et al. Regulating oxygen uptake during high-intensity exercise using heart rate and rating of perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 35, n. 10, p. 1751-1754, 2003.

HOLLOSZY, J. O. A forty-year memoir of research on the regulation of glucose transport into muscle. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, Bethesda, v. 284, n. 3, p. 453-467, 2003.

HULMI, J. J.; LOCKWOOD, C. M.; STOUT, J. R. Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: a case for whey protein. **Nutr Metab**, London, v. 7, n. 51, p. 1-11, 2010.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. **Disciplines**. Disponível em: < <http://www.iaaf.org/disciplines>>. Acesso em: 22 mai. 2015.

_____. **Results**: 14th IAAF world championships marathon. Disponível em: <<http://www.iaaf.org/results/iaaf-world-championships-in-athletics/2013>>. Acesso em: 25 jun. 2015.

IVY, J. L. et al. Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, Champaign, v. 13, n. 3, p. 382-395, 2003.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **Br J Nutr**, Cambridge, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JEUKENDRUP, A. E. et al. Glucose kinetics during prolonged exercise in highly trained human subjects: effect of glucose ingestion. **J Physiol**, London, v. 515, n. 2, p. 579-589, 1999.

JEUKENDRUP, A. E.; JENTJENS, R. Oxidation of carbohydrate feedings during prolonged exercise: current thoughts, guidelines and directions for future research. **Sports Med**, Auckland, v. 29, n. 6, p. 407-424, 2000.

JEUKENDRUP, A. E. Carbohydrate intake during exercise and performance. **Nutrition**, Burbank, v. 20, n. 7, p. 669-677, 2004.

JOY, E. A.; CAMPBELL, D. Stress fractures in the female athletes. **Curr Sports Med Rep**, Philadelphia, v 4, n. 6, p. 323-328, 2005.

JOYNER, M. J.; COYLE, E. F. Endurance exercise performance: the physiology of champions. **J Physiol**, London, v. 586, n. 1, p. 35-44, 2008.

KAMIMURA, M. A. et al. Avaliação Nutricional. In: CUPPARI, L. (Org.). **Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto**. 2. ed. Barueri: Manole, 2005, Cap. 6, p. 89-127.

KERKSICK, C. et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. **J Int Soc Sports Nutr**, Woodland Park, v. 5, n. 17, p. 1-12, 2008.

KILDING, A. E.; WINTER, E. M.; FYSH M. A comparison of pulmonary oxygen uptake kinetics in middle- and long-distance runners. **Int J Sports Med**, Stuttgart, v. 27, n. 5, p. 419-426, 2006.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for e determination of work load intensities during endurance training. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, Berlin, v. 42, n. 1, p. 25-34, 1979.

KROGH, A.; LINDHARD, J. The relative value of fat and carbohydrate as sources of muscular energy: with appendices on the correlation between standard metabolism and the respiratory quotient during rest and work. **Biochem J**, London, v. 14, n. 3, p. 290-363, 1920.

LEVINE, S. A.; GORDON, B.; DERICK, C. L. Some changes in the chemical constituents of the blood following a marathon race. **The Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 82, n. 22, p. 1778-1779, 1924.

LIMA-SILVA, A. E. et al. Metabolismo do glicogênio muscular durante o exercício físico: mecanismos de regulação. **Rev Nutr**, Campinas, v. 20, n. 4, p. 417-419, 2007.

LORENZ, D. S. et al. What performance characteristics determine elite versus nonelite athletes in the same sport? **Sports Health**, Thousand Oaks, v. 5, n. 6, p. 542-547, 2013.

MA, J. et al. Effects of a protein preload on gastric emptying, glycemia, and gut hormones after a carbohydrate meal in diet-controlled type 2 diabetes. **Diabetes Care**, New York, v. 32, n. 9, p. 1600-1602, 2009.

MACHADO, F. A.; GUGLIELMO, L. G. A.; DENADAI, B. S. Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói, v. 8, n. 1, 2002.

