

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**



**DISSERTAÇÃO**

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS APÓS SUCESSIVOS ESFORÇOS DE  
CORRIDA: COMPARAÇÃO ENTRE RECUPERAÇÃO ATIVA E PASSIVA**

Daniel Guimarães Soares

Orientador: Prof. Dr. Marlos Rodrigues Domingues

PELOTAS, 2014

Daniel Guimarães Soares

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS APÓS SUCESSIVOS ESFORÇOS DE  
CORRIDA: COMPARAÇÃO ENTRE RECUPERAÇÃO ATIVA E PASSIVA**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas, na Área de Concentração em Atividade Física, Saúde e Desempenho.

Orientador: Prof. Dr. Marlos Rodrigues Domingues

Pelotas, RS

2014

Banca examinadora:

Dr. Marlos Rodrigues Domingues (Orientador) - UFPel

Dr. Rafael Bueno Orcy – Instituto de Biologia - UFPel

Dr. Felipe Fossati Reichert – ESEF - UFPel

## Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter guiado todos os meus caminhos, mesmo após vários e vários labirintos, até aqui. Dentro deste longo período de estudo, após 11 anos de graduação, voltar à academia fez acreditar que nunca é tarde para o aperfeiçoamento.

Agradeço a todas as amizades que fiz durante as coletas e a todos os sujeitos que sujeitaram-se ao protocolo sendo ele do jeito que foi; sem vocês meu trabalho não existiria.

A todos os colegas e professores, durante o mestrado, que contribuíram para o aperfeiçoamento profissional.

Ao Prof. Dr. Fabio Everton, que colocou a amizade de lado e com sua serenidade fez as colocações e colaborações certas para o desenvolvimento deste trabalho. Valeu Fabio pela amizade e pela grande ajuda na fumaceira.

Ao prof. Dr. Luis Ulisses, porque em uma tarde, resolveu um problema de um ano inteiro e abriu as portas do Laboratório de Análises do Instituto de Biologia. Sem o senhor não teria havido as análises e o estudo seria pobre.

Aos recém colegas, Cassio Noronha e Maicon Borges, mestrados da FURG, pela ajuda na hora do yoyo e pelo chimarrão durante as coletas no sábado e domingo pela manhã.

Ao colega Felipe Girardi, mestrado da FURG, pelas coletas sanguíneas, mesmo deixando, às vezes, de ir para balada.

Ao meu orientador Marlos Domingues, por ter ajudado a vencer mais este degrau em minha vida.

Ao amigo e atleta Maurício Silveira, pelo empréstimo do GPS e pelo grande incentivo para este aperfeiçoamento profissional.

Ao Instituto de Biologia da FURG, em nome dos Professores Doutores Luis Ulisses e Fabio Everton e dos mestrados Cassio Noronha e Maicon Borges.

A colega de serviço Jô, por ter dado uma ajuda no Português.

A todas as pessoas que de um jeito ou outro ajudaram na confecção e formatação deste estudo.

Ao amigo de infância que colaborou sendo sujeito da pesquisa, Deivid Fagundes.

A Ligia (catchorro), Marta (Sogrona), Mosa, Roberto, Daltinho, Jaque, Pin e a toda família Soldati Brayer que eu adotei e me fazem sentir muito bem ao seu lado. Obrigado pela confiança em todas as horas.

Ao meu pai e minha mãe que mesmo estando um pouco fora do cenário, me tornaram um cidadão de bem e com atitude capaz de resolver os problemas de um jeito mais consciente possível.

Agradeço de coração a minha esposa Ingrid (Guiga) pelo apoio, incentivo a voltar a estudar, por aturar os meus dias de mal humor e mimimi e pela vontade de ficar junto mesmo nas horas mais difíceis de nossas vidas.

Aos membros da banca examinadora que com certeza contribuirão de forma positiva neste trabalho.

“Grandes poderes trazem grandes responsabilidades!”

(Stan Lee)

## SUMÁRIO

Projeto de dissertação.....	13
Relatório de campo.....	60
Artigo científico.....	66
Normas da revista.....	89
Divulgação.....	94

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP – Trifosfato de adenosina  
pH – Potencial de hidrogênio  
PFK – Fosfofrutoquinase  
ADP – Difosfato de adenosina  
H<sup>+</sup> - Próton de hidrogênio  
[La] – Concentração de lactato  
FC – Frequência cardíaca  
FCmáx – Frequência cardíaca máxima  
vVO<sub>2</sub> – Velocidade dentro do Consumo Máximo de Oxigênio  
VO<sub>2</sub>máx – Consumo Máximo de Oxigênio  
RPE – Recuperação pós-exercício  
VO<sub>2</sub> – Consumo de Oxigênio  
Pi – Fosfato inorgânico  
(HPO<sub>4</sub>) – Hidrogenofosfato  
(NAD) – Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo  
(NADH) – Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo, forma reduzida  
AMP – Monofosfato de adenosina  
(IL6) – Interleucina 6  
CK – Creatina quinase  
kDa – Unidade de massa atômica  
ERO's – Espécies Reativas de Oxigênio  
SNA – Sistema Nervoso Autônomo  
AV – Atrio ventricular  
TQR – Escala de Qualidade Total de Recuperação  
m – unidade de medida (metros)  
SNC – Sistema Nervoso Central  
LDH - Lactato desidrogenase  
CST – Citrato sintase  
SDH – Succinato desidrogenase  
HIIT – Treinamento Intervalado de Alta Intensidade  
G1 – Grupo de sujeitos bem condicionados  
G2- Grupo de sujeitos com condicionamento intermediário  
G3 – Grupo de sujeitos mal condicionados  
Vs – versus  
Km/h – quilômetros por hora  
Kg – quilogramas  
mm – milímetros  
cm – centímetros  
GPS – Sistema de posicionamento global  
µl – microlitros  
bpm – batimentos por minuto



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**



**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS APÓS SUCESSIVOS ESFORÇOS DE  
CORRIDA: COMPARAÇÃO ENTRE RECUPERAÇÃO ATIVA E PASSIVA**

Projeto de Pesquisa

Daniel Guimarães Soares

Orientador: Prof. Dr. Marlos Rodrigues Domingues

PELOTAS, 2013

## LISTA DE TABELAS DO PROJETO

Tabela 1. Concentrações de lactato encontradas em estudos.....	32
Tabela 2. Especificações para realização do teste vai e vem de 20 metros.....	42
Tabela 3. Dados encontrados no segundo dia de aplicação do piloto.....	50
Tabela 4. Dados encontrados no segundo dia de aplicação do piloto.....	50

## **LISTA DE QUADROS DO PROJETO**

Quadro 1. Escala de Qualidade Total de Recuperação.....	43
Quadro 2. Quadro de Variáveis e Análise Estatística.....	48

## SUMÁRIO

1 Introdução.....	13
1.1 Objetivo Geral.....	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
1.3 Justificativa.....	17
1.4 Hipóteses.....	18
2 Revisão de Literatura.....	18
2.1 Recuperação Pós-Exercício.....	18
2.2 Recuperação Passiva.....	19
2.3 Recuperação Ativa.....	20
2.4 Contração Muscular, Concentração de Lactato Sanguíneo e Liberação de Prótons (H+)......	22
2.5 Marcadores Imunológicos.....	25
2.5.1 Leucócitos.....	26
2.5.2 Neutrófilos.....	26
2.5.3 Monócitos.....	27
2.5.4 Linfócitos.....	27
2.6 Marcadores Bioquímicos e o Exercício.....	28
2.6.1 Creatina quinase.....	28
2.7 Frequência Cardíaca.....	29
2.8 Método de Monitoramento da Recuperação.....	30
2.9 Teste Aeróbio de Corrida de Vai e Vem de 20 metros.....	31
2.10 Interação e Contribuição da via Energética na prova de 400 metros... ..	31
2.11 Conceito e Causas da Fadiga Muscular.....	32
2.12 Fadiga e o Esforço na Prova de 400 metros.....	34
2.13 Esforço de 400 metros e sua caracterização.....	34
2.14 Treinamento Intermitente e Métodos de Recuperação.....	35
2.14.1 Treinamento Intervalado de Alta Intensidade.....	37
2.15 Velocidade de Corrida dentro do Consumo Máximo de Oxigênio – vVO <sub>2</sub> máx.....	37
3 Metodologia.....	37
3.1 Aspectos éticos.....	37
3.2 Delineamento.....	37
3.3 Amostra.....	38
3.4 Critérios de Inclusão e Exclusão.....	38
3.5 Protocolo.....	39
3.6 Coleta de Dados.....	46
3.7 Quadro de Variáveis e Análise estatística.....	48
4 Estudo Piloto.....	49
5 Cronograma.....	50
6 Referências.....	51
Anexos.....	59

## 1 Introdução

O atletismo é chamado “esporte base”, porque sua prática corresponde aos movimentos naturais do ser humano: correr, saltar e lançar, que são a base das demais modalidades esportivas. Desse modo é uma modalidade esportiva que pode ser caracterizada por dois aspectos fundamentais, a forma decisiva como as capacidades físicas influenciam a performance competitiva dos atletas e a objetividade e rigor dos resultados, que medem desde o centímetro ao centésimo de segundo (Abrantes, 2005).

Na atualidade, os testes físicos se aplicam para além do mundo do “esporte competitivo” (individual de competição), alcançando a esfera dos “indivíduos comuns”, sujeitos que precisam realizá-los a fim de atingir a “aptidão ou aprovação” em diversos meios, como concursos públicos federais, concursos para árbitros entre outros.

Nesse sentido, quando comparamos competições onde múltiplos esforços são exigidos do atleta ou indivíduo que está sendo posto a prova, qualquer metodologia de treinamento físico que potencialize o rendimento pode ser decisiva.

A recuperação é um processo de particular importância em eventos onde um atleta ou sujeito que está buscando algum tipo de marca, tem que esforçar-se ao máximo em mais do que uma ocasião, durante uma competição ou teste no mesmo dia. Torna-se necessário então, avaliar profundamente as consequências de cada tipo de recuperação utilizada, maximizando assim o desempenho do indivíduo como meio de retardar ao máximo sua exaustão e fazendo com que este se torne mais capaz de realizar o mesmo esforço por um período de tempo maior, tornando-se assim, fundamental para esforços posteriores.

No presente estudo, escolheu-se a utilização do esforço de 400 metros por julgar-se o tipo de exigência encontrado onde o esforço é muito próximo do máximo e com uma duração que pode variar de pouco mais de 40 segundos no alto nível, até aproximadamente 120 segundos em pessoas ativas, e por ser um evento onde a energia que é fornecida provém majoritariamente do sistema anaeróbio (Cortesão, 2005).

Tendo em vista que as atividades de alta intensidade se conduzidas por um período curto de tempo exigem extrema demanda energética, a ressíntese de ATP deve ocorrer em alta potência pelos sistemas anaeróbios (Cicielski *et al.*, 2008).

Desse modo, as reações bioquímicas devem ocorrer de maneira muito rápida para garantir a pronta ressíntese de ATP. Os responsáveis por esta alta velocidade nas reações são as enzimas. Enzimas são proteínas que realizam a catálise das reações químicas, diminuindo a energia necessária de ativação de uma reação e controlando sua velocidade. A atividade da enzima é regulada por alguns fatores, como temperatura, pH e concentração de substratos. Por exemplo, uma enzima-chave da glicólise é a fosfofrutoquinase (PFK), que catalisa a reação de frutose-6-fosfato para frutose-1-6-difosfato, reação esta que consome um ATP. Esta enzima tem sua atividade aumentada pelo aumento da concentração de ADP, porém é inibida pela queda do pH (Azevedo *et al.*, 2009). Durante este tipo de atividade a produção de lactato e H<sup>+</sup> é muito rápida, porém a liberação do músculo é lenta (Gladden, 2000), resultando no aumento intracelular da concentração sanguínea de lactato [La] como marcador da concentração de H<sup>+</sup>, o qual tradicionalmente tem sido considerado um dos agentes fisiológicos responsáveis pela acidose muscular e consequente fadiga muscular aguda (Westerblad *et al.*, 2002).

Os danos musculares podem ocorrer em esportistas amadores ou em atletas. Competições esportivas colocam o corpo do atleta sob constante estresse, até mesmo em curtos eventos, ou em longas competições nas quais o atleta compete por uma semana ou mais. Os treinos exaustivos para estes eventos esportivos também podem provocar estresse. Nessas circunstâncias deve existir um tempo adequado para a recuperação, para que os atletas possam alcançar seu ótimo status fisiológico e psicológico antes e depois de um período de exercícios (Wilcock *et al.*, 2006).

Existem atividades que exigem esforços parecidos com os esforços feitos durante competições (Brancaccio, 2005). Como exemplo, temos os concursos públicos, que em seu critério de seleção englobam os testes físicos. O presente estudo visa evidenciar a estratégia de recuperação tanto para atletas quanto para indivíduos que estão prestes a executar testes físicos.

Em qualquer exigência individual, seja ela competição ou outra forma de teste físico, os treinadores e professores avaliam o que o sujeito deve fazer desde o momento em que terminou o esforço até a próxima exigência. A recuperação pós-competição é importante para as adaptações induzidas pelo exercício, permitindo ao atleta manter ou aumentar o desempenho. Acelerar o processo de recuperação pós-esforço pode propiciar benefícios que permitam ao atleta competir adequadamente e fornecer assim, um ganho competitivo. Sob esta perspectiva, surge a proposta de se estudar possíveis estratégias físicas que busquem minimizar os níveis de fadiga, que geralmente são avaliados pelo comportamento da concentração de lactato [La] (Cicielski *et al.*, 2008).

A recuperação é um fator importante no retardo da fadiga, que é limitante do desempenho (Casarotto e Dreher, 2006), como a redução reversível na capacidade de manutenção do desempenho físico, fisiológico e comportamental. Demonstrando assim que o exercício físico provoca diversas respostas agudas sobre o organismo, seja do ponto de vista fisiológico, bioquímico, ou imunológico, os quais podem ser investigados por meio de marcadores.

Uma questão muito relevante que vem sendo discutida desde os estudos de Ahmaidí (1996), reforçado por Dorado (2004), Spencer (2006), Navalta (2007), Fujita (2009) e Miladi (2011), é a recuperação e o tipo de recuperação que deve ser utilizado a cada tipo de exigência metabólica e muscular para que se possa obter, cada vez mais, um maior tempo de performance durante a execução de exigências físicas máximas ou submáximas.

Os estudos sobre recuperação foram evidenciados nos anos 70 fazendo comparações somente entre recuperação ativa versus recuperação passiva (Weltman *et al.*, 1979). No decorrer dos anos 2000, estes estudos foram se aprofundando tendo como base formas de recuperação ativa, sendo elas utilizando o mesmo segmento corporal, utilizando segmento que não foi trabalhado durante o esforço, utilizando exercícios envolvendo o CORE entre outros (Dorado *et al.*, 2004; Fujita *et al.*, 2009; Miladi *et al.*, 2011; Navalta e Hrnčíř, 2007; Spencer *et al.*, 2006).

Com o passar dos anos, os níveis de desempenho físico e o número de atletas capazes de alcançar resultados surpreendentes, através de novas

técnicas de treinamento, é crescente. Grande parte desse processo é construído através de uma estrutura de treinamento complexa e organizada. Nesse específico segmento, a busca sistemática ótima de treinamento é constante, fazendo-nos optar por programas de treinamento elaborados por profissionais qualificados. A estrutura desse específico trabalho baseia-se, obviamente, dentro de parâmetros científicos de treinamento. A necessidade de melhores recursos nessa área, tanto no trabalho com atletas profissionais, como com os leigos, exige atenção e coerência, especialmente quando trabalhamos com as principais capacidades biomotoras (D'Angelo, 2008). Isto se deve ao desenvolvimento da ciência do esporte, que por meio do auxílio de especialistas e desenvolvimento de modernas tecnologias, faz com que haja um amplo conhecimento que se reflete em metodologias de treinamento específicas de cada área.

## **1. Objetivo Geral**

Comparar o efeito agudo de dois métodos de recuperação pós-exercício (recuperação ativa e passiva) sobre o desempenho físico e marcadores fisiológicos, bioquímicos e imunológicos, durante uma sucessão de esforços de corrida em grupos de diferentes tipos de condicionamento.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Baseando-se nos dois tipos de recuperação anteriormente citados no texto, pretende-se verificar numa simulação de competição, dentro de cada grupo de condicionamento físico:

- o tempo de execução de cada esforço, utilizando os dois protocolos de recuperação;
- a resposta hemodinâmica, através da Frequência Cardíaca (FC), durante a execução, verificando a Frequência cardíaca máxima que atingirá o sujeito, após cada série e ao final da simulação;
- a resposta metabólica, através da concentração de lactato sanguíneo [La], 5 minutos após cada série, após 40 minutos de recuperação e no início do último



esforço, tendo assim o acúmulo na concentração de lactato sanguíneo durante a simulação até o ponto onde o sujeito tem de fazer seu último esforço máximo;

- a resposta bioquímica, através dos efeitos das concentrações séricas de creatina quinase, demonstrando lesão muscular aguda ou esforço muscular intenso.

- o comportamento da Frequência Cardíaca, durante toda simulação;

- o ponto (distância) em que o sujeito atingirá a FC máxima durante a realização de cada esforço;

- o comportamento do estado de recuperação em função das cargas entre os grupos;

- verificar se existe diferença entre os parâmetros de controle da carga na utilização do tipo de recuperação entre os grupos.

### **1.3 Justificativa**

Parece haver divergência entre pesquisadores sobre os vários tipos de recuperação entre esforços no que diz respeito ao tipo e intensidade para diferentes exigências (Barnett, 2006; Burke *et al.*, 2004; Cheung *et al.*, 2003; Cochrane *et al.*, 2004; Spierer *et al.*, 2004; Tomlin e Wenger, 2001). Dessa forma, o profissional responsável deve estar embasado em conceitos científicos para conseguir um melhor rendimento de seu atleta ou aluno ao longo de uma competição, ou determinada exigência em questão, que se caracterize por múltiplos esforços, como geralmente as competições de atletismo ou testes físicos se desenvolvem. No intuito de verificar o efeito produzido pela recuperação ativa e recuperação passiva em diferentes grupos com tipos de condicionamento desiguais, numa situação próxima à realidade de uma prova de atletismo, ou teste físico, serão testadas diferentes recuperações após esforço.

Esta pesquisa terá como base a recuperação passiva, utilizando o repouso sentado e a recuperação ativa, utilizando uma corrida entre 30 a 40% da  $vVO_2$  máxima (Ribeiro *et al.*, 2009), realizada em um período de 30 minutos, que fica na média entre os tempos utilizados para este tipo de recuperação conforme estudo realizado com sujeitos corredores de 400 metros (Cortês, 2005), como meio de estimar uma forma de prorrogar o

desempenho minimizando os efeitos da fadiga tanto metabólica como muscular.

Tendo como base as referências citadas acima, este estudo justifica-se pelo fato de ser uma atividade prática, que pode ter uma validade externa bastante reforçada, por apresentar resultados próximos da realidade, tanto de uma competição como um teste físico em termos de tempo entre os estímulos. Neste sentido, o profissional poderá aplicar os resultados se dispuser de grupos com as mesmas características dos grupos da pesquisa.

### **1.4 Hipóteses**

- A recuperação ativa melhorará os tempos de execução em todos os grupos, mesmo com condicionamentos diferentes;
- A concentração de lactato [La] será mais baixa nos grupos que utilizam recuperação ativa em todos os níveis de condicionamento.
- O ponto onde o sujeito atingiu a FC máxima durante o esforço no decorrer da realização dos sucessivos esforços, será mais próximo ao final do esforço no grupo que utilizar a recuperação ativa, tendo em vista que os grupos têm níveis de condicionamento diferentes;
- A sensação de recuperação dos sujeitos será menor no grupo que executa a recuperação ativa;
- A recuperação ativa poderá ser empregada em todos os grupos.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1 Recuperação pós-exercício**

Este tema tem sido foco de intensas reflexões, em razão da importância que representa dentro dos atuais eventos em diferentes níveis de desempenho, especialmente alto nível, onde há exigências de performance mais de uma vez por dia. (Barnett, 2006; Bishop *et al.*, 2008; Halson e Jeukendrup, 2004; Pastre *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2012).

No presente estudo, a recuperação pós-exercício (RPE) será entendida, primariamente, como a capacidade de obter ou exceder um desempenho numa

atividade específica (Bishop *et al.*, 2008) e, secundariamente, como sendo a restauração dos sistemas corporais a sua condição basal, determinando a homeostase (Tomlin e Wenger, 2001).

A ausência de padronização no uso das técnicas e no controle de variáveis tem evidenciado várias dificuldades na comparação de resultados de pesquisas na mesma área, necessitando ainda de evidências científicas sobre qual seria o melhor método de recuperação (Bishop *et al.*, 2008; Pastre *et al.*, 2009).

A recuperação pode ser entendida, na perspectiva prática, como capacidade para alcançar ou exceder um desempenho em uma atividade específica (Bishop *et al.*, 2008), sendo ela uma competição ou teste de condicionamento físico.

Os estudos sobre a recuperação pós-exercício têm sido direcionados sobre três aspectos, sendo a recuperação imediata, que ocorre entre esforços muito rápidos, a recuperação em curto prazo, que ocorre entre esforços de corrida e a recuperação de treinamento, que ocorre entre sucessivos trabalhos ou competições (Bishop *et al.*, 2008).

Na tentativa de verificar a recuperação pós-exercício neste estudo, será utilizado marcadores fisiológicos (frequência cardíaca, pressão arterial, consumo de oxigênio), bioquímico (creatina quinase), imunológico (leucócitos e suas subpopulações) e de desempenho físico (tempo de realização do esforço).

## **2.2 Recuperação Passiva**

A recuperação passiva (repouso absoluto) é a forma mais instintiva de retornar os parâmetros fisiológicos aos valores de repouso e parece ser a mais lógica após esforços intensos uma vez que o descanso é o reflexo natural do ser humano que deseja relaxar. Pode ser entendida como o período após o exercício, no qual não é realizado nenhum trabalho de “volta à calma”, nem qualquer atividade de menor intensidade, ou seja, o indivíduo permanece sem realizar nenhuma atividade física na recuperação pós-exercício (Foss e Keteyian, 2000). Sendo considerado como meio fisiológico de restauração da capacidade de trabalho que pode ser especialmente utilizado para uma

recuperação lenta depois de atividades de alta intensidade e que causem sensação de esgotamento do organismo (Davis *et al.*, 1989).

