

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL

MATHEUS SIQUEIRA ANDRADE

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO AERÓBIO NO ÍNDICE DE FADIGA  
MEDIDO EM TESTE DE SPRINTS REPETIDOS (RAST)**

BELO HORIZONTE-MG

2009

MATHEUS SIQUEIRA ANDRADE

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO AERÓBIO NO ÍNDICE DE FADIGA MEDIDO EM  
TESTE DE SPRINTS REPETIDOS (RAST)

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado como requisito para obtenção  
do grau de Bacharel em Educação Física  
pela Universidade Federal de Minas  
Gerais.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Silami Garcia

Co-orientador: Prof. Ms. Moisés Vieira de Carvalho

BELO HORIZONTE-MG

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL

**Acadêmico:** Matheus Siqueira Andrade

**Matrícula:** 2006011400

**Curso:** Educação Física

**Título:** Influência do treinamento aeróbio no índice de fadiga medido em teste de sprints repetidos (Rast).

**Professor Orientador:** Dr. Emerson Silami Garcia

NOTA: 80

CONCEITO: B

---

Emerson Silami Garcia  
Orientador

---

Professor Ronaldo Casto D'Ávila  
Coordenador do Colegiado de Graduação do Curso de Educação Física da Universidade  
Federal de Minas Gerais

## RESUMO

A capacidade de recuperação após a realização de um esforço é fundamental em esportes com características intermitentes. A intensidade e duração do exercício podem influenciar no tempo necessário para a recuperação e, do mesmo modo, o período de recuperação interfere na quantidade de energia ressintetizada. Assim, uma recuperação mais completa pode permitir a manutenção ou uma menor redução no desempenho ao realizar o estímulo subsequente. Tem sido sugerido que adaptações associadas ao treinamento aeróbio poderiam melhorar a recuperação em exercícios intermitentes de alta intensidade. Portanto, foi realizado um estudo de caso, no qual um indivíduo do sexo masculino (idade: 24 anos; estatura: 185 cm; massa corporal: 86 kg; consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ):  $47,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) (resultado estimado através do Yo Yo Endurance Test Level 1) realizou um teste de sprints repetidos (rast) pré e pós um período de 18 sessões de treinamento aeróbio, com o objetivo de analisar o efeito do treinamento aeróbio na capacidade de recuperação (índice de fadiga) em *sprints* intermitentes. Foi verificado que o treinamento em questão promoveu aumento no  $VO_{2máx}$ , redução no índice de fadiga e tempo total dos *sprints*, melhorando assim o desempenho no teste de *sprints* repetidos.

Palavras-chave: *sprint*, recuperação, índice de fadiga.

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 Relação entre o percentual de FC <sub>máx</sub> e o percentual de VO <sub>2</sub> <sub>máx</sub> .	15
QUADRO 2 Planejamento das sessões de treinamento.	25
QUADRO 3 VO <sub>2</sub> <sub>máx</sub> , IF, e o tempo total dos <i>sprints</i> , pré e pós-treinamento.	27
QUADRO 4 FC, PSE e FC de recuperação registrados durante as sessões de treinamento.	28

## LISTA DE ABREVIATÖES

FC - Freqüência cardíaca.

FC<sub>máx</sub> - Freqüência cardíaca máxima.

IF - Índice de fadiga.

PSE - Percepção subjetiva de esforço.

VO<sub>2</sub> - Volume de oxigênio

VO<sub>2máx</sub> – Volume de oxigênio máximo.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1. Sistemas de fornecimento de energia	10
2.2. Capacidade Aeróbia – Conceituação	12
2.3. Adaptações induzidas pelo treinamento aeróbio	12
2.4. Fatores que afetam a resposta ao treinamento aeróbio	14
2.5. Métodos de treinamento	16
2.6. Demandas metabólicas dos <i>testes de sprints anaeróbios repetidos</i> ( <i>Rast</i> )	18
3. OBJETIVOS	21
4. JUSTIFICATIVA	22
5. MATERIAIS E MÉTODOS	23
5.1. Amostra	23
5.2. Testes e Protocolos experimentais	23
5.3. Planejamento do Treinamento	25
6. RESULTADOS	27
7. DISCUSSÃO	29
8. CONCLUSÃO	31
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

## 1. INTRODUÇÃO

A capacidade para realizar séries de exercícios repetidos de forma máxima é influenciada pela natureza do exercício pelos períodos de recuperação (TOMLIN & WENGER, 2001). A intensidade e duração do exercício podem influenciar o tempo necessário para a recuperação e, do mesmo modo, o período de recuperação interfere na quantidade de energia ressintetizada. Assim, uma recuperação mais completa pode permitir a manutenção ou uma menor queda no desempenho ao realizar o estímulo subsequente (TOMLIN & WENGER, 2001).

A capacidade para recuperar rapidamente é crítica caso séries subsequentes de atividades são requeridas. Tem sido sugerido que adaptações associadas ao treinamento de *endurance* deveriam melhorar a recuperação em exercícios intermitentes de alta intensidade (THODEN, 1991; RHODES & TWIST, 1990; TOMLIN & WENGER, 2001).