MAMUS, R.; SANTOS, M. G. Efeitos bioquímicos da suplementação de carboidratos após uma competição simulada de short duathlon terrestre. **Rev Port Cien Desp**, Porto, v. 6, n. 1, p. 29-37, 2006.

MARINS, J. C. B.; GIANNICHI, R. S. Avaliação do componente cardiorrespiratório. In: _____. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. 3. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003. Cap. 4, p. 164-205.

MARTÍNEZ-LAGUNAS, V. et al. Added protein maintains efficacy of a low-carbohydrate sports drink. **J Strength Cond Res**, Champaign, v. 24, n. 1, p. 48-59, 2010.

MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P. L. Adaptação metabólica ao treinamento. In: _____. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. Barueri: Manole, 2000. Cap. 8, p. 179-211.

MAZZEO, R. S.; MARSHALL, P. Influence of plasma catecholamines on the lactate threshold during graded exercise. **J Appl Physiol**, Bethesda, v. 67, n. 4, p. 1319-1322, 1985.

MCLELLAN, T. M.; PASIAKOS, S. M.; LIBERMAN, H. R. Effects of protein in combination with carbohydrate supplements on acute or repeat endurance exercise performance: a systematic review. **Sports Med**, Auckland, v. 44, n. 4, p. 535-550, 2014.

MESSONIER, L. A. et al. Are the effects of training on fat metabolism involved in the improvement of performance during high-intensity exercise? **Eur J Appl Physiol**, Berlin, v. 94, n. 4, p. 434-441, 2005.

MESSONIER, L. A. et al. Lactate kinetics at the lactate threshold in trained and untrained men. **J Appl Physiol**, Bethesda, v. 114, n. 11, p. 1593-1602, 2013.

MYERS, J. et al. Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. **J Am Coll Cardiol**, New York, v. 17, n. 6, p. 1334-1342, 1991.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? **Rev Educ Fís**, Maringá, v. 21, n. 1, p. 1-11, 2010.

NEWSHOLME, E.; LEECH, T.; DUESTER, G. Correndo. In:_____. **Corrida**: ciência do treinamento e desempenho. São Paulo: Phorte, 2006. Cap. 1, p. 17-29.

OLIVEIRA et al. Prevalência de lesões e tipo de treinamento de atletas amadores de corrida de rua. **Corpus et Scientia**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 51-59, 2012.

PAUL, D. et al. No effect of pre-exercise meal on substrate metabolism and time trial performance during intense endurance exercise. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, Champaign, v. 13, n. 4, p. 489-503, 2003.

PÉRONNET, F.; AGUILANIU, B. Lactic acid buffering, nonmetabolic CO₂ and exercise hyperventilation: a critical reappraisal. **Respir Physiol Neurobiol**, Amsterdam, v. 150, n. 1, p. 4-18, 2006.

PFEIFFER, B. et al. Nutritional intake and gastrointestinal problems during competitive endurance events. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 44, n. 2, p. 344-351, 2012.

PINTO, C. L. et al. Lactato: de causa da fadiga a suplemento ergogênico? **R Bras Ci e Mov**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 173-181, 2014.

PIRES, F. O. et al. Cardiopulmonary, blood metabolite and rating of perceived exertion responses to constant exercises performed at different intensities until exhaustion. **Br J Sports Med**, Loughborough, v. 45, n. 14, p. 1119-1125, 2011.

RABADÁN, M. et al. Physiological determinants of speciality of elite middle- and long-distance runners. **J Sports Sci**, London, v. 29, n. 9, p. 975-982, 2011.

REIS, V. M.; DEN TILLAAR, R. V.; MARQUES, M. C. Higher Precision of Heart Rate Compared with VO₂ to Predict Exercise Intensity in Endurance-Trained Runners. **J Sports Sci Med**, Bursa, v. 10, n. 1, p. 164-168, 2011.

ROBERGS, R. A. Exercise-induced metabolic acidosis: where do the protons come from? **Sportscience**, v. 5, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://www.sportsci.org>>. Acesso em 15 abr. 2015.

ROBERGS, R. A.; GHIAVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, Bethesda, v. 287, n. 3, p. 502-516, 2004.

ROWELL, L. B. Control of blood flow to dynamically active muscles. In:_____. **Human Cardiovascular Control**. Oxford University Press, 1986. Cap. 7, p. 255-301.

ROWLANDS, D. S.; DOWNEY, B. Physiology of triathlon. In: GARRET; W. E.; KIRKENDALL, D. T. **Exercise and Sport Science**. Philadelphia, Lippincot Williams and Wilkins, 2000. Cap. 59, p. 919-939.

SALGADO, J. V. V.; CHACON-MIKAHIL, M. P. T.; Corrida de rua: análise do crescimento do número de provas e de praticantes. **Conexões: Revista da Faculdade de Educação Física da UNICAMP**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 90-99, 2006.

SANTOS-CONCEJERO, J. et al. Gait-cycle characteristics and running economy in elite Eritrean and European runners. **Int J Sports Physiol Perform**, Champaign, v. 10, n. 3, p. 381-381, 2015.

SAPATA, K. B. et al. Efeitos do consume prévio de carboidratos sobre a resposta glicêmica e desempenho. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói, v. 12, n. 4, p. 189-194, 2006.

SAUNDERS, M. J.; LUDEN, N. D.; HERRICK, J. E. Consumption of an oral carbohydrate-protein gel improves cycling endurance and prevents postexercise muscle damage. **J Strength Con Res**, Champaign, v. 21, n. 3, p. 678-684, 2007.

SIMÕES, H. G. et al. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, Berlin, v. 80, n. 1, p. 34-40, 1999.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHER, A. **Techniques for measuring body composition**. Washington: National Academy of Sciences, 1961. Cap. 15, 233-244.

SJÖDIN, B.; SVEDENHAG, J. Applied physiology of marathon running. **Sports Med**, Auckland, v. 2, n. 2, p. 83-99, 1985.

SMITH, B. United states dietary supplements. **Nutrition Business Journal**, San Diego, v. 25, n. 3, p. 40-55, Set. 2012. Disponível em: < http://newhope360.com/site-files/newhope360.com/files/uploads/2013/04/TOC_SUMM120928.suppl%20report%20FINAL%20standard.pdf>. Acesso em: 15 Jun. 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói, v. 9, n. 2, p. 43-56, 2003.

SORIA, M. et al. Plasma levels of trace elements and exercise induced stress hormones in well-trained athletes. **J Trace Elem Med Biol**, Stuttgart, v. 31, n. 1, p. 113-119, 2015.

SPILLER, G. A. et al. Effect of protein dose on serum glucose and insulin response to sugars. **Am J Clin Nutr**, Bethesda, v. 46, n. 3, p. 474-480, 1987.

STEARNS, R. L. et al. Effects of ingesting protein in combination with carbohydrate during exercise on endurance performance: a systematic review with meta-analysis. **J Strength Cond Res**, Champaign, v. 24, n. 8, p. 2192-2202, 2010.

SUEN, V. M. M.; SILVA, G. A.; MARCHINI, J. S. Determinação do metabolismo energético no homem. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 31, n. 1, p. 13-21, 1998.]

STELLINGWERFF, T.; COX, G. R. Systematic review: carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. **Appl Physiol Nutr Metab**, Ottawa, v. 39, n. 9, p. 998-1011, 2014.

SVEDENHAG, J.; SJÖDIN, B. Maximal and submaximal oxygen uptakes and blood lactate levels in elite male middle- and long-distance runners. **Int J Sports Med**, Stuttgart, v. 5, n. 5, p. 255-261, 1984.

TANAKA, K. et al. A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance-running performance. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 16, n. 3, p. 278-282, 1984.

TOONE, R. J.; BETTS, J. A. Isocaloric carbohydrate versus carbohydrate-protein ingestion and cycling time-trial performance. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, Champaign, v. 20, n. 1, p. 34-43, 2010.

TORRES-LEAL, F. L. et al. Aspectos atuais do efeito da leucine sobre o controle glicêmico e a resistência à insulina. **Nutrire**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 131-143, 2010.