Contudo, com o avanço da fisiologia do exercício como área de pesquisa e a compreensão dos mecanismos de recuperação pós-exercício, pesquisadores começaram a questionar essa estratégia instintiva de recuperação e a levantar hipóteses sobre a eficiência dos métodos ativos de recuperação (Weltman *et al.*, 1979), sendo que inúmeras estratégias foram estudadas com o intuito de acelerar a recuperação pós-esforço, variando desde suplementação nutricional a modalidades como massagens, alongamentos, exercícios de intensidade baixa a moderada (recuperação ativa) e a própria recuperação passiva (Mason *et al.*, 2012).

Utilizando a estratégia de recuperação passiva observa-se que em sessões intervaladas com maior tempo de esforço (mantendo a duração total, relação esforço:pausa e a intensidade), a performance supramáxima subsequente ao término da sessão tende a sofrer menor redução do que intervalos curtos (Price e Halabi, 2005). Exatamente no final das três sessões do referido estudo, a FC atingiu valores acima de 90% da FC máxima. Entretanto, os intervalados com intervalo médio e longo, foram os que apresentaram maior estresse fisiológico ( $VO_2$ , [Lac]) assim como maior utilização de carboidratos durante 40 minutos de esforço:pausa, concluindo que o aumento da duração do esforço, mesmo que aumentando proporcionalmente a recuperação, solicita nosso sistema metabólico aeróbio de forma mais intensa. Além deste, estudos recentes mostram a eficácia da recuperação passiva (Cortis *et al.*, 2010; Heyman *et al.*, 2009; Tessitore *et al.*, 2008).

### **2.3 Recuperação Ativa**

A recuperação ativa é considerada a técnica recuperativa mais antiga estudada, em se tratando de recuperação pós-exercício (Barnett, 2006), e baseia-se na inclusão de um exercício contínuo moderado na fase de recuperação (Foss e Keteyian, 2000), sendo utilizados trotes, corridas, alongamentos ou outras atividades esportivas. É uma técnica de recuperação pós-exercício amplamente discutida na literatura científica com uma

preocupação de acelerar o retorno dos níveis basais, na tentativa de permitir a participação em uma nova sessão de treinamento ou competição de diversas modalidades esportivas (Tessitore *et al.*, 2008; Zarrouk *et al.*, 2011)

Ao final dos anos 70, valores reduzidos nas concentrações de lactato sanguíneo durante a recuperação ativa foram registrados em trotes contínuos ou intermitentes comparados com a forma de recuperação passiva (Bonen e Belcastro, 1976).

Durante os anos 80, foi verificada maior remoção de lactato sanguíneo com exercício em bicicleta ergométrica com intensidade logo abaixo do limiar aeróbio (McLellan e Skinner, 1982). Ainda nos anos 80, verificou-se que pode ser vantajoso utilizar a recuperação ativa de 10 a 20 minutos após exercícios extenuantes, uma vez que encontrou-se uma redução de 88% do lactato, quando comparado à recuperação passiva que obtém 50% de redução (Fox, 1984).

Durante os anos 2000, foram publicados estudos sobre a recuperação ativa, utilizando, por exemplo, ciclismo e massagem, feitos para reduzir as concentrações de lactato sanguíneo logo após testes de esforço (Monedero e Donne, 2000). Muitos estudos foram realizados envolvendo o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade e usando a recuperação ativa, como forma de adaptação aguda do organismo para minimizar ou retardar o stress metabólico, mantendo assim o desempenho do sujeito estudado. As recuperações utilizavam o mesmo segmento corporal a ser pré-ativado (Spencer *et al.*, 2006), ou outros segmentos corporais para esta forma de recuperação, tendo como exemplo exercícios dos membros inferiores e utilização dos membros superiores durante a recuperação. Também alguns estudos que mostram a recuperação utilizando exercícios de estabilização do Core (exercícios que envolvam quadril, região lombar e pélvica) (Fujita *et al.*, 2009; Navalta e Hrnčir, 2007), não podendo deixar de citar os estudos que utilizam alongamentos comparando com mais alguns tipos de recuperação (Dorado *et al.*, 2004; Sairyo *et al.*, 2003; Tessitore *et al.*, 2008).

Durante a recuperação ativa que utiliza o mesmo segmento corporal, o mesmo tipo de recuperação que será utilizado no estudo em questão, é executada uma exigência como um protocolo específico sendo executado acima do VO<sub>2</sub> máximo e como forma de recuperação ativa é utilizado o mesmo

segmento corporal com a velocidade calculada em um percentual de VO<sub>2</sub> muito abaixo do percentual utilizado para realização do esforço. Temos como exemplo o estudo que utilizou ciclistas realizando esforços em cicloergômetro e, logo após, recuperação ativa no mesmo aparelho (Spencer *et al.*, 2006). Além disso, existem estudos que realizaram repetições com carga supra VO<sub>2</sub> máximo até a exaustão, fazem comparações entre recuperação ativa, passiva e realizando alongamentos, sendo que a recuperação ativa apresenta melhores resultados de desempenho entre as repetições, do que as sessões realizadas com recuperação passiva ou alongamentos, citando que a contribuição do metabolismo aeróbio durante a recuperação ativa facilita a cinética do VO<sub>2</sub> (Dorado *et al.*, 2004). Neste estudo, foi elucidado que as contribuições, mesmo sendo pequenas, podem ser críticas para os resultados nas competições que requerem mais do metabolismo anaeróbio como fonte mais requisitada para execução do movimento.

Nos estudos realizados, utilizando outro segmento corporal, partindo do princípio da aplicação da musculatura ativa e inativa, podemos citar o estudo que utilizou o esforço de membros inferiores com ciclismo e recuperação ativa com membros superiores em um cicloergômetro manual de frenagem eletromagnética (manivela) (Fujita *et al.*, 2009). Usando os exercícios que envolvem o core, descreveu-se como forma de recuperação ativa a utilização de exercícios de estabilidade (utilização da musculatura para manutenção da postura durante o exercício), exercícios de força (utilização da musculatura funcional para aumentar a contratibilidade da musculatura da região pélvica) e exercícios de potência (habilidade de produzir força na região do quadril e transferir esta força para os outros segmentos corporais para ser utilizada em movimentos explosivos) (Navalta e Hrnrcir, 2007).

#### **2.4 Contração Muscular, Concentração de Lactato Sanguíneo e Liberação de Prótons (H<sup>+</sup>)**

Na contração muscular é necessária a ocorrência da hidrólise do ATP, transformando-se em ADP e Pi (HPO<sub>4</sub><sup>-</sup>), processo muito importante para a ligação da cabeça da miosina no filamento de actina, mais próton de hidrogênio (H<sup>+</sup>). No exercício intenso o próton de hidrogênio liberado na contração

muscular contribui para a elevação da concentração de  $H^+$  no citosol celular (acúmulo de prótons) e conseqüentemente na diminuição do pH muscular. Neste caso a anaerobiose predomina sobre a ação mitocondrial (aerobiose) (Robergs *et al.*, 2004).

Ao se produzir lactato, este deve ser revertido a piruvato a ser transportado para dentro da mitocôndria e oxidado via reação piruvato desidrogenase. A glicólise e a hidrólise a ATP são o início da produção de prótons de hidrogênio no citosol durante a contração muscular (Robergs *et al.*, 2004).

Durante o aumento da intensidade do exercício atinge-se o limiar da demanda de ATP citosólico em relação à respiração mitocondrial, havendo aumento de ADP, provocando maior velocidade da reação creatinocinase pela participação do fosfato inorgânico (Pi). Nesta reação ocorre rápido aumento de próton necessitando-se da sustentação da concentração celular de ATP. O aumento do fluxo glicolítico acompanhado da baixa de ATP e redução/oxidação (redox) citosólico ( $NAD^+/NADH$ ), provocam um aumento da velocidade de produção de lactato como meio de tampão das concentrações de prótons  $H^+$ . Prótons são produzidos através da glicólise e hidrólise da ATP. Quando a velocidade de produção de ATP da respiração mitocondrial diminui, retarda-se a velocidade de demanda de ATP no citosol e assim, ADP, Pi e AMP podem se acumular. O aumento da concentração de próton contribui para o desenvolvimento da acidose celular (Robergs *et al.*, 2004).

Atualmente aceita-se a formação do lactato contribui significativamente para o tamponamento de prótons de hidrogênio ( $H^+$ ) no citosol celular (Gladden, 2004). Em exercício intenso e exaustivo o pH da célula muscular pode chegar a valores próximos a 6,5. Nessa situação ( $pH < 7,0$ ) há ampla interferência na via glicolítica, havendo menor produção de lactato devido à saturação do processo glicolítico, acarretando menor tamponamento do ( $H^+$ ) citosólico (diminuição da velocidade ou paralisação da via glicolítica) (Gladden, 2004).

Historicamente o músculo tem sido visto como um produtor de lactato, mas sabe-se que a musculatura também é a principal consumidora de lactato [La], de modo que os fatores que regulam a remoção e consumo de lactato [La] são a velocidade metabólica, a concentração de lactato [La], a concentração de

prótons de hidrogênio ( $H^+$ ), o transportador de lactato, o fluxo sanguíneo, o tipo de fibra e se existe treinamento. A oxidação do lactato permite seu consumo pelo músculo através da utilização pelas fibras musculares oxidativas, com a elevada capacidade do transportador de lactato sarcolemal. Observa-se que treinamentos de endurance melhoram a capacidade do músculo em utilizar o lactato. A diferença de concentração de lactato de fora e dentro da célula muscular determina a capacidade do lactato penetrar na membrana sarcolemal. Uma elevada velocidade metabólica está associada com uma rápida velocidade glicolítica e consequente produção de lactato. Durante curtos exercícios de alta intensidade os músculos produzem lactato rapidamente resultando numa concentração elevada de lactato intramuscular, fazendo com que o sentido de fluxo do lactato seja de dentro para fora da célula muscular. Em baixa intensidade ou no descanso os músculos lentamente liberam lactato para o interior do sangue. Durante exercícios de recuperação de intensidade leve a moderada há um direcionamento do lactato sanguíneo para os músculos. Provavelmente com a aplicação de exercícios submáximos a utilização do lactato pelo músculo pode ser elevada devido a rápida velocidade do lactato converter-se a piruvato e oxidação de NAD (Gladden, 2004).

Sintetizando, o foco, nesta variável, explica-se porque elevados níveis de lactato são marcadores de alto índice de prótons  $H^+$  que são apontados como limitadores do desempenho. Acreditava-se que a fadiga durante esforços, tendo como exemplos competições e testes físicos, possivelmente estava relacionada ao acúmulo do lactato nos músculos, atualmente estudos demonstram que a formação de íons de hidrogênio ( $H^+$ ) em excesso e o acúmulo desses íons contribui com a acidose muscular. O aumento desta acidose muscular ocasiona a fadiga junto a outros determinantes, como a depleção das reservas de glicogênio e eletrólitos. O lactato é um marcador do aumento dos prótons de hidrogênio e pode ser utilizado como substrato sendo fonte de energia para os músculos esqueléticos e coração. Quando removido do sangue pode ser convertido em piruvato, que é transformado em acetil-Coa, que por sua vez ao entrar no ciclo de Krebs ajuda no metabolismo oxidativo (Schurr, 2006). Preconizou-se assim, que grandes concentrações de  $H^+$  no Ph sanguíneo influenciavam negativamente a contração muscular (Myers e Ashley, 1997).



## 2.5 Marcadores Imunológicos

O sistema imunológico pode ser dividido em dois grandes ramos: o sistema inato e o adaptativo, os quais se caracterizam respectivamente, por responder aos estímulos de maneira não específica e por responder ao antígeno de modo específico (apresentando memória). O sistema inato é composto por células: neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos e células natural “killer”. É composto também por fatores solúveis (sistema complemento, proteínas de fase aguda e enzimas), enquanto o sistema adaptativo, por células (linfócitos T e B) e por fatores humorais, as imunoglobinas (Abbas e Lichtman, 2007). Essa divisão é didática, mas sabe-se que elementos do sistema inato podem agir como efetores do sistema adaptativo. A interação destes dois ramos imunológicos resulta na imunidade (Borghans *et al.*, 1999).

Observou-se que a homeostase orgânica pode ser quebrada por meio do exercício físico. Como resposta, essa leva o organismo à reorganização e à modificação de diversos sistemas, dentre esses o sistema imune, que se modificará de acordo com o estímulo recebido. Estas respostas podem ser classificadas como agudas, apresentando reações transitórias ao estresse, e crônicas ao exercício (Shephard e Shek, 1994).

Os principais marcadores imunológicos estudados no esporte são a Interleucina 6 (IL6), o fator de necrose tumoral (tnf- $\alpha$ ), o número de leucócitos, neutrófilos, monócitos e linfócitos (Leandro *et al.*, 2002; Rosa e Vaisberg, 2002). Logo após a sessão de exercícios, ocorre aumento no número de leucócitos, inicialmente pelos neutrófilos, depois pelos monócitos, que se direcionam para o local lesionado (Foschini *et al.*, 2007), sendo que as características dessa leucocitose estão relacionadas com a intensidade, duração e tipo de exercício. Este estudo se atentará apenas aos leucócitos, neutrófilos, monócitos e linfócitos.

### 2.5.1 Leucócitos

Os leucócitos são responsáveis pela defesa do organismo contra agentes patogênicos, sendo subdivididos em neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos. Os linfócitos compõem de 20 a 30% dos leucócitos e

são as únicas células com receptor específico para antígeno, sendo apontados como os principais mediadores da imunidade adaptativa (Abbas e Lichtman, 2007).

A capacidade funcional dos leucócitos, bem como seu número, pode aumentar consideravelmente após cargas repetidas de exercício prolongado e intenso (Reid *et al.*, 2004; Risoy *et al.*, 2003). Exercício de intensidade acima de 60% VO<sub>2</sub>máx, relaciona-se com uma alteração bifásica dos leucócitos circulantes, apresentando imediatamente, no pós-exercício, um aumento de 50 a 100% do número total de leucócitos, o que ocorre principalmente às custas de linfócitos, neutrófilos e, em menor proporção, de monócitos. Depois de 30 minutos de recuperação, há uma vertiginosa redução nas taxas de linfócitos, de 30 a 50%, do nível pré-exercício, e esta perdura por 3 a 6 horas (Rosa e Vaisberg, 2002).

A modificação na contagem total de leucócitos tem sido muito estudada em exercícios aeróbios e de longa duração, tais como maratona e ciclismo, sendo encontradas altas taxas dessas células circulantes no sangue em sujeitos engajados nestas atividades (Prestes *et al.*, 2006). Este estudo analisará o comportamento deste marcador em atividades de curta duração e acima de 100% VO<sub>2</sub> máx.

### **2.5.2 Neutrófilos**

Os neutrófilos compõem de 50 a 60% da população de leucócitos (Prestes *et al.*, 2008), e a resposta dos neutrófilos a uma sessão única de exercício depende da intensidade deste. O aumento dos neutrófilos circulantes é denominado de neutrofilia, sendo vista logo após o exercício, em decorrência da demarginação provocada por alterações hemodinâmicas, associada à ação de catecolaminas (Rosa e Vaisberg, 2002). Quanto às taxas de neutrófilos após o exercício físico, foi encontrada também uma elevada neutrofilia, três vezes os valores basais, em ciclistas bem treinados, após exercício prolongado, numa intensidade de 70% do limiar de lactato (Scharhag *et al.*, 2005).

### 2.5.3. Monócitos

Em relação à linhagem monócitos/macrófagos, o exercício parece estimular a função das células desta linhagem. Estes são componentes do sistema imune inato e são rapidamente ativados frente a uma infecção (Woods, 2000). Ocorre o aumento de parâmetros de várias funções, tais como quimiotaxia, fagocitose e atividade citotóxica, provavelmente relacionados ao aumento da secreção de cortisol, prolactina e tiroxina (Rosa e Vaisberg, 2002).

O exercício agudo, independente de intensidade e duração, pode provocar monocitose transitória, devido à ação de catecolaminas (Rosa e Vaisberg, 2002; Woods, 2000), levando ao fortalecimento ou enfraquecimento da função imune. No exercício exaustivo durante a inflamação, o número de macrófagos recrutados para o local da inflamação é reduzido (Rosa e Vaisberg, 2002).

### 2.5.4 Linfócitos

O aumento no percentual de linfócitos circulantes (linfocitose) frente ao exercício é transitório, e possivelmente deve-se à liberação de hormônios do estresse, principalmente a adrenalina, aumentando a liberação de células de seus compartimentos para a circulação sanguínea. Seu aumento de concentração durante o exercício físico agudo, moderado ou intenso, advém do recrutamento de todas as suas populações (células natural Killer, linfócitos T e linfócitos B) para o compartimento vascular e chega a cerca de 50 a 100% em relação ao valor basal (Pedersen e Hoffman-Goetz, 2000).

No exercício físico as taxas de linfócitos aumentam, mas em menor escala que as outras variáveis imunológicas (Mooren *et al.*, 2004). No pós-exercício, ocorre um declínio em suas taxas em nível abaixo do basal. Após 30 minutos da realização do exercício físico na recuperação, seu escore diminui de 30 a 50% abaixo dos níveis pré-exercício, continuando nestes de 3 a 6 horas (Pedersen e Hoffman-Goetz, 2000). Essa redução ocorre 5 minutos após o encerramento do exercício físico, possivelmente em consequência do efeito persistente do cortisol liberado no exercício, diferentemente dos níveis de adrenalina, que diminuem após o exercício. De forma geral, entre 4 a 6 horas

depois da realização do exercício físico, e com certeza, após 24 horas de repouso, as taxas de linfócitos retornaram a níveis basais (Meyer *et al.*, 2004).

## **2.6 Marcadores Bioquímicos e o Exercício**

O nível sérico de enzimas musculares esqueléticas é um marcador do estado funcional do tecido muscular e varia fortemente em diferentes condições fisiológicas (Brancaccio *et al.*, 2008). Muitos métodos diretos e indiretos têm sido utilizados na análise do dano muscular decorrente do exercício físico (Foschini *et al.*, 2007). O método indireto CK, é um dos mais frequentemente usado. Esta molécula pode ser utilizada como marcador de dano no tecido muscular esquelético devido ao fato de ser citoplasmática e assim, impermeável na membrana plasmática. Dessa forma, o aumento nos níveis dessa molécula no líquido extracelular pode indicar uma alteração da permeabilidade da membrana ou o rompimento da mesma (Foschini *et al.*, 2007).

### **2.6.1 Creatina quinase**

A resposta de marcadores bioquímicos como a CK, em relação às cargas de treinamento tem sido o foco de vários estudos (Coutts *et al.*, 2007; Purge *et al.*, 2006; Zapico *et al.*, 2007). A CK é uma proteína globular dimérica consistindo de duas subunidades com uma massa molecular de 43 kDa (Brancaccio *et al.*, 2008) que tem um papel chave na formação de energia nas células musculares, visto que é uma das enzimas intramusculares responsáveis por manter níveis adequados de ATP durante a contração muscular. Concentrações matinais de CK representam principalmente sua liberação em dias anteriores (Urhausen e Kindermann, 2002). Algumas hipóteses como hipóxia tecidual, depleção do glicogênio muscular, peroxidação lipídica e acúmulo de espécies reativas de oxigênio (ERO's), são levantadas para justificar a elevação dos níveis de CK (Katiriji e Al Jaber, 2001).

Sabe-se que as alterações na atividade da CK após o exercício variam com as diferentes condições de exercício (Brancaccio *et al.*, 2008; Totsuka *et al.*, 2002). CK pode ser utilizada como marcador de fadiga e sobrecarga em

indivíduos não-atletas (Totsuka *et al.*, 2002). O exercício prolongado e extenuante aumenta os níveis de CK sendo que a magnitude dessa elevação é diretamente relacionada à intensidade e duração da atividade. Acredita-se que o efeito de sessões sucessivas de exercício prolongado possa desencadear mecanismos que induzam o extravasamento de CK na corrente sanguínea (Brancaccio *et al.*, 2008). A determinação da CK parece ser o parâmetro sensível e confiável para avaliar qualquer aumento no estresse muscular ou a tolerância individual ao exercício muscular. Valores de CK total acima de 500UI/L têm sido utilizados como parâmetro para indicar lesão ao tecido muscular (Martinez-Amat *et al.*, 2005). Em alguns estudos, adotou-se um valor de 300 a 500 UI/L para indicar que o limite da habilidade muscular havia sido excedido e nomeou-se de “break point” da CK (Brancaccio *et al.*, 2008; Totsuka *et al.*, 2002). Salienta-se que valores entre 200 a 250 UI/L podem ser considerados normais para homens atletas (Hartmann e Mester, 2000).

## **2.7 Frequência Cardíaca**

Será um dos marcadores fisiológicos utilizados neste estudo e reflete alguma quantidade de exercício que o coração deve realizar para satisfazer as demandas metabólicas, quando iniciado o exercício físico. No transcorrer do exercício físico, a quantidade de sangue em circulação é aumentada de acordo com as necessidades de abastecimento de oxigênio aos músculos esqueléticos (Polido e Farinatti, 2003). Inicialmente é mediada pela atividade direta do sistema nervoso autônomo (SNA), através de seus ramos simpático e parassimpático sobre a autorritmicidade do nódulo sinusal, com predominância da atividade vagal (parassimpática) em repouso e simpática durante o exercício (Almeida e Araújo, 2003).

Nos segundos iniciais do exercício, a FC é aumentada por inibição da atividade vagal, o que aumenta a contratilidade dos átrios e aumenta a velocidade de condução da onda de despolarização dos ventrículos a partir do nódulo AV, independentemente do nível de intensidade do esforço e do nível de condicionamento aeróbio de sujeitos saudáveis. Posteriormente, com a sequência do exercício, a FC tem um novo aumento decorrente da exacerbação da estimulação adrenérgica no nódulo sinusal ou pelo aumento

da concentração sanguínea de norepinefrina, distensão mecânica do átrio e, por conseguinte, do nódulo sinusal, devido ao maior retorno venoso, ao aumento da temperatura e da acidez sanguínea (Almeida e Araújo, 2003).

A recuperação da FC pós-exercício tem sido foco de inúmeros estudos, seja no esforço máximo ou submáximo. O comportamento da FC no transiente final do exercício é mais um indicador da integridade do nervo vago, sendo sua redução ao final do exercício um bom complemento quanto à avaliação clínica e/ou física de um sujeito. Ao final de um teste de exercício máximo, se o comportamento da FC no primeiro minuto de recuperação for menos de 12 batimentos por minuto (se a recuperação for ativa) ou 18 (se for passiva na posição supina), este representa um prognóstico desfavorável no nível dos riscos cardiovasculares em indivíduos assintomáticos e em cardiopatas. Sendo assim, tanto no transiente inicial com final, quanto menor a variação da FC, maior o risco relativo (Almeida e Araújo, 2003).

As pesquisas sobre recuperação da FC ainda são contraditórias quanto ao tempo necessário para sua total restauração no âmbito do sistema nervoso autônomo pós-exercício (Almeida e Araújo, 2003). O tempo necessário para retorno da FC aos níveis de repouso depende da interação entre funções autonômicas, do nível de condicionamento físico e da intensidade do esforço. Sua recuperação pode levar uma hora, após exercício leve e moderado, quatro horas, após exercício aeróbico de longa duração e 24 horas, após um exercício intenso ou máximo. As explicações para estas discrepâncias não estão totalmente explicadas, no entanto, as explicações plausíveis são: atividade vagal diminuída, atividade simpática exacerbada e aumento da atividade de ambos os ramos do sistema nervoso autônomo, retornando ao equilíbrio com leve predominância vagal (Almeida e Araújo, 2003). Assim como outros indicadores, a FC vem sendo muito utilizada com objetivo de mostrar a resposta fisiológica em relação à carga de treino, recuperação do treinamento, competições e testes físicos.

## **2.8 Método de monitoramento da recuperação**

É necessário avaliar os sujeitos individualmente e monitorá-los afim de possibilitar a comparação de dados do próprio sujeito com ele mesmo de

maneira longitudinal. Nas últimas décadas, vem sendo utilizadas formas de pesquisa no qual o sujeito responde questionários ou comenta sobre os níveis em que se encontra. Um dos instrumentos muito utilizados é a Escala de Qualidade Total de Recuperação (TQR) (Kellmann, 2010).

Utilizou-se a TQR em um estudo de caso com um atleta corredor e atestou-se a validade da ferramenta para o monitoramento de desempenho da recuperação (Suzuki *et al.*, 2006). No entanto, também se utilizou a escala para monitorar a recuperação de atletas jovens de futebol de alto rendimento e não se encontrou alterações nos índices de recuperação, concluindo-se que a TQR pode ser uma ferramenta melhor preditora de carga acumulada entre esforços do que de sobrecarga de treino em rendimento (Brink *et al.*, 2010). Ainda há uma carência de estudos que utilizam TQR e a divergência nos resultados indica a necessidade de mais pesquisas com esta ferramenta.

### **2.9 Teste aeróbico de corrida de vai e vem de 20 metros**

Optou-se pelo teste de corrida de vai e vem de 20 metros de múltiplos estágios (Leger *et al.*, 1988), pela validade concorrente aceitável em adultos jovens, sendo recomendado com o intuito de estimar a condição cardiorrespiratória de grupo de pessoas com características das encontradas neste estudo. Existem limitações naturais de um teste indireto submáximo e a margem de erro de predição do VO<sub>2</sub> pode variar de 10% a 20%, que poderá ser diminuída em parte se forem seguidas corretamente as padronizações (Heyward, 1991).

Estudos relatam que no decorrer da aplicação prática deste teste, não foi verificada a ultrapassagem do estágio 13, mesmo considerando a avaliação de atletas de muito boa condição cardiorrespiratória como maratonistas, fundistas e triatletas (Duarte e Duarte, 2001).

### **2.10 Interação e Contribuição da Via Energética na prova de 400 metros**

A prova de 400 metros depende muito do sistema energético anaeróbio láctico, responsável por fornecer as quantidades energéticas necessárias à

obtenção de bons resultados nestas distâncias. A realização em diversas competições de atletismo só é conseguida através de uma grande contribuição do metabolismo glicolítico, de forma a se poder recorrer a uma fonte energética de grande potência. Deste modo, a capacidade de rendimento dos atletas não está apenas dependente de reservas energéticas e mecanismos de compensação metabólica, mas também da capacidade do atleta em produzir e tolerar grandes concentrações de lactato (Medbo e Burgers, 1990) que são marcadores de prótons H<sup>+</sup>, dificultadores de performance.

Num esforço de 400m, a relação entre a velocidade de corrida e as concentrações de lactato sanguíneo formadas ao final do esforço tem sido alvo de interesse por parte de autores por serem encontrados valores altos nas concentrações (Barbosa *et al.*, 2001).

Na tabela 1, podemos observar valores de concentração de lactato sanguíneo, encontradas em alguns estudos.

**Tabela 1. Valores de concentração de lactato sanguíneo e grupos de sujeitos**

Autor	Lactato máximo (mmol/L)	n	amostra
Nummela & Rusko (1995)	16,6±2,6	8	Corredores de 400m (49,5±6,0)
	13,8±2,1	6	Corredores de resistência (49,4±5,3)
Lacour et al. (1990), In: Bret et al (2003)	20,1	-	-
Barbosa et al. (2001)	16,79±1,92	13	Velocistas (51,54±1,43)
Abrantes (2005)	>16	-	-

(Cortês, 2005).

No entanto devemos considerar que as marcas obtidas num esforço de 400m correndo oscilam geralmente entre 45 segundos e 120 segundos, fazendo com que esta duração corresponda a solicitações ligeiramente diferentes.

## 2.11 Conceito e Causas da fadiga muscular

Existem vários fatores que podem influenciar no aparecimento da fadiga, sendo considerados como mais importantes a temperatura, o grau de umidade e pressão parcial de oxigênio atmosférico, o nível de treinamento, o tipo de



alimentação, a ingestão medicamentosa e a condição psíquica (Cortês, 2005).

Dentre os conceitos de fadiga, o que parece mais pertinente para este estudo é a incapacidade do músculo esquelético em gerar elevados níveis de força muscular ou manter esses níveis ao longo do tempo (Ascensão *et al.*, 2003). Deste modo, a fadiga aparece como um mecanismo de proteção contra possíveis efeitos deletérios da integridade da fibra muscular, devido à diminuição da disponibilidade de substratos energéticos ao músculo ativo durante o esforço físico. Por outro lado, em atividades esportivas a fadiga é associada ao declínio da força muscular gerada durante e após exercícios máximos e submáximos, à incapacidade de manter uma determinada intensidade do esforço no tempo determinado, à diminuição da velocidade de contração muscular e ao aumento do tempo de relaxamento muscular (Ascensão *et al.*, 2003).

Normalmente, a fadiga surge após sessões de esforços intensos, que ultrapassam as capacidades de um sujeito para suportar a carga desse mesmo esforço, podendo determinar lesões musculares como rupturas no tecido conjuntivo. Estas lesões são muito frequentes no atletismo, sobretudo, em velocistas (Cortês, 2005).

Durante o esforço de alta intensidade vários metabólitos, incluindo o H<sup>+</sup> e o Pi, são acumulados no músculo induzindo a presença da fadiga e, conseqüentemente a diminuição da performance (Lattier *et al.*, 2004b).

Geralmente, a fadiga muscular manifesta-se pelo declínio em parâmetros relativos à atividade, tais como diminuição da força máxima em um determinado movimento, diminuição dos níveis submáximos de velocidade de movimento (Farinatti e Monteiro, 1992). Neste sentido, as alterações metabólicas que acompanham diretamente a fadiga, afetam o mecanismo contrátil e ativam aferências no SNC, que podem induzir a uma diminuição da força máxima (Lattier *et al.*, 2004a).

Somando-se ao conceito de fadiga, importa salientar que também é dependente ao tipo, duração e intensidade do esforço, do nível de condicionamento do sujeito, da forma como é elicitada a contração da tipologia das fibras musculares recrutadas e de outros fatores como alimentação, sono, condições ambientais e motivação (Farinatti e Monteiro, 1992).

## **2.12 Fadiga e o esforço na prova de 400m**

Acredita-se que um possível agente da fadiga possa ser a acidose metabólica induzida pelo exercício de curta duração e alta intensidade, onde prevalece a energia oriunda da via glicolítica. Neste sentido, a maioria dos efeitos do desenvolvimento da fadiga muscular resultam no aumento da concentração de íons H<sup>+</sup> e consequente diminuição do pH (Cortês, 2005).

Desde 2002, tem sido argumentado que a rápida remoção do lactato e H<sup>+</sup> após exercício de alta intensidade é crucial para subsequente recuperação da capacidade de trabalho físico, particularmente sob condições que envolvam sessões múltiplas consecutivas de atividade física de alta intensidade. Neste tipo de esforço, devido à influência que a diminuição do pH influi na fadiga, existe uma quebra nos níveis de força após cerca de 30 segundos de atividade máxima (Fairchild *et al.*, 2003).

Concordando com estes dados o rendimento neste tipo de esforço não está apenas associado às reservas energéticas individuais dos sujeitos, mas também na capacidade de cada testado em produzir e tolerar grandes concentrações de lactato que é um marcador de aumento da concentração de íons H<sup>+</sup>. Portanto este fato faz com que instale-se a acidose metabólica, problema relacionado ao rendimento neste tipo de esforço (Cortês, 2005).

## **2.13 Esforço de 400m e sua caracterização**

A prova de 400 metros rasos está integrada dentro das corridas de velocidade considerada como sendo a mais longa dentro do Atletismo. Por se tratar de uma corrida executada em uma velocidade muito próxima da máxima, um atleta de 100m e 200m pode ter boas marcas nesta distância. Desse modo o nível de velocidade máxima, neste tipo de esforço, é determinado nos primeiros 200 metros. Tratando-se de um esforço de intensidade muito elevada e de forma prolongada, o sujeito que executá-lo deve ser rápido, e deve dosar o esforço ao longo de toda prova, para que não haja muita diferença de velocidade na parte final da corrida (Abrantes, 2005).

Levando em conta o nível de aptidão física, um atleta de 400 metros consegue manter uma velocidade aproximada ao corredor de 200 metros.

Tendo assim, força para continuar a corrida, sendo um exemplo o atleta Michael Johnson, recordista mundial nos 400 metros e também recordista mundial dos 200 metros no mesmo ano (Cortesão, 2005).

Os 400m é um esforço muito próximo do máximo onde a energia fornecida advém majoritariamente do sistema anaeróbio. Atendendo às características dependentes do metabolismo glicolítico e uma duração que obriga os participantes a suportarem a acidose metabólica, a prova de 400m é frequentemente considerada como a mais exigente do Atletismo atual (Cortesão, 2005).

## **2.14 Treinamento intermitente e Métodos de recuperação**

No intuito de aproximação com a realidade dos testes físicos e competições desportivas, são utilizadas formas intervaladas de treinamento para estudo. O treinamento intervalado surgiu como forma de intensificar os treinamentos de corrida entre as décadas de 30 e 40 (Daniels e Scardina, 1984). Em geral, o treinamento intervalado é realizado com sucessivos períodos de exercício, alternados entre intervalos de recuperação, sem razão fixa entre a duração e intensidade da atividade e da recuperação, sendo esta ativa ou passiva.

Tendo em vista a avaliação do efeito agudo e crônico do treinamento intervalado, vários estudos foram propostos (Paton e Hopkins, 2004). A manipulação das variáveis do treinamento intervalado (duração das repetições, número de repetições, duração da recuperação, tipo de recuperação) e como esta manipulação modifica as respostas de VO<sub>2</sub>, concentração de lactato e tempo de exercício são temas de grande interesse e relevância para técnicos e atletas de esportes de endurance e velocidade.

Além disso, Billat (2001b) relata como um dos fatores fisiológicos importantes do exercício intervalado de alta intensidade o aumento da produção de lactato e, em consequência também, o estímulo à sua remoção. Segundo a referida autora a recuperação ativa entre as repetições de alta intensidade, pode ser importante para estimular a remoção de lactato sanguíneo. Entretanto, este aspecto deve levar em consideração a modalidade esportiva, assim como a intensidade e duração dos estímulos na sessão

intervalada (Dorado *et al.*, 2004; Dupont *et al.*, 2004; Toubekis *et al.*, 2008). É senso comum entre pesquisadores do meio que o exercício intervalado também potencializa a atividade de enzimas glicolíticas (PFK, LDH), como oxidativas (CST, SDH) (Burgomaster *et al.*, 2008; Burgomaster *et al.*, 2005; Macdougall *et al.*, 1998) na potência aeróbia máxima como em atividades de endurance (Burgomaster *et al.*, 2005; Stepto *et al.*, 1999; Tabata *et al.*, 1996).

Segundo o estudo que utilizou o treinamento intervalado acima de 100% da intensidade do VO<sub>2</sub> máximo com repetições curtas, em torno de 60 segundos, a recuperação passiva entre as repetições permite maior intensidade durante as séries (Lucas *et al.*, 2009). Nas repetições mais longas, a recuperação ativa pode ser mais interessante, pois promove maior remoção de lactato sanguíneo e maior tempo próximo ao VO<sub>2</sub> máximo, confrontando com o estudo que encontrou redução significativa na concentração de lactato sanguíneo utilizando corrida ou nado comparado com recuperação passiva (Denadai *et al.*, 2000).

Muitos estudos mostram comparações entre tipos e combinações de intensidade e duração de esforço:pausa para treinamento intervalado (Bentley *et al.*, 2005; Billat *et al.*, 1999; Dupont *et al.*, 2004; Laffite *et al.*, 2003; Libicz *et al.*, 2005; Smith *et al.*, 2003; Smith *et al.*, 1999; Toubekis *et al.*, 2008), mas poucos citam a realização de esforços com intervalo pré-determinado de pausa. Este estudo visa exemplificar esta forma de esforço tendo como exemplo a realização dos 400 metros rasos e a pausa sendo de 60 minutos, tempo que separa uma prova de outra em um evento, na medida em que se torna uma aproximação da competição.

Como este estudo pretende aproximar-se ao máximo da realidade de uma competição, espera-se que o sujeito realize 2 esforços praticamente máximos, sendo estes esforços considerados na prática as fases classificatória e semi-final, necessitando após 24 horas, executar o último esforço máximo simulando a final da competição.

### **2.14.1 Treinamento Intervalado de Alta Intensidade**

Conhecido também como Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT), segundo Gibala (2008), são exercícios que têm como característica a relação esforço:pausa. Sendo o esforço de intensidade máxima e supramáxima, com consumo de oxigênio de pico e com duração de segundos a minutos. Tendo como caracterizar a pausa em uma recuperação ativa ou passiva.

### **2.15 Velocidade de corrida dentro do Consumo Máximo de Oxigênio -vVO<sub>2</sub>máx**

Segundo Noakes (1988), pode ser utilizada como medida do fator de potência muscular em corredores de resistência. No entanto, para além das características neuromusculares e anaeróbias, os processos aeróbios estão também fortemente envolvidos (Hill D. W., 1996).

Desse modo, é utilizada como a intensidade de corrida utilizada estando dentro do consumo máximo de oxigênio (Billat, 2001a).

Optou-se pela nomenclatura de corridas supra-máximas, máximas ou sub-máximas, como esforços ou sprints, nomenclatura mais utilizada entre treinadores da respectiva modalidade.

## **3. Metodologia**

### **3.1 Aspectos éticos**

O projeto será submetido ao comitê de ética para avaliação.

### **3.2 Delineamento**

O presente estudo constitui-se de uma pesquisa quase experimental, visto que serão utilizados 3 grupos de sujeitos com níveis de condicionamento diferentes, afim de verificar se existem e quais as diferenças entre o nível de

performance e os parâmetros fisiológicos utilizando estas formas de recuperação pós esforço.

Além disso, o estudo pode ser classificado quanto à sua natureza como sendo uma pesquisa aplicada, pois segundo Gil (2002) possui como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigir soluções para problemas específicos. Quanto à abordagem do problema, o estudo é considerado uma pesquisa quantitativa, visto que considera que os dados serão quantificados para serem classificados e analisados (Gil, 2002).

### **3.3 Amostra**

Será feita uma amostragem por conveniência entre atletas da região, militares das forças armadas e alunos das universidades do município do Rio Grande.

Para o cálculo amostral foi utilizado o comando “*sampsi*” do pacote estatístico Stata 11.2. Embasado na literatura disponível, considerando uma diferença esperada no nível de lactato entre os dois tipos de recuperação (Ativa Vs. Passiva) de aproximadamente 1,5 Mmol/L, com um desvio padrão em cada grupo de 1,2 Mmol/L, um nível de confiança de 95% e poder estatístico de 80%, seriam necessários 22 sujeitos para a pesquisa.

A nomenclatura dos grupos será apresentada como G1 (sujeitos bem condicionados), G2 (sujeitos intermediários) e G3 (sujeitos mal condicionados) dependendo de sua potência aeróbia.

### **3.4 Critérios de Inclusão e Exclusão**

Serão feitos convites para indivíduos do sexo masculino pertencentes às sociedades esportivas, unidades militares e Universidades da cidade do Rio Grande.

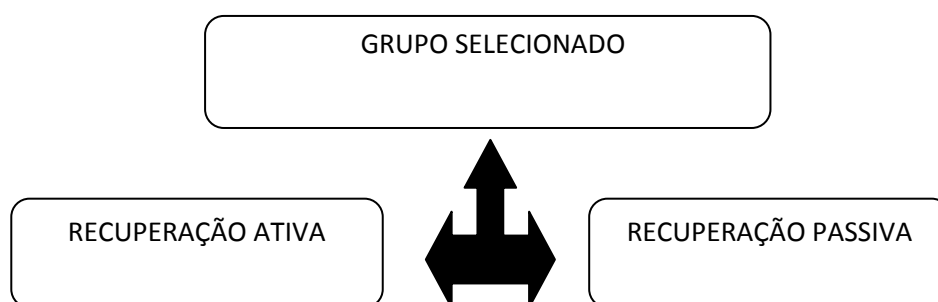
Para os sujeitos, que concordarem em participar da pesquisa, serão descritos brevemente os objetivos e a metodologia da mesma, bem como o protocolo a ser utilizado que está apresentado no texto.

A pré-existência de alguma lesão que impeça a realização do protocolo será critério de exclusão.

Os grupos serão separados em tercís dos valores encontrados no teste vai e vem.

A divisão dos grupos ainda permitirá outra subdivisão, formando um grupo de recuperação ativa e outro de recuperação passiva dentro de cada grupo, de forma que a escolha do tipo de recuperação seja aleatória, independente do grupo que os sujeitos estão inseridos, oportunizando o sujeito a participar de qualquer uma delas.

**Figura 1. Divisão esquemática de cada grupo selecionado.**



Mediante preenchimento do termo de consentimento, que se encontra na seção de anexos deste estudo, terá o início do processo de investigação.

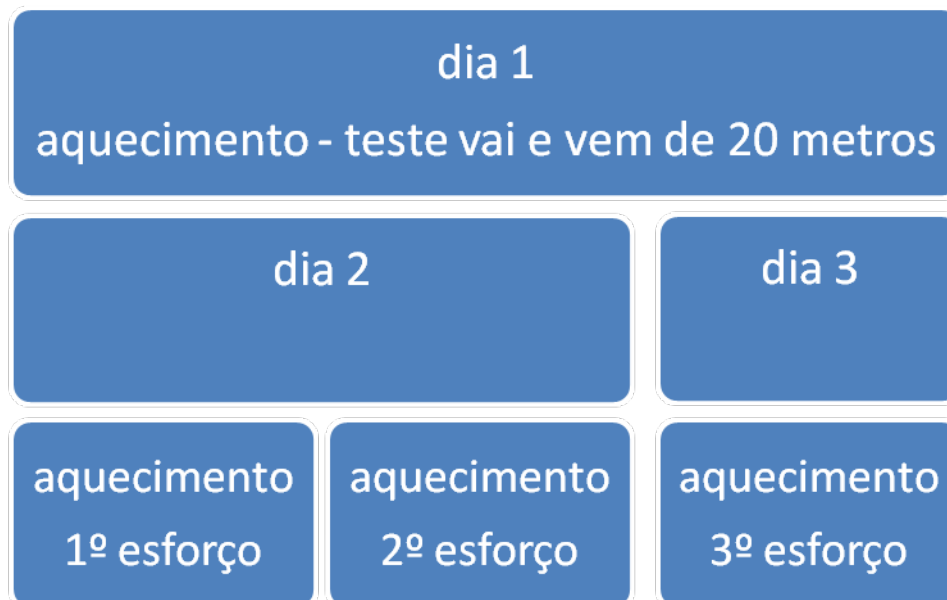
### **3.5 Protocolo**

Será explicado a todos os sujeitos da pesquisa que todos os esforços devem aproximar-se de uma situação real de competição ou teste e que o estudo tem o propósito de testar tipos de recuperação durante a simulação de fases classificatórias e um único esforço 24 horas depois representando uma prova final.

Sempre antes de qualquer realização de esforços como o teste de vai e vem de 20 metros ou o protocolo propriamente dito será realizado um aquecimento que constará de 10 repetições com movimentos balísticos com ênfase nas articulações a serem trabalhadas, proporcionando então, uma preparação muscular para o esforço. Constará de 10 exercícios com 10 repetições cada, após este aquecimento articular cada sujeito terá que realizar

uma corrida lenta (trote), durante 5 minutos. A figura 2, mostra a representação esquemática do aquecimento.

**Figura 2. Esquema da realização do aquecimento durante o estudo.**

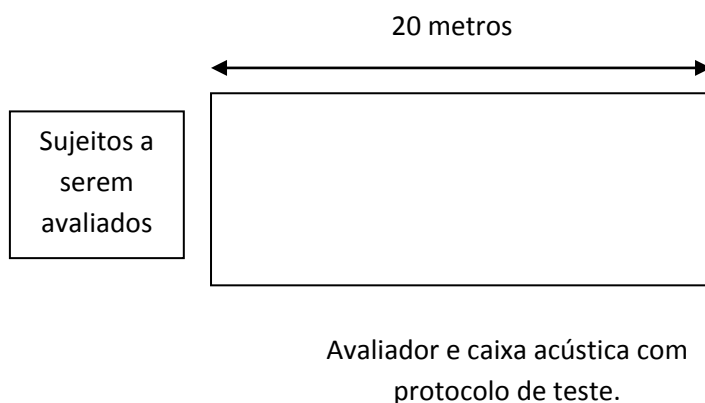


O teste inicial será realizado para verificar a potência aeróbia do indivíduo de forma indireta e será o teste de vai e vem de 20 metros. Será verificada a velocidade máxima atingida no  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  e utilizada com valores percentuais para velocidade de recuperação ativa (40%  $v\text{VO}_2$ ) (Ribeiro *et al.*, 2009). Para a realização do teste de vai e vem de 20 metros serão necessários os seguintes itens: local plano e pelo menos 25 metros, notebook com o protocolo de teste acoplado a uma caixa acústica, 4 cones, fita crepe, cronômetro, placar com número de voltas, folhas de anotação e monitores de frequência cardíaca. A representação do espaço de realização do teste está demonstrada na figura 3. Este teste pode ser aplicado para grupo de 6 a 10 sujeitos, que correndo juntas num ritmo cadenciado por um aparelho sonoro com o protocolo para este fim, devem cobrir um espaço de 20 metros delimitado entre 2 linhas paralelas. O protocolo de teste emite bips, a intervalos específicos para cada estágio, sendo que a cada bip o avaliado deve estar cruzando com um dos pés uma das 2 linhas paralelas, ou seja, saindo de uma das linhas corre em direção à outra, cruza esta com pelo menos um dos pés ao ouvir um bip e volta em sentido contrário. No protocolo, após terminar cada



estágio, é sinalizado por 2 bips consecutivos e com uma voz avisando o número do estágio concluído. A duração do teste depende da aptidão cardiorrespiratória de cada sujeito analisado, sendo máximo e progressivo, menos intenso no início e se tornando mais intenso ao seu final. O protocolo é constituído por 21 estágios.