Como veremos adiante, o treinamento aeróbio promove adaptações sistêmicas que melhoram a capacidade de fornecimento e utilização de oxigênio, aumentando a contribuição desse sistema no fornecimento de energia, além de uma melhora na capacidade de remoção de co-produtos do metabolismo anaeróbio. Teoricamente, um aumento na capacidade aeróbia poderia melhorar o desempenho em esforços anaeróbios intermitentes por ambos os fatores: complementando a energia anaeróbia durante o exercício e fornecendo energia derivada aerobicamente a uma taxa mais rápida durante o período de recuperação (TOMLIN & WENGER, 2001).

Hamilton *et al.*(1991) comparou o desempenho em 10 *sprints* máximos de 6 segundos em esteira, de dois grupos com  $VO_{2máx}$  diferentes: corredores treinados em *endurance* ( $VO_{2máx}$   $60,8 \pm 4,1$  mL.kg<sup>-1</sup>min<sup>-1</sup>) e jogadores ( $VO_{2máx}$   $52,5 \pm 4,9$  mL.kg<sup>-1</sup>min<sup>-1</sup>). Os autores verificaram que os atletas de *endurance* consumiram mais oxigênio durante os intervalos repetidos de *sprint* e demonstraram um menor percentual de decréscimo na potência durante os 10 *sprints* comparado ao grupo de jogadores.

A literatura parece sugerir, então, uma possível influência positiva da capacidade aeróbia no desempenho em *sprints* repetidos, acelerando o processo de restabelecimento energético e melhorando o desempenho.

Para testar a hipótese de que o treinamento aeróbio melhoraria a capacidade de recuperação em esforços máximos intermitentes, o presente estudo de caso realizou teste de *sprints* repetidos (*Rast Test*) antes e após um período de 18 sessões de treinamento aeróbio. Além deste teste, foi realizado um teste de campo para a estimativa da velocidade correspondente ao consumo máximo de oxigênio ( $vVO_{2máx}$ ), que serviu como parâmetro de intensidade para o planejamento do treinamento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Sistemas de fornecimento de energia

Segundo Platonov (2008), de acordo com a lei da conservação da energia, a energia química do organismo humano não se perde nem surge do “nada”, mas sim se transforma de um tipo em outro: formada em resultado da utilização dos ricos substratos energéticos dos produtos alimentares, é transmitida ao meio em forma de trabalho e calor.

A energia liberada pela decomposição dos produtos alimentares é utilizada na produção de adenosina trifosfato (ATP), que, por sua vez, fica depositada nas células musculares e consiste em um combustível singular para a produção de energia mecânica durante a contração muscular (PLATONOV, 2008).

A ressíntese de ATP é obtida, tanto nas reações anaeróbias quanto nas aeróbias, pelo aproveitamento das reservas de creatina fosfato e da adenosina difosfato (ADP) dos tecidos musculares como fontes energéticas e também de ricos substratos energéticos (glicogênio dos músculos e do fígado, reservas dos tecidos lipídicos e dos músculos, proteínas e outros metabólitos). As reações químicas que fornecem energia aos músculos ocorrem em três sistemas energéticos: 1) anaeróbio alático (ATP-CP); 2) anaeróbio láctico (glicolítico); e 3) aeróbio (oxidativo).

A formação de energia nos dois primeiros sistemas está relacionada a reações químicas que não dependem do oxigênio. O terceiro sistema pressupõe a reação de oxidação, que depende da presença do oxigênio (PLATONOV, 2008).

Deve-se encarar a alocação de energia no exercício a partir de cada forma de transferência de energia como progredindo através de um continuum. Em uma extremidade, os fosfatos de energia intramusculares suprem quase toda a energia para o exercício. Os sistemas ATP-CP e do anaeróbio láctico suprem cerca de metade da energia para o exercício intenso que dure 2 minutos; as reações aeróbicas suprem o restante. Para se sobressair nessas condições, torna-se necessária uma capacidade bem desenvolvida para o metabolismo tanto anaeróbio

quanto aeróbico. O exercício intenso de duração intermediária, realizado por 5 a 10 minutos, impõe uma grande demanda sobre a transferência de energia aeróbica. Os desempenhos de longa duração, como a corrida de maratona e as provas de natação de longa distância, exigem um suprimento constante de energia aeróbica e dependem muito pouco da energia proveniente de fontes anaeróbicas com formação subsequente de lactato (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Segundo Wilmore e Costill (2001) os estoques de ATP e de creatina fosfato podem sustentar as necessidades energéticas dos músculos por apenas 3 a 15 segundos durante uma corrida de curta distância de esforço máximo. Além desse ponto, os músculos passam a depender de outros processos para a formação de ATP: as reações glicolíticas e oxidativas de substratos.

O sistema aeróbio de fornecimento de energia é significativamente inferior ao anaeróbio alático e láctico no que diz respeito à potência de produção de energia e à velocidade de inclusão dessa energia na atividade muscular, mas é muito superior em termos de capacidade e economicidade (PLATONOV, 2008).

Uma das particularidades do sistema aeróbio consiste em que a formação de ATP nas organelas-mitocôndrias celulares, encontradas no tecido muscular e adjacentes a miofibrilas ou espalhadas no sarcoplasma, ocorre com participação do oxigênio conduzido pelo respectivo sistema de transporte (PLATONOV, 2008).

O potencial do sistema aeróbio no fornecimento de energia é determinado por vários fatores. Entre os mais importantes, estão a potência e a eficácia da respiração e do sistema cardiovascular; a grandeza das reservas de substratos; a proporção de cada tipo de fibra muscular; a densidade e a quantidade de capilares no tecido muscular; o número, a grandeza e a densidade das mitocôndrias nas células musculares; a quantidade e a atividade das diversas coenzimas e enzimas oxidativas; dos hormônios e de outros reguladores dos processos de oxidação (PLATONOV, 2008).

## 2.2. Capacidade Aeróbia

A capacidade aeróbia é comumente associada ao consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ). O  $VO_{2máx}$  proporciona uma medida quantitativa da capacidade do indivíduo para a ressíntese aeróbia do ATP (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Em exercício, o consumo de oxigênio aumenta proporcionalmente ao aumento da intensidade, atingindo o seu valor máximo em intensidades próximas à exaustão. O momento no qual o consumo de oxigênio alcança um platô ou aumenta apenas levemente com os aumentos adicionais na intensidade do exercício representa o consumo máximo de oxigênio (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

O consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) é determinado pelo produto entre débito cardíaco (Q) e a diferença arteriovenosa de  $O_2$  ( $Dif_{a-v} O_2$ ), como mostra a equação abaixo proposta por McArdle, Katch e Katch (2003).

$$VO_2 = Q \times Dif_{a-v} O_2$$

Essa relação sugere que o consumo de oxigênio é influenciado por fatores relacionados ao fornecimento (frequência cardíaca e volume de ejeção) e utilização/extração de oxigênio. Melhoras na capacidade de fornecer  $O_2$ , através de um aumento no volume de sangue circulante e capilarização, bem como melhoras na capacidade de extração do mesmo, através de adaptações a nível enzimático e mitocondrial, promovem melhoras no consumo de oxigênio.

## 2.3. Adaptações induzidas pelo treinamento aeróbio

O treinamento com sobrecarga aeróbica induz adaptações significativas em uma ampla variedade de capacidades funcionais relacionadas ao transporte e à utilização do oxigênio (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003). Dentre elas podemos citar:

- Aumento do número e tamanho das mitocôndrias musculares, bem como de sua capacidade de gerar ATP aerobicamente.
- Aumento da capacidade de mobilizar, transportar e oxidar os ácidos graxos para obtenção de energia durante o exercício submáximo, conservando, assim, as reservas de glicogênio tão importantes durante o exercício prolongado de alta intensidade.
- Aprimoramento do potencial aeróbio preexistente de todas as fibras.
- Hipertrofia das fibras de contração lenta;
- Adaptações cardiovasculares dimensionais e funcionais significativas: hipertrofia cardíaca (aumento no tamanho da cavidade ventricular esquerda e espessamento moderado de suas paredes) com o treinamento a longo prazo; isso contribui para um aumento no volume de ejeção e diminuição da frequência cardíaca de repouso;
- Aumento no volume plasmático, que aprimora a reserva circulatória e contribui para os aumentos no volume diastólico terminal, no volume sistólico de ejeção, no transporte de oxigênio e na regulação da temperatura durante o exercício;
- Redução na frequência cardíaca de repouso e submáxima, refletindo um aumento no volume sistólico máximo e no débito cardíaco;
- Aumento do volume sistólico do coração durante o repouso e o exercício;
- Aumento no débito cardíaco máximo, resultado de um volume sistólico aprimorado;
- Aumento da extração de oxigênio do sangue circulante (diferença arteriovenosa de oxigênio), resultado da distribuição mais efetiva do débito cardíaco para os músculos ativos combinada com uma maior capacidade das fibras musculares treinadas de extraírem e processarem o oxigênio disponível;
- Desvio aumentado do fluxo sanguíneo para a pele, o que torna a pessoa treinada mais capaz de dissipar o calor metabólico gerado no exercício;
- Redução das pressões sistólica e diastólica durante o repouso e o exercício submáximo;
- Aumento da ventilação do exercício máximo;
- Redução nos níveis sanguíneos de lactato, o que prolonga o nível da intensidade do exercício antes do início do acúmulo de lactato no sangue;

- Aumento do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), entendido como a capacidade de circular, fornecer e utilizar o oxigênio.

#### **2.4. Fatores que afetam a resposta ao treinamento aeróbio**

Cinco fatores influenciam profundamente a resposta ao treinamento aeróbico:

- *Nível inicial de aptidão aeróbica:* indivíduos destreinados terão uma maior probabilidade de melhorar seu condicionamento aeróbio do que indivíduos treinados. Porém uma pequena melhora (5%) na capacidade aeróbia destes indivíduos representa uma modificação tão crucial quanto um grande aumento (40%) naqueles destreinados.
- *Intensidade do treinamento:* as adaptações fisiológicas induzidas pelo treinamento dependem principalmente da intensidade da sobrecarga. A intensidade do exercício aeróbio pode ser enunciada através de: 1) energia gasta por unidade de tempo (kcal/min ou kJ/min); 2) nível de exercício absoluto ou produção de potência (watts); 3) percentual do  $VO_{2máx}$ ; 4) em relação ao limiar do lactato; 5) percentual da frequência cardíaca máxima; 6) MET; 7) taxa do esforço percebido.

Existe uma relação entre o percentual de frequência cardíaca máxima e o percentual de  $VO_{2max}$ , como mostra o quadro abaixo:

**QUADRO 1** Relação entre o percentual de frequência cardíaca máxima e o percentual de  $VO_{2max}$

Percentual de $FC_{máx}$	Percentual de $VO_{2máx}$
50	28
60	40
70	58
80	70
90	83
100	100

Adaptado de McARDLE, KATCH, KATCH, 2003 (pag. 491)

- *Duração do treinamento*: ainda não foi identificada uma duração limiar por sessão de treinamento capaz de induzir um aprimoramento cardiovascular. Se existe ou não um limiar, as adaptações cardiovasculares proporcionadas por diferentes durações dependerão de como as outras variáveis foram controladas/manipuladas durante o treinamento.
- *Frequência do treinamento*: não há uma resposta precisa. Alguns estudos relatam que a frequência influencia profundamente os aprimoramentos cardiovasculares, enquanto outros relatam que esse fator contribui muito menos do que a intensidade e a duração do exercício. As adaptações dependerão de como todos os componentes da carga de treinamento foram manipulados.
- *Modalidade do exercício*: com base no conceito de especificidade, indivíduos treinados em uma bicicleta mostram maiores aprimoramentos quando testados em uma bicicleta do que em uma esteira.

## 2.5. Métodos de treinamento

No trabalho para aumento das capacidades aeróbias, é necessário aperfeiçoar a potência aeróbia, que se reflete nos valores do consumo máximo de oxigênio, e a capacidade aeróbia, que se manifesta na capacidade de manter, por muito tempo, altos indicadores de rendimento aeróbio que, por sua vez, é determinado pelo tempo de conservação dos valores máximos do consumo de oxigênio durante o trabalho (PLATONOV, 2008). De acordo com McArdle, Katch, Katch (2003) dois fatores são importantes na formulação de um programa de treinamento aeróbio: (1) o treinamento deve proporcionar uma sobrecarga cardiovascular suficiente capaz de estimular aumentos no volume sistólico de ejeção e no débito cardíaco e (2) a sobrecarga circulatória central deve aprimorar os aspectos circulatórios e o maquinismo metabólico. O treinamento de *endurance* apropriado sobrecarrega todos os componentes do transporte e da utilização do oxigênio (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

Para aumento das capacidades aeróbias, são utilizados métodos de treinamento intervalados e contínuos (PLATONOV, 2008). Wilmore e Costill (2001) e Alves (2005) também citam esses dois métodos em suas publicações. McArdle, Katch, Katch (2003) citam, além desses dois métodos, o método *Fartlek*. Weineck (2003) cita o *Método da Duração*, *Método Intervalo*, *Método da Repetição* e *Método da Competição*.

Pela fundamentação apresentada em cima dos métodos intervalados e contínuos e pela relevância dos autores que os citam, estes serão enfatizados na abordagem para o presente trabalho.

### Método Contínuo

De acordo com Alves (2005) o método contínuo caracteriza-se por exercícios de longa duração sem interrupção. O efeito de treino deste método baseia-se nos constantes processos de reajustamento bioquímicos e fisiológicos que ocorrem durante a sua execução, sendo utilizado preferencialmente nas modalidades cíclicas

de longa duração (atletismo - fundo e meio-fundo, ciclismo, canoagem, etc.). O método contínuo do treino da resistência pode ser dividido em: método contínuo uniforme e método contínuo variado.

- *Método Contínuo Uniforme:* o método contínuo uniforme é caracterizado por esforços de longa duração e índices de intensidade constantes. Esse método é dividido, ainda, em extensivo – caracterizado por uma duração de treinamento maior que 30 minutos e intensidade entre 45% e 65% do  $VO_{2max}$  (FC entre 125 e 170 bpm) – e intensivo – caracterizado por uma duração de treinamento entre 20 e 30 minutos e intensidade entre 80% e 90% do  $VO_{2max}$  (FC entre 170 e 190 bpm). Ao considerar a frequência cardíaca como parâmetro de intensidade dentro dos valores apresentados pelo autor, o nível de exigência (percentual do desempenho máximo) pode variar de indivíduo para indivíduo.
- *Método Contínuo Variado:* o método contínuo variado consiste na realização de esforços prolongados, durante os quais se procede as variações significativas de intensidade, mas sem que se chegue a parar efetivamente a atividade. Na literatura consultada não foi encontrada, explicitamente, as divisões em extensivo e intensivo. Até aonde foi permitido interpretar, acredita-se que variado extensivo caracteriza-se por uma duração de treinamento maior que 30 minutos e variações de intensidade entre 45% e 65% do  $VO_{2máx}$  (FC com variações entre 125 e 170 bpm), e variado intensivo, por uma duração de treinamento entre 20 e 30 minutos e variações de intensidade entre 80% e 90% do  $VO_{2máx}$  (frequência cardíaca com variações entre 170 e 190 bpm). As considerações feitas no tópico acima quanto à frequência cardíaca como parâmetro de intensidade, são novamente ressaltadas.

### Método Intervalado

O método de treino por intervalos caracteriza-se por exercícios nos quais o organismo é submetido a períodos curtos, regulares e repetidos de esforço de alta intensidade (maior que 90% da  $FC_{máx}$ , do  $VO_{2máx}$  ou da velocidade máxima) com

pausas entre os períodos de esforço (ALVES, 2005). O método por intervalos pode ser dividido em método por intervalos com pausas incompletas (treino intervalado) – contemplando pausas ativas ou passivas – e método por intervalos com pausas completas (treino de repetições).

- *Método por intervalos com pausas incompletas:* Os períodos de recuperação que constituem a pausa no treino intervalado com pausas incompletas não permitem a recuperação completa dos parâmetros cardiovasculares e ventilatórios (ALVES, 2005), seguindo o “Princípio da pausa vantajosa” proposta por Weineck (2003). As pausas podem ser ativas – caminhadas e corridas leves, ou passivas – repouso. Segundo Weineck (2003) as pausas ativas favorecem o bombeamento do sangue dos músculos de volta para o coração e de acordo com Alves (2005) consegue-se uma recuperação mais eficiente através de um esforço cuja intensidade ronde os 50% do  $VO_{2máx}$ .
- *Método por intervalos com pausas completas:* De acordo com Alves (2005) o método por intervalos com pausas completas (treino de repetições) é caracterizado por possuir períodos de repouso que permitem a recuperação completa dos parâmetros cardiovasculares e ventilatórios. Ainda segundo esse autor, a efetividade deste método decorre das fases de carga altamente intensos durante os quais se realizam todos os processos fisiológicos e mecanismos de regulação. Esse método estrutura-se em repetições que durem entre 20 segundos e 3 minutos, com recuperação completa e exigências de intensidades máximas ou quase máximas (Alves, 2005).

## **2.6. Demandas metabólicas dos testes de sprints repetidos (Rast)**

Variáveis importantes tais como duração do *sprint*, número de *sprints* e duração da recuperação claramente influenciam a contribuição do sistema de energia durante exercício de *sprint* repetido de curta duração (SPENCER, 2005).

Bogdanis *et al.* (1996) investigaram as mudanças no metabolismo muscular durante dois *sprints* de 30 segundos em bicicleta, separados por 4 minutos de recuperação,

e reportaram uma redução na produção de energia anaeróbia de aproximadamente 41% durante o segundo *sprint*. Entretanto, o declínio no trabalho total produzido foi somente 18%. Esta discrepância na produção de energia anaeróbia e trabalho total foi parcialmente explicada pelo aumento em 15% no consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) durante o segundo *sprint*.

Gaitanos *et al.* (1993) encontraram similar resposta metabólica durante 10 *sprints* de 6 segundos (cicloergômetro). Os autores reportaram que nenhuma alteração existiu no lactato muscular durante o décimo *sprint*. Além disso, eles observaram que a glicólise quantificou 44% do total de fornecimento anaeróbio de ATP durante o primeiro *sprint*, enquanto o correspondente valor para o décimo *sprint* foi 16%. Foi sugerido que uma maior contribuição do metabolismo aeróbio parcialmente contrabalanceava a redução na glicogenólise anaeróbica. A partir desses dados, parece aumentar a contribuição aeróbica quando esforços de alta intensidade repetidos são requeridos.

A contribuição do sistema de energia durante *sprints* repetidos parece ser profundamente influenciada pela duração dos *sprints* (SPENCER, 2005). Balsom *et al.* (1992) investigaram as respostas fisiológicas de repetidos *sprints* de 15, 30 e 40 metros (distância total de *sprints* de 600m) com 30 segundos de recuperação passiva, e reportaram que o  $VO_2$  pós-teste foi significativamente maior após as tentativas de *sprints* de 30 e 40m comparado com as tentativas de 15m. Em adição à diferença no  $VO_2$ , a concentração de lactato sanguíneo pós-teste significativamente menor para o ensaio de 15m claramente demonstra o efeito que manipular a duração do *sprint* tem na contribuição dos sistemas energéticos durante exercício de *sprint* repetido.

