

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO HUMANO**

**ALECSANDRA PINHEIRO VENDRUSCULO**

**ANÁLISE DE LESÃO MUSCULAR E COMPORTAMENTO DO  $VO_{2\text{máx}}$  ENTRE UM  
PROGRAMA DE TREINAMENTO DE CORRIDA EM PISCINA FUNDA E CORRIDA  
EM TERRA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**PORTO ALEGRE  
2005**

**ALECSANDRA PINHEIRO VENDRUSCULO**

**ANÁLISE DE LESÃO MUSCULAR E COMPORTAMENTO DO  $VO_{2máx}$  ENTRE UM  
PROGRAMA DE TREINAMENTO DE CORRIDA EM PISCINA FUNDA E CORRIDA  
EM TERRA**

**Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa  
de Pós-graduação em Ciências do Movimento  
Humano, como requisito parcial para obtenção do  
grau de MESTRE EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO  
HUMANO – ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE**

**Orientador: Luiz Fernando Martins Kruei**

**Porto Alegre  
2005**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

A COMISSÃO EXAMINADORA, ABAIXO ASSINADA, APROVA A DISSERTAÇÃO

ANÁLISE DE LESÃO MUSCULAR E COMPORTAMENTO DO  $VO_{2\text{máx}}$  ENTRE UM  
PROGRAMA DE TREINAMENTO DE CORRIDA EM PISCINA FUNDA E CORRIDA EM  
TERRA

ELABORADA POR

ALECSANDRA PINHEIRO VENDRUSCULO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM  
CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO – ATIVIDADE FÍSICA E PERFORMANCE

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

Dr. Álvaro Reischak de Oliveira – UFRGS

---

Dra. Flávia Meyer – UFRGS

---

Dr. Sérgio Gregório da Silva - UFPAR

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel, pela confiança no meu trabalho, pela orientação e ainda pelo companheirismo e amizade nesse período de convivência diária.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Valdomiro e Silésia pela dedicação, paciência e acima de tudo pelo apoio em todos os momentos da minha vida, sem dúvida nunca teria alcançado meus objetivos sem a confiança e segurança de vocês.

Aos meus irmãos Giuliano e Flaviano pela ajuda contínua nesse período e a Miriam e ao Lorenzo pelo apoio e interesse contínuo.

Ao Anderson e seus familiares, com quem sempre pude contar e acredito que sempre torceram por mim. Anderson, obrigado pelo companheirismo, apoio, solidariedade, carinho e a certeza de que sou amada.

Aos meus tios, Dilson e Diva, pela colaboração na realização desse sonho.

A todo grupo GPAA, pela contribuição na elaboração dessa dissertação.

Aos amigos e meus mestres, Marcelão, Michel, Leonardo e Gabi, MUITO OBRIGADO!!!!

Aos meus orientandos Fernando e Patrícia, vocês fazem parte da minha vida e sem dúvida a participação de vocês foi decisiva na elaboração e conclusão deste trabalho.

Ao Dr. Ricardo, do Instituto de Pesquisas Biológicas, muito obrigado pela cedência do espaço, material e orientação.

Ao Dr. Ronaldo Lucena, pela realização gratuita dos exames de ultra-sonografia, além da disponibilidade de tempo para orientação.

A Dr. Rosemary Petkowicz, pela colaboração na coleta de dados e amizade construída durante este período.

A Laura, pela disponibilidade em todos os momentos solicitados.

A Aninha e ao Márcio pela colaboração nas coletas de dados e material necessário.

Aos funcionários da secretaria do pós graduação pela paciência e dedicação em todos os momentos.

Aos funcionários da secretaria do LAPEX pela disponibilidade e contribuição em momentos decisivos.

Aos professores que auxiliaram na minha formação científica, em especial Álvaro Oliveira e Adroaldo Gaya.

Aos sujeitos deste estudo pela dedicação e superação durante o período de treinamento.

A tia Cândida, que da sua maneira esteve sempre comigo.

## RESUMO

É bem documentada na literatura a alta incidência de lesões mioarticulares em corredores; e um método atrativo de treinamento desenvolvido não só para complementar a corrida em terra, mas até mesmo para substituí-la é a corrida em piscina funda. É uma modalidade que além de melhorar a capacidade aeróbia, não oferece riscos de traumas ortopédicos devido à menor incidência de estresse mioarticular e auxilia durante o processo de recuperação de lesões de membro inferior. Este estudo teve por objetivo avaliar e comparar a ocorrência de lesão muscular e o comportamento do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) entre um programa de treinamento de corrida em terra (CT) e um programa de treinamento de corrida em piscina funda (CPF), em indivíduos não-treinados. Os sujeitos foram divididos em dois grupos experimentais: CT e CPF. Os programas de treinamento foram realizados durante 12 semanas, sendo a intensidade do treinamento avaliada a partir da sensação subjetiva ao esforço. Analisou-se o comportamento do  $VO_{2máx}$  pré e pós-treinamento. Para a análise de lesão muscular, utilizaram-se a concentração sanguínea de creatina quinase (CK) e a ultra-sonografia (US) na região dos isquiotibiais, em vários momentos do treinamento. Para a determinação da CK entre as medidas de cada coleta e entre os grupos experimentais, foi utilizado o teste estatístico ANOVA two-way com medidas repetidas; e, para análise do comportamento da CK entre as quatro coletas e entre os grupos experimentais, foi utilizada ANOVA two-way com medidas repetidas. O *post-hoc* de Bonferroni foi realizado quando havia diferença estatisticamente significativa. Para o  $VO_{2máx}$  em cada grupo experimental, foi utilizado o Teste *t* de Student para amostras pareadas; e, para comparação entre os grupos, foi realizado ANOVA two-way com medidas repetidas; e novamente o *post-hoc* de Bonferroni foi realizado quando havia diferença estatisticamente significativa. Para análise dos dados de US, foi utilizado o teste estatístico de Cochran's Q. O nível de significância aceito foi de 5% ( $p < 0,05$ ). Quando se analisou o comportamento do  $VO_{2máx}$  para os grupos CPF e CT, verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os valores pré e pós-treinamento, mas não houve diferença entre os grupos experimentais. Quanto à CK, após a análise dos dados da coleta 1, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais na medida 24 h após a sessão de treinamento, o que não foi verificado nