

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Lúcio Vitorelli Muramatsu

**UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS EFEITOS DO
TREINAMENTO DE FORÇA MÁXIMA NOS
PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E NA
FREQUÊNCIA DE PASSADAS DE CORREDORES DE
LONGA DISTÂNCIA**

Campinas
2011

Lúcio Vitorelli Muramatsu

**UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS EFEITOS DO
TREINAMENTO DE FORÇA MÁXIMA NOS
PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E NA
FREQUÊNCIA DE PASSADAS DE
CORREDORES DE LONGA DISTÂNCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)
apresentado à Faculdade de Educação Física
da Universidade Estadual de Campinas para
obtenção do título de Bacharel em Educação
Física.

Orientador: Lucas Samuel Tessutti

Campinas
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR ANDRÉIA DA SILVA MANZATO – CRB8/7292
BIBLIOTECA “PROFESSOR ASDRÚBAL FERREIRA BATISTA”
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA - UNICAMP

M931e Muramatsu, Lucio Vitorelli, 1985-
Um estudo de caso sobre os efeitos do treinamento de força máxima nos parâmetros ventilatórios e na frequência de passadas de corredores de longa distância / Lucio Vitorelli Muramatsu. - Campinas, SP: [s.n], 2011.

Orientador: Lucas Samuel Tessutti.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas.

1. Força - treinamento. 2. Frequência de passadas. 3. Corredores de longa distância. I. Tessutti, Lucas Samuel. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: A case study of the effects of maximum strength training in ventilatory parameters and stride frequency in long distance runners.

Palavras-chaves em inglês:

Strength – training

Stride frequency

Long distance runners

Titulação: Bacharelado em Educação Física

Banca examinadora:

Lucas Samuel Tessutti [orientador]

Tiago Russomanno

Data da defesa: 29-06-2011

Lúcio Vitorelli Muramatsu

**UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS EFEITOS DO
TREINAMENTO DE FORÇA MÁXIMA NOS
PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E NA
FREQUÊNCIA DE PASSADAS DE CORREDORES
DE LONGA DISTÂNCIA**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Educação Física) apresentado por Lúcio Vitorelli Muramatsu e aprovado pela Comissão julgadora em: 29/06/2011.

Lucas Samuel Tessutti
Orientador

Tiago Russomanno
Membro da Banca

Campinas
2011

Agradecimentos

Agradeço este trabalho a minha família, aos meus amigos e principalmente aos meus companheiros do Laboratório de Bioquímica do Exercício (Labex), em especial a Professora Dra Denise Vaz de Macedo e ao meu orientador Lucas Samuel Tessutti, lugar este, aonde aprendi grande parte do conhecimento adquirido durante a faculdade. Agradeço também aos membros do Laboratório de Instrumentação para Biomecânica (LIB), René Brezinkofer e Mario Hebling Campos, que foram de grande importância para a realização deste trabalho. Muito Obrigado a todos!!

Muramatsu, Lúcio. Um Estudo de Caso sobre Os Efeitos do Treinamento de Força Máxima nos Parâmetros Ventilatórios e na Frequência das Passadas de corredores de longa distância. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

RESUMO

Tradicionalmente, maratonistas e corredores de fundo traçam seus treinos visando adaptações oxidativas, ou seja, otimização das enzimas oxidativas, aumento do número de mitocôndrias e aumento do consumo, transporte e utilização de oxigênio. No entanto pesquisas recentes têm mostrado que as adaptações neurais (intra e inter musculares) resultantes de um treinamento de força máxima também contribuem para a melhoria do desempenho em endurance. O presente trabalho teve como objetivo investigar a influência do treinamento de força máxima nos parâmetros ventilatórios, no comprimento e na frequência das passadas de corredores de longa distância. Para isso submetemos dois atletas da equipe Labex/Atletismo, a 7 semanas de treinamento de força máxima. Para análise da performance realizamos o teste de VO_2max , 1RM, resistência muscular, composição corporal e comprimento/frequência das passadas, teste estes realizados nos momentos pré e pós as 7 semanas de treinamento. O treinamento de força constituiu de 3 séries, sendo que, durante as 7 semanas houve um aumento progressivo na intensidade, começando com 6 repetições máximas e terminando com 1 repetição máxima. Os atletas continuaram realizando seus treinamentos de endurance normalmente. Os dois voluntários apresentaram ganhos expressivos de força máxima, porém com perda de resistência muscular localizada, a velocidade do limiar ventilatório e ponto de compensação respiratória caíram para os dois voluntários. Já as velocidades de VO_2max aumentaram. A frequência de passadas e o consumo de oxigênio durante o teste de VO_2max aumentaram para um voluntário, no entanto para o outro o comportamento foi exatamente o contrário, a frequência e o consumo de oxigênio diminuíram.

Palavras-Chaves: Força máxima; Frequência de Passada; Endurance; VO_2max .

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura 1 - | Vista do voluntário em teste de VO ₂ máx, com as marcações (segunda vértebra lombar) para a filmagem..... | 23 |
| Figura 2 - | Gráfico da posição das coordenadas verticais com relação ao tempo em quadros..... | 25 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|--------------------|---|----|
| Gráfico 1 - | Resultados no teste de força máxima dinâmica (1RM) no exercício de Agachamento..... | 26 |
| Gráfico 2 - | Resultados no teste de força máxima dinâmica (1RM) no exercício de Leg Press | 26 |
| Gráfico 3 - | Resultados no teste de resistência de força (60% 1RM) no exercício de Agachamento..... | 27 |
| Gráfico 4 - | Resultados no teste de resistência de força (60% 1RM) no exercício de Leg Press..... | 27 |
| Gráfico 5 - | Percentuais de variação (Resultado do Teste Pós – Resultado do Teste Pré) nos teste de força máxima e resistência de força, nos dois voluntários..... | 28 |
| Gráfico 6 - | Frequência das passadas durante teste de VO ₂ máx nos momentos Pré e Pós treinamento (Voluntário 1)..... | 30 |
| Gráfico 7 - | Frequência das Passadas durante teste de Vo ₂ Máx nos momentos Pré e Pós treinamento (Voluntario 2)..... | 31 |
| Gráfico 8 - | Frequência das Passadas e Consumo de Oxigênio durante teste de Vo ₂ Máx, nos momentos Pré e Pós treinamento (Voluntario 1)..... | 32 |
| Gráfico 9 - | Frequência das Passadas e Consumo de Oxigênio durante teste de Vo ₂ Máx, nos momentos Pré e Pós treinamento (Voluntario 2)..... | 33 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabela 1 - | Caracterização física e de performance dos corredores..... | 17 |
| Tabela 2 - | Periodização do treinamento de força..... | 18 |
| Tabela 3 - | Disposição dos treinamentos dos voluntários durante a semana..... | 19 |
| Tabela 4 | Evolução das cargas (Kg) durante as semanas para o treinamento de força.... | 19 |
| Tabela 5 - | Velocidades de Limiar Ventilatório, Ponto de Compensação Respiratório e VO ₂ máx (Pré e Pós) e seus percentuais de variações nos dois momentos..... | 29 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|---------------------------|---|
| 1RM | Uma Repetição Máxima |
| AFCT | Área Fisiológica em Corte Transversal |
| CO₂ | Gás Carbônico |
| EC | Economia de Corrida |
| FEF | Faculdade de Educação Física |
| LIB | Laboratório de Instrumentação para Biomecânica |
| N₂ | Nitrogênio |
| RER | Coefficiente de Respiração |
| VE | Ventilação Pulmonar |
| VCO₂ | Produção de Gás Carbônico |
| VCO₂máx | Máxima Produção de Gás Carbônico |
| VO₂ | Consumo de Oxigênio |
| VO₂máx | Consumo de Oxigênio Máximo |
| vVO₂máx | Velocidade de VO₂máx |
| UNICAMP | Universidade Estadual de Campinas |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 Introdução | 11 |
| 2 Materiais e Métodos | 17 |
| 2.1 Sujeitos da pesquisa | 17 |
| 2.2 Metodologias dos Treinamentos | 17 |
| 2.3 Avaliações | 20 |
| 2.4 Testes de força | 20 |
| 2.5 Teste de Esforço Máximo..... | 20 |
| 2.6 Frequência das Passadas | 21 |
| 3 Resultados..... | 26 |
| 4 Discussão dos Resultados..... | 34 |
| 5 Considerações Finais | 38 |
| Referências | 40 |
| Apêndices | 43 |

1 INTRODUÇÃO

O treinamento para corredores de fundo e meio fundo tradicionalmente são traçados visando somente o desenvolvimento do sistema cardiorrespiratório e oxidativo, ou seja, aumento na atividades das enzimas oxidativas, aumento no tamanho e na densidade mitocondrial, aumento do hematócrito e dos estoques de glicogênio muscular (PAAVOLAINEN, 1999; HEINICKE et al., 2001; WARBURTON et al., 2004; GIBALA et al., 2006) treinamento este, caracterizado com treinos contínuos e de longa duração e/ou treinos intervalados, (estímulos intensos e de curta duração, com tempo de recuperação entre as series, seja este passivo ou ativo).

Para essa metodologia o VO_2 máx é considerado um ótimo indicador de performance, justamente por analisar o reflexo deste treinamento, ou seja, o volume de oxigênio captado, transportado e utilizado durante a corrida. No entanto, pesquisas mostraram que entre atletas de elite os valores de VO_2 máx são praticamente os mesmos, variando muito pouco entre os primeiros colocados, sugerindo que outras variáveis de performance, como por exemplo a potência muscular, sejam mais eficientes para indicar o sucesso da performance aeróbia (MORGAN et al., 1989; PAAVOLAINEN et al., 1999).

NOAKES (2002) argumenta que, entre corredores de elite, os fatores de potência muscular, como por exemplo, a interação neuromuscular e as características anaeróbias (enzimas glicolíticas, fibras do tipo II e otimização do ciclo alongamento e encurtamento) podem ser um determinante no desempenho aeróbio, e ainda podem ser um melhor indicador de sucesso do que o VO_2 máx (quando relacionado a atletas de elite, pois estes já possuem um VO_2 máx semelhante). Portanto seria benéfico para atletas de longa distância aumentarem sua capacidade neuromuscular e suas características anaeróbias (NOAKES, 2002).

Também relacionado, a capacidade de tamponamento muscular e plasmático, ativada com o predomínio do metabolismo anaeróbico é outro fator determinante para esse tipo de desempenho, uma vez que provas de 5 km e 10 km normalmente são realizadas, quando se trata de atletas de elite, em velocidades supra limiar anaeróbico (BILLAT et al., 2003), ou seja, a melhora no desempenho de endurance requer adaptações nas enzimas chave do metabolismo anaeróbico (BROOKS, 1985; DONOVAN, 1986; BROOKS, 1988; BROOKS, 1991; BERGMAN et al., 1999).

Dentro desse contexto, o treinamento de força, que antes era desaconselhado por técnicos e especialistas, pois acreditavam deixar o atleta mais lento e pesado para a corrida, começou a ser discutido na literatura especializada. Paavolainen (1999), foi responsável por uma das primeiras pesquisas realizadas sobre o assunto, no entanto outras pesquisas foram feitas na décadas seguintes, as quais abordaram diferentes modalidades, como patinadores, ciclistas e corredores (HOFF, 2002; SAUNDERS, 2006; MARKOVIC, 2007; STEREN, 2008; MILLET, 2002; LANAO, 2008; IZQUIERDO, 2003; MIKKOLA, 2007; SPURRS, 2003; KUBO, 2007).

Hoff (2002) desenvolveu um estudo com patinadores profissionais, divididos em: grupo experimental (n=9) e grupo controle (n=10), o primeiro grupo realizou concomitantemente um protocolo de treinamento de força máxima, constituído de 3 séries de 6 repetições máximas (RM) com 3-4 minutos de intervalo e um treinamento de endurance. O segundo realizou somente o mesmo treinamento de endurance. Os resultados mostraram que o grupo experimental conseguiu um aumento significativo de 56% no teste de tempo limite, teste no qual se mede o tempo que um atleta consegue suportar correndo ou patinando na velocidade de VO_2 máx.

As metodologias e protocolos de treinamento da capacidade física de força são basicamente voltados para o desenvolvimento de três manifestações diferentes: 1) força máxima; 2) resistência de força e 3) potência muscular; sendo que usualmente, diversos autores também

relatam métodos voltados para “hipertrofia muscular”. Entretanto, no último caso identificamos certa incoerência quanto ao objetivo metodológico, pois a hipertrofia em si não se trata de uma capacidade biomotora, mas sim de uma adaptação morfológica caracterizada pelo aumento da área fisiológica em corte transversal (AFCT) do músculo. Por isso, alguns autores denominam muitas vezes o protocolo com ênfase a tal propósito de “força hipertrófica” ou “resistência de força hipertrófica” (HÄKKINEN, 2002). Mas ainda assim, existe uma grande controvérsia em relação a essa terminologia. A resistência de força hipertrófica ocasiona um aumento na área fisiológica em corte transversal, o que resulta em um aumento na massa corporal, isso tornaria um atleta de fundo mais pesado, o que seria impróprio para a modalidade. Portanto tal tipo de treinamento de força não seria indicado para corredores fundistas.

Apesar de controverso para alguns treinadores, as melhores adaptações biomotoras para fundistas seriam a força máxima e a potência, porém de forma que se manifestem somente através de adaptações puramente neurais. (CORMIE, 2011) destaca as principais adaptações na fisiologia, biomecânica e bioquímica que através do treinamento proporcionam o aumento da potência muscular, discute também que a potência nada mais é do que a força máxima do atleta multiplicado pela velocidade que o mesmo consegue realizar-la, indicando assim que todas as adaptações que fazem o atleta ficar mais forte ou mais rápido acabam tornando-o mais potente.

As adaptações que (CORMIE, 2011) discute aumentar tanto a força máxima quanto a velocidade são: tamanho e posição do sarcômero, otimização da contração concêntrica e excêntrica, otimização do ciclo alongamento encurtamento, aumento da força elástica, melhor coordenação da força elástica com as contrações musculares, potencialização da força elástica com as contrações musculares, otimização do movimento reflexo, aumento de fibras musculares do tipo IIa e IIx, aumento do tamanho do fascículo muscular, alinhamento no ângulo de

contração das fibras musculares com o ângulo do movimento, melhora nas propriedades dos tendões musculares, aumento do recrutamento das unidades motoras, aumento da frequência dos disparos da contração, sincronização das unidades motoras, melhor coordenação intramuscular, melhor ativação dos músculos agonistas e sinergistas, inibição dos músculos antagonistas e aumento do nível de hormônios androgênicos. No entanto, todas essas adaptações devem ocorrer sem hipertrofia, ou seja, sem que haja um incremento no volume e no número dos sarcômeros, o que conseqüentemente não provocaria um aumento na massa corporal do atleta, deixando-o muito mais rápido (STEREN, 2008).

Outro grande benefício do treinamento de força máxima para fundistas seria a diminuição no tempo de produção do pico de força (taxa de desenvolvimento de força), ou seja, o indivíduo além de ganhar mais força conseguiria produzi-la em um menor tempo. Esse tipo de adaptação está diretamente relacionado com a redução no tempo de contato entre o pé do atleta e o solo, diminuindo esse tempo de contato o atleta gastaria menos energia nas passadas realizadas durante a corrida e conseqüentemente consumiria menos oxigênio, economizando assim seus substratos energéticos (PAAVOLAINEN, 1999). O fato de um atleta conseguir realizar a mesma intensidade de corrida, porém, com uma redução no consumo de oxigênio é denominado pela literatura como Economia de Corrida (EC).

EC é simplesmente definido como o platô do consumo de oxigênio durante certa velocidade de corrida sub-máxima (CONLEY et al., 1981; MORGAN et al., 1989). Podemos inferir que um atleta aumentou sua EC quando conseguir, por exemplo, realizar uma corrida na mesma intensidade e diminuir o consumo de oxigênio.

No entanto muitos outros fatores, além da redução do tempo de contato dos pés com o solo, podem estar associados a essa redução no consumo de oxigênio, como por exemplo: frequência cardíaca, ventilação, $VO_{2máx}$, gênero, idade, temperatura, fadiga, nível de

treinamento, massa corporal, percentual de gordura, tamanho de passada e outros mecanismos biomecânicos (DANIELS, 1985; MORGAN et al., 1989; PATE et al., 1989; BAILEY et al., 1991).

Nesse contexto, o treinamento de força máxima estaria diretamente relacionado com a redução no tempo de contato com o solo, melhora esta devido aos ganhos de força e velocidade de contração, que somados caracterizam o aumento de potência muscular ocasionadas pelo próprio treinamento. A redução no tempo de contato por sua vez está diretamente relacionado com a melhora na EC, porém, como visto anteriormente, existem inúmeros outros fatores que também interferem nesta redução do consumo de oxigênio. Portanto, não podemos inferir que uma melhora na EC seja simplesmente ocasionada pela redução no tempo de contato, sugerindo assim formas mais eficazes de se mensurar os efeitos de um treinamento de força máxima em corredores de fundo. (Hoff, 2002) sugere que melhor do que a redução no consumo de oxigênio, caracterizado pela melhora na economia de corrida, seria a quantificação da redução no tempo de produção do pico de força, ou seja, aumento da taxa de desenvolvimento de força, pois esta sim tem uma melhor correlação com a influência do treinamento de força máxima e o rendimento de endurance.

Diretamente relacionado com o treinamento de força máxima, a observação e a quantificação do aumento da potência muscular e a redução no tempo de produção do pico de força seriam as melhores e mais específicas formas de correlacionar o ganho de força com o desempenho de endurance. No entanto uma forma indireta de se observar tais adaptações é através da quantificação do comprimento e a frequência das passadas. (Lanao, 2008) concluiu que depois de um treinamento de 8 semanas de força máxima periodizado, corredores de fundo conseguiram manter o seu comprimento de passada após 13 tiros de 400 metros, comportamento esse que não foi observado com o grupo controle (grupo que não realizou o treinamento de força

máxima) onde apresentaram uma queda de 4,4% no comprimento de passada ao final do treino intervalado.

Dessa forma, um dos benefícios do treinamento de força máxima para corredores fundistas e maratonistas seria o aumento ou simplesmente a manutenção ao longo da corrida no comprimento e conseqüentemente uma redução na frequência das passadas, representando assim uma redução no consumo de energia para uma mesma velocidade (ou aumento da EC) e conseqüentemente uma melhor condição do corredor para alcançar um melhor desempenho.

Inserido nesse contexto o objetivo principal desse projeto é analisar os efeitos de 7 semanas do treinamento de força máxima nos parâmetros ventilatórios: limiar ventilatório (LV), ponto de compensação respiratório (PCR) e consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx); na frequência das passadas, nos ganhos de força máxima (1RM) e na resistência muscular localizada (60% de 1RM). Também como objetivo secundário desse trabalho, analisaremos as relações entre os ganhos da força máxima, frequência de passadas e a EC.

Acreditamos que não está totalmente claro os efeitos do treinamento de força máxima na performance de endurance, principalmente com relação as parâmetros ventilatórios e biomecânicos. Poucos estudos relacionam as adaptações desse treinamento ao rendimento aeróbio. Esperamos que o treinamento de força máxima possa proporcionar respostas adaptativas positivas no incremento dessa capacidade, tornando-se uma ferramenta útil para atletas e preparadores físicos melhorarem seus desempenhos.

2 MATÉRIAS E MÉTODOS

Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos voluntários da pesquisa foram 2 corredores amadores da equipe Labex/Atletismo - Unicamp, participantes de corridas de rua. Os dois voluntários possuíam mais de 3 anos de experiência com o treinamento de endurance (Tabela 1) e pouca experiência com o treinamento de força, sendo que não realizavam este tipo de treinamento havia mais de um ano. Nenhum dos dois voluntários chegou a realizar treinamentos de força especificamente para desenvolver a força máxima, sendo neste trabalho a primeira vez que realizaram este tipo de treinamento.

Antes do início dos ensaios, todos os voluntários foram informados sobre os objetivos e os possíveis riscos do estudo, dando sequência com a assinatura do termo de consentimento aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (CEP/UNICAMP, nº 523/2010).