Em outro trabalho, Balsom *et al.* (1992) estabeleceram o efeito de manipular a duração da recuperação em exercício de *sprint* repetido, realizando 15 *sprints* máximos de 40 m com 30, 60 e 120 segundos de recuperação passiva. Tempos totais de 40 m de *sprint* aumentaram significativamente em ambos os protocolos, de 30 e 60 segundos de recuperação, após o quinto e décimo primeiro *sprint*, respectivamente, enquanto nenhum decréscimo significativo no desempenho existiu no protocolo de 120 segundos de recuperação. Como esperado,  $VO_2$  mensurado

durante os períodos de recuperação estava elevado nos ensaios de recuperações mais curtas, assim como estavam as concentrações de lactato sanguíneo pós-teste.

### 3. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo de caso foi analisar o efeito de 18 sessões de treinamento aeróbio na capacidade de recuperação (índice de fadiga) em *sprints* intermitentes.

#### 4. JUSTIFICATIVA

Diversos estudos relatam uma associação entre capacidade aeróbia e recuperação em esforços intermitentes. A capacidade para recuperar rapidamente após a realização de um esforço é fundamental em esportes com características intermitentes, onde esforços subseqüentes são requeridos após pequenos intervalos de recuperação.

Tem sido proposto na literatura que adaptações associadas ao treinamento aeróbio melhorariam a capacidade de recuperação em exercícios intermitentes de alta intensidade (THODEN, 1991; RHODES & TWIST, 1990; TOMLIN & WENGER, 2001).

Portanto, verificar o efeito de 18 sessões de treinamento aeróbio na capacidade de recuperação em *sprints* intermitentes pode fornecer informações importantes para o contexto do treinamento esportivo, visando à otimização do desempenho naqueles esportes caracterizados por esforços intermitentes de alta intensidade.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1. Amostra

A amostra foi composta por um indivíduo do sexo masculino (idade: 24 anos; estatura: 185 cm, massa corporal: 86 kg e  $VO_{2máx}$ :  $47,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  - resultado do *Yo Yo Endurance Test level I*, proposto por Bangsbo 1996).

### 5.2. Testes e protocolos experimentais

Todos os testes, bem como as sessões de treinamento, foram realizados na quadra poliesportiva da Escola de Educação Física da UFMG.

#### *Yo Yo Endurance Test level I*

Este teste foi proposto por Bangsbo (1996) para estimar, de maneira fácil e rápida, o  $VO_{2máx}$  dos indivíduos.

#### Teste de 3000 metros

Este teste foi proposto por Mercier e Léger (1986), objetivando estimar a velocidade correspondente ao  $VO_{2máx}$  ( $vVO_{2máx}$ ) em situações de campo. O teste consiste em percorrer a distância de 3000 metros no menor tempo possível. O estudo desses autores reportou que a velocidade média alcançada no teste apresenta uma alta correlação ( $r=0,98$ ) com a  $vVO_{2máx}$  medida em laboratório.

Este teste foi escolhido tanto pela facilidade em aplicá-lo quanto pelos resultados apresentados por Mercier e Léger (1986). Além disso, as sessões de treinamento foram realizadas fora do laboratório (quadra poliesportiva), podendo, portanto, apresentar uma maior especificidade com as situações do treinamento.

O teste foi realizado em dois momentos: (1) como teste pré-treinamento, com o objetivo de estabelecer parâmetros para a configuração da intensidade planejada

para as primeiras 3 semanas de treinamento, e (2) como teste controle após as 3 semanas, para se obter um feedback em relação ao treinamento proposto, e também para estimar uma nova  $vVO_{2máx}$  como parâmetro para configurar a intensidade das sessões subseqüentes de treinamento.

### Rast Test

É um teste de campo, desenvolvido pela universidade de Wolverhampton, Inglaterra, que serve para avaliar o desempenho anaeróbio (metabolismos aláctico e láctico) do indivíduo. Além disso, através dos resultados do teste, informações sobre o decréscimo de desempenho (índice de fadiga) ocorrido no teste podem ser obtidas.

O *Rast Test (Running anaerobic sprints test)* consistiu em 6 corridas de 35 metros em velocidade máxima, com 10 segundos de recuperação entre as corridas. Foi utilizado para estimar o índice de fadiga, através da seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Fadiga (W/s)} = \frac{\text{Potência Máxima (Watts)} - \text{Potência Mínima (Watts)}}{\text{Tempo Total das 6 corridas}}$$

Onde:

$$\text{Potência (W)} = \frac{\text{Peso (kg)} \times \text{Distância}^2 \text{ (m)}}{\text{Tempo da corrida (s)}}$$

Potência máxima = maior valor de potência

Potência mínima = menor valor de potência

Este teste foi realizado em dois momentos: pré, e pós-treinamento.

### 5.3. Planejamento do treinamento

O planejamento do treinamento está apresentado na Tabela 1. O treinamento se iniciou na semana seguinte à aplicação dos testes pré-treinamento. Em cada semana foram realizadas 3 sessões com a mesma carga de treinamento por semana, especificada no quadro a baixo.