**Figura 3. Espaço de execução do teste de vai e vem de 20 metros**



No primeiro estágio a velocidade de deslocamento é de 8,5 Km/h, que corresponde a uma caminhada rápida, sendo acrescida de 0,5 Km/h a cada um dos estágios seguintes. Cada estágio tem a duração de aproximadamente 1 minuto. Em cada estágio são realizadas de 7 a 15 idas e vindas de 20 metros. A tabela 2 mostra as especificações do protocolo do teste. O ajuste de velocidade pela pessoa é facilmente conseguido em 2 ou 3 idas e vindas. Uma distância de 2m, antes das linhas paralelas, é a área de exclusão (limítrofe) do teste, ou seja, todo sujeito que estiver antes dessa faixa ao som do bip, será avisada para acelerar o ritmo, mas se este sujeito não conseguir acompanhar mais o ritmo, será então excluído do teste, ou seja, o teste termina quando o avaliado não conseguir mais impor o ritmo imposto pelo protocolo. O último estágio atingido deve ser anotado, para se obter o VO<sub>2</sub> em ml/Kg/min, através da equação publicada por (Leger *et al.*, 1988), sendo utilizada para pessoas de 18 anos ou mais:  $y = -24,4 + 6,0 X$ , onde y corresponde ao VO<sub>2</sub> em ml/Kg/min e X, a velocidade em Km/h no estágio atingido. Antes do teste será permitido aos avaliados um período de treino para adaptação ao ritmo do protocolo.

**Tabela 2. Especificações para realização do teste vai e vem de 20 metros.**

Estágios Nº	Velocidade (Km/h)	Tempo entre os BIPs (por segundo)	Nº Idas/voltas (estágio completo)
1	8,5	9,000	7
2	9,0	8,000	8
3	9,5	7,579	8
4	10	7,200	8
5	10,5	6,858	9
6	11	6,545	9
7	11,5	6,261	10
8	12	6,000	10
9	12,5	5,760	10
10	13	5,538	11
11	13,5	5,333	11
12	14	5,143	12
13	14,5	4,966	12
14	15	4,800	13
15	15,5	4,645	13
16	16	4,500	13
17	16,5	4,364	14
18	17	4,235	14
19	17,5	4,114	15
20	18	4,000	15
21	18,5	3,892	15

(Leger *et al.*, 1988)

Após realizado o teste de vai e vem de 20 metros em todos os sujeitos da pesquisa tendo no mínimo 48 horas de diferença entre o teste e o segundo dia de protocolo, serão conduzidos em pista de atletismo 2 esforços de 400m, simulando as fases classificatória e semi-final e necessariamente 24 horas depois, o terceiro esforço. Este, sendo o último esforço máximo para aferição das variáveis dependentes: FC, [La], CK e tempo de performance.

Ao final de cada recuperação, quando o sujeito estiver se dirigindo para o aquecimento do próximo esforço, este utilizará a TQR para a quantificação de sua percepção de recuperação quanto ao esforço despendido. Como instrumento de quantificação será utilizado a Escala de Qualidade Total de Recuperação – TQR (Kentta e Hassmen, 1998).

A Escala de Qualidade Total de Recuperação (TQR) é uma ferramenta psicométrica estruturada em conformidade com a Escala de Borg (Borg, 1982). A TQR é utilizada para avaliar a percepção do sujeito em relação à sua recuperação psicofisiológica (Brink *et al.*, 2010; Suzuki *et al.*, 2006). Para isso,

os sujeitos do estudo devem responder à seguinte pergunta: Como você se sente em relação a sua recuperação?

A possibilidade de resposta varia entre 6 (nada recuperado) e 20 (totalmente recuperado), conforme mostra o quadro 1.

**Quadro 1 – Escala de Qualidade Total de Recuperação, adaptado de (Kentta e Hassmen, 1998).**

6	7	8-9	10-11-12	13-14	15	16	17-18	19	20
Nada recuperado.	Extremamente mal recuperado	Muito mal recuperado	Mal recuperado	Razoavelmente recuperado	Bem recuperado		Muito bem recuperado	Extremamente bem recuperado	Recuperação total

As seguintes medidas antropométricas serão coletadas: peso corporal, estatura e espessuras das dobras cutâneas supra-iliaca, subescapular e tricipital, tendo assim variáveis para realizar o somatório de dobras e verificar a caracterização dos grupos.

Serão utilizados os seguintes equipamentos para obtenção dos dados:

A massa corporal será mensurada em uma balança digital com precisão de 0,1 Kg (Filizola®). A estatura será medida em um estadiômetro com precisão de 0,1 cm, acoplado a balança digital (Filizola®). A obtenção das medidas de dobras cutâneas para determinação do somatório de dobras será realizada por meio de um adipômetro com precisão de 0,1 mm (Cescorf, Porto Alegre, Brasil)

Todos os testes e protocolos serão realizados em pista de atletismo aberta com piso de saibro, a leitura da concentração de lactato sanguíneo será realizada por meio de um analisador de lactato, que também se propõe a determinação quantitativa de mais 3 parâmetros além de concentração de lactato como, colesterol, triglicerídeos e glicose. A medição por fotometria de reflectância é realizada utilizando tiras-teste específicas para cada um destes parâmetros sanguíneos.

A FC será monitorada pelo cardiofrequencímetro acoplado ao GPS de pulso.

Recuperação Ativa: Vários percentuais vêm sendo usados para realização da recuperação ativa, segundo Dupont (Dupont *et al.*, 2004), utiliza-se a recuperação com exercício a 40% do VO<sub>2</sub>máx em cicloergômetro. Contudo, divergências foram encontradas em estudos como o de Takahashi (Takahashi *et al.*, 2005), que realizaram a recuperação ativa a 20% VO<sub>2</sub>máx, também em cicloergômetro.

Diferentemente ao protocolo utilizado pelos autores supracitados, o presente estudo utilizará como protocolo de recuperação, o deslocamento em pista de atletismo.

Constatou-se através de estudo piloto realizado pelo autor, onde 9 sujeitos foram convidados a participar, realizando o mesmo protocolo a ser utilizado no estudo em questão, sendo a recuperação ativa utilizada após o esforço, que a intensidade mínima aceitável para uma recuperação ativa é de 40% da velocidade da potência aeróbia máxima (vVO<sub>2</sub> máximo), durante 30 minutos.

Recuperação Passiva: período logo após o esforço em que o sujeito deve realizar o mínimo de esforço possível, normalmente permanecendo sentado durante todo o tempo da recuperação.

A velocidade, distância na recuperação ativa, ritmo durante a recuperação ativa, distância na qual o sujeito do estudo atingiu sua FC máxima serão monitorados através de um GPS de pulso.

- a. GPS de pulso (GARMIN<sup>®</sup>, modelo Forerunner 305)
- b. Lactímetro Accutrend Plus (Roche)<sup>®</sup>
- c. Lancetador e lancetas descartáveis Accu-chek safe T pro uno lancets<sup>®</sup>
- d. Fitas de lactato BM- Lactate<sup>®</sup>
- e. Luvas cirúrgicas descartáveis Lemgruber<sup>®</sup>

### **Dia 1: Teste de vai e vem de 20 metros e antropometria**

Primeiramente serão realizadas as medidas antropométricas em uma sala destinada a este fim. Essa avaliação será realizada assim que o sujeito chegar ao local do teste e compreenderá a coleta de dados como peso, estatura, somatório de dobras cutâneas (tricipital, supra-ilíaca e subescapular). Além dos valores antropométricos serão verificados a FC de repouso e a idade completa de cada sujeito.

Em seguida, será realizado o Teste de Vai e Vem de 20 metros, que determinará a colocação do indivíduo nos grupos nomeados G1, G2 e G3 e a  $v\dot{V}O_2$ máx.

### **Dia 2: 3 esforços de 400m**

No segundo dia do protocolo, 48 horas após a primeira visita, serão realizados os dois esforços supramáximos, cada esforço com intervalo de 60 minutos. Neste dia, será verificado o tempo de execução após cada esforço, a FC máxima atingida durante o esforço, a distância onde ocorreu a FC máxima, a FC após 5 minutos da realização do esforço, a concentração de lactato [La] sanguíneo após 5 minutos e a FC após 40 minutos da realização de cada esforço.

### **Dia 3: Esforço final**

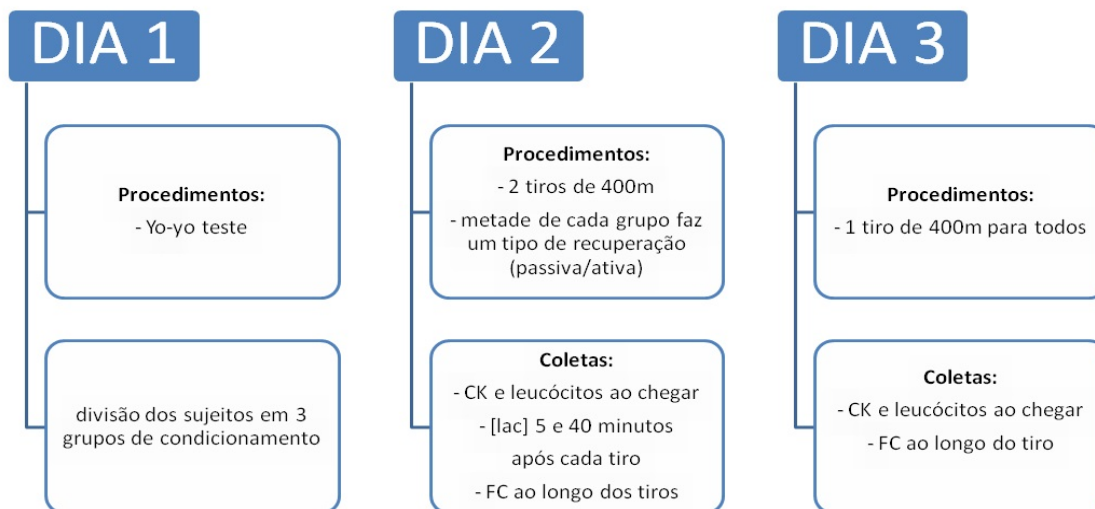
No terceiro dia, exatamente após 24 horas da realização do último esforço, tendo em vista o objetivo do estudo, será verificada, na chegada do sujeito ao local de realização do último esforço, a FC de repouso, a concentração de lactato [La] sanguínea e os níveis de CK. Logo após a realização do esforço serão coletados o tempo de execução do esforço, a FC máxima atingida durante esforço e o ponto (distância) onde foi atingida a FC máxima.

Cada sujeito participará do estudo realizando os esforços de forma individualizada, contra-relógio, na pista de atletismo já mencionada, todos na mesma raia de forma a uniformizar os esforços. Os sujeitos do estudo realizarão os esforços nos mesmos turnos entre os dias 2 e 3 do estudo.

Durante a realização dos esforços do segundo e terceiro dias, serão coletados 25µl de sangue arterializado da ponta do dedo, sem hiperemia, para determinação do lactato sanguíneo. O sangue coletado será imediatamente analisado no lactímetro portátil Accutrend Plus®.

### 3.6 Coleta de Dados

Figura 4. Esquema de coleta de dados.



Os voluntários serão orientados a comparecer às sessões experimentais (teste e realização do protocolo) seguindo estas recomendações:

1. Não executar exercícios extenuantes por um período de 24h antes da sessão.
2. Não ingerir bebidas alcoólicas por um período de 24h antes da sessão.
3. Não ingerir alimentos ou bebidas ricas em cafeína (chocolate, chá preto, mate, café, guaraná, chimarrão, etc.) no dia do teste.
4. Dormir, pelo menos, 8 horas na noite anterior ao teste.
5. Usar roupas adequadas durante o teste.
6. Chegar ao local do teste, pelo menos com 20 minutos de antecedência.
7. Não se alimentar por 2h antes da sessão.
8. Não fumar por 2 ou 3 h antes da sessão.
9. Comunicar qualquer anormalidade no estado de saúde nas 24h anteriores a sessão ou durante a mesma.
10. Tomar água à vontade.

No primeiro dia da realização dos testes, os sujeitos serão submetidos à verificação da FC de repouso e da [La] individual para que se obtenham os

valores médios no presente estudo. Durante a realização de todos os esforços de 400m, será verificado o tempo de desempenho, a FC durante toda a realização do protocolo e para verificação da concentração de lactato sanguíneo [La], 5 minutos após o esforço será coletada uma gota de sangue de cada sujeito, sendo que se admitiu que o pico de concentração de lactato após um esforço máximo se dá neste tempo (Goodwin *et al.*, 2007), sendo que cada sujeito tem um tempo de pico de lactato diferente (Goodwin *et al.*, 2007). Exercícios realizados acima da intensidade de máxima fase estável de lactato causam aumento constante na produção de lactato sanguíneo, primeiramente no músculo, seguido de aumento dessa concentração no sangue, prejudicando as atividades de várias enzimas no metabolismo e contribuem para o surgimento precoce da fadiga (Denadai, 2000). Será realizado o esforço de 400m e, nesta frequência de tempo, realizar-se-á a coleta.

Após este procedimento, o indivíduo do estudo será instruído a permanecer em repouso durante 40 minutos e outro grupo fará um trote na intensidade de 40% da velocidade de VO<sub>2</sub>máx, verificada após um teste de vai e vem de 20m, durante 30 minutos. Faltando 17 minutos para o próximo esforço, os sujeitos terão um período para aquecimento de 10 minutos e farão a simulação de deslocarem-se até a câmara de chamada. Passados 7 minutos, executarão outro esforço de 400m, 5 minutos após o esforço acontecerá novamente a verificação de [La] e FC, e após esta verificação executarão o mesmo procedimento, recuperação ativa e passiva. Estes dois grupos poderão ingerir a quantidade de água que acharem necessário, durante todo o período de recuperação. Passados 40 minutos, o mesmo procedimento será adotado: esforço de 400m, 3 minutos após verificação de [La] e FC e será verificado o tempo de desempenho durante os 2 esforços.

Após o 3º esforço, o grupo que fizer a recuperação ativa fará o último trote e será orientado a descansar até o próximo dia onde exatamente 24 horas após executarão apenas um esforço máximo de 400m aproximando ao máximo este momento ao final de uma prova de atletismo. Será verificado após o último esforço de 400m, o tempo de execução do esforço e [La], FC após 3 minutos do esforço.

Durante todo o procedimento, os sujeitos serão aconselhados a ingerir a quantidade de água que desejarem, do 2º para o 3º dia os sujeitos serão aconselhados a descansar, ter, no mínimo, 8 horas de sono ininterrupto, não ingerir cafeína, álcool e ingerir carboidratos em abundância.

### 3.7 Quadro de Variáveis e Análise estatística

#### Quadro 2. Variáveis a serem coletadas.

Variáveis dependentes	Tipo de Variável
FC máxima atingida durante cada esforço do protocolo	<b>Variável numérica contínua</b> – Caracterização e Comparação entre grupos e resultados
FC de repouso (primeiro e terceiro dia)	<b>Variável numérica contínua</b> – Caracterização e Comparação entre grupos e resultados
Tempo de execução do teste de 3000m	<b>Variável numérica contínua</b>
Distância onde ocorre a FC máxima durante cada esforço de 400m	<b>Variável numérica contínua</b> – Caracterização e Comparação entre grupos e resultados
FC 3 minutos após cada esforço de 400m	<b>Variável numérica contínua</b> - Comparação da recuperação a cada esforço
Concentração de Lactato sanguíneo 3 minutos após cada esforço de 400m	<b>Variável numérica contínua</b> - Comparação da recuperação a cada esforço
Tempo de execução de cada esforço de 400m	<b>Variável numérica contínua</b> - Performance durante cada execução e final
FC após 40 minutos da realização de cada esforço	<b>Variável numérica discreta</b> - Comparação da recuperação a cada esforço
Variáveis independentes	Tipo de Variável
Idade	Variável numérica discreta de caracterização
Peso	Variável numérica contínua de caracterização
Somatório de dobras cutâneas (TRI/SI/SE)	Variável numérica contínua de caracterização
Estatura	Variável numérica contínua de caracterização
Tipo de recuperação	Variável categórica dicotômica: ativo ou passivo
Condicionamento físico	Variável categórica dicotômica
Consumo máximo de oxigênio	Variável numérica contínua

Elaborado pelo autor.

As análises serão divididas em duas etapas. Primeiro será feita uma descrição dos sujeitos incluídos no estudo, para o grupo total e por grau de condicionamento. Depois as possíveis diferenças entre os grupos e tipos de recuperação serão avaliadas por Anova de duas entradas. Será utilizado o pacote estatístico Stata 11.2.



#### 4. Estudo Piloto

Foi realizado um estudo piloto com 9 atletas que participam do Projeto de atletismo intitulado Campeões Olímpicos, Campeões da Vida. Este projeto faz parte da Fundação Sócio Cultural e Esportiva do Rio Grande, no município de Rio Grande. Neste estudo piloto, foi utilizada somente a recuperação ativa para identificar as possíveis dificuldades, que poderiam acontecer, durante a realização do protocolo original, tanto na coleta de dados, quanto as sentidas pelos sujeitos testados.

Neste estudo, no primeiro dia não foi feita a avaliação corporal, os sujeitos tiveram os 10 minutos iniciais para realização de exercícios de aquecimento e alongamento. Após este tempo foi realizado o teste de 3000m para verificação da velocidade dentro do VO<sub>2</sub> máximo. Após 48 horas, os sujeitos compareceram à pista de atletismo dentro do horário pré-estabelecido e tiveram os mesmos 10 minutos para realização de exercícios de aquecimento e alongamento. Eles realizaram os 3 esforços intercalados entre o tempo já mencionado e realizaram a recuperação ativa. No terceiro dia de experimento, após 24 horas da realização dos 3 esforços de 400m, foi realizado o último esforços de 400m para verificação das variáveis.

Com o estudo piloto, foram verificadas várias dificuldades na aplicação do protocolo expostas a seguir:

- a) Velocidade da recuperação ativa de acordo com a literatura demonstrou-se baixa demais, a ponto dos atletas imprimirem uma velocidade inferior à velocidade de caminhada. Para sanar este problema, a intensidade de 40% vVO<sub>2</sub>máx foi utilizada.
- b) Adaptação dos atletas aos testes - verificou-se que seria preciso fornecer instrução oral de toda a sequência do protocolo, para logo após demonstração prática e após estas duas explicações foi colocado em prática o protocolo propriamente dito.

Os atletas avaliados no estudo piloto tinham em média de 19,4 ±11,5 anos e executaram o teste dos 3000m em 13'44"±1'44".

**Tabela 3. Dados encontrados no segundo dia de aplicação do piloto:**

<b>Esforços de 400m</b>	<b>1°</b>	<b>2°</b>	<b>3°</b>
Tempo de realização (min:seg)	1:09±0,93	1:11±0,11	1:10±0,09
FC máxima durante a realização do esforço (bpm)	193±3,61	196,56±2,74	198,22±3,35
Distância percorrida para atingir a FCmáx (m)	245,56±30,75	197,33±26,50	184±20,95
FC após 3 minutos da realização do esforço (bpm)	124,67±4,39	120,44±10,06	123,89±8,78
FC após 40 minutos utilizando recuperação ativa (bpm)	107±7,26	101,89±6,47	105,89±0,75

**O tempo é representado em minutos e segundos, a Frequência Cardíaca é representada em batimentos por minuto, a distância percorrida é representada em metros**

**Tabela 4. Dados encontrados no terceiro dia de aplicação do piloto:**

	<b>Média</b>	<b>Dp</b>
FC inicial (bpm)	86,11	15,16
Tempo de execução	1,08	0,09
FCmáxima durante o esforço (bpm)	191,56	4,80
Distância onde se encontrou a FCmáxima (m)	243	28,94
FC após 3 minutos da realização do esforço (bpm)	114,56	7,72

**A frequência cardíaca inicial, frequência cardíaca máxima e a frequência cardíaca após 3 minutos da realização do esforço estão apresentados em batimentos por minuto e a distância onde se encontrou a frequência cardíaca máxima está apresentado em metros.**

## 5. Cronograma

ATIVIDADE	2012										2013										2014				
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	
Revisão de literatura	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Estudo-piloto										■															
Qualificação do projeto																■									
Reapresentação do projeto revisado																		■	■	■	■				
Coleta de dados																			■	■	■				
Tabulação e interpretação dos dados																			■	■	■				
Redação do texto final da dissertação																				■	■	■			
Defesa																							■		

## 6. Referências

- 1 ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. **Imunologia Básica**. 2. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- 2 ABRANTES, J. Controlo do treino em atletismo - construção de uma tabela de testes para predição dos resultados competitivos nas provas de salto em comprimento e 100m, para atletas portugueses de ambos os sexos. **Revista Atletismo**, p. 38-41, 2005.
- 3 AHMAIDI, S. et al. Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 28, n. 4, p. 450-6, Apr 1996.
- 4 ALMEIDA, B. A.; ARAÚJO, G. S. A. Efeitos do treinamento aeróbio sobre a frequência cardíaca. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9, n. 1, p. 104-112, 2003.
- 5 ASCENSÃO, A. et al. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos da fadiga de origem central e periférica. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n. 1, p. 108-123, 2003.
- 6 AZEVEDO, P. H. S. M. D. et al. ANAEROIC THRESHOLD AND BIOENERGETICS: A DIDACTIC APPROACH. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 20, n. 3, p. 453-464, 2009.
- 7 BARBOSA, M.; COLAÇO, P.; DOS SANTOS, J. A. R. Avaliação da prestação anaeróbia em corredores de 400m. **Treino Total**, v. 4, p. 13-18, 2001.
- 8 BARNETT, A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? **Sports Med**, v. 36, n. 9, p. 781-96, 2006.
- 9 BENTLEY, D. J. et al. Physiological responses during submaximal interval swimming training: effects of interval duration. **J Sci Med Sport**, v. 8, n. 4, p. 392-402, Dec 2005.
- 10 BILLAT, L. V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. **Sports Med**, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001a.
- 11 \_\_\_\_\_. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. **Sports Med**, v. 31, n. 2, p. 75-90, Feb 2001b.
- 12 BILLAT, V.; FLETCHER, B.; PETIT, B. Interval training at VO<sub>2</sub>max: effects on aerobic performance and overtrainig markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, p. 156-63, 1999.
- 13 BISHOP, P. A.; JONES, E.; WOODS, A. K. Recovery from training: a brief review: brief review. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 3, p. 1015-24, May 2008.
- 14 BONEN, A.; BELCASTRO, A. N. Comparison of self-selected recovery methods on lactic acid removal rates. **Med Sci Sports**, v. 8, n. 3, p. 176-8, Fall 1976.
- 15 BORG, G. Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. **Int J Sports Med**, v. 3, n. 3, p. 153-8, Aug 1982.