TABELA 1: Caracterização física e de performance dos corredores.

| | Voluntário 1 | Voluntário 2 |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|
| Idade (anos) | 27 | 26 |
| Massa Corporal (Kg) | 72 | 80 |
| Altura (cm) | 179 | 191 |
| VO ₂ máx (mL/Kg/min) | 49,1 | 56,1 |
| Tempo 10Km (mm:ss) | 38:51:00 | 38:13:00 |

Metodologias dos Treinamentos

O programa consistiu de sete semanas de treinamento, onde cada semana de treino era caracterizado com duas sessões de treino de força e quatro sessões por semana de treinamento de endurance (Tabela 3). A progressão das cargas de treinamento de força foi realizada de forma linear, com aumento da intensidade e diminuição do volume no decorrer das semanas (Tabela 2). Somente na última semana (7ª semana) o volume do treino de força foi reduzido pela metade

(uma única sessão de treino) e a intensidade foi mantida, totalizando ao final das 7 semanas, 13 sessões de treinamento de força máxima (Tabela 2). Na tabela 4 é possível observar a variação das cargas de treinos para os 3 exercícios: leg press, agachamento e stiff. O treinamento de endurance foi realizado com volumes fixos de $45,3 \pm 3,7$ Km/semana e intensidade de treinamentos de endurance, caracterizado por sessões de treinamentos intervalados, às terças e quintas-feiras, entre 80-95% vVO₂máx para ambos os voluntários (representando 10-20% do volume total de treino). Ao final dos treinamentos intervalados, os voluntários ainda realizavam metodologias contínuas com intensidades de 65-70% vVO₂máx. Os treinamentos contínuos também foram realizados nas sextas e sábados, também com intensidades de 65-70% vVO₂máx, Todos os treinamentos contínuos representaram 80-90% do volume total de treino da semana. Os treinos de endurance foram iguais para os dois atletas e com volumes fixos, pois o objetivo principal desse trabalho era analisar os efeitos do treinamento de força máxima e não os de endurance. Portanto não era esperado que os atletas apresentassem ganhos significativos nessa capacidade.

TABELA 2: Periodização do treinamento de força.

| TREINAMENTO DE FORÇA | | | | | |
|-----------------------------|----------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|
| SEMANAS | SESSÕES | SÉRIES | REPETIÇÕES | PAUSA | VOLUME |
| 1 | 2 | 3 | 4 a 6 | 3min | 36 |
| 2 | 2 | 3 | 4 a 6 | 3min | 36 |
| 3 | 2 | 3 | 3 a 4 | 3min | 24 |
| 4 | 2 | 3 | 3 a 4 | 3min | 24 |
| 5 | 2 | 3 | 2 a 3 | 3min | 18 |
| 6 | 2 | 3 | 1 a 2 | 3min | 12 |
| 7 | 1 | 3 | 1 a 2 | 3min | 6 |

TABELA 3: Disposição dos treinamentos dos voluntários durante a semana.

| Segunda-feira | Terça-feira | Quarta-feira | Quinta-feira | Sexta-feira | Sábado | Domingo |
|---------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-----------|----------|
| FORÇA | ENDURANCE | FORÇA | ENDURANCE | ENDURANCE | ENDURANCE | DESCANSO |

TABELA 4: Evolução das cargas (Kg) durante as semanas para o treinamento de força.

| SEMANAS | STIFF (Kg) | | AGACHAMENTO (Kg) | | LEG PRESS (Kg) | |
|---------|--------------|--------------|------------------|--------------|----------------|--------------|
| | Voluntário 1 | Voluntário 2 | Voluntário 1 | Voluntário 2 | Voluntário 1 | Voluntário 2 |
| 1 | 70 | 80 | 80 | 100 | 280 | 300 |
| 2 | 76 | 86 | 86 | 106 | 280 | 300 |
| 3 | 86 | 100 | 100 | 116 | 300 | 320 |
| 4 | 100 | 106 | 116 | 120 | 320 | 330 |
| 5 | 110 | 116 | 126 | 130 | 340 | 350 |
| 6 | 114 | 130 | 130 | 150 | 360 | 370 |
| 7 | 114 | 130 | 130 | 150 | 360 | 370 |

Os exercícios do treinamento de força foram: meio agachamento, *leg press* e *stiff*, porém para questão de avaliação da força máxima foram utilizados somente os exercícios de leg press e agachamento. As sessões de treino foram realizadas sempre no mesmo horário, local e com supervisão técnica dos pesquisadores envolvidos no projeto, mantendo assim todos os procedimentos necessários no que se diz respeito à execução dos movimentos, e ao ajuste progressivo das cargas de treino. Os treinos de força foram realizados no Laboratório de Bioquímica do Exercício (LABEX) localizado no Departamento de Bioquímica, do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) com os aparelhos e anilhas da marca Tõnus®. Os treinos de endurance foram realizados na pista de atletismo oficial (400m) da Faculdade de Educação Física da Unicamp (FEF/UNICAMP).

Avaliações

Foram realizadas as seguintes avaliações: teste de esforço máximo em esteira ergométrica, com a determinação das velocidades e consumo de oxigênio no limiar ventilatório, ponto de compensação respiratória e VO_2 máx; frequência das passadas, força (1RM) e resistência muscular (60% 1RM). As avaliações foram realizadas em dois momentos distintos: 1) pré-treinamento e 2) pós-treinamento.

Testes de força Muscular

- Força máxima dinâmica – 1RM (GRAVES; POLLOCK; BRYANT, 2003)

O protocolo do teste de 1RM consistiu de 3 tentativas para levantar a maior carga possível, com um descanso de 3 minutos entre elas e aumentos sucessivos da carga para os exercícios propostos (meio agachamento, leg-press, e stiff).

- Teste de Resistência de Força – 60%1RM

Uma vez determinada a carga de 1RM, 60% desse valor será calculado para o teste de resistência muscular. Após um suficiente período de recuperação (4 a 5 min), os sujeitos realizarão o máximo de repetições possíveis com tal carga até a falência voluntária.

Teste de Esforço Máximo em Esteira (LOURENÇO, 2011)

Após 5 minutos de aquecimento a 9,0 km/h os sujeitos iniciaram o protocolo com velocidade inicial de 9 km/h, sendo incrementada em 0,3 km/h a cada 25s sob inclinação fixa da esteira em 1% até a exaustão voluntária. Depois de atingida a exaustão os sujeitos realizaram uma fase de recuperação caracterizada por decréscimos relativos à velocidade máxima atingida (60%, 55%, 50%, 45% e 40%) a cada minuto. Durante os testes os voluntários serão encorajados a atingirem a exaustão. Os testes serão realizados em esteira ergométrica (Inbrasport Super-ATL,

Porto Alegre, RS, Brasil), e serão conduzidos a uma temperatura de $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e altitude de 696m (Lourenço et al., 2011).

- Análise de Gases

Durante os teste de esforço máximo os valores de consumo de oxigênio (VO_2), produção de CO_2 (VCO_2), ventilação pulmonar (VE), e coeficiente respiratório (RER) foram mensurados continuamente respiração a respiração através do analisador de gases (CPX/D – MedGraphics, St Paul, MN, U.S.A). No entanto, para a análise dos dados foram realizadas a média de cada intervalo de 25s. O analisador de gases foi calibrado antes de cada teste usando misturas de gases conhecidas (12% de O_2 , 5% de CO_2), balanceado com nitrogênio (N_2) e o sensor de volume foi calibrado através de seringa de 3 L (MedGraphics, St Paul, MN, U.S.A).

Para a determinação do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, máxima produção de CO_2 ($\text{VCO}_{2\text{máx}}$), $\text{RER}_{\text{máx}}$ e velocidade no $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($v\text{VO}_{2\text{máx}}$) foram considerados os valores atingidos no último estágio completado pelos sujeitos (HAWLEY, NOAKES, 1992). Assim, foi considerado $\text{VO}_{2\text{máx}}$ a presença ou ausência de platô no VO_2 durante os protocolos (DAY et al., 2003; ROSSITER et al., 2006; POOLE et al., 2007).

- Determinação do LV e PCR

Para a determinação do LV e do PCR utilizamos o método *V-slope* apresentado por BEAVER et al. (1986) e MEYER et al. (2005), o qual caracteriza o LV pela perda da linearidade da relação VCO_2/VO_2 e o PCR pela perda da linearidade da relação VE/VCO_2 .

Comprimento/Frequência de Passadas (CAMPOS, 2005)

A determinação do comprimento e da frequência das passadas foi realizada por filmagens, através de câmeras de vídeo comerciais, da marca JVC, modelo GR - DVL 9500, na própria esteira onde os atletas realizaram os testes de $\text{VO}_{2\text{máx}}$. Um marcador reflexivo de tamanho 2cm

x 2cm foi colocado na altura do processo espinhoso da segunda vértebra lombar do corredor e a câmara de filmagem foi posicionada a 2 metros do fim da esteira pela parte de trás, obtendo assim uma vista posterior do atleta em movimento (Figura 1), um iluminador foi associado a câmara para explorar a retroreflexividade dos marcadores (O material utilizado para tais marcadores é o *Scotch Lite*. Este, constituído de micro-esferas de vidro, reflete a luz na mesma direção dos raios incidentes), possibilitando assim ajustar as câmeras para obter um contraste entre as projeções dos marcadores e o restante das imagens.



FIGURA 1: Vista do voluntário em teste de VO₂máx, com as marcações (segunda vértebra lombar) para a filmagem.

As câmeras foram ajustadas para amostrar 60 campos por segundo (30 quadros/s). O foco, assim como os outros parâmetros das câmeras, foram ajustados manualmente e ficaram fixos durante todo o experimento. O controle de *shutter* foi ajustado a 1/500, ou seja, uma exposição de 0.002 s. Com essa regulação, mesmo diante das maiores velocidades atingidas pelos marcadores,

o deslocamento destes foi menor que 1 mm durante o tempo em que as câmeras coletaram a luz que formou cada quadro, evitando "borrões" nas imagens (BARROS, 1997).

As sequências de imagens geradas foram inicialmente armazenadas em fitas. Após foram transferidas para o disco rígido do computador. Todo o tratamento de imagem subsequente que será descrito a seguir foi realizado através do sistema *Dvideow, Digital Vídeo for Biomechanics for Windows* (BARROS et. al., 1999), desenvolvido no Laboratório de Instrumentação para Biomecânica da Faculdade de Educação Física da UNICAMP. Não houve nenhum tipo de calibração para realização das filmagens.

Através das analisadas no programa *Dvideow*, foi possível medir às coordenadas de tela do marcador em todos os quadros. A câmera registrava 60 quadros por segundo e o teste durava em média 20 minutos, totalizando cerca de 72000 quadros, e conseqüentemente cerca de 72000 coordenadas de tela.

A partir das coordenadas de tela foi possível determinar os momentos onde as coordenadas verticais atingiam seu pico e o seu vale, desenhando assim movimentos de ondas em relação ao tempo (Figura 2). A partir destes dados assumimos que o momento onde o marcador se encontra na posição mais baixa do eixo vertical seria justamente o momento onde o pé do atleta encontrava-se no chão, portanto, pegando o tempo entre esses dois vales (mínimos entre as ondas) temos o tempo entre cada passo, e a partir deste dado podemos traçar facilmente a frequência desses passos durante todo o teste. Após determinamos a frequência e conhecendo a velocidade em que o atleta esteja correndo podemos calcular o comprimento da passada, seguindo o cálculo: $\text{Velocidade} = \text{Frequência} \times \text{Comprimento}$.