**QUADRO 2**-Planejamento das sessões de treinamento

<b>Semana pré-treinamento</b>	Testes pré-treinamento: <i>Yo-Yo</i> ; Teste de 3000 m; <i>Rast Test</i>
<b>1ª semana</b>	Método Contínuo Duração: 30 min Intensidade: 75% $vVO_{2máx}$
<b>2ª semana</b>	Método Contínuo Duração: 30 min Intensidade: 85% $vVO_{2máx}$
<b>3ª semana</b>	Método Contínuo Variável Duração: 16 min Intensidade: 4' – 85% $vVO_{2máx}$ } 2x 4' – 100% $vVO_{2máx}$ }
<b>4ª semana</b>	Teste controle: Teste de 3000 m
<b>5ª semana</b>	Método Intervalado 4 x 4' – Intensidade: 100% nova $vVO_{2máx}$ 2' de pausa passiva entre as séries Duração total dos intervalos: 16 min Duração total do treino: 24 min
<b>6ª semana</b>	Método Intervalado 8 x 2' – Intensidade: 110% nova $vVO_{2máx}$ 2' de pausa passiva entre as séries Duração total dos intervalos: 16 min Duração total do treino: 32 min
<b>Semana pós-treinamento</b>	Testes pós-treinamentos: <i>Yo-Yo</i> e <i>Rast Test</i>

OBS: Os testes controle e pós-treinamento também foram considerados como sessões de treinamento, totalizando 18 sessões.

Para o controle da intensidade, representada em termos percentuais da  $vVO_{2máx}$ , foi montado um circuito de 100 metros, o qual o indivíduo completou no tempo pré-estabelecido. Desse modo, baseado no percentual almejado da  $vVO_{2máx}$  e na distância então conhecida (100 m), o tempo para completar esta metragem foi calculado. Cada volta de 100 metros foi controlada através de um cronômetro manual.

## 6. RESULTADOS

Os resultados das variáveis medidas ( $VO_{2máx}$ , IF e tempo total dos *sprints*) estão apresentados na Tabela 2. A partir dos valores apresentados, pode-se perceber um aumento de 9,4% no  $VO_{2máx}$ , uma redução de 19,2% no índice de fadiga e de 6,6% no tempo total dos seis *sprints*, quando comparado os valores pré com o pós-treinamento.

**QUADRO 3**  $VO_{2máx}$ , IF e tempo total dos *sprints*, pré e pós-treinamento.

	$VO_{2máx}$ (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	IF (%)	Tempo Total (s)
Pré	47,9	32,4	33,5
Pós	52,4	26,2	31,3

A Tabela 3 apresenta os registros da frequência cardíaca (FC), percepção subjetiva do esforço (PSE) e FC dos períodos de recuperação, durante os treinamentos. Valores apresentados em média.

**QUADRO 4** FC, PSE e FC da recuperação registrados durante as sessões de treinamento.

Semana	Treinamentos	FC (bpm)	PSE	*FC de recuperação
<b>1ª semana</b>	Sessão 1	173	13	-
	Sessão 2	171	13	-
	Sessão 3	171	12	-
<b>2ª semana</b>	Sessão 1	183	15	-
	Sessão 2	176	14	-
	Sessão 3	181	15	-
<b>3ª semana</b>	Sessão 1	177	16	-
	Sessão 2	181	16	-
	Sessão 3	175	17	-
<b>5ª semana</b>	Sessão 1	185	17	131
	Sessão 2	185	16	130
	Sessão 3	185	17	126
<b>6ª semana</b>	Sessão 1	183	18	122
	Sessão 2	178	18	110
	Sessão 3	183	18	123

\*FC de recuperação: Frequência cardíaca durante os intervalos de recuperação nos treinamentos que utilizaram o método intervalado.

A frequência cardíaca de recuperação, observada nos períodos de recuperação nos treinamentos intervalados, estão dentro dos valores de referência propostos por Weineck (2003) (“Princípio da Pausa Vantajosa – entre 120 e 140 bpm).

## 7. DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que o voluntário após o período de 8 semanas, no qual foi realizado um total de 18 sessões de treinamento aeróbico, alcançou um aumento de 9,4% no  $VO_{2máx}$ , uma redução de 19,2% no índice de fadiga e de 6,6% no tempo total dos seis *sprints*, quando comparado os valores pré com o pós-treinamento.

Os resultados encontrados estão de acordo com o que tem sido proposto na literatura, que adaptações associadas ao treinamento aeróbio melhorariam a capacidade de recuperação em exercícios intermitentes de alta intensidade (THODEN, 1991; RHODES & TWIST, 1990; TOMLIN & WENGER, 2001).