- 16 BORGHANS, J. A.; NOEST, A. J.; DE BOER, R. J. How specific should immunological memory be? **J Immunol**, v. 163, n. 2, p. 569-75, Jul 15 1999.
- 17 BRANCACCIO, N. Análise de lesão muscular em ratos treinados e sedentários submetidos a crioterapia. **Fisioterapia em Movimento**, v. 18, n. 1, p. 59-65, 2005.
- 18 BRANCACCIO, P. et al. Serum enzyme monitoring in sports medicine. **Clin Sports Med**, v. 27, n. 1, p. 1-18, vii, Jan 2008.
- 19 BRINK, M. S. et al. Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 3, p. 597-603, Mar 2010.
- 20 BURGOMASTER, K. A. et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. **J Physiol**, v. 586, n. 1, p. 151-60, Jan 1 2008.
- 21 \_\_\_\_\_. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. **J Appl Physiol**, v. 98, n. 6, p. 1985-90, Jun 2005.
- 22 BURKE, L. M.; KIENS, B.; IVY, J. L. Carbohydrates and fat for training and recovery. **J Sports Sci**, v. 22, n. 1, p. 15-30, Jan 2004.
- 23 CASAROTTO, D.; DREHER, D. Z. Variações de desempenho físico, fisiológico e comportamental, em mulheres, no decorrer de uma partida de voleibol. **Revista Contexto & Saúde**, v. 5, n. 10, p. 17 - 24, 2006.
- 24 CHEUNG, K.; HUME, P.; MAXWELL, L. Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. **Sports Med**, v. 33, n. 2, p. 145-64, 2003.
- 25 CICIELSKI, P. É. C. et al. A resposta do lactato sanguíneo após o exercício de alta intensidade não é dependente da capacidade aeróbia. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 19, n. 4, p. 565-572, 2008.
- 26 COCHRANE, D. J.; LEGG, S. J.; HOOKER, M. J. The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 4, p. 828-32, Nov 2004.
- 27 CORTESÃO, M. I. P. **A IMPORTÂNCIA DA RECUPERAÇÃO EM ESFORÇOS DE CARACTERÍSTICAS LÁCTICAS**. 2005. 77 Dissertação (Mestrado). FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA, UNIVERSIDADE DE COIMBRA, Coimbra.
- 28 CORTIS, C. et al. Effects of post-exercise recovery interventions on physiological, psychological, and performance parameters. **Int J Sports Med**, v. 31, n. 5, p. 327-35, May 2010.
- 29 COUTTS, A. J. et al. Monitoring for overreaching in rugby league players. **Eur J Appl Physiol**, v. 99, n. 3, p. 313-24, Feb 2007.
- 30 D'ANGELO, R. A. **PREDIÇÃO DA INTENSIDADE DE CORRIDA EM MÁXIMA FASE ESTÁVEL DE LACTATO A PARTIR DA VELOCIDADE CRÍTICA EM ATLETAS FUNDISTAS DE ALTO RENDIMENTO, RELAÇÕES COM PERFORMANCES**. 2008. 104 Dissertação

- (MESTRADO). INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, RIO CLARO.
- 31 DANIELS, J.; SCARDINA, N. Interval training and performance. **Sports Med**, v. 1, p. 327-34, 1984.
- 32 DAVIS, D.; ESHELMAN, E. R.; MCKAY, M. **Manual de relaxamento e redução do estresse**. São Paulo: Summus Editorial, 1989.
- 33 DENADAI, B. S. Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. **Revista Motrix**, 2000.
- 34 DENADAI, B. S.; GRECO, C. C.; TEIXEIRA, M. Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10-12 years of different standards. **J Sports Sci**, v. 18, n. 10, p. 779-84, Oct 2000.
- 35 DORADO, C.; SANCHIS-MOYSI, J.; CALBET, J. A. Effects of recovery mode on performance, O<sub>2</sub> uptake, and O<sub>2</sub> deficit during high-intensity intermittent exercise. **Can J Appl Physiol**, v. 29, n. 3, p. 227-44, Jun 2004.
- 36 DUARTE, M. F. S.; DUARTE, C. R. Validity of the maximal multistage 20m shuttle run test. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 9, n. 3, p. 07-14, 2001.
- 37 DUPONT, G. et al. Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 2, p. 302-8, Feb 2004.
- 38 FAIRCHILD, T. J. et al. Glycogen synthesis in muscle fibers during active recovery from intense exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 4, p. 595-602, Apr 2003.
- 39 FARINATTI, P. T. V.; MONTEIRO, W. D. **Fisiologia e Avaliação Funcional**. Rio de Janeiro: Sprint, 1992.
- 40 FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M. A. Relação entre exercício físico; dano muscular e dor muscular de início tardio. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 9, n. 1, p. 101-106, 2007.
- 41 FOSS, M. L.; KETEYIAN, S. J. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. 6. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- 42 FOX, E. **Sports Physiology**. 2. New York: Saunders College, 1984.
- 43 FUJITA, Y. et al. Active recovery effects by previously inactive muscles on 40-s exhaustive cycling. **J Sports Sci**, v. 27, n. 11, p. 1145-51, Sep 2009.
- 44 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**, v. 36, n. 2, p. 58-63, Apr 2008.
- 45 GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. São Paulo: Atlas, 2002.
- 46 GLADDEN, L. B. Muscle as a consumer of lactate. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 4, p. 764-71, Apr 2000.

- 47 \_\_\_\_\_ . Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. **J Physiol**, v. 558, n. Pt 1, p. 5-30, Jul 1 2004.
- 48 GOODWIN, M. L. et al. Blood lactate measurements and analysis during exercise: a guide for clinicians. **J Diabetes Sci Technol**, v. 1, n. 4, p. 558-69, Jul 2007.
- 49 HALSON, S. L.; JEUKENDRUP, A. E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Med**, v. 34, n. 14, p. 967-81, 2004.
- 50 HARTMANN, U.; MESTER, J. Training and overtraining markers in selected sport events. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 1, p. 209-15, Jan 2000.
- 51 HEYMAN, E. et al. Effects of four recovery methods on repeated maximal rock climbing performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 6, p. 1303-10, Jun 2009.
- 52 HEYWARD, V. H., Ed. **Advanced fitness assessment and exercise prescription**. Human Kinetics Books, Human Kinetics Books, 2nd ed. 1991.
- 53 HILL D. W., R. A. L. Running velocity at VO<sub>2</sub>max. **Med Sci Sports Exerc**, v. 28, p. 114-119, 1996.
- 54 KATIRIJI, B.; AL JABERI, M. M. Creatine kinase revisited. **J Clin Neuromuscul Dis**, v. 2, n. 3, p. 158-64, Mar 2001.
- 55 KELLMANN, M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. **Scand J Med Sci Sports**, v. 20 Suppl 2, p. 95-102, Oct 2010.
- 56 KENTTA, G.; HASSMEN, P. Overtraining and recovery. A conceptual model. **Sports Med**, v. 26, n. 1, p. 1-16, Jul 1998.
- 57 LAFFITE, L. P. et al. The effects of interval training on oxygen pulse and performance in supra-threshold runs. **Arch Physiol Biochem**, v. 111, n. 3, p. 202-10, Jul 2003.
- 58 LATTIER, G. et al. Fatigue and recovery after high-intensity exercise part I: neuromuscular fatigue. **Int J Sports Med**, v. 25, n. 6, p. 450-6, Aug 2004a.
- 59 \_\_\_\_\_. Fatigue and recovery after high-intensity exercise. Part II: Recovery interventions. **Int J Sports Med**, v. 25, n. 7, p. 509-15, Oct 2004b.
- 60 LEANDRO, C. et al. Exercício físico e sistema imunológico: mecanismos e integrações., v. 2, n. 5, p. 80-90, 2002.
- 61 LEGER, L. A. et al. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **J Sports Sci**, v. 6, n. 2, p. 93-101, Summer 1988.
- 62 LIBICZ, S.; ROELS, B.; MILLET, G. P. VO<sub>2</sub> responses to intermittent swimming sets at velocity associated with VO<sub>2</sub>max. **Can J Appl Physiol**, v. 30, n. 5, p. 543-53, Oct 2005.
- 63 LUCAS, R. D.; DENADAI, B. S.; GRECO, C. C. Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio. **Motriz**, v. 15, p. 810-20, 2009.

- 64 MACDOUGALL, J. D. et al. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. **J Appl Physiol**, v. 84, n. 6, p. 2138-42, Jun 1998.
- 65 MARTINEZ-AMAT, A. et al. Release of alpha-actin into serum after skeletal muscle damage. **Br J Sports Med**, v. 39, n. 11, p. 830-4, Nov 2005.
- 66 MASON, R. R. et al. Is 8 weeks of side-alternating whole-body vibration a safe and acceptable modality to improve functional performance in multiple sclerosis? **Disabil Rehabil**, v. 34, n. 8, p. 647-54, 2012.
- 67 MCLELLAN, T. M.; SKINNER, J. S. Blood lactate removal during active recovery related to the aerobic threshold. **Int J Sports Med**, v. 3, p. 224-229, 1982.
- 68 MEDBO, J. I.; BURGERS, S. Effect of training on the anaerobic capacity. **Med Sci Sports Exerc**, v. 22, n. 4, p. 501-7, Aug 1990.
- 69 MEYER, T. et al. Different effects of two regeneration regimens on immunological parameters in cyclists. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 10, p. 1743-9, Oct 2004.
- 70 MILADI, I. et al. Effect of recovery mode on exercise time to exhaustion, cardiorespiratory responses, and blood lactate after prior, intermittent supramaximal exercise. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 1, p. 205-10, Jan 2011.
- 71 MONEDERO, J.; DONNE, B. Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. **Int J Sports Med**, v. 21, n. 8, p. 593-7, Nov 2000.
- 72 MOOREN, F. C.; LECHTERMANN, A.; VOLKER, K. Exercise-induced apoptosis of lymphocytes depends on training status. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 9, p. 1476-83, Sep 2004.
- 73 MYERS, J.; ASHLEY, E. Dangerous curves. A perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. **Chest**, v. 111, n. 3, p. 787-95, Mar 1997.
- 74 NAVALTA, J. W.; HRNCIR, S. P. Core stabilization exercises enhance lactate clearance following high-intensity exercise. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 4, p. 1305-9, Nov 2007.
- 75 NOAKES, T. D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. **Med Sci Sports Exerc**, v. 20, n. 4, p. 319-30, Aug 1988.
- 76 PASTRE, C. M. et al. Métodos de recuperação pós-esforço: uma revisão Sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 2, p. 138-144, 2009.
- 77 PATON, C. L.; HOPKINS, W. G. Effects of High-intensity Training on Performance and Physiology of Endurance Athletes. **Sportscience**, v. 8, p. 25-40, 2004.
- 78 PEDERSEN, B. K.; HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. **Physiol Rev**, v. 80, n. 3, p. 1055-81, Jul 2000.
- 79 POLIDO, M. D.; FARINATTI, P. T. V. Respostas de frequência cardíaca; pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistêncica: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Ciências de Desporto**, v. 3, n. 1, p. 79-91, 2003.

- 80 PRESTES, J. et al. Lymphocyte and cytokines after short periods of exercise. **Int J Sports Med**, v. 29, n. 12, p. 1010-4, Dec 2008.
- 81 PRESTES, J.; DONATTO, F. F.; FOSCHINI, D. Efeitos do exercício físico sobre o sistema imune. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 3, p. 57-65, 2006.
- 82 PRICE, M.; HALABI, K. The effects of work-rest duration on intermittent exercise and subsequent performance. **J Sports Sci**, v. 23, n. 8, p. 835-42, Aug 2005.
- 83 PURGE, P.; JURIMAE, J.; JURIMAE, T. Hormonal and psychological adaptation in elite male rowers during prolonged training. **J Sports Sci**, v. 24, n. 10, p. 1075-82, Oct 2006.
- 84 REID, S. A. et al. Study of hematological and biochemical parameters in runners completing a standard marathon. **Clin J Sport Med**, v. 14, n. 6, p. 344-53, Nov 2004.
- 85 RIBEIRO, L. F. et al. Influence of recovery manipulation after hyperlactemia induction on the lactate minimum intensity. **Eur J Appl Physiol**, v. 105, n. 2, p. 159-65, Jan 2009.
- 86 RISOY, B. A. et al. Delayed leukocytosis after hard strength and endurance exercise: aspects of regulatory mechanisms. **BMC Physiol**, v. 3, p. 14, Dec 11 2003.
- 87 ROBERGS, R. A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v. 287, n. 3, p. R502-16, Sep 2004.
- 88 ROSA, L. F. P. B.; VAISBERG, M. W. Influências do exercício na resposta imune. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 4, p. 167-172, 2002.
- 89 SAIRYO, K. et al. Effects of active recovery under a decreasing work load following intense muscular exercise on intramuscular energy metabolism. **Int J Sports Med**, v. 24, n. 3, p. 179-82, Apr 2003.
- 90 SCHARHAG, J. et al. Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? **Br J Sports Med**, v. 39, n. 3, p. 171-7; discussion 171-7, Mar 2005.
- 91 SCHURR, A. Lactate: the ultimate cerebral oxidative energy substrate? **J Cereb Blood Flow Metab**, v. 26, n. 1, p. 142-52, Jan 2006.
- 92 SHEPHARD, R. J.; SHEK, P. N. Potential impact of physical activity and sport on the immune system--a brief review. **Br J Sports Med**, v. 28, n. 4, p. 247-55, Dec 1994.
- 93 SMITH, T. O.; COOMBES, J. S.; GERAGHTY, D. P. Optimizing high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O<sub>2</sub> uptake and the time for which this can be maintained. **Eur J Appl Physiol**, v. 89, p. 337-43, 2003.
- 94 SMITH, T. P.; MCNAUGHTON, L. R.; MARSHALL, K. J. Effects of 4-wk training using V<sub>max</sub>/T<sub>max</sub> on VO<sub>2</sub>max and performance in athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 31, n. 6, p. 892-6, Jun 1999.
- 95 SPENCER, M. et al. Metabolism and performance in repeated cycle sprints: active versus passive recovery. **Med Sci Sports Exerc**, v. 38, n. 8, p. 1492-9, Aug 2006.



- 96 SPIERER, D. K. et al. Effects of active vs. passive recovery on work performed during serial supramaximal exercise tests. **Int J Sports Med**, v. 25, n. 2, p. 109-14, Feb 2004.
- 97 STEPTO, N. K. et al. Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 31, n. 5, p. 736-41, May 1999.
- 98 SUZUKI, S. et al. Program design based on a mathematical model using rating of perceived exertion for an elite Japanese sprinter: a case study. **J Strength Cond Res**, v. 20, n. 1, p. 36-42, Feb 2006.
- 99 TABATA, I. et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO<sub>2</sub>max. **Med Sci Sports Exerc**, v. 28, n. 10, p. 1327-30, Oct 1996.
- 100 TAKAHASHI, T. et al. Effects of the muscle pump and body posture on cardiovascular responses during recovery from cycle exercise. **Eur J Appl Physiol**, v. 94, n. 5-6, p. 576-83, Aug 2005.
- 101 TESSITORE, A. et al. Effectiveness of active versus passive recovery strategies after futsal games. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 5, p. 1402-12, Sep 2008.
- 102 TOMLIN, D. L.; WENGER, H. A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Med**, v. 31, n. 1, p. 1-11, 2001.
- 103 TORRES, R. et al. Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. **Phys Ther Sport**, v. 13, n. 2, p. 101-14, May 2012.
- 104 TOTSUKA, M. et al. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. **J Appl Physiol**, v. 93, n. 4, p. 1280-6, Oct 2002.
- 105 TOUBEKIS, A. G. et al. Effects of active and passive recovery on performance during repeated-sprint swimming. **J Sports Sci**, v. 26, n. 14, p. 1497-505, Dec 2008.
- 106 URHAUSEN, A.; KINDERMANN, W. Diagnosis of overtraining: what tools do we have? **Sports Med**, v. 32, n. 2, p. 95-102, 2002.
- 107 WELTMAN, A.; STAMFORD, B. A.; FULCO, C. Recovery from maximal effort exercise: lactate disappearance and subsequent performance. **J Appl Physiol**, v. 47, n. 4, p. 677-82, Oct 1979.
- 108 WESTERBLAD, H.; ALLEN, D. G.; LANNERGREN, J. Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause? **News Physiol Sci**, v. 17, p. 17-21, Feb 2002.
- 109 WILCOCK, I. M.; CRONIN, J. B.; HING, W. A. Water immersion: does it enhance recovery from exercise? **Int J Sports Physiol Perform**, v. 1, n. 3, p. 195-206, Sep 2006.
- 110 WOODS, J. A. Exercise and neuroendocrine modulation of macrophage function. **Int J Sports Med**, v. 21 Suppl 1, p. S24-30, May 2000.

- 111 ZAPICO, A. G. et al. Evolution of physiological and haematological parameters with training load in elite male road cyclists: a longitudinal study. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 47, n. 2, p. 191-6, Jun 2007.
- 112 ZARROUK, N. et al. Comparison of recovery strategies on maximal force-generating capacity and electromyographic activity level of the knee extensor muscles. **J Athl Train**, v. 46, n. 4, p. 386-94, Jul-Aug 2011.

## ANEXOS

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisador responsável: Marlos Rodrigues Domingues  
 Instituição: Escola Superior de Educação Física / UFPel  
 Endereço: Luis Camões, 625.  
 Telefone: 5332837485

Concordo em participar do estudo “RESPOSTAS FISIOLÓGICAS APÓS ESFORÇOS FÍSICOS SEMELHANTES: DIFERENÇAS ENTRE RECUPERAÇÃO ATIVA E RECUPERAÇÃO PASSIVA”. Estou ciente de que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

**PROCEDIMENTOS:** Fui informado de que o objetivo geral será “Verificar possíveis diferenças nas respostas fisiológicas comparando a recuperação ativa e passiva após séries de esforços iguais”, cujos resultados serão mantidos em sigilo e somente serão usadas para fins de pesquisa. Estou ciente de que a minha participação envolverá um teste físico (vai e vem de 20m) e, em dias subsequentes, a realização de esforços máximos de 400m de corrida em pista de atletismo. Fui informado, também que serão coletadas amostras sanguíneas digitais (ponta do dedo) ou lóbulo da orelha para obtenção dos dados necessários às análises.

**RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES:** Fui informado de que existem riscos no estudo, por estar realizando esforços máximos e que existe um posto da polícia rodoviária estadual a 500m do local do estudo com material para realizar procedimentos de primeiros socorros.

**BENEFÍCIOS:** O benefício em participar na pesquisa relaciona-se ao fato que os resultados serão incorporados ao conhecimento científico e posteriormente a situações de ensino-aprendizagem. Além disso, as medidas tomadas durante as testagens poderão ser usadas como parte integrante da prescrição do treinamento visando competições de atletismo.

**PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA:** Como já me foi dito, minha participação neste estudo será voluntária e poderei interrompê-la a qualquer momento.

**DESPESAS:** Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, nem receberei compensações financeiras.

**CONFIDENCIALIDADE:** Estou ciente que a minha identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

**CONSENTIMENTO:** Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo em participar do estudo. Este Formulário de Consentimento Pré-Informado será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

Nome do participante/representante legal: \_\_\_\_\_  
 Identidade: \_\_\_\_\_

ASSINATURA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR:** Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF/UFPel – Rua Luís de Camões, 625 – CEP: 96055-630 - Pelotas/RS; Telefone:(53)3273-2752.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL \_\_\_\_\_

## RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

## 1. Introdução

Este trabalho foi desenvolvido para cumprir com as exigências do Programa de Pós-Graduação da Escola Superior de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal de Pelotas – RS, nível de Mestrado, na linha de Atividade Física e Desempenho. Para que isso fosse possível, algumas etapas foram desenvolvidas, estando descritas a seguir.

## 2. Elaboração e qualificação do projeto

O projeto de pesquisa foi elaborado especialmente para concorrer à vaga no curso de mestrado em Educação Física da ESEF/UFPEL, no ano de 2012, sendo revisado e discutido com o orientador e nas aulas de Prática de Pesquisa, onde havia a contribuição dos colegas e professores ministrantes da disciplina.

Após completada esta fase, foi apresentado no processo de qualificação, onde foi submetido a novas alterações sugeridas pelos professores integrantes da banca examinadora. Sendo qualificado, o projeto foi submetido à plataforma Brasil onde foi encaminhado ao Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da UFPEL, sendo aceito sob o protocolo CAAE 17332613.5.0000.5317 e recebendo o número de parecer 454.193/2013.

## 3. Estudo Piloto

Foi realizado, durante a fase do projeto de pesquisa, para que se pudessem detectar falhas durante a realização do protocolo, com 9 sujeitos, escolhidos por conveniência, utilizando a recuperação ativa. Durante o estudo piloto, detectou-se que 30% da velocidade no consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ) seria inviável para realizar a recuperação, sendo adotado então 40%, valores estes encontrados na literatura.