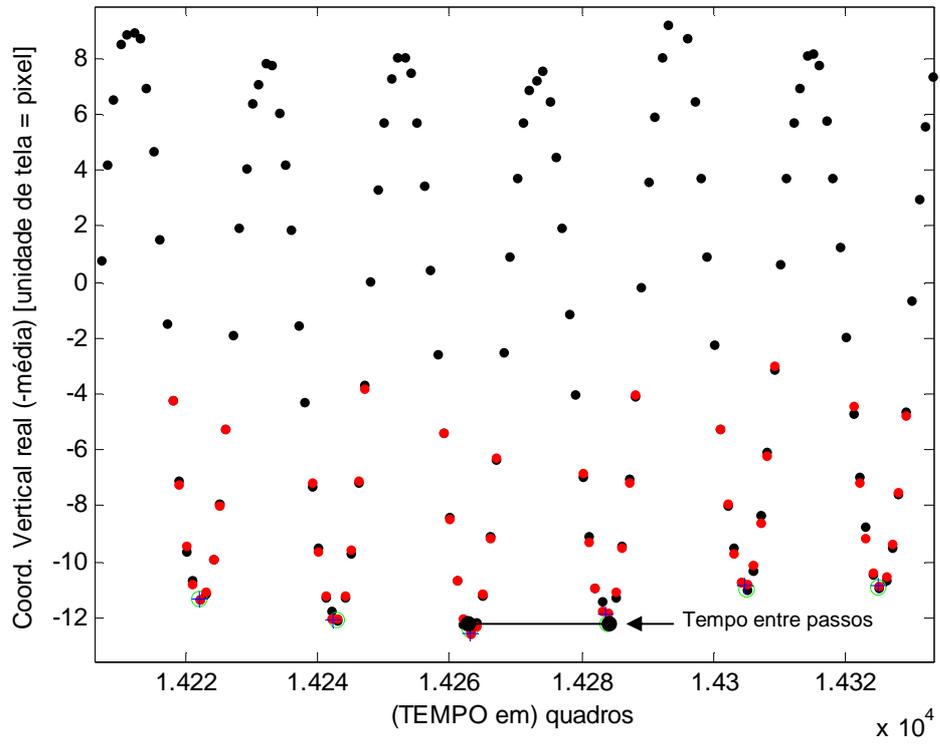


FIGURA 2: Gráfico da posição das coordenadas verticais com relação ao tempo (em quadros)

3 RESULTADOS

Após as 7 semanas de treinamento de força máxima, a força máxima dinâmica (1RM) no meio agachamento aumentou 100% no voluntário 1 e 70% no voluntário 2. Já no exercício de Leg Press os ganhos foram de 12,1% e 14,7% respectivamente (Gráfico 1, 2 e 5).

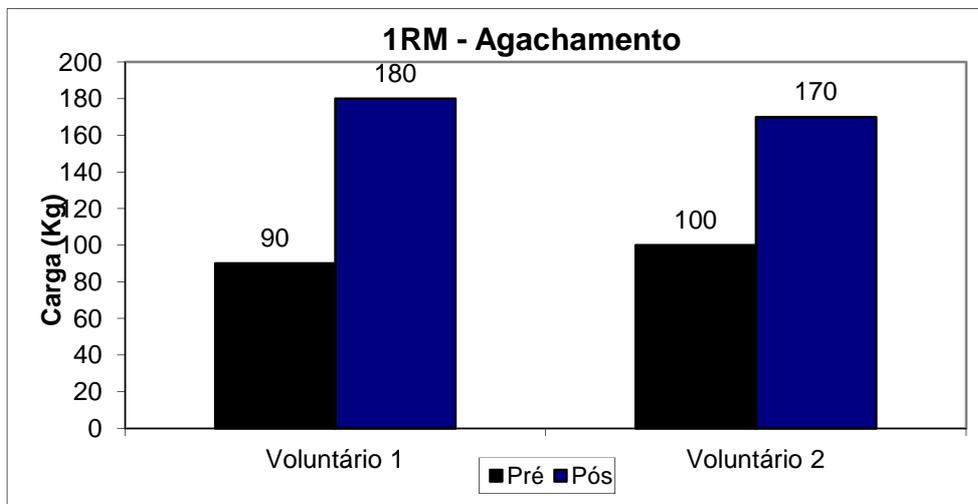


GRÁFICO 1: Resultados no teste de força máxima dinâmica (1RM) no exercício de Meio Agachamento.

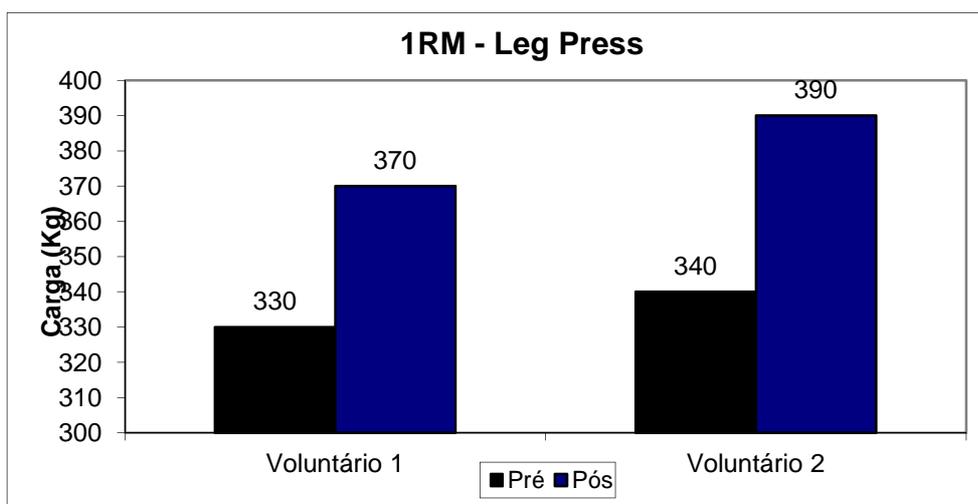


GRÁFICO 2: Resultados no teste de força máxima dinâmica (1RM) no exercício de Leg Press.

Com relação a resistência de força medida através do teste com 60% 1RM, os voluntários apresentaram uma perda se comparado com o momento pré, 46,2% para o Leg Press e 32,6% para o agachamento no voluntário 1 e 8,6% no leg press e 17,5% no agachamento para o voluntário 2 (Gráficos 3, 4 e 5).

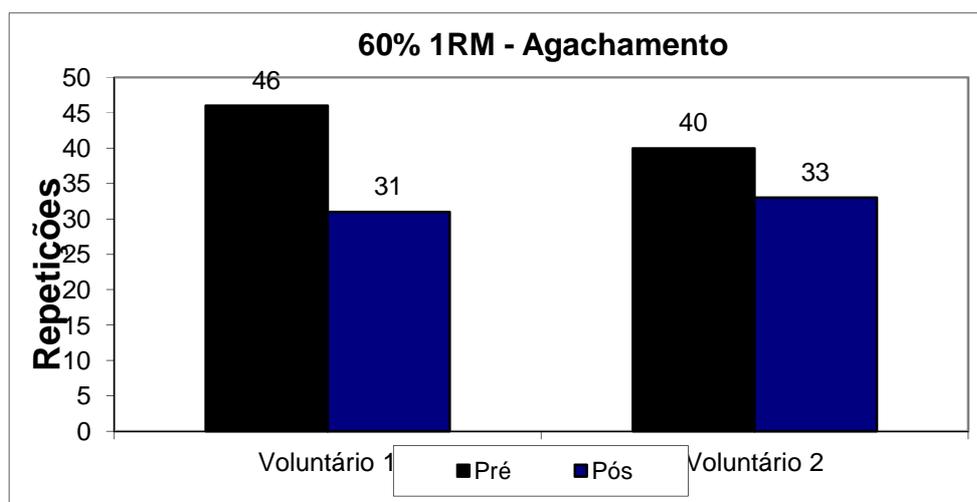


GRÁFICO 3: Resultados no teste de resistência de força (60% 1RM) no exercício de Agachamento.

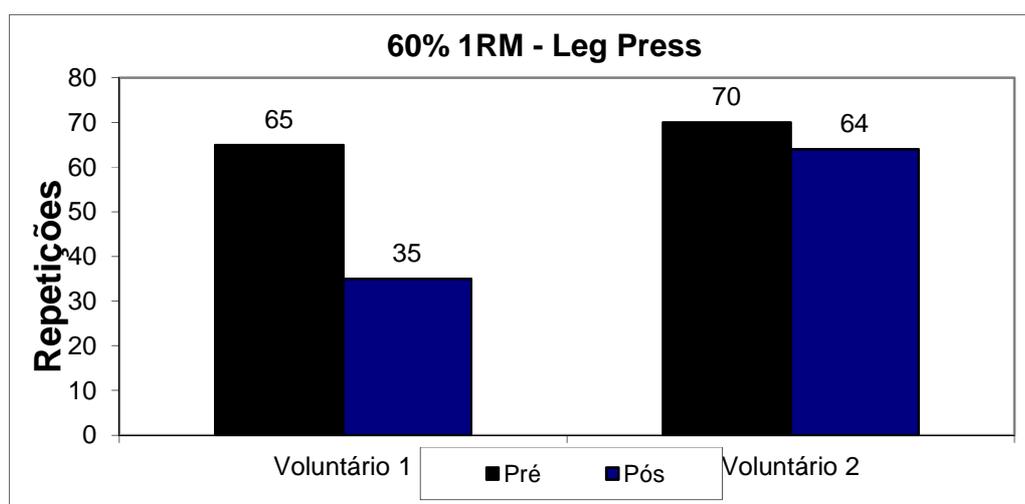


GRÁFICO 4: Resultados no teste de resistência de força (60% 1RM) no exercício de Leg Press.

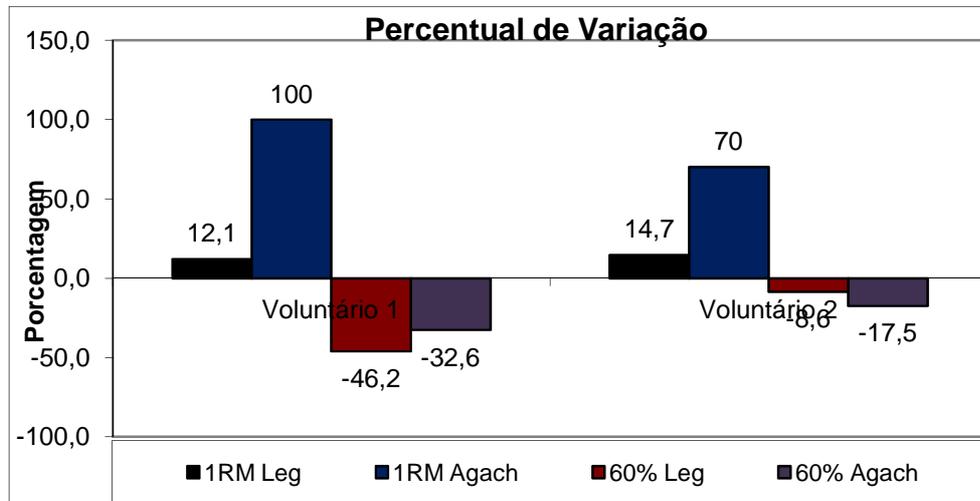


GRÁFICO 5: Percentuais de variação (Resultado do Teste Pós – Resultado do Teste Pré) nos teste de força máxima e resistência de força, nos dois voluntários.

Os parâmetros ventilatórios apresentaram variações distintas, sendo negativas nas velocidades de limiar ventilatório (exceto para o voluntário 2 que obteve um leve aumento em sua velocidade de limiar ventilatório) e ponto de compensação respiratório e positiva para as velocidades de VO_2 máx. Os ganhos expressivos ocorreram nas velocidades de VO_2 máx, sendo que o voluntário 1 apresentou um aumento de 9,1% em sua velocidade e o voluntário 2 um aumento de 5,8 (Tabela 4).

TABELA 5: Velocidades de Limiar Ventilatório, Ponto de Compensação Respiratória e VO₂máx (Pré e Pós) e seus percentuais de variações nos dois momentos.

| Velocidade de Limiar Ventilatório (Km/h) | | | |
|---|------------|------------|---------------------|
| | <i>Pré</i> | <i>Pós</i> | <i>Variação (%)</i> |
| Voluntário 1 | 14,4 | 14,4 | 0 |
| Voluntário 2 | 14,1 | 14,4 | 2,1 |
| Velocidade de Ponto de Compensação Respiratória (Km/h) | | | |
| | <i>Pré</i> | <i>Pós</i> | <i>Variação (%)</i> |
| Voluntário 1 | 16,2 | 15,3 | -5,6 |
| Voluntário 2 | 16,2 | 15,6 | -3,7 |
| Velocidade de VO₂máx (Km/h) | | | |
| | <i>Pré</i> | <i>Pós</i> | <i>Variação (%)</i> |
| Voluntário 1 | 19,8 | 21,6 | 9,1 |
| Voluntário 2 | 20,7 | 21,9 | 5,8 |

A frequência das passadas dos dois voluntários apresentaram resultados distintos frente ao protocolo de treinamento, o voluntário 1 apresentou uma redução em sua frequência de passadas durante o teste de esforço máximo pós treinamento se comparado com o momento pré, principalmente quando comparamos a metade final do mesmo. Já o voluntário 2 obteve o contrário, ou seja um aumento na frequência de passadas durante todo o teste máximo (Gráficos 6 e 7).

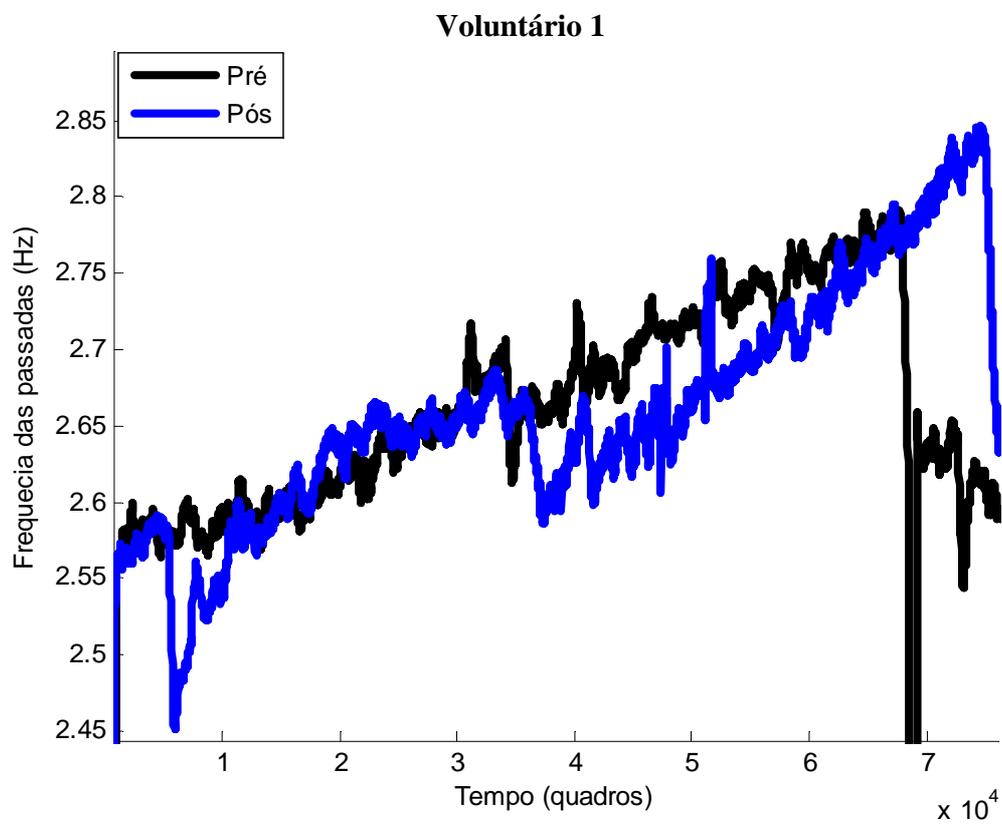


GRÁFICO 6: Frequência das passadas durante teste de VO₂máx nos momentos Pré e Pós treinamento (Voluntário 1).

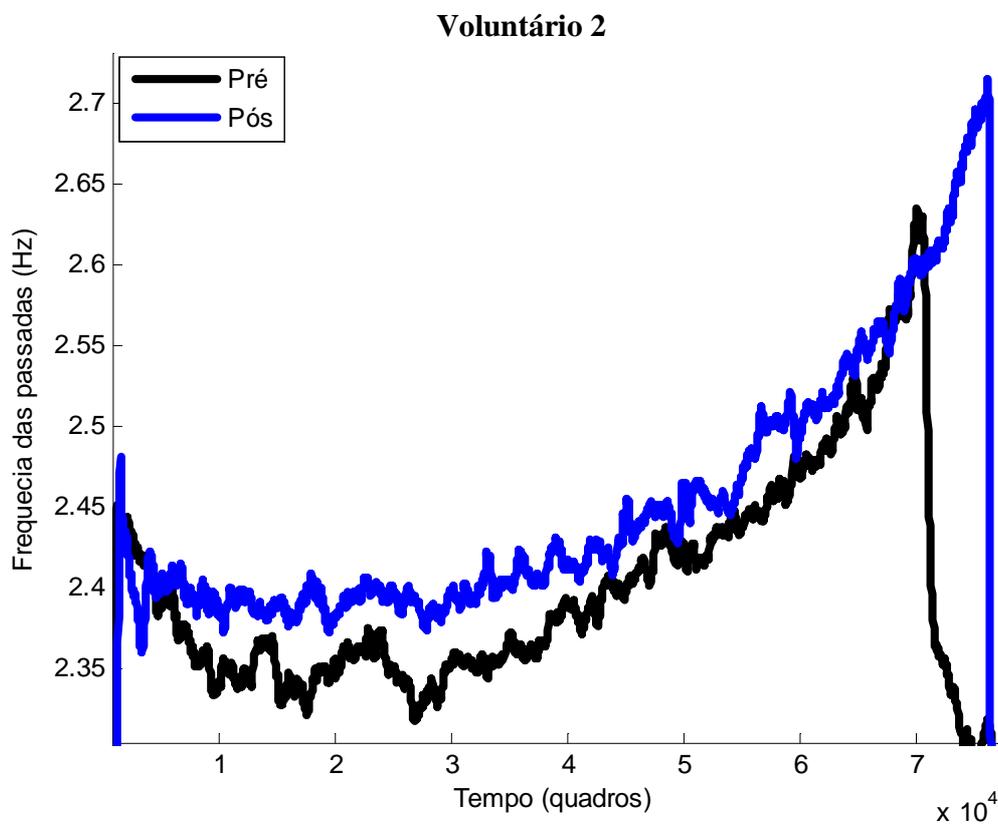


GRÁFICO 7: Frequência das Passadas durante teste de Vo2 Máx nos momentos Pré e Pós treinamento (Voluntario 2).

Se compararmos os valores brutos de consumo de oxigênio durante o teste de esforço máximo, encontramos também uma distinção quanto aos resultados. O voluntário 1 apresentou uma redução no consumo de oxigênio durante o teste e o voluntário 2 um aumento (Gráficos 8 e 9).

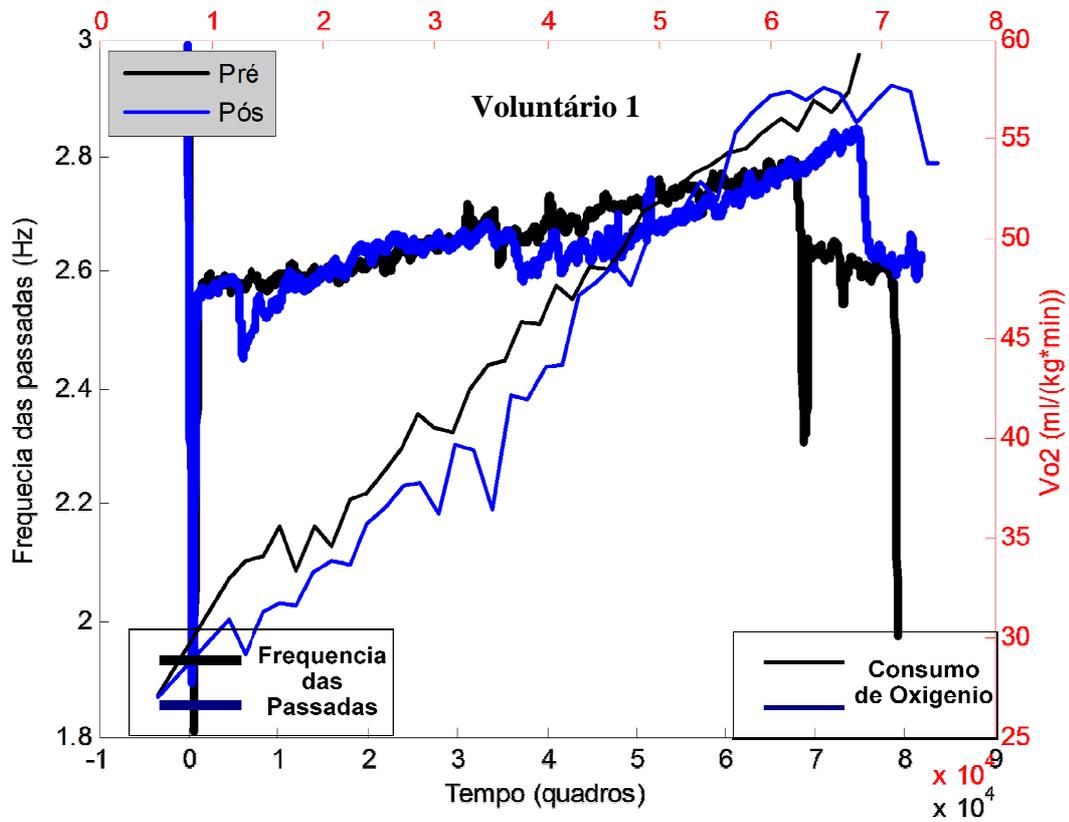


GRÁFICO 8: Frequência das Passadas e Consumo de Oxigênio durante teste de Vo2 Máx, nos momentos Pré e Pós treinamento (Voluntário 1).

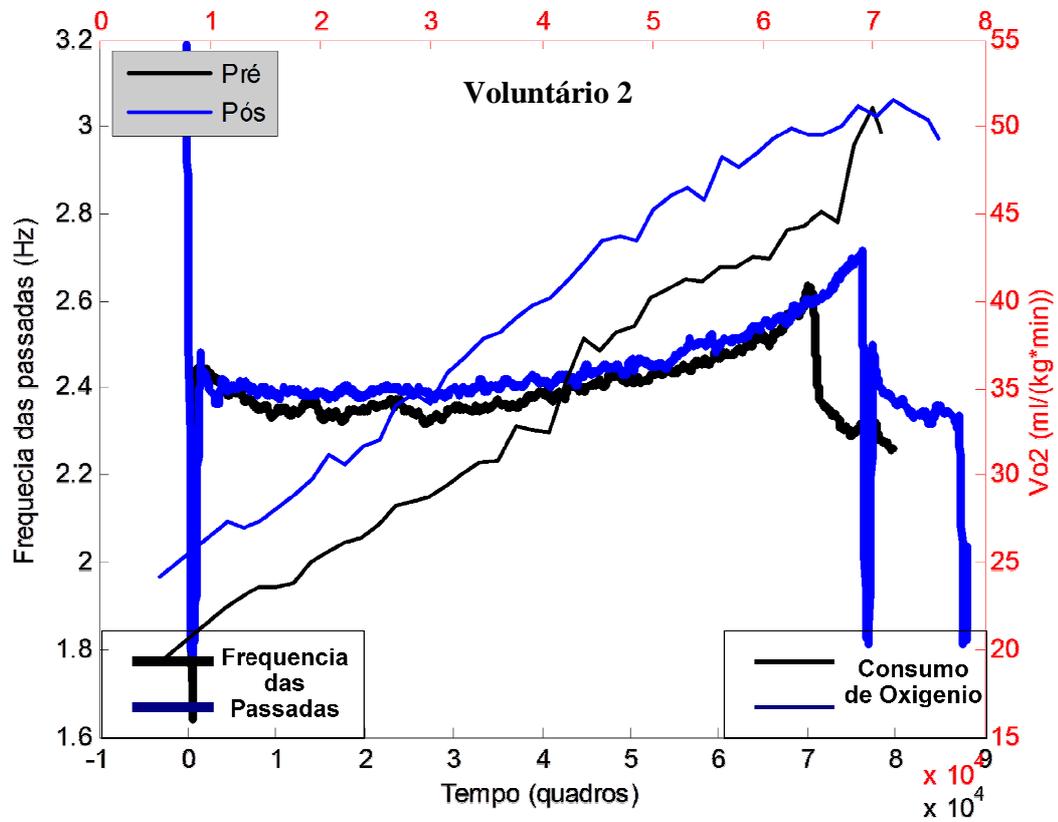


GRÁFICO 9: Freqüência das Passadas e Consumo de Oxigênio durante teste de Vo2 Máx, nos momentos Pré e Pós treinamento (Voluntario 2).

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Além do treinamento tradicional, com metodologias contínuas e intervaladas, visando principalmente adaptações oxidativas e cardiovasculares (PAAVOLAINEN, 1999; HEINICKE et al., 2001; WARBURTON et al., 2004; GIBALA et al., 2006), treinamentos que visam adaptações neuromusculares também podem trazer excelentes resultados aos atletas de endurance (NOAKES, 2002; HOFF, 2002), e somar na melhoria de desempenho de atletas como patinadores, ciclistas e corredores. Os treinamentos neuromusculares caracterizam-se pelos treinamentos resistidos, de força, e são voltados para o desenvolvimento de três manifestações dessa capacidade: força máxima, resistência de força e potência muscular (HAKKINEN, 2002).

As adaptações promovidas pelo treinamento de força máxima e potência, são: o aumento no recrutamento de unidades motoras, sincronização das unidades motoras, melhora da utilização da força elástica e melhor coordenação intra e inter muscular (STEREN, 2008). Essas adaptações levariam à respostas no desempenho como a melhoria de força máxima (IZQUIERDO et al., 2033) e na taxa de desenvolvimento de força, e conseqüentemente no tempo de contato e frequência de passadas (PAAVOLAINEN, 1999). O treinamento de 7 semanas de força máxima para corredores proposto nesse trabalho comprovou o desenvolvimento dessas adaptações neuromusculares, através de um aumento na força máxima dos dois voluntários de até 100% da carga máxima voluntária, como observado nos testes de 1RM (Gráficos 1 e 2). Juntamente com o aumento da força máxima também foi observado uma diminuição da resistência muscular localizada, observado nos dois voluntários através do teste de 60% 1RM (Gráficos 3 e 4). Como o teste de resistência muscular estava ligado diretamente a carga máxima no 1RM, acreditamos que o aumento da mesma dificultaria a performance no teste de resistência.

Outra adaptação do treinamento de força máxima e potência é a diminuição do tempo de contato dos pés do corredor com o solo. Essa adaptação está diretamente ligada ao aproveitamento de energia potencial elástica do músculo, que ocorre durante o ciclo alongamento encurtamento na fase ativa de contato com o solo (KOMI, 2006). Com a maior presença do ciclo alongamento encurtamento, ou seja, melhor utilização da energia elástica, o atleta poderá ter um menor tempo de contato, realizando maiores passadas, com menores ou com o mesmo gasto energético. Apesar de não realizarmos a aferição do tempo de contato por limitação metodológicas, visto a necessidade de uma plataforma de força para aferir essa variável, utilizamos em nosso trabalho a análise da frequência de passadas.

Vale a pena ressaltar que o comprimento e a frequência das passadas então relacionadas de forma inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior for o comprimento da passada menor vai ser a sua frequência, isso se forem comparadas em uma mesma velocidade. Portanto podemos analisar somente uma dessas variáveis, e concluir quais seriam o comportamento das duas. O que foi realizado por (LANAO, 2008) que utilizou somente o parâmetro de comprimento de passada para avaliar o treinamento de força em corredores.

A metodologia utilizada nesse trabalho para obter a frequência das passadas foi elaborada pelo Laboratório de Instrumentação para Biomecânica (LIB) da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, A captação das imagens foi realizada em esteira no Labex por câmeras específicas e tratadas pelo programa D-Video, ambos de propriedade do LIB (CAMPOS, 2005). Com outra metodologia (LANAO, 2008), utilizou câmeras na própria pista de corrida para aferir o comprimento da passada, onde se determinava o valor do comprimento visualmente. Apesar de metodologias diferentes acreditamos que os resultados gerados se assemelham.

Através da filmagem que foi realizada durante o teste de Vo₂max conseguimos captar as informações de frequência de passadas juntamente com o consumo de oxigênio, diferentemente

do trabalho apresentado por (LANAO, 2008). Dos dois voluntários que participaram desse trabalho, um apresentou uma redução na frequência das passadas e o outro um aumento dessa valência, concluindo assim que quem apresentou um aumento na frequência das passadas apresentou uma redução no comprimento da mesma, sendo o contrario também verdadeiro, quanto menor a frequência, maior o comprimento. Estudo conduzido por (LANAO, 2008) mostrou uma manutenção no comprimento de passadas de corredores após um período de treinamento de força periodizado em forma de circuito.

Outra grande discussão com relação ao desempenho de atletas de alto nível de endurance esta voltado a economia de energia, que para corredores é denominada de economia de corrida (EC), que é definido como o platô do consumo de oxigênio durante certa velocidade de corrida sub-máxima (CONLEY et al., 1981; MORGAN et al., 1989). Podemos então inferir que um atleta aumentou sua EC quando conseguir realizar uma corrida na mesma intensidade e diminuir o seu consumo de oxigênio. Baseado nessa discussão o nosso estudo se preocupou em coletar os dados de consumo de oxigênio juntamente com a frequência de passadas, podendo assim observar se os ganhos de força máxima contribuíram para a melhoria da frequência de passada e consequentemente para a EC.

Em nossos resultados foi possível observar que a frequência de passadas e o consumo de oxigênio possuem uma relação diretamente proporcional, ou seja, uma maior frequência de passadas corresponde a um maior consumo de oxigênio, e o contrario também se faz verdadeiro, uma menor frequência de passadas corresponde a um menor consumo de oxigênio. Comportamentos estes que foram observados em cada um e nossos voluntários. (ver gráficos 8 e 9).