TSINTZAS, K.; WILLIAMS, C. Human muscle glycogen metabolism during exercise: effect of carbohydrate supplementation. **Sports Med**, Auckland, v. 25, n. 1, p. 7-23, 1998.

TRUCCOLO, A. B.; MADURO, P. A.; FEIJÓ, E. A. Fatores motivacionais de adesão a grupos de corrida. **Motriz**, Rio Claro, v. 14, n. 2, p. 108-114, 2008.

VALENTINE, R. J. et al. Influence of carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and indices of muscle disruption. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, Champaign, v. 18, n. 4, p. 363-378, 2008.

VAN DER BERGH, A. J. et al. Muscle glycogen recovery after exercise during glucose and fructose intake monitored by ¹³C-NMR. **J Appl Physiol**, Bethesda, v. 81, n. 4, p. 1495-1500, 1996.

VAN ESSEN, M.; GIBALA, M. J. Failure of protein to improve time trial performance when added to a sports drink. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 38, n. 8, p. 1476-1483, 2006.

VUORIMAA, T. et al. Different hormonal response to continuous and intermittent exercise in middle-distance and marathon runners. **Scand J Med Sci Sports**, Copenhagen, v. 18, n. 5, p. 565-572, 2008.

WASSERMAN, K.; MCILROY, M. B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **Am J Cardiol**, New York, v. 14, n. 1, p. 844-852, 1964.

WILLIAMS, B. D. et al. Isotopic determination of glycolytic flux during intense exercise in humans. **J Appl Physiol**, Bethesda v. 78, n. 2, p. 483-490, 1985.

WILLIAMS, M. H. Rating the sports ergogenics. In:_____. **The ergogenics edge: pushing the limits of sports performance**. Champaign: Human Kinetics, 1997. Cap. 8, p. 115-140.

ZOUHAL, H. et al. Catecholamines and the effects of exercise, training and gender. **Sports Med**, Auckland, v. 38, n. 5, p. 401-423, 2008.

ZUNIGA, J. M. et al. Physiological responses during interval training with diferente intensities and duration of exercise. **J Strength Cond Res**, Champaign, v. 25, n. 5, p. 1279-1284, 2011.

Apêndices

Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DEPARTAMENTO DE CLÍNICA MÉDICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaria de convidá-lo a participar do projeto de pesquisa com nome de “Efeito da Suplementação de Carboidrato associado à Proteína no Desempenho de Corredores”, coordenado pela professora Carla Barbosa Nonino, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo e com participação do aluno de mestrado Gabriel Silveira Franco, estudante da mesma instituição. Os dados do estudo serão colhidos por ambos os pesquisadores, na academia de ginástica Cia Athletica de Ribeirão Preto, Rua São José, 933, centro, 4º piso do shopping Santa Úrsula, com data e horário agendado previamente. O objetivo é comparar o desempenho físico de corredores em uma esteira em três situações: 1) em uso de placebo; 2) com suplementação de carboidrato e 3) com suplementação de carboidrato associado à proteína hidrolisada.

Sua participação consistirá em realizar três protocolos de exercício físico em esteira, com duração de aproximadamente 1 hora e meia cada e intervalo de uma semana entre eles.

Será realizada inicialmente uma avaliação por um cardiologista do Hospital das Clínicas da FMRP/USP, divisão da cardiologia. Caso esteja apto, será realizada uma avaliação ergoespiométrica no Laboratório de Fisiologia de Exercício do mesmo hospital através de um teste incremental de esforço máximo.

O desempenho físico será mensurado através da percepção subjetiva de esforço e tempo máximo que conseguirá permanecer em atividade com intensidade alta pré-determinada. Além disso, haverá uma coleta de sangue através de uma lanceta descartável em três momentos (antes de iniciar o teste, após 1 hora de duração e ao final do teste) para avaliar a concentração de glicose e lactato no sangue. Ressalta-se que nenhum teste apresenta risco a você, apenas certo desconforto.