#### 4. Participantes da equipe da coleta e análise dos dados

Uma equipe composta por dois doutores e dois alunos de pós-graduação, nível de mestrado, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), juntamente com o proponente do estudo realizaram a coleta das medidas antropométricas e avaliação da aptidão cardiorrespiratória dos sujeitos do estudo. As coletas sanguíneas foram realizadas por profissional, devidamente habilitado.

#### 4. Coleta de dados

##### 4.1 Amostra

A amostra foi composta por 22 homens adultos jovens saudáveis, com idades entre 18 a 35 anos, residentes no município de Rio Grande-RS, recrutados por conveniência através de convites informais por meio de ligações telefônicas e envio de e-mails. Foi interessante para esta classificação indivíduos de todos os tipos de aptidão cardiorrespiratória, sendo feita a proposta de estudo para atletas e indivíduos comuns. Os sujeitos que apresentaram condições físicas para realização de teste cardiorrespiratório de esforço máximo foram elegíveis e não foram classificados os indivíduos que apresentaram hipertensão arterial, problemas articulares e os que faziam uso atual de medicação farmacológica que poderia influenciar os biomarcadores inflamatórios. Logo após o recrutamento dos sujeitos, estes passaram por uma explicação de todos os passos do estudo e estando de acordo com o protocolo, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Houve uma perda durante o estudo devido a lesões musculares, tendo uma amostra final de 21 indivíduos.

##### 4.2 Logística

A coleta de dados foi realizada em um período de 5 dias intercalados, contendo 3 blocos de avaliações. Estes 3 blocos, foram separados em um dia de avaliações corporais e teste de avaliação cardiorrespiratória, que caracterizou-se como primeiro bloco, sendo este executado em ginásio coberto, e outros 2 blocos, em pista de atletismo, sendo dois dias consecutivos, distanciados de no mínimo 72 horas entre si.

#### 4.2.1. Primeiro encontro com os sujeitos (primeiro bloco)

O teste incremental de aptidão cardiorrespiratória, para determinação das condições dos indivíduos foi o teste yoyo, teste este que contempla corridas de 20 metros, intercaladas por um sinal sonoro que dita o ritmo destas corridas. O teste é incremental e avalia de forma indireta, a capacidade máxima de consumo de oxigênio de cada indivíduo. Este protocolo foi aplicado a todos os sujeitos em ginásio coberto, antes de começarem as atividades na pista de atletismo. Após ser realizado o teste yoyo, foi determinado a velocidade máxima no consumo de oxigênio e o consumo máximo de oxigênio de cada sujeito da pesquisa, através do protocolo do teste de 20 metros (Leger *et al.*, 1988). Adicionalmente, foram coletados frequência cardíaca (FC), com um frequencímetro acoplado ao Global Positioning System (GPS) de pulso utilizado durante todo o protocolo; pressão arterial (PA), com um esfigmomanômetro P.A.MED®; altura e peso, utilizando respectivamente uma balança digital com precisão de 0,1 Kg (Filizola®) e um estadiômetro com precisão de 0,1 cm, acoplado à balança digital (Filizola®). A obtenção das medidas de dobras cutâneas para determinação do somatório de dobras foi realizada por meio de um adipômetro com precisão de 0,1 mm (Cescorf, Porto Alegre, Brasil).

#### 4.2.2. Segundo e terceiro encontros (segundo bloco)

No segundo dia, na chegada de cada sujeito ao local do protocolo (pista de atletismo), foram coletados valores basais de frequência cardíaca (FC), a pressão arterial (PA) e a concentração de lactato [La], utilizando o lactímetro portátil (Accutrend® Plus). Coletou-se também 5ml de sangue da veia cubital, do braço direito de cada sujeito, para posterior análise de LDH e CK. Juntamente com a coleta das variáveis fisiológicas foi apresentada a Escala Visual Analógica (EVA), que consiste em avaliar na aferição da intensidade da dor, onde os sujeitos relataram dores musculares que poderiam ter antes do início do protocolo. Esta escala consta de níveis de 0 a 10, onde 0 significa sem dor alguma e 10 significa o nível máximo de dor. Logo após, os sujeitos realizaram o aquecimento padrão e realizaram o primeiro esforço de 400m, sendo anotado ao final do esforço o tempo de execução. Passados cinco

minutos do primeiro esforço, coletou-se a FC, PA e através de punção capilar de dedo da mão do avaliado, a [La], utilizando a recuperação ativa ou passiva, tendo assim a primeira fase de recuperação, no período de 30 minutos, randomizada entre os sujeitos. Passados 40 minutos do primeiro esforço, verificou-se as variáveis FC, PA e [La], Logo após coletar estes dados, apresentou-se aos sujeitos a Escala Total de Recuperação (QTR), que consta de uma escala dividida de 6 a 20, onde o valor 6 é nada recuperado e 20 é totalmente recuperado. Posteriormente, os sujeitos fizeram a preparação para o segundo esforço do dia, constando de aquecimento e deslocamento para câmara de partida, realizando o segundo esforço dentro de 60 minutos após o primeiro esforço. Realizou-se o mesmo procedimento do primeiro esforço e o sujeito foi liberado do local do protocolo para retornar após 24 horas. Utilizando o programa *Garmin Training Center*®, auferiu-se a FC máxima obtida durante os esforços (FC<sub>máx</sub>), a distância onde foi encontrada esta FC (dfc<sub>máx</sub>) e a velocidade máxima (vmáx) obtida por cada sujeito, após cada esforço, durante todo o protocolo.

No terceiro dia, completando assim o segundo bloco, no momento de chegada ao local do protocolo, foram coletadas as variáveis fisiológicas FC, PA e [La] e aferiu-se a EVA e a QTR. Logo após, os sujeitos realizaram o aquecimento e partiram para o último esforço do segundo bloco.

#### 4.2.3. Quarto e quinto encontros (terceiro bloco)

Após um período mínimo de 72 horas, os sujeitos compareceram à pista de atletismo e realizaram o mesmo protocolo do segundo bloco randomizando o tipo de recuperação.

Em todos os dias do segundo e terceiro blocos, foi realizada a coleta sanguínea, onde foram colhidos cinco mililitros (5ml) de sangue da fossa cubital do membro superior direito dos participantes do estudo. O sangue coletado foi armazenado em caixa térmica, sendo centrifugado e armazenado em ultra-freezer na temperatura de 80° Centígrados negativos.

## 5. Dificuldades na realização das avaliações



Houve uma grande dificuldade na realização do primeiro encontro, pois os sujeitos da pesquisa não conseguiam horário para realização do teste cardiorrespiratório, para realização do primeiro encontro foi necessário o período de 45 dias.

Durante o protocolo, como se tratava de um trabalho de campo, houve muitos contratemplos, pois quando chovia a pista ficava interditada no dia e um dia após por ser de carvão. Estas medidas eram tomadas para conservar a integridade dos sujeitos de pesquisa, pois a pista ficava escorregadia.

Outra dificuldade para realização do protocolo foi a falta de responsabilidade com a pesquisa, por questões culturais, como era verão perdemos vários sujeitos por terem feito a primeira parte e irem para festa na noite antecedente a última parte do protocolo. Isto gerou perda de tempo e material de coleta.

Houve uma caixa de fitas de lactato que apresentaram diferença entre os outros lotes, tendo que realizar todas estas medições novamente.

Durante a realização do protocolo, mesmo com a apresentação do protocolo e envio de uma série onde o sujeito haveria de respeitar certas questões, como não realizar exercícios 72 horas antes ao protocolo, os sujeitos realizaram musculação para os membros superiores, pensando que não afetaria na coleta para os membros inferiores que era a musculatura que iria ser utilizada durante os esforços de 400 metros.

Houve uma perda, pois o último indivíduo quando estava realizando um dos esforços, sentiu uma “fisgada” na panturrilha e não conseguiu mais executar movimentos de corrida.

## 6. Processamento dos dados

Os dados obtidos durante o protocolo, assim como os marcadores inflamatórios que foram analisados no Laboratório do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande foram guardados em planilhas no programa Microsoft Excel®. Os dados relacionados as atividades

realizadas com o GPS foram analisados no programa Garmin Training Center® e após digitados em planilhas Microsoft Excel®.

## 7. Análise dos dados

Os gráficos foram criados através do programa *Graph pad*®. Os dados foram analisados no programa estatístico *Stata*®, versão 12.0 e *Statística*®, versão 7.. Os testes estatísticos foram escolhidos de acordo com as variáveis disponíveis e quando a distribuição não era normal, foram feitas as transformações matemáticas necessárias.

## 8. Divulgação dos resultados

### 8.1. Artigo Científico

A ser submetido para o periódico *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.

### 8.2. Divulgação para os participantes

Os participantes do estudo terão acesso a todos os dados da pesquisa, caso solicitem. Do contrário, receberão apenas um resumo dos dados individuais, via e-mail, em até quatro meses após a defesa do estudo em questão.

### 8.3. Divulgação para a imprensa local e regional

Os resultados serão divulgados na imprensa local.

## 9. Referências

- 1 LEGER, L. A. et al. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **J Sports Sci**, v. 6, n. 2, p. 93-101, Summer 1988.

**ARTIGO A SER ENVIADO PARA O PERIÓDICO  
INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORTS MEDICINE**

**Aspectos fisiológicos e bioquímicos na recuperação pós exercício em sujeitos com diferentes níveis de condicionamento aeróbico.**

Authors: Daniel Guimarães Soares<sup>1</sup>, Cassio Noronha<sup>2</sup>, Maicon Borges Moraes<sup>2</sup>, Fábio Everton Maciel<sup>2</sup>, Luis Ulisses Signori<sup>3</sup>, Marlos Rodrigues Domingues<sup>1,4</sup>

1: Postgraduate Programme in Physical Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

2: Postgraduate Program in Physiological Science, Institute of Biological Science, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Italia Av., Km 8, Rio Grande - RS, 96203-900.

3: Postgraduate Federal University of Santa Maria, Department of Physiotherapy and Rehabilitation. Santa Maria, RS, Brazil.

4: GEEAF - Physical Activity Epidemiology Research Group

Correspondence Author:  
Daniel Guimarães Soares  
Address: Rua Luis de Camões, 625, Pelotas – RS  
CEP: 96055-630  
Phone: +5553 32732752  
E-mail: profdaniboy@hotmail.com

## **Abstract**

**Aim:** Post-exercise recovery plays a major role in sports events when multiple efforts are needed. This study aims at comparing active and passive recovery modes after 400-meter multiple running efforts in subjects with distinct fitness levels. Physiological and biochemical parameters were assessed before and after efforts with distinct recovery modes.

**Methods:** We divided subjects in two subgroups according to their aerobic fitness levels measured with the yo-yo test. Later, a simulation of 400 meters race was performed using active and passive recoveries. The Kolmogorov-Smirnov test was used to test for normality and Levene's test for homogeneity and t-tests were used to evaluate the association between recovery mode, blood biochemical parameters and performance results. Post-hoc analyses were done using Tukey's test.

**Results:** The enzyme Lactate dehydrogenase was different when comparing active and passive recovery modes ( $p < 0.05$ ). The remaining variables presented only differences with respect to timing of assessment, increasing 5 minutes after efforts and decreasing with time. The analog visual scale, used to measure pain, indicated that subjects using active recovery reported less pain, however in both recovery modes (active-passive) significant differences were observed pre and post efforts.

**Conclusions:** we conclude that, with respect to the 400-meter performance, there are no difference in time to run the distance. It seems that muscular damage (self-perceived) is lower in individuals with less training using active recovery, even when a 30-minute effort is included in the recovery period.

**Keywords:** running, oxygen consumption, blood lactate, exercise, rest, recovery of function.

## **Introdução**

A recuperação pós-exercício é um processo de particular importância em eventos onde o indivíduo que está buscando algum tipo de marca precisa esforçar-se, ao máximo, em mais de uma ocasião, durante uma competição ou teste físico em um único dia <sup>1</sup>. Torna-se necessário, então, avaliar a eficiência de cada tipo de recuperação utilizada entre esforços, para que os sujeitos possam alcançar seu ótimo status fisiológico e psicológico antes e depois de um período de exercícios <sup>2</sup>.

Os estudos sobre a recuperação pós-exercício têm sido direcionados sobre três aspectos, como a recuperação imediata, que ocorre entre esforços muito rápidos; a recuperação em curto prazo, que ocorre entre esforços de corrida e a recuperação de treinamento, que ocorre entre sucessivos trabalhos ou competições <sup>3</sup>. Desde os anos 70, vem sendo verificado o efeito de vários tipos de recuperação como massagens, alongamentos, exercícios de intensidade baixa a moderada (recuperação ativa) e a própria recuperação passiva <sup>4</sup>.

Existem controvérsias entre os estudos sobre os métodos de recuperação ativo e passivo no que diz respeito ao comportamento do indivíduo durante o período recuperativo. Basicamente, utilizam-se a recuperação passiva quando o sujeito fica sentado e faz o mínimo de esforço possível, tendo sua eficácia evidenciada em estudos recentes <sup>5-7</sup>, ou a recuperação ativa, quando o indivíduo realiza algum exercício físico em uma velocidade fixada previamente com o mesmo segmento corporal utilizado no esforço <sup>8-9,10</sup>.

Diante os dados apresentados em estudos anteriores, nas questões pertinentes a vantagens e desvantagens da utilização destes dois tipos de modalidade de recuperação, no presente trabalho tem como objetivo comparar o efeito da recuperação passiva e ativa em sujeitos, com condicionamentos diferentes, submetidos a sucessivos esforços

de 400 metros, simulando uma competição de atletismo, com fases classificatórias e finais.

## **Métodos**

### **Sujeitos**

A amostra foi composta por vinte e dois (n=22) sujeitos, do sexo masculino, com idades entre 18 e 35 anos, saudáveis, residentes no município de Rio Grande (RS). A amostra foi aleatória de modo que abrangesse uma gama de condicionamentos entre eles. Como critério de inclusão, neste estudo, os sujeitos não deveriam apresentar qualquer tipo de patologia clínica ósteo-articular que impossibilitasse a prática de atividade física ou lesão muscular nas quatro semanas anteriores ao protocolo e não estar utilizando qualquer tipo de esteroide anabolizante. Foi requerido aos participantes que, setenta e duas horas antes do teste de condicionamento aeróbio e durante o período do estudo, não praticassem nenhum tipo de exercício físico. Para o cálculo amostral foi utilizado o comando “*sampsi*” do pacote estatístico (Stata 11.2®). Embasado na literatura disponível, considerando uma diferença esperada no nível de lactato entre os dois tipos de recuperação (Ativa Vs. Passiva) de aproximadamente 1,5 mmol/L, com um desvio padrão em cada grupo de 1,2 mmol/L, um nível de confiança de 95% e poder estatístico de 80%, calculou-se 22 sujeitos para a realização da pesquisa.

### **Antropometria e Variáveis Fisiológicas**

Inicialmente, utilizando a balança com estadiômetro acoplado (Filizola®), foram coletados os valores de massa corporal total e estatura. Por conseguinte, utilizou-se o adipômetro com precisão de 0,1 mm (Cescorf, Porto Alegre, Brasil®), para verificar o somatório das dobras cutâneas subescapular, tricipital e suprailíaca.

Para verificação das variáveis de performance em pista foi utilizado *Global Positioning System* (GPS) de pulso (Garmin®).

### Teste de Aptidão Aeróbia

Logo após esta coleta inicial, os sujeitos realizaram um aquecimento articular padrão, constando de 10 sequências de exercícios balísticos, com 10 repetições cada e foram avaliados indiretamente em sua capacidade máxima de consumo de oxigênio, em um ginásio coberto, através do protocolo YoYo-test, <sup>11</sup>. Através do teste YoYo, verificou-se o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), cujo valor implicou na estratificação da amostra em subgrupo com  $VO_2$  baixo e subgrupo com  $VO_2$  alto. Obteve-se junto ao teste, a velocidade obtida durante o consumo máximo de oxigênio ( $vVO_{2máx}$ ) dos sujeitos <sup>12-13</sup>.

### Protocolo Experimental

Após o teste YoYo, tendo um período de intervalo mínimo de setenta e duas horas, realizou-se o primeiro bloco do protocolo que constou de dois dias seguidos tendo no primeiro dia dois esforços máximos de 400 metros, separados por uma hora, simulando as fases classificatória e semi-final de uma competição e, no segundo dia, um esforço único máximo de 400 metros, simulando uma prova final. Todos os esforços foram realizados contra-relógio e na mesma raia para minimizar possíveis diferenças na obtenção dos valores verificados em pista. No primeiro dia do primeiro bloco, os sujeitos realizaram apenas um tipo de recuperação após cada esforço: a) recuperação passiva, indivíduo sentado, fazendo o mínimo de esforço possível; ou b) recuperação ativa, locomover-se por trinta minutos a 40% da velocidade de  $VO_{2máx}$  ( $vVO_{2máx}$ ), obtida previamente no teste YoYo. A intensidade da  $vVO_{2máx}$  resultou em uma

caminhada para grande parte dos sujeitos. A escolha do tipo de recuperação foi randomizada entre os grupos durante a realização do primeiro bloco.

No segundo dia do primeiro bloco, não foi realizado nenhum tipo de recuperação. Após um período mínimo de 72 horas, iniciou-se o segundo bloco de atividades, com os mesmos sujeitos do primeiro bloco, invertendo apenas o tipo de recuperação de cada indivíduo.

No início de cada bloco, foi coletada a concentração de lactato [La] basal, utilizando o lactímetro portátil (Accutrend® Plus). Coletou-se, também, 5ml de sangue da veia cubital, do braço direito de cada indivíduo, para posterior dosagem de creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH). Juntamente a estes valores fisiológicos foi obtido de cada sujeito o valor relacionado à escala visual analógico (EVA), que consiste em avaliar na aferição da intensidade da dor, onde os sujeitos relataram dores musculares que poderiam sentir antes do início do protocolo. A [La], foi coletada aos cinco e aos quarenta minutos após cada esforço, no primeiro dia de cada bloco de testes, no início da preparação para o segundo esforço do primeiro bloco, após o esforço e sua recuperação ter sido executada, foi obtido o valor relacionado à escala de qualidade total de recuperação (QTR)<sup>14-15</sup>, para verificar o nível de recuperação de cada sujeito. Já no segundo dia de cada bloco de testes, coletava-se a [La], a EVA e a QTR somente antes de ser realizado este esforço.

Durante todos os esforços, foram coletados através do GPS de pulso, a frequência cardíaca máxima atingida (FCmáx) durante o esforço e o ponto onde o sujeito atingiu esta frequência cardíaca máxima (dfcmáx). Nos indivíduos que utilizaram a recuperação ativa, foi coletada, além destes dados, a distância percorrida



(dpas) e a frequência cardíaca média (fcméd) durante a recuperação. Os procedimentos explicados acima estão resumidos no Quadro 1.

Após a realização de todo protocolo, as variáveis analisadas para comparação dos métodos de recuperação foram as seguintes: [La], LDH, CK, tempo de execução dos 400m, ponto (distância) onde o sujeito atingiu a frequência cardíaca máxima, escala subjetiva de dor (EVA) e escala de recuperação (QTR).

Todas as análises foram feitas comparando os dois métodos de recuperação, e foi feita uma análise exploratória dentro dos subgrupos por condicionamento aeróbio.

#### Amostras Sanguíneas

Para as amostras sanguíneas, foram coletados 5 ml de sangue venoso da veia cubital de cada participante. Esta alíquota foi colocada em tubos vacutainer para ser centrifugada tendo o soro separado para dosagem das enzimas CK e LDH, sendo armazenada em ultra-freezer a  $-80^{\circ}\text{C}$ . A coleta foi realizada por profissional habilitado nas condições de higiene exigidas pelos órgãos públicos responsáveis. Para análise dos marcadores inflamatórios, foram utilizados kits de reagentes da marca Doles® (Goiânia, GO, Brasil) e para quantificação foi utilizado o espectrofotômetro Biotek EL 808®.

A atividade da enzima CK foi utilizada como indicador de lesão músculo esquelética. A atividade foi calculada com base na medição da formação de NADH, onde uma unidade é igual à quantidade de enzima necessária para converter um micromol ( $\mu\text{mol}$ ) de creatina em fosfato de creatina por minuto. A quantificação foi feita espectrofotometricamente a 340nm a  $37^{\circ}\text{C}$ . A atividade da CK foi expressa em unidades padrão internacionais por litro (IU/L) <sup>16</sup>.

A análise de LDH foi determinada pela redução do piruvato em lactato e acompanhada da oxidação de NADH. A redução de absorbância foi medida espectrofotometricamente a 340nm a 37°C e a atividade foi expressa em unidades internacionais padrão por litro (IU/L) <sup>17</sup>.

Para verificação dos resultados, foi realizado um Delta nas variáveis CK, LDH e [La] a fim de reduzir os efeitos do resultado apresentado a partir da coleta basal. O delta foi realizado diminuindo o valor basal dos valores nos tempos de análise subsequentes.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas, sob o protocolo CAAE 17332613500005317, número 454.193 e seguiu as normas específicas das pesquisas com humanos do Conselho Nacional de Saúde, conforme a Resolução 196/96. Todos os participantes foram voluntários, sendo esclarecidos sobre todo o procedimento deste estudo, assim como seus objetivos, assinando um termo de consentimento livre e esclarecido.

#### Tratamento estatístico

Todos os dados coletados foram organizados em planilhas (*Microsoft Excel*®), e posteriormente, analisados no software (*Stata 12.0*®) e (*Statistica 7*®), onde foram analisados e apresentados de forma descritiva em média e desvio padrão. Inicialmente, foram testados os pressupostos de normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade (teste de Levene's) e a associação entre método de recuperação, parâmetros bioquímicos e variáveis de desempenho foram testados por teste t, com o teste de Tukey para análises post-hoc.

## Resultados

Um total de 21 sujeitos cumpriu todas as etapas do protocolo e forneceram dados completos para análise. Em média, os sujeitos tinham  $26 \pm 4,8$  anos e IMC de  $26,3 \pm 3,6$  kg/m<sup>2</sup>. O valor médio do VO<sub>2</sub> máximo da amostra foi de  $49,2 \pm 6,7$  ml.(Kg.min)<sup>-1</sup>. O valor médio do somatório das dobras cutâneas (tricipital, subescapular e supraílica), foi de  $31,6 \pm 11,2$  mm. O valor que dividiu os sujeitos, nos subgrupos em relação ao condicionamento aeróbio, foi estabelecido pela mediana do VO<sub>2</sub> máximo em  $47,6$  ml.(Kg.min)<sup>-1</sup>. As variáveis de escala de qualidade total de recuperação, tempo de esforço nos 400m, ponto (distância) onde o sujeitos atingiram a frequência cardíaca máxima, bem como para escala visual analógica (escala de dor), não apresentaram diferença significativas ( $p < 0,05$ ) entre os dois tipos de recuperação, tanto no grupo total, quanto nos subgrupos VO<sub>2</sub> alto e VO<sub>2</sub> baixo (Tabela 1).