O aumento de força máxima em nosso estudo não se mostrou estar diretamente relacionado a economia de corrida, pois obtivemos 1 voluntário com aumento de força e redução

do consumo de oxigênio, mas também obtivemos 1 voluntário que ganhou força e aumentou o consumo de oxigênio. Mostrando portanto a possibilidade de um ganho expressivo de força máxima sem que haja necessariamente ganhos com a EC. Acreditamos que a melhora na EC pode estar relacionado não somente aos ganhos de força mas também a melhor utilização da energia elástica e conseqüentemente uma redução do tempo de contato do pé do atleta com o solo. Todas essas adaptações estão diretamente ligadas a coordenação das passadas do atleta durante a corrida, não adianta o atleta ficar mais forte se ele não consegue transferir essa força para a corrida.

Outro dado interessante encontrado nesse estudo foi a queda nas velocidades de PCR, tal dado pode ser explicado pelo tipo de treinamento de endurance que os atletas fizeram durante o trabalho, treinamento esse que não foi voltado para a melhora de tal capacidade, o treinamento de endurance era somente para manutenção das capacidades e não para o seu aprimoramento. Talvez se fosse realizado, concomitantemente ao treinamento de força máxima, um treinamento específico para aumentar a velocidade de PCR poderíamos observar uma melhora nesta capacidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de poucos trabalhos publicados sobre a temática das adaptações do treinamento de força em atletas de endurance, fica bastante evidente a grande relação destes na melhoria da performance, bem como, na frequência da passada e EC. A literatura também se encontra com poucos artigos que abordem os três aspectos juntos (força máxima, economia de corrida e parâmetros biomecânicos), ou até mesmo os efeitos da força máxima somente nos parâmetros biomecânicos, como a frequência das passadas.

Vale ainda ressaltar alguns pontos que deveriam ser levados em consideração na realização de futuros trabalhos no assunto, como por exemplo: O número de voluntários neste trabalho foi muito pequeno ($n=2$) impossibilitando conclusões significativas; a realização de um teste de performance, como por exemplo o de 3000 metros na pista, seria de grande importância para verificar se a melhora na utilização da energia elástica, na otimização do ciclo alongamento - encurtamento, na taxa de desenvolvimento de força e conseqüentemente na redução da frequência das passadas proporcionados pelo aumento da força máxima foram de fato transferidos para uma situação real, ou seja, a melhora na corrida em pista; uma avaliação da composição corporal bem detalhada seria importante também para determinar se os ganhos de força foram provenientes de adaptações neurais ou aumento de massa magra.

Juntamente com o acompanhamento da força máxima, seria interessante avaliar melhoras no tempo de contato do pé do atleta com o solo, assim como também na taxa de desenvolvimento de força, pois somente com todas essas variáveis em mãos seria possível dizer se a força máxima adquirida durante o treinamento foi realmente convertida em um aumento de potência, e somente com o teste de performance seria possível comprovar se esse possível aumento na potência muscular adquirida foi realmente transformada em rendimento para a corrida.

No entanto, trata-se de um trabalho inicial dentro de nosso grupo no objetivo de estudar e elucidar a relação dessas três variáveis: força máxima, economia de corrida e parâmetros biomecânicos, na corrida de longa distância.

REFERÊNCIAS

- BARROS, R. M. L. de; **Concepção e implementação de um sistema para análise cinemática de movimentos humanos**. 1997. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação Física, UNICAMP, Campinas-SP. 1997.
- BEAVER, W.L.; WASSERMAN, K.; WHIPP, B.; Bicarbonate Buffering of Lactic Acid Generated During Exercise. **J. Appl. Physiol.** v60(n2) p:472-478, 1986.
- BERGMAN, B.C.; WOLFEL E.E.; LOPASCHUK, G.D.; CASAZZA, G.A.; HORNING, M.A.; BROOKS, G.A.; Active Muscle And Whole Body Lactate Kinetics After Endurance Training In Men. **J Appl Physiol.** v87(n5) p:1684-96, 1999.
- BILLAT, L.V.; LEPRETRE, P.M.; HEUGAS, A.M.; LAURENCE, M.H.; SAI, J.M.; KORALSZTEIN, J.P.; Training And Bioenergetic Characteristics In Elite Male And Female Kenyan Runners. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v35 (n2) p: 297-304, 2003.
- BROOKS, G.A.; Anaerobic Threshold: Review Of The Concept And Directions For Future Research. **Med.Sci. Sports Exerc.** v17 p:22-31, 1985.
- BROOKS, G.A.; Current Concepts In Lactate Exchange. **Med Sci Sports Exerc.** v23(n8) p:895-906, 1991.
- CAMPOS, M.H.; **Adaptações geométricas da coluna vertebral durante a marcha**. 2005. 135f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- CORMIE, P.; MCGUIGAN, M.R.; NEWTON, R.U.; Developing Maximal Neuromuscular Power, Part 1- Biological Basis of Maximal Power Production. **Sports Medicine.** v41(n1) p:17-38, 2011.
- CORMIE, P.; MCGUIGAN, M.R.; NEWTON, R.U.; Developing Maximal Neuromuscular Power, Part 2- Training Considerations for Improving Maximal Power Production. **Sports Medicine.** v41(n2) p:125-146, 2011.
- CONLEY, D.L.; KRAHENBUHL, G.S.; Running Economy And Distance Running Performance Of Highly Trained Athletes. **Med Sci Sports Exerc.** v12(n5) p:357-60, 1980.
- DANIELS, J.T.; A Physiologist's View Of Running Economy. **Med Sci Sports Exerc.** v17(n3) p:332-8, 1985.
- DAY, J.R.; ROSSITER, H.B.; COATS, E.M.; SKASICK, A.; WHIPP, B.J.; The Maximally Attainable Vo_2 During Exercise In Humans: The Peak Vs. Maximum issue. **J Appl Physiol.** v95 p:1901-1907, 2003.
- GIBALA, M.J.; LITTLE, J.P.; ESSEN, M.V.; Short-Term Sprint Interval Versus Traditional Endurance Training: Similar Initial Adaptations In Human Skeletal Muscle And Exercise Performance. **J Appl Physiol.** v75(n3) p:901-911, 2006.
- GIBALA, M.J.; MCGEE, S.L.; Metabolic Adaptations To Short-Term High-Intensity Interval Training: A Little Pain For A Lot Of Gain? **Exerc. Sport Sci. Rev.** v36 (n2) p:58-63, 2008.
- GRAVES, J.E.; POLLOCK, M.L.; BRYANT, C.X.; Avaliação da Força e Endurance Musculares. In: ACSM American College of Sports Medicine. **Manual de Pesquisa das Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 378-382, 2003.
- GUEDES, D. P.; **Composição Corporal: Princípios, Técnicas e Aplicações**. 2ª ed. Londrina. APEF, 1994.

HÄKKINEN, K. In *Strength Training For Sport*. Organized by William J. Kraemer and Keijo Hakkinen. First Edition. Blackwell Science, Ltd, 2002.

HEINICKE, K.; WOLFARTH, B.; WINCHENBACH, P.; Blood Volume And Hemoglobin Mass In Elite Athletes Of Different Disciplines. **Int J Sports Med**. v22(n7) p:504-12, 2001.

HOFF, J.; GRAM, A.; HELGERUD, J.; Maximal Strength Training Improves Aerobic Endurance Performance, **Scand. J. Med. Sci. Sports**, v12(n5) p:288-95, 2002.

IZQUIERDO, M.; HAKKINEN, K.; IBANEZ, J.; ANTÓN, A.; GARRUÉS, M.; RUESTA, M.; GOROSTIAGA, E.; Effects of Strength Training on Submaximal and Maximal Endurance Performance Capacity in Middle-Aged and Older Men, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v17(n1) p:129-39, 2003.

KOMI, P.V.; *Força e Potência no Esporte*. Tradução Vagner Raso, Ronei Silveira Pinto. 2ª edição, Porto Alegre: ArtMed 2006.

KUBO, K.; MORIMOTO, M.; KOMURO, T.; YATA, H.; TSUNODA, N.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T.; Effects of Plyometric and Weight Training on Muscle-tendon Complex and Jump Performance, **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v39(n10) p:1801-10, 2007.

LANAO, J.; RHEA, M.; FLECK, S.; LUCIA, A.; Running-Specific, Periodized Strength Training Attenuates Loss of Stride Length During Intense Endurance Running, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v22(n4) p:1176-83, 2008.

LOURENÇO, T.F.; TESSUTTI, L.S.; MARTINS, L.E.B.; BREZIKOFER, R.; MACEDO, D.V.; Interpretação Metabólica Dos Parâmetros Ventilatórios Obtidos Durante Um Teste De Esforço Máximo E Sua Aplicabilidade No Esporte. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v9(n3) p:310-317, 2007.

LOURENÇO, T.F.; TESSUTTI, L.S.; MARTINS, L.E.B.; BREZIKOFER, R.; MACEDO, D.V.; Reproducibility of an Incremental Treadmill Vo2max Test with Gas Exchange Analysis for Runners, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v25(n7) p:1994-7, 2011.

MARKOVIC, G.; JUKIC, I.; MILANOVIC, D.; METIKOS, D.; Effects of Sprint and Plyometric Training on Muscle Function and Athletic Performance, **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2007.

MEYER, T.; LUCIA, A.; EARNEST, CP.; KINDERMAN, W.; A Conceptual Framework For Performance Diagnosis And Training Prescription From Sub Maximal Parameters – Theory And Application. **Int. J. Sports Med**. v26 p: 1-11, 2005.

MIKKOLA, J.; RUSKO, H.; NUMMELA, A.; POLLARI, T.; HAKKINEN, K.; Concurrent Endurance and Explosive Type Strength Training Improves Neuromuscular and Anaerobic Characteristics in Young Distance Runners, **Int. J. Sports Medicine**, v28(n7) p:602-11, 2007.

MILLET, G.; JAQUEN, B.; BORRANI, F.; CANDAU, R.; Effects of Concorrent Endurance and Strength Training on Running Economy and VO2 Kinetics, **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v34(n8) p:1351-9, 2002.

NOAKES, T.D.; *Lore of Running*. Champaign, IL: **Human Kinetics**, 2002.

PAAVOLAINEN, L.; HAKKINEN, K.; HAMALAINEN, I.; NUMMELA, A.; RUSKO, H.; Explosive-Strength Training Improves 5-KM Running Time by Improving Running economy and Muscle Power, **American Physiological Society**, v86(n5) p:1527-33, 1999.

ROTH, D.A.; STANLEY, W.C.; BROOKS, G.A.; Induced Lactacidemia Does Not Affect Postexercise O₂ Consumption. **J Appl Physiol**. v65(n3) p:1045-9, 1988.

SAUNDERS, P.U.; TELFORD, R.D.; PYNE, D.B.; Short-Term Plyometric Training Improves Running Economy in Highly Trained Middle And Long Distance Runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2006.