Dessa forma o treinamento com sobrecarga aeróbica que induz adaptações significativas em uma ampla variedade de capacidades funcionais relacionadas ao transporte e à utilização do oxigênio (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003), influenciou na quantidade de energia que o indivíduo é capaz de utilizar através dessa via energética. Tal via energética será determinante no desempenho em esforços máximos intermitentes, sendo que suas maiores contribuições ocorrem quando as recuperações são mais curtas ou as durações dos esforços são maiores, de acordo com os estudos de Balsom *et al.* (1992). Em um deles investigaram as respostas fisiológicas de repetidos *sprints* de 15, 30 e 40 metros (distância total de *sprints* de 600m) com 30 segundos de recuperação passiva, e reportaram que o  $VO_2$  pós-teste foi significativamente maior após as tentativas de *sprints* de 30 e 40m comparado com as tentativas de 15 m, e em outro estudo eles investigaram que estabeleceram o efeito de manipular a duração da recuperação em exercício de *sprint* repetido, realizando 15 *sprints* máximos de 40m com 30, 60 e 120 segundos de recuperação passiva. Tempos totais de 40m de *sprint* aumentaram significativamente em ambos os protocolos, de 30 e 60 segundos de recuperação, após o quinto e décimo primeiro *sprint*, respectivamente, enquanto nenhum decréscimo significativo no desempenho existiu no protocolo de 120 segundos de recuperação. Como esperado, o  $VO_2$  mensurado durante os períodos de recuperação estava elevado nos ensaios de recuperações mais curtas, assim como estavam as concentrações de lactato sanguíneo pós-teste.

Portanto, foi verificado que as 18 sessões de treinamento aeróbio, realizadas de acordo com as normativas sugeridas na literatura para o treinamento de tal capacidade, utilizando sessões de treino contínuo e intervalado, promoveu possivelmente melhoras na capacidade de fornecer  $O_2$ , através de um aumento no volume de sangue circulante e capilarização, bem como melhoras na capacidade de extração do mesmo, através de adaptações a nível enzimático e mitocondrial, o que acarretou em uma melhora na capacidade de recuperação em *sprints* intermitentes.

Esse resultado pode fornecer informações importantes para o contexto do treinamento esportivo, visando à otimização do desempenho naqueles esportes caracterizados por esforços intermitentes de alta intensidade.

Uma limitação do estudo concerne ao tamanho da amostra, de apenas um indivíduo, que possibilitou apenas uma análise descritiva dos dados.

## 8. CONCLUSÃO

Foi possível verificar através desse estudo, um aumento de 9,4% no  $VO_{2m\acute{a}x}$ , uma redução de 19,2% no índice de fadiga e de 6,6% no tempo total dos seis *sprints*, quando comparado os valores pré com o pós-treinamento no individuo que passou por 18 sessões de treinamento aeróbico, seguindo as normativas propostas pela literatura para o treinamento de tal capacidade, no período de 8 semanas.

Esse resultado sugere que as possíveis adaptações aeróbias, provocadas com esse período de treinamento, como melhoras na capacidade de fornecer  $O_2$ , através de um aumento no volume de sangue circulante e capilarização, bem como melhoras na capacidade de extração do mesmo, através de adaptações a nível enzimático e mitocondrial, influenciam na capacidade de recuperação em exercícios intermitentes de alta intensidade. Tal capacidade possibilitaria ao individuo um melhor desempenho em esportes com características intermitentes, onde esforços subseqüentes são requeridos após pequenos intervalos de recuperação.

Podemos concluir que atletas praticantes de modalidades, nas quais esforços máximos são repetidos com um curto intervalo de recuperação, seriam beneficiados com um melhor condicionamento aeróbio.

Para pesquisas posteriores, sugere-se a utilização de uma maior amostra, permitindo um caráter inferencial e não apenas descritivo.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES. F. O treino das qualidades físicas – a resistência. Faculdade de Motricidade Humana – Ciências do Desporto / Gestão do Desporto, 2005.

CHTARA, M., CHAMARI, K., CHAOUACHI, M., CHAOUACHI, A., KOUBAA, D., FEKI, Y., MILLET, G.P., AMRI, M. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *Br j Sports Med*, 2005; 39: 555-560.

GOTSHALK A.L.; BERGER R.A.; KRAEMMER W.J.. Cardiovascular Responses to a High-Volume Continuous Circuit Resistance Training Protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2004, 18(4), 760-764.

GUGLIELMO, L.G.A., GRECO, C.C., DENADAI, B.S. Effects of strength training on running economy. *Int J Sports Med*, 2009; 30: 27-32

HICKSON, R.C., DVORAK, B.A., GOROSTIAGA, E.M., KURONSKI, T.T., FOSTER, C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J Appl Physiol*, 1988; 65 (5): 2285-2290

KAIKKONEN H., YRJÄMÄ M., SILJANDER E.; BYMAN P.; LAUKKANEN R.. The effect of heart rate controlled low resistance circuit weight training and endurance training on maximal aerobic power in sedentary adults. *Medicine Science in Sports*, 2000 :10: 211-215

MARCINIK E.J., POTTS J., SCHLABACH G., WILL S., DAWSON P., HURLEY B.F. Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*. 1991: 23: 739-43

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003

PLATONOV, V.N. Tratado Geral de Treinamento Desportivo. 1ª Edição brasileira. São Paulo: Phorte, 2008

WEINECK, J.. Treinamento Ideal. 9ª Edição. 1ª Edição brasileira. São Paulo: Manole, 2003

WILMORE, J.H., COSTILL, D.C. Fisiologia do Esporte e do Exercício. 1ª Edição brasileira. São Paulo: Manole, 2001