Em relação à variável CK, não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), tanto no grupo total quanto nos subgrupos VO<sub>2</sub> alto e VO<sub>2</sub> baixo (Figura 1). Contudo, verificou-se um aumento significativo ( $p < 0,001$ ) da atividade da enzima CK no segundo dia em relação ao primeiro dia de cada bloco, tanto no grupo total quanto nos dois subgrupos nos dois tipos de recuperação (dados não mostrados).

Com relação à atividade da enzima LDH, foi verificada uma diminuição significativa ( $p < 0,01$ ) no grupo total e no subgrupo VO<sub>2</sub> baixo, durante a utilização da recuperação ativa em relação à recuperação passiva (Figura 2a e 2b, respectivamente). Já no subgrupo VO<sub>2</sub> alto, não foi encontrado diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dois tipos de recuperação (Figura 2c).

Após a análise dos valores de delta da concentração de lactato, foi verificado que os indivíduos do subgrupo VO<sub>2</sub> baixo apresentaram concentração de lactato

significativamente maior ( $p < 0,01$ ) quando executaram a recuperação passiva em comparação a recuperação ativa apenas nos 5 e 40 minutos após o primeiro esforço (Figura 3). Entretanto, no grupo geral e subgrupo VO2 alto não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os dois tipos de recuperação.

Para a variável escala visual analógica do grupo total, foi encontrado um aumento significativo ( $p < 0,001$ ), apenas no segundo dia em relação ao primeiro dia de cada bloco nos indivíduos que utilizaram recuperação passiva em relação aos indivíduos de recuperação ativa (Figura 4a). Já no subgrupo VO2 baixo, foi encontrado aumento significativo nos dois tipos de recuperação ( $p < 0,03$ ), ao passo que nos sujeitos do subgrupo VO2 alto não foi encontrado diferença significativa (Figura 4b e 4c, respectivamente).

### **Discussão**

Dois tipos de recuperação entre esforços foram testados para avaliação da melhor estratégia entre a corrida de 400m no atletismo. Os métodos avaliados foram a recuperação ativa e passiva. Esta distância é reconhecidamente adequada para proporcionar um esforço capaz de gerar alterações fisiológicas mensuráveis para este tipo de pesquisa<sup>18</sup>. O sucesso em diversas competições de atletismo só é conseguido através de uma grande contribuição do metabolismo glicolítico, de forma a se poder recorrer a uma fonte energética de grande potência. Deste modo, a capacidade de rendimento dos atletas não está apenas dependente de reservas energéticas e mecanismos de compensação metabólica, mas também da capacidade do atleta em produzir e tolerar grandes concentrações de lactato<sup>19</sup>.

No presente estudo foi realizada uma divisão dos estudados por nível de condicionamento aeróbio. Desse modo, observando a classificação e divisão dos

subgrupos, vale ressaltar que no estudo realizado por Pelicer<sup>20</sup>, foi demonstrado que indivíduos sedentários apresentaram valores VO<sub>2</sub> médio de 47,67 ml (Kg.min)<sup>-1</sup>, corroborando com os dados obtidos no presente estudo, que determina como subgrupo VO<sub>2</sub> baixo os sujeitos com valores encontrados abaixo do valor da mediana, 47,6 ml.(Kg.min)<sup>-1</sup>.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que parece haver uma diferença na sensação subjetiva de dor nos sujeitos submetidos à recuperação passiva, uma vez que em suas declarações, durante a realização de um tiro para outro no mesmo dia e após 24 horas, evidenciou-se este estado, representado na escala de dor (EVA). Isto sugere que para este grupo de indivíduos, neste tipo de esforço, permanecer em repouso, gera um maior desconforto muscular, o que poderia implicar em uma diminuição da performance no decorrer da atividade. Esta diferença é mostrada nas figuras 4a e 4c, tanto no grupo total como na divisão do subgrupo VO<sub>2</sub> baixo.

A [La], apresentou uma diminuição significativa no subgrupo VO<sub>2</sub> baixo utilizando a recuperação ativa, estando de acordo com os dados encontrados por Ferguson<sup>21</sup> em estudo realizado com homens, não atletas em protocolo de cicloergômetro, assim como em atletas, encontrados por Billat<sup>13</sup>. Estes resultados corroboram com a ideia que níveis de lactato mais baixo não resultam em diferenças significativas na performance, existindo então, uma falta de relação consistente entre [La] e desempenho, comparando recuperação passiva e ativa <sup>22</sup>.

Quando comparamos LDH e CK nos grupos, após 24 horas da realização do esforço verificamos aumentos significativos na atividade destas enzimas, que estão de acordo com as encontradas no estudo de Cortesão<sup>18</sup>, utilizando somente atletas. Estudos demonstram que o estresse muscular induz a lesões na estrutura da célula, que são acompanhadas por alterações nas concentrações séricas e plasmáticas intracelulares. A

CK e LDH aumentam sua concentração após a execução de exercícios, verificando-se indiretamente assim, a pré-existência de lesão muscular.<sup>23</sup> O resultado encontrado neste estudo, discorda do trabalho realizado com militares, utilizando o teste de aptidão física, que encontrou diferenças somente após 72 horas<sup>24</sup>, mas está de acordo com a revisão realizada por Foschini<sup>25</sup>, que demonstra alterações na atividade de CK nas primeiras 24 horas após exercício, confirmado pelas afirmações do estudo de Chatzinikolaou<sup>26</sup>. As enzimas CK e LDH, que são encontradas no citoplasma celular, são liberadas na circulação quando ocorre ruptura de células musculares, assim, durante a corrida, o estresse mecânico parece ser um fator importante que provoca o extravasamento das enzimas musculares. Outros fatores como, distância percorrida, intensidade do esforço, temperatura, tipo de corrida e nível de treinamento influem nos valores encontrados nas variáveis CK e LDH<sup>27</sup>.

Em relação à atividade da enzima LDH, no grupo total e no subgrupo VO2 baixo, a recuperação ativa parece auxiliar para reduzir a atividade da enzima LDH, mesmo durante a recuperação realizada a 40% vVO2, executando um trajeto em média de  $2450 \pm 320$ m, durante 30 minutos, o que traria um dano muscular maior para o músculo destreinado. Uma vez que a recuperação passiva aumentou significativamente as concentrações de LDH, a recuperação ativa não apresentou aumento significativo desta enzima, diferenciando-se assim, a atividade enzimática pós esforço. Estes resultados parecem mostrar que a recuperação ativa, para este tipo de esforço, é totalmente viável, pois sujeitos destreinados são capazes de sofrer menos danos musculares com sua utilização.

Apesar da escala de qualidade total de recuperação ter sido utilizada como forma fidedigna de avaliação<sup>24, 28</sup>, este estudo parece demonstrar que não existe diferença entre os dois tipos de recuperação, mesmo com os sujeitos sentindo-se mais confortáveis,

através de relatos durante a realização do protocolo, verificando-se uma possível tendência para a recuperação ativa ser a melhor opção neste tipo de esforço.

Diante os resultados de tempo de execução e distância em que o indivíduo atinge a frequência cardíaca máxima, parece não haver diferença no desempenho, entre esforços consecutivos de 400 metros, na utilização da recuperação passiva ou ativa.

### **Conclusões**

Em nosso estudo, analisando as variáveis consideradas em relação à performance do indivíduo nas provas que tem a mesma exigência do esforço de 400 metros, em qualquer tipo de condicionamento, parece não existir diferença na recuperação pós esforço para obtenção do tempo final de execução, sensação de recuperação e distância onde os indivíduos atingem o pico de frequência cardíaca. Parece existir um menor dano muscular nos indivíduos destreinados que utilizam a recuperação ativa, mesmo somando uma carga de recuperação ativa de 30 minutos em cada esforço. Como recomendação, sugere-se uma verificação de CK e LDH após 48 e 72 horas, para uma maior eficácia na determinação dos resultados deste estudo e a utilização da EVA durante o mesmo seguimento temporal.

## Referências

1. Torres R, Ribeiro F, Alberto Duarte J, Cabri JM. Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 2012 May;13(2):101-14. PubMed PMID: 22498151. Epub 2012/04/14. eng.
2. Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Water immersion: does it enhance recovery from exercise? *Int J Sports Physiol Perform*. 2006 Sep;1(3):195-206. PubMed PMID: 19116434. Epub 2006/09/01. eng.
3. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: a brief review: brief review. *J Strength Cond Res*. 2008 May;22(3):1015-24. PubMed PMID: 18438210. Epub 2008/04/29. eng.
4. Mason RR, Cochrane DJ, Denny GJ, Firth EC, Stannard SR. Is 8 weeks of side-alternating whole-body vibration a safe and acceptable modality to improve functional performance in multiple sclerosis? *Disabil Rehabil*. 2012;34(8):647-54. PubMed PMID: 21992525. Epub 2011/10/14. eng.
5. Cortis C, Tessitore A, D'Artibale E, Meeusen R, Capranica L. Effects of post-exercise recovery interventions on physiological, psychological, and performance parameters. *Int J Sports Med*. 2010 May;31(5):327-35. PubMed PMID: 20180177. Epub 2010/02/25. eng.
6. Heyman E, B DEG, Mertens I, Meeusen R. Effects of four recovery methods on repeated maximal rock climbing performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2009 Jun;41(6):1303-10. PubMed PMID: 19461534. Epub 2009/05/23. eng.
7. Tessitore A, Meeusen R, Pagano R, Benvenuti C, Tiberi M, Capranica L. Effectiveness of active versus passive recovery strategies after futsal games. *J Strength Cond Res*. 2008 Sep;22(5):1402-12. PubMed PMID: 18714251. Epub 2008/08/21. eng.
8. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C, Duffield R. Metabolism and performance in repeated cycle sprints: active versus passive recovery. *Med Sci Sports Exerc*. 2006 Aug;38(8):1492-9. PubMed PMID: 16888464. Epub 2006/08/05. eng.
9. Zarrouk N, Rebai H, Yahia A, Souissi N, Hug F, Dogui M. Comparison of recovery strategies on maximal force-generating capacity and electromyographic activity level of the knee extensor muscles. *J Athl Train*. 2011 Jul-Aug;46(4):386-94. PubMed PMID: 21944070. Pubmed Central PMCID: 3419150. Epub 2011/09/29. eng.
10. Stanley J, Buchheit M. Moderate Recovery Unnecessary to Sustain High Stroke Volume during Interval Training. A Brief Report. *J Sports Sci Med*. 2014 May;13(2):393-6. PubMed PMID: 24790495. Pubmed Central PMCID: 3990895. Epub 2014/05/03. eng.
11. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988 Summer;6(2):93-101. PubMed PMID: 3184250. Epub 1988/01/01. eng.
12. Noakes TD. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. *Med Sci Sports Exerc*. 1988 Aug;20(4):319-30. PubMed PMID: 3050352. Epub 1988/08/01. eng.
13. Billat LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. *Sports Med*. 2001 Feb;31(2):75-90. PubMed PMID: 11227980. Epub 2001/03/03. eng.
14. Suzuki S, Sato T, Maeda A, Takahashi Y. Program design based on a mathematical model using rating of perceived exertion for an elite Japanese sprinter: a case study. *J Strength Cond Res*. 2006 Feb;20(1):36-42. PubMed PMID: 16503689. Epub 2006/03/01. eng.
15. Kellmann M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand J Med Sci Sports*. 2010 Oct;20 Suppl 2:95-102. PubMed PMID: 20840567. Epub 2010/09/25. eng.



16. Piedade MC, Galhardo MS, Battlehner CN, Ferreira MA, Caldini EG, de Toledo OM. Effect of ultrasound therapy on the repair of gastrocnemius muscle injury in rats. *Ultrasonics*. 2008 Sep;48(5):403-11. PubMed PMID: 18384832. Epub 2008/04/04. eng.
17. Basta G, Venneri L, Lazzerini G, Pasanisi E, Pianelli M, Vesentini N, et al. In vitro modulation of intracellular oxidative stress of endothelial cells by diagnostic cardiac ultrasound. *Cardiovasc Res*. 2003 Apr 1;58(1):156-61. PubMed PMID: 12667957. Epub 2003/04/02. eng.
18. Cortesão MIP. A IMPORTÂNCIA DA RECUPERAÇÃO EM ESFORÇOS DE CARACTERÍSTICAS LÁCTICAS [Dissertação]. Coimbra: UNIVERSIDADE DE COIMBRA; 2005.
19. Medbo JI, Burgers S. Effect of training on the anaerobic capacity. *Med Sci Sports Exerc*. 1990 Aug;22(4):501-7. PubMed PMID: 2402211. Epub 1990/08/01. eng.
20. Pelicer FR, Higino WP, Horita RY, Meira FC, Alves AP. Influence of Neuromuscular Fatigue and Metabolic Acidosis on the 400-Meter Race. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2011;17(2):127-31.
21. Ferguson C, Rossiter HB, Whipp BJ, Cathcart AJ, Murgatroyd SR, Ward SA. Effect of recovery duration from prior exhaustive exercise on the parameters of the power-duration relationship. *J Appl Physiol* (1985). 2010 Apr;108(4):866-74. PubMed PMID: 20093659. Epub 2010/01/23. eng.
22. Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports Med*. 2006;36(9):781-96. PubMed PMID: 16937953. Epub 2006/08/30. eng.
23. Silva DP, Curty VM, Areas JM, Souza SC, Hackney AC, Machado M. Comparison of DeLorme with Oxford resistance training techniques: effects of training on muscle damage markers. *Biology of Sport*. 2010;27(02):77-81.
24. Curty VM, Barra Filho MG. RECOVERY STATE EVALUATED BY TWO METHODS AFTER PHYSICAL FITNESS TEST. *Brazilian Journal of Biomotricity*. 2011;5(3):186-99.
25. Foschini D, Prestes J, Charro MA. Relação entre exercício físico; dano muscular e dor muscular de início tardio. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 2007;9(1):101-6.
26. Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Gourgoulis V, Avloniti A, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, et al. Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. *J Strength Cond Res*. 2010 May;24(5):1389-98. PubMed PMID: 20386477. Epub 2010/04/14. eng.
27. Dittrich N. RESPOSTAS CARDIORESPIRATÓRIAS, NEUROMUSCULARES E BIOQUÍMICAS NO TEMPO DE EXAUSTÃO EM PROTOCOLO CONTÍNUO E INTERMITENTE NA CORRIDA. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2012.
28. Freitas VH, Miloski B, Coimbra DR, Barra Filho MG. Estado de recuperação de atletas de voleibol ao longo de um período de treinamento. *Revista de Educação Física*. 2010.

### Legenda das figuras

Figura 1. Quantificação do delta de variação da enzima creatina quinase (CK) plasmática no grupo de sujeitos submetidos à recuperação passiva (barra branca) e recuperação ativa (barra preta). (a) grupo total (n=21), (b) subgrupo VO2 alto (n=10), (c) subgrupo VO2 baixo (n=11). Os resultados estão expressos em média  $\pm$  dp.

Figura 2. Quantificação do delta de variação da enzima lactato desidrogenase (LDH) plasmática no grupo de sujeitos submetidos à recuperação passiva (barra branca) e recuperação ativa (barra preta). (a) grupo total (n=21), (b) subgrupo VO2 alto (n=10), (c) subgrupo VO2 baixo (n=11). Os resultados estão expressos em média  $\pm$  dp. O \* denota diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos.

Figura 3. Quantificação do delta de variação da concentração de lactato sanguíneo [La] no grupo de sujeitos submetidos à recuperação passiva (barra branca) e recuperação ativa (barra preta) em 5 momentos: medida realizada 5 minutos após o primeiro esforço (P1), medida realizada 40 minutos após o primeiro esforço (P2), medida realizada 5 minutos após o segundo esforço (P3), medida realizada 40 minutos após o segundo esforço (P4) e 24 horas após o primeiro esforço (P5). (a) grupo total (n=21), (b) subgrupo VO2 alto (n=10), (c) subgrupo VO2 baixo (n=11). Os resultados estão expressos em média  $\pm$  dp.

Figura 4. Quantificação da escala visual analógica (EVA), utilizada para quantificação da dor, no grupo de sujeitos submetidos à recuperação passiva (barra branca) e recuperação ativa (barra preta) em dois momentos: medida basal (pré) e 24 horas após a medida basal (pós). (a) grupo total (n=21), (b) subgrupo VO2 alto (n=10), (c) subgrupo VO2 baixo (n=11). Os resultados estão expressos em média  $\pm$  dp.

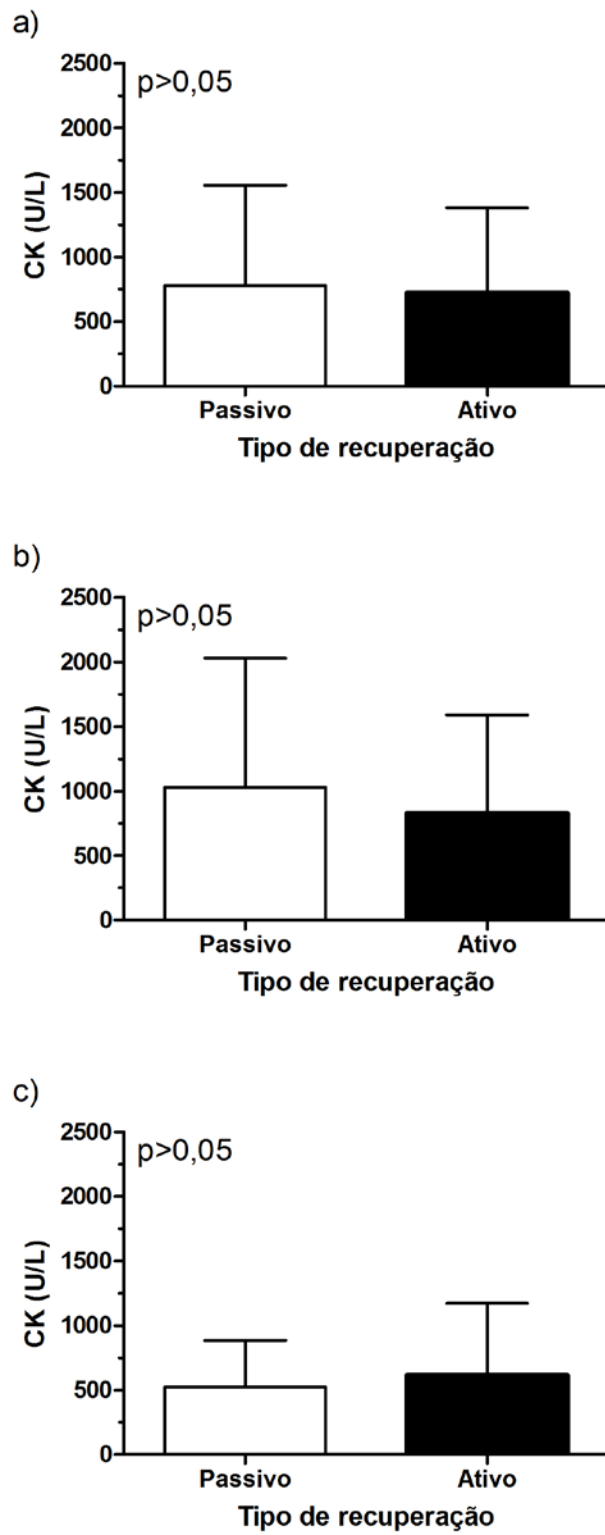


Figura 1.

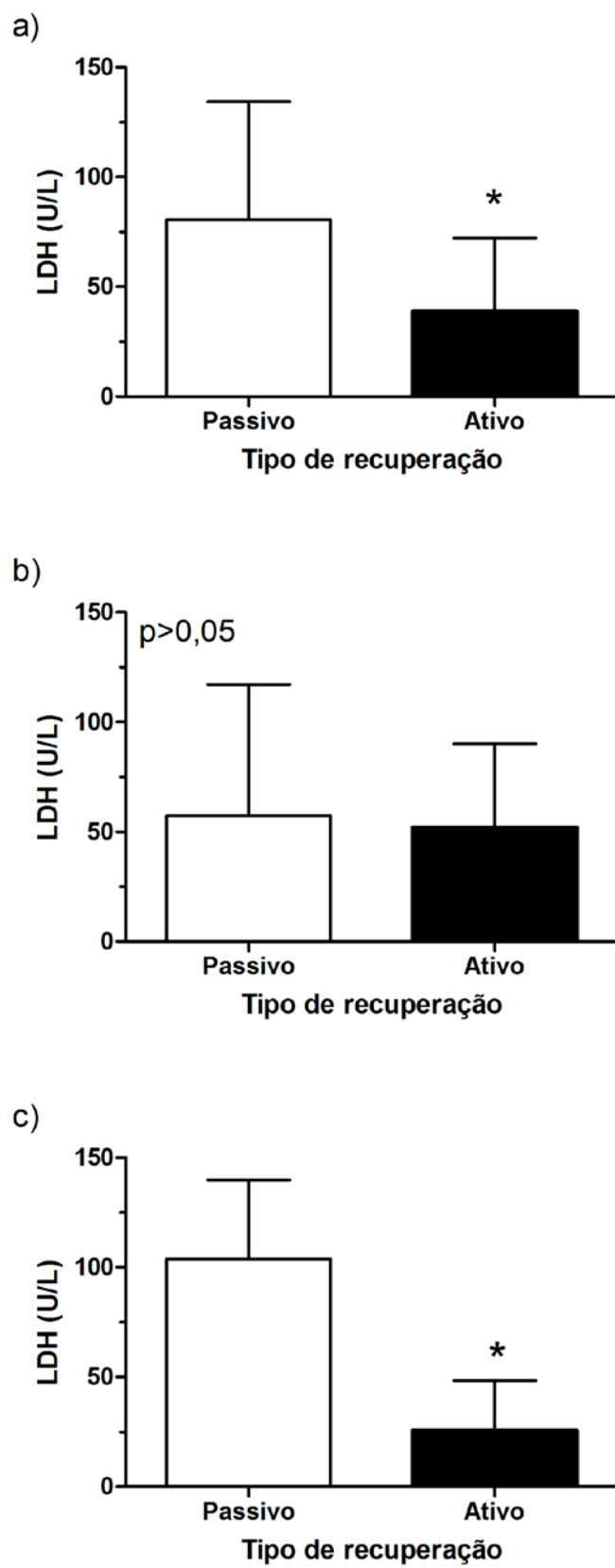
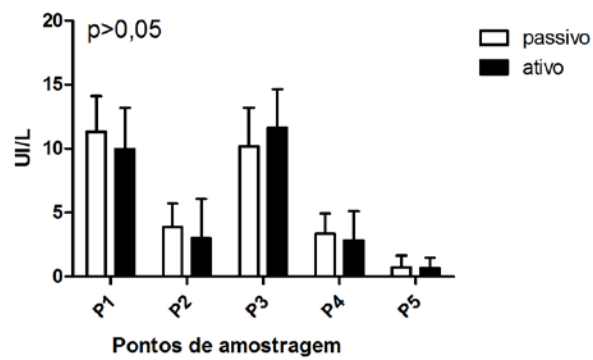
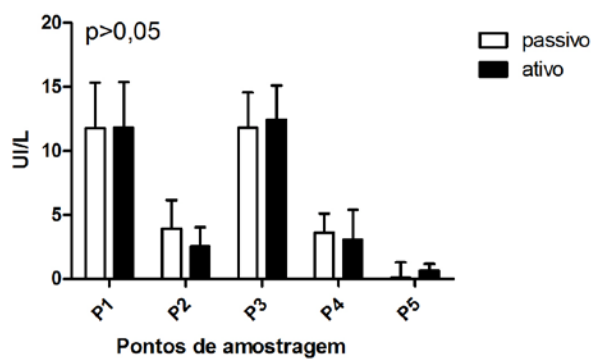


Figura 2.

a)



b)



c)

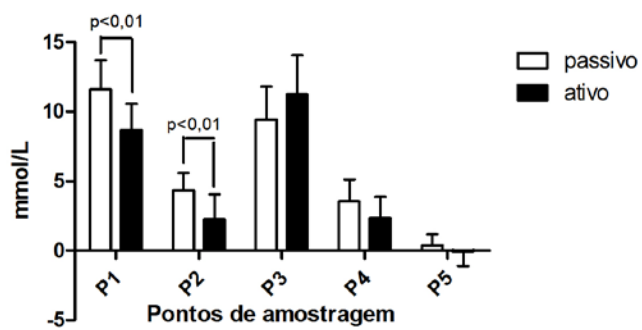
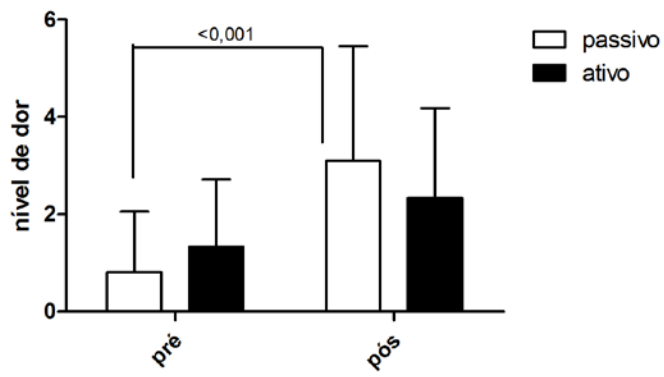
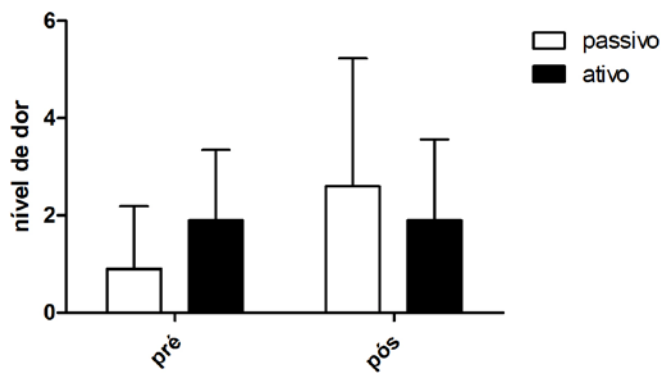


Figura 3.

a)



b)



c)

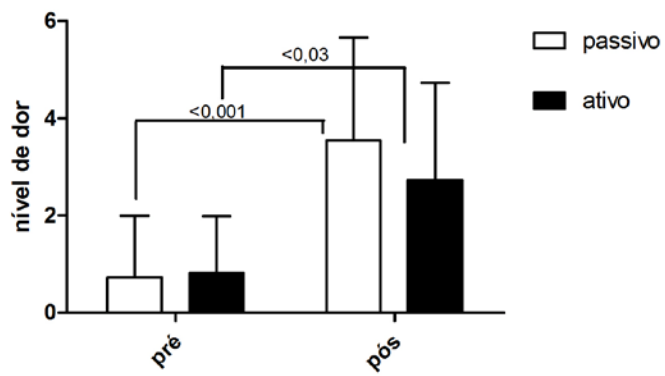


Figura 4.

Quadro I. Esquema dos procedimentos adotados ao longo do protocolo.

		Primeiro bloco			Segundo bloco	
Dia 1		Dia 2	Dia 3		Dia 4	Dia 5
Avaliação antropométrica e avaliação indireta do consumo máximo de oxigênio	<b>72 horas</b>	Coleta: sanguínea (5ml), [La], EVA basais Esforço 400m 5' após: [La] 30' Recuperação 40' após: QTR, [La] Esforço 400m 5' após: [La] 30' Recuperação 40' após: QTR, [La]	<b>24 horas após</b> Coleta: sanguínea (5ml), EVA, QTR, [La], basais. Esforço 400m	<b>72 horas</b>	Coleta FC, PA, [La] basais Esforço 400m 5' após: FC, PA, [La] 30' Recuperação 40' após: FC, PA, [La] Esforço 400m 5' após: FC, PA, [La] 30' Recuperação 40' após: FC, PA, [La]	<b>24 horas após</b> Coleta: sanguínea (5ml), EVA, QTR, [La], basais. Esforço 400m

Tabela 1. Descrição das variáveis de rendimento, percepção de esforço e escala de recuperação (N=21). Resultados apresentados em média  $\pm$  dp

Variáveis	Grupo total (n=21)			Subgrupo VO2 alto (n=10)			Subgrupo VO2 baixo (n=11)		
	Rec. ativa	Rec. passiva	Valor de p	Rec. ativa	Rec. passiva	Valor de p	Rec. ativa	Rec. passiva	Valor de p
EVA pré	1,3 $\pm$ 1,4	0,8 $\pm$ 1,2	0,21	1,9 $\pm$ 1,4	0,9 $\pm$ 1,3	0,12	0,9 $\pm$ 1,2	0,5 $\pm$ 1,1	0,86
EVA pós	2,3 $\pm$ 1,9	3,1 $\pm$ 2,4	0,25	1,9 $\pm$ 1,7	2,6 $\pm$ 2,6	0,49	2,5 $\pm$ 2	3,2 $\pm$ 1,9	0,36
QTR após primeira recuperação	16,5 $\pm$ 2,1	14 $\pm$ 2,8	0,07	15,5 $\pm$ 1,6	13,6 $\pm$ 3,4	0,13	17,4 $\pm$ 2,2	15,4 $\pm$ 2,2	0,06
QTR após segunda recuperação 2	15,6 $\pm$ 2,3	15,1 $\pm$ 1,7	0,61	15,3 $\pm$ 1,3	14,7 $\pm$ 1,7	0,39	15,8 $\pm$ 3,2	15,7 $\pm$ 1,6	0,80
QTR após terceira recuperação 3	15,8 $\pm$ 2,6	15 $\pm$ 2,4	0,62	15,3 $\pm$ 1,8	14,9 $\pm$ 2,2	0,66	16,1 $\pm$ 3,4	15,3 $\pm$ 2,8	0,40
Distância onde atingiu a fcmáx no primeiro esforço (m)	313,8 $\pm$ 85,3	279,6 $\pm$ 103	0,25	305,9 $\pm$ 105,2	277,6 $\pm$ 116,1	0,57	320,9 $\pm$ 67	281,5 $\pm$ 95,4	0,27
Distância onde atingiu a fcmáx no segundo esforço (m)	353 $\pm$ 47,8	332,2 $\pm$ 75,6	0,29	351,8 $\pm$ 44,3	331,7 $\pm$ 85	0,52	354 $\pm$ 53	332,5 $\pm$ 70,2	0,43
Distância onde atingiu a fcmáx no terceiro esforço (m)	341,4 $\pm$ 63,9	328,1 $\pm$ 64	0,50	326,5 $\pm$ 80,8	346,6 $\pm$ 55,2	0,52	355 $\pm$ 43,1	311,3 $\pm$ 69,4	0,09
Tempo do primeiro esforço (seg)	73,4 $\pm$ 9,9	73,1 $\pm$ 11,6	0,93	65,5 $\pm$ 4,2	64,2 $\pm$ 3,8	0,49	81,7 $\pm$ 7,4	81,8 $\pm$ 10,6	0,88
Tempo do segundo esforço (seg)	75,3 $\pm$ 10,3	75,1 $\pm$ 11	0,95	68,7 $\pm$ 8,8	66,3 $\pm$ 4,6	0,46	82,2 $\pm$ 7,5	83,5 $\pm$ 9,2	0,63
Tempo do terceiro esforço (seg)	73,2 $\pm$ 10,1	73,1 $\pm$ 10,3	1,00	65,3 $\pm$ 4,4	64,9 $\pm$ 2,8	0,81	81,2 $\pm$ 8,2	81,6 $\pm$ 8,7	0,93



## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness publishes scientific papers relating to the area of the applied physiology, preventive medicine, sports medicine and traumatology, sports psychology. Manuscripts may be submitted in the form of editorials, original articles, review articles, case reports, therapeutical notes, special articles and letters to the Editor.

Manuscripts are expected to comply with the instructions to authors which conform to the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Editors by the International Committee of Medical Journal Editors ([www.icmje.org](http://www.icmje.org)). Articles not conforming to international standards will not be considered for acceptance.

Papers should be submitted directly to the online Editorial Office at the Edizioni Minerva Medica website:

[www.minervamedica.it](http://www.minervamedica.it)

Submission of the manuscript means that the paper is original and has not yet been totally or partially published and, if accepted, will not be published elsewhere either wholly or in part. All illustrations should be original. Illustrations taken from other publications must be accompanied by the publisher's permission. The Authors agree to transfer the ownership of copyright to the Journal of Sports Medicine and Physical Fitness in the event the manuscript is published. The journal adheres to the principles set forth in the Helsinki Declaration and states that all reported research concerning human beings should be conducted in accordance with such principles. The journal also adheres to the International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals recommended by the WHO and requires that all research on animals be conducted in accordance with these principles. The Authors, if necessary, must indicate that the study has been approved by the ethics committee and that patients have given their informed consent. Authors must also indicate whether they have any financial agreement with any organization that were involved in the research by filling the relevant form. Papers must be accompanied by the following authors' statement relative to copyright, ethics and conflicts of interest, signed by all authors: "The undersigned authors transfer the ownership of copyright to the Journal of Sports Medicine and Physical Fitness should their work be published in this journal. They state that the article is original, has not been submitted for publication in other journals and has not yet been published either wholly or in part. They state that they are responsible for the research that they have designed and carried out; that they have participated in drafting and revising the manuscript submitted, whose contents they approve. In the case of studies carried out on human beings, the authors confirm that the study was approved by the ethics committee and that the patients gave their informed consent. They also state that the research reported in the paper was undertaken in compliance with the Helsinki Declaration and the International Principles governing research on animals. They agree to inform Edizioni Minerva Medica of any conflict of interest that might arise, particularly any financial agreements they may have with pharmaceutical or biomedical firms whose products are pertinent to the subject matter dealt with in the manuscript. " The authors implicitly agree to their paper being peer-reviewed. All manuscripts will be reviewed by Editorial Board members who reserve the right to reject the manuscript without entering the review process in the case that the topic, the format or ethical aspects are inappropriate. Once accepted, all manuscripts are subjected to copy editing. If modifications to the manuscript are requested, the corrected version should be sent to

the online Editorial Office with the modified parts underlined and highlighted. The revised version should be accompanied by a letter with point-by-point responses to the reviewers' comments.

Correction of proofs should be limited to typographical errors. Substantial changes in content (changes of title and authorship, new results and corrected values) are subject to editorial review. Changes that do not conform to the journal's style are not accepted. Corrected proofs must be sent back within 3 working days to the online Editorial Office of the Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. In case of delay, the editorial staff of the journal may correct the proofs on the basis of the original manuscript. Forms for ordering reprints are sent together with the proofs.

Publication of manuscripts is free of charge. Colour figures, linguistic revision, and excessive alterations to proofs will be charged to the authors.

For further information about publication terms please contact the Editorial Office of the Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, Edizioni Minerva Medica, Corso Bramante 83-85, 10126 Torino, Italy – Phone +39-011-678282 – Fax +39-011-674502 – E-mail [journals2.dept@minervamedica.it](mailto:journals2.dept@minervamedica.it).

#### Article types

Instructions for the most frequent types of articles submitted to the journal.

**Editorials.** Commissioned by the Editor in Chief or the Managing Editor, editorials deal with a subject of topical interest about which the author expresses his/her personal opinion. No more than 1000 words (3 typed, double-spaced pages) and up to 15 references will be accepted.

**Original articles.** These should be original contributions to the subject. The text should be 3000-5500 words (8 to 16 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 50 references will be accepted. The article must be subdivided into the following sections: introduction, materials and methods, results, discussion, conclusions. In the introduction the aim of the study should be clearly summed up. The materials and methods section should describe in a logical sequence how the study was designed and carried out, how the data were analyzed (what hypothesis was tested, what type of study was carried out, how randomization was done, how the subjects were recruited and chosen, provide accurate details of the main features of treatment, of the materials used, of drug dosages, of unusual equipments, of the statistical method ...). In the results section the answers to the questions posed in the introduction should be given. The results should be reported fully, clearly and concisely supported, if necessary, by figures, graphs and tables. The discussion section should sum up the main results, critically analyze the methods used, compare the results obtained with other published data and discuss the implications of the results. The conclusions should briefly sum up the significance of the study and its future implications.

**Review articles.** Generally commissioned by the Editor in Chief or the Managing Editor, review articles should discuss a topic of current interest, outline current knowledge of the subject, analyze different opinions regarding the problem discussed, be up-to-date on the latest data in the literature. The text should be 6000-12000 words (17 to 34 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 100 references will be accepted.

**Case reports.** These give a description of particularly interesting cases. The text should be 2000-3000 words (6 to 8 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 30 references will be accepted. The article must be subdivided into the following sections: introduction, case report or clinical series, discussion, conclusions.

Therapeutical notes. These are intended for the presentation and assessment of new medical and surgical treatments. The text should be 3000-5500 words (8 to 16 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 30 references will be accepted. The article must be subdivided into the following sections: introduction, materials and methods, results, discussion, conclusions.

Special articles. These are articles on the history of medicine, health care delivery, ethics, economic policy and law concerning sports medicine. The text should be 3000-7000 words (8 to 20 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 50 references will be accepted.

Letters to the Editor. These may refer to articles already published in the journal or to a subject of topical interest that the authors wish to present to readers in a concise form. The text should be 500-1000 words (1 to 3 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 5 references will be accepted.

Guidelines. These are documents drawn up by special committees or authoritative sources.

The number of figures and tables should be appropriate for the type and length of the paper.

## Preparation of manuscripts

### Text file

Manuscripts must be drafted according to the template for each type of paper (editorial, original article, review, case report, therapeutical note, special article, letter to the Editor).

The paper should be type written double spaced with margins of at least 2.5 cm on 212·297 mm format sheets (ISOA4). The formats accepted are Word and RTF. The text file must contain title, authors' details, notes, abstract, key words, text, references and titles of tables and figures. Tables and figures should be submitted as separate files.

### Title and authors' details

- Short title, with no abbreviations.
- First name and surname of the authors.
- Affiliation (section, department and institution) of each author.

### Notes

- Dates of any congress where the paper has already been presented.
- Mention of any funding or research contracts or conflict of interest.
- Acknowledgements.
- Name, address, e-mail of the corresponding author.

### Abstract and key words

Articles should include an abstract of between 200 and 250 words. For original articles and therapeutical notes, the abstract should be structured as follows: aim (aim of the study), methods (experimental design, patients and interventions), results (what was found), conclusion (meaning of the study). Key words should refer to the terms from Medical Subject Headings (MeSH) of MEDLINE/PubMed. No abstracts are required for editorials or letters to the Editor.

### Text

Identify methodologies, equipment (give name and address of manufacturer in brackets) and procedures in sufficient detail to allow other researchers to reproduce results.

Specify well-known methods including statistical procedures; mention and provide a brief description of published methods which are not yet well known; describe new or modified methods at length; justify their use and evaluate their limits. For each drug generic name, dosage and administration routes should be given. Brand names for drugs

should be given in brackets. Units of measurement, symbols and abbreviations must conform to international standards. Measurements of length, height, weight and volume should be given in metric units (meter, kilogram, liter) or their decimal multiples. Temperatures must be expressed in degrees Celsius. Blood pressure must be expressed in millimeters of mercury. All clinical chemistry measurements should be expressed in metric units using the International System of Units (SI). The use of unusual symbols or abbreviations is strongly discouraged. The first time an abbreviation appears in the text, it should be preceded by the words for which it stands.

#### References

It is expected that all cited references will have been read by the authors. The references must contain only the authors cited in the text, be numbered in Arabic numerals and consecutively as they are cited. Bibliographical entries in the text should be quoted using superscripted Arabic numerals. References must be set out in the standard format approved by the International Committee of Medical Journal Editors ([www.icmje.org](http://www.icmje.org)).

#### JOURNALS

Each entry must specify the author's surname and initials (list all authors when there are six or fewer; when there are seven or more, list only the first six and then "et al."), the article's original title, the name of the Journal (according to the abbreviations used by MEDLINE/PubMed), the year of publication, the volume number and the number of the first and last pages. When citing references, please follow the rules for international standard punctuation carefully.

#### Examples:

- Standard article.

Sutherland DE, Simmons RL, Howard RJ. Intracapsular technique of transplant nephrectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1978;146:951-2.

- Organization as author

International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. *Ann Int Med* 1988;108:258-65.

- Issue with supplement

Payne DK, Sullivan MD, Massie MJ. Women's psychological reactions to breast cancer. *Semin Oncol* 1996;23(1 Suppl 2):89-97.

#### BOOKS AND MONOGRAPHS

For occasional publications, the names of authors, title, edition, place, publisher and year of publication must be given.

#### Examples:

- Books by one or more authors

Rossi G. *Manual of Otorhinolaryngology*. Turin: Edizioni Minerva Medica; 1987.

- Chapter from book

De Meester TR. Gastroesophageal reflux disease. In: Moody FG, Carey LC, Scott Jones R, Ketly KA, Nahrwold DL, Skinner DB, editors. *Surgical treatment of digestive diseases*. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1986. p. 132-58.

- Congress proceedings

Kimura J, Shibasaki H, editors. *Recent advances in clinical neurophysiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology*; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

#### ELECTRONIC MATERIAL

- Standard journal article on the Internet

Kaul S, Diamond GA. Good enough: a primer on the analysis and interpretation of noninferiority trials. *Ann Intern Med* [Internet]. 2006 Jul 4 [cited 2007 Jan 4];145(1):62-9. Available from: <http://www.annals.org/cgi/reprint/145/1/62.pdf>

- Standard citation to a book on CD-ROM or DVD

Kacmarek RM. Advanced respiratory care [CD-ROM]. Version 3.0. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; ©2000. 1 CD-ROM: sound, color, 4 3/4 in.

- Standard citation to a homepage

AMA: helping doctors help patients [Internet]. Chicago: American Medical Association; ©1995-2007 [cited 2007 Feb 22]. Available from: <http://www.ama-assn.org/>.

Footnotes and endnotes of Word must not be used in the preparation of references.

References first cited in a table or figure legend should be numbered so that they will be in sequence with references cited in the text taking into consideration the point where the table or figure is first mentioned. Therefore, those references should not be listed at the end of the reference section but consecutively as they are cited.

Titles of tables and figures

Titles of tables and figures should be included both in the text file and in the file of tables and figures.

File of tables

Each table should be submitted as a separate file. Formats accepted are Word and RTF. Each table must be typed correctly and prepared graphically in keeping with the page layout of the journal, numbered in Roman numerals and accompanied by the relevant title. Notes should be inserted at the foot of the table and not in the title. Tables should be referenced in the text sequentially.

File of figures

Each figure should be submitted as a separate file. Formats accepted: JPEG set at 300 dpi resolution preferred; other formats accepted are TIFF, PNG, PDF (high quality) and Word (for graphs). Figures should be numbered in Arabic numerals and accompanied by the relevant title. Figures should be referenced in the text sequentially.

Reproductions should be limited to the part that is essential to the paper.

Histological photographs should always be accompanied by the magnification ratio and the staining method.

If figures are in color, it should always be specified whether color or black and white reproduction is required. The cost of color figures will be charged to the Authors.

Optimal dimensions for publication of figures in the journal are:

- 8.6 cm (basis) × 4.8 cm (high)
- 8.6 cm (basis) × 9 cm (high)
- 17.6 cm (basis) × 9 cm (high)
- 17.6 cm (basis) × 18.5 cm (high): 1 page.

DIVULGAÇÃO PARA IMPRENSA

## RECUPERAÇÃO PÓS EXERCÍCIO EM SUJEITOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONDICIONAMENTO FÍSICO

Em estudo realizado pela Escola Superior de Educação Física (ESEF) da UFPEL, pelo educador físico Daniel Guimarães Soares, mestrando do programa de Pós-graduação em Educação Física, mostrou que não existe diferença em performance na utilização da recuperação passiva e recuperação ativa em esforços de 400 metros. A realização da recuperação ativa parece fazer com que os indivíduos com condição aeróbia baixa não tenham uma maior lesão muscular após a execução dos esforços.

Os participantes do estudo, realizados em 2013, foram homens saudáveis com idade entre 18 e 35 anos. Foram medidas as concentrações plasmáticas de dois marcadores de lesão muscular as enzimas CK e LDH. Quando estas substâncias atingem um nível elevado no sangue, pode indicar lesão muscular.

Foi utilizado o teste yoyo para verificar e fazer a divisão dos grupos na condição aeróbia. E logo após os participantes realizaram 2 esforços de 400m em um dia e outro esforço no último dia.

Os dados do estudo sugerem que a recuperação ativa seja realizada por indivíduos mal condicionados para que exista um menor nível de lesão muscular.