SHARWOOD, K.A.; LAMBERT, M.I.; CLAIR, A.; NOAKES T.D.; Changes In Oxygen Consumption During And After A Downhill Run In Masters Long-Distance Runners. **Clin J Sport Med**. v12(n5) p:308-12, 2002.

SIRI, W.E.; Body Composition From Fluid Spaces And Density: Analysis Of Methods. In: BROZEK, J.; HENSCHEL, A.; Techniques For Measuring Body Composition. Washington, **National Academy of Science**, 1961.

SPIERNING, B.; KRAEMER, W.; ANDERSON, J.; ARMSTRONG, L.; NINDL, B.; VOLEK, J.; MARESH, C.; Resistance Exercise Biology, **Sports Medicine**, v38(n7) p: 527-540, 2008.

SPURRS, R.; MURPHY, A.; WATSFORD, M.; The Effect of Plyometric Training on Distance Running performance, **European Journal of Applied Physiology**, v89 p: 1-7, 2003.

STEREN, O.; HELGERUD, J.; STOA, E.M.; HOFF, J.; Maximal strength Training Improves Running Economy in Distance Runners, **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v40(n6) p:1087-92, 2008.

TREVOR, C.; NOSAKA, K.; JUI-HUNG TU; Changes in Running Economy Following Downhill Running, **Journal of Sports Sciences**, v25(n1) p:55-63, 2007.

WARBURTON, D.E.R.; HAYKOWSKY, M.J.; QUINNEY, H.A.; Blood Volume Expansion And Cardiorespiratory Function: Effects Of Training Modality. **Med Sci Sports Exerc**; v36 p: 991-1000, 2004.

APÊNDICES



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 20/07/10
(Grupo III)

PARECER CEP: N° 523/2010 (Este n° deve ser citado nas correspondências referente a este projeto).
CAAE: 0411.0.146.000-10

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “ANÁLISE DA RESPOSTA DE PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E DO ESTADO ÁCIDO-BASE SANGUÍNEO EM CORREDORES SUBMETIDOS A DIFERENTES METODOLOGIAS DE TREINAMENTO FÍSICO”.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Thiago Fernando Lourenço

INSTITUIÇÃO: Instituto de Biologia/UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 10/06/2010

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 20/07/11 (O formulário encontra-se no *site* acima).

II - OBJETIVOS

Propor e avaliar meios e métodos de treinamento para a melhora da Velocidade no Ponto de Compensação Respiratória (vPCR) em corredores através da análise de parâmetros ventilatórios, bioquímicos e hematológicos. Analisar o comportamento do Estado Ácido-Base Sanguíneo (EABs) e do desempenho dos corredores em resposta a estas diferentes metodologias de treinamento sustentando de maneira confiável a utilização da vPCR como importante parâmetro de intensidade de treinamento.

III - SUMÁRIO

Trata-se de um estudo transversal e longitudinal. Os sujeitos voluntários serão 15 corredores amadores de nível estadual, participantes de corridas de rua com no mínimo dois anos de treinamento em corrida e 15 corredores de elite, participantes de provas nacionais e internacionais. Os atletas amadores fazem parte da equipe de corrida mantida pelo Laboratório de Bioquímica do Exercício da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), e os atletas de elite pertencem a uma equipe de atletismo profissional brasileira. A pesquisa será suspensa se houver dificuldade de recrutamento do número mínimo de voluntários num período de seis meses, sendo retomada no ano seguinte. Será realizada coleta de sangue, com técnica asséptica adequada pelo farmacêutico/bioquímico Lázaro Alessandro Soares Nunes (CRF-MG 10.920) habilitado e com experiência neste tipo de função. Todos os dados individualizados serão discutidos separadamente com cada atleta e seus respectivos treinadores e ficarão armazenados no Laboratório de Bioquímica do Exercício, à disposição dos mesmos, que poderão obtê-los a qualquer momento. Além disso, as análises serão discutidas no máximo após 3 dias de sua realização para que possa ser útil na definição de ajustes individuais na periodização do treinamento. Será realizado hemograma, análises bioquímicas e análise do estado ácido-base sanguíneo.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13083-887 Campinas – SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br



**FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

Após respostas às pendências, o projeto encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

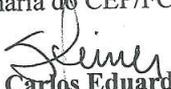
O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII- DATA DA REUNIÃO

Homologado na V Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 22 de junho de 2010.


Prof. Dr. Carlos Eduardo Steiner
PRESIDENTE do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
PROJETO: ANÁLISE DA RESPOSTA DE PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E DO ESTADO ÁCIDO-BASESANGUÍNEO EM CORREDORES SUBMETIDOS A DIFERENTES METODOLOGIAS DE TREINAMENTO FÍSICO

Responsáveis pela condução das pesquisas:

Orientadora: Profa. Dra. Denise Vaz de Macedo (Laboratório do Exercício/IB/Unicamp)
 Doutorandos: Thiago Fernando Lourenço e Lucas Samuel Tessutti (Labex/IB/Unicamp)

Contatos: 3521-6146/ 3521-6148

e-mail: labex@unicamp.br

Dados do doador voluntário:

Nome:

RG: Idade: Telefone p/ Contato: (Clube): (Residência):

Endereço:

Modalidade Praticada:

Objetivos/Justificativa:

As análises que serão realizadas durante o processo de treinamento como o teste de esforço máximo e análises sanguíneas servem para indicar o nível e o grau de evolução de alguns parâmetros relacionados à sua musculatura, articulações e pulmões relativos a um determinado período de treinamento físico.

O objetivo dessas análises é contribuir para um ajuste momentâneo e individualizado das cargas de exercícios e/ou aumento da quantidade de descanso, que proporcione um melhor condicionamento de sua condição física, sem a ocorrência de danos musculares durante o período de treinamento. Além disso, através destes parâmetros buscaremos identificar uma melhor metodologia de treinamento para melhora do desempenho de corredores. Assim, todos os resultados obtidos serão compartilhados com seu treinador para potencializarmos os efeitos do planejamento.

As análises dos testes físicos e dos parâmetros sanguíneos podem ser extremamente úteis para aplicação nos esportes, pois geram informações importantes para um bom planejamento do treinamento em longo prazo. Mas para que seja utilizada de forma confiável é necessário que sejam feitos em diferentes momentos do ano, principalmente naqueles onde há alterações nos níveis de esforço físico e nos enfoques metodológicos em função da periodização do treino.

Exames Laboratoriais

a) Teste de Esforço Máximo

O protocolo consiste em um período de aquecimento de 3 minutos em velocidades de corrida que se situarão entre 9 a 12 km/h. Após esse período, a velocidade da esteira será incrementada em 0,3 km/h a cada 25 segundos até a exaustão voluntária. A inclinação da esteira permanecerá fixa em 1% durante todo o teste.

b) Teste de Carga Constante

Depois de realizado o teste de esforço máximo, os sujeitos passarão por uma série de seis esforços em cargas constantes realizados em esteira ergométrica com a temperatura do laboratório mantida a $21 \pm 1^\circ\text{C}$. Estes testes serão executados com no mínimo 72 horas de intervalo entre cada um dos testes. O protocolo poderá ser interrompido a qualquer momento quando sinalizado pelo sujeito.

c) Análises Sanguíneas

- Venosa

Serão coletados 8 mL de sangue da veia antecubital com tubos à vácuo descartáveis, próprios para as coletas. As análises bioquímicas que serão feitas com esta amostra de sangue será utilizada somente para indicar o nível de estresse induzido pela prática de atividades físicas.

- Capilar

Serão coletados 120 μL de sangue feitas por punção digital com capilares descartáveis, próprios para as coletas. As análises bioquímicas que serão feitas com esta amostra de sangue será utilizada para avaliar o estado ácido-base sanguíneo em resposta ao treinamento físico.

Os procedimentos descritos acima **não acarretam eventuais riscos ou desconfortos** para os doadores voluntários. Apenas durante as coletas venosas podem ocorrer leves hematomas e deixar a região levemente dolorida.

Vantagens do Procedimento:

Contribuir para um melhor planejamento das cargas usadas na periodização dos treinos, de forma a levar ao máximo de condicionamento físico com a segurança de minimizar os riscos de eventuais lesões mais graves, o que traz benefícios imediatos aos voluntários.

Poder ter uma avaliação da sua real capacidade aeróbia, bem como um planejamento mais individualizado das cargas de esforço físico usadas na periodização dos treinos, quando necessário, trazendo benefícios imediatos aos sujeitos voluntários da pesquisa.

Transtornos:

Comparecimento ao laboratório para coleta de sangue, realização do teste de esforço máximo e em carga constante a cada quatro ou seis semanas, pelo período em que estiver participando da pesquisa, que pode variar em função do calendário esportivo. Alguns desconfortos também podem estar presentes pela utilização da máscara de neoprene, a qual cobre a boca e o nariz. Durante as coletas de sangue pela punção venosa podem ocorrer leves hematomas e deixar a região levemente dolorida.

Garante-se ao doador voluntário:

Resposta a qualquer pergunta, esclarecimento de qualquer dúvida e acesso aos resultados decorrentes da pesquisa. Liberdade para deixar de participar da pesquisa ou cancelar este termo de consentimento em qualquer momento, sem penalização alguma e sem prejuízo de suas funções. O caráter confidencial das informações recebidas, assegurando-lhe sigilo, manutenção de sua privacidade e compromisso de que sua identidade não será revelada nas publicações do trabalho. Conhecer o resultado de seus exames se assim desejar e a exposição junto ao seu treinador.

PERMISSÃO DO USO DAS INFORMAÇÕES:

Visto a importância do estudo e da participação dos voluntários, pedimos permissão ao voluntário para usar seus resultados em nossa pesquisa.

ATENÇÃO:

A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é **voluntária**. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa da FCM-UNICAMP:

Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126 - Caixa Postal 6111 13083-887; Campinas - SP; Fone: (19) 3521-8936; e-mail: cep@fcm.unicamp.br

Não está previsto ressarcimento das despesas decorrentes da participação na pesquisa, tais como gastos com transporte ou alimentação, tampouco indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, pois os riscos envolvidos nesta pesquisa são nulos.

Campinas, ____ de _____ de 20____

Assinatura do Voluntário: _____

Dra. Denise Vaz de Macedo
Orientadora do projeto

Thiago Fernando Lourenço
Responsável pela pesquisa

Lucas Samuel Tessutti
Responsável pela pesquisa

Lázaro Alessandro Soares Nunes
Pesquisador responsável pelas coletas
(CRF-MG 10.920)