Os exames de avaliação da composição corporal incluem: peso, altura e exame de bioimpedância elétrica, que é feito com eletrodos (fitas adesivas) colados na pele da mão e pé direitos para avaliação da composição corporal. Para realização deste último, é necessário jejum de pelo menos 4 horas.

Sua participação é voluntária nesta pesquisa e se tiver o interesse em participar, estará colaborando para que se compreenda melhor qual tipo de

suplemento é mais eficaz para se utilizar durante uma corrida com alta intensidade. Todos os dados colhidos serão utilizados apenas para fins desta pesquisa, sendo mantido o sigilo e confidencialidade da sua identidade e, caso ocorra algum dano decorrente da participação desta pesquisa, será dada assistência devida.

Este estudo apresenta risco mínimo para você, visto que pode haver certo desconforto na hora da coleta de sangue. Contudo, as etapas da pesquisa não causarão sensações que possam oferecer risco a sua saúde. Esclarecemos que você poderá desistir de participar do estudo a qualquer momento. Como benefício, poderá ter uma avaliação ergoespiométrica e da composição corporal. Além disso, após o final da coleta de dados será informado sobre qual suplemento é mais eficiente para melhorar seu desempenho no exercício físico em questão.

É interessante ressaltar que você não terá qualquer tipo de gasto com as avaliações e procedimentos que serão feitos nesta pesquisa. Caso não haja disponibilidade de você ir ao local estabelecido, basta entrar em contato com os pesquisadores para que eles providenciem uma maneira de solucionar o problema.

Qualquer dúvida apresentada ao decorrer da pesquisa, você poderá entrar em contato conosco em todos os dias e horários pelo telefone (16)36024810, pelos e-mails gabriel_franco85@hotmail.com e carla@fmrp.usp.br ou pelos celulares (16)9796-7994 e (16)8124-0707. Estaremos em prontidão para acompanhá-los e prestar qualquer tipo de assistência durante o estudo.

Eu, _____
_____, RG: _____, _____ anos de idade, aceito participar do projeto de pesquisa descrito acima.

Assinatura do Participante

Ribeirão Preto, ____ de _____ de _____

Carla Barbosa Nonino
Orientadora do Projeto

Gabriel Silveira Franco
Educador Físico, Aluno de
Mestrado

APÊNDICE B – Termo de Acordo

Termo de Acordo

Pelo presente termo, eu CASSIO RUIVO VIEIRA FIANI, CPF 27466008-61, Gestor Técnico da Companhia Athletica, CNPJ 07.243.828/0001-10, declaro estar de acordo com a realização da pesquisa de dissertação do mestrado do aluno Gabriel Silveira Franco, CPF 320.711.478-47, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo (FMRP/USP), do departamento de Clínica Médica, intitulado como "Efeito da suplementação de carboidrato associado à proteína no desempenho de corredores", orientado pela Professora Doutora Carla Barbosa Nonino, portanto autorizo a execução dos trabalhos do aluno Gabriel Silveira Franco para os fins de pesquisa no local Rua São José 933, Shopping S. Ursula que funciona a academia Companhia Athletica, no município de Ribeirão Preto.

Ribeirão Preto, 5 de Fevereiro de 2013,

Assinatura do Responsável

Carla Barbosa Nonino

Gabriel Silveira Franco

Anexo

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 27 de junho de 2013

Ofício nº 2356/2013
CEP/MGV

PROCESSO HCRP nº 5549/2013

Prezados Pesquisadores,

O trabalho intitulado **“EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATO ASSOCIADO À PROTEÍNA NO DESEMPENHO DE CORREDORES” Versão 2.0 modificada em 30 de maio de 2013**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 369ª Reunião Ordinária realizada em 24/06/2013, e enquadrado na categoria: **APROVADO**, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Versão 2.0 modificada em 30 de maio de 2013.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 196/96 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa. De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Atenciosamente.

DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores

GABRIEL SILVEIRA FRANCO

PROFª DRª CARLA BARBOSA NONINO (Orientadora)

Depto. de Clínica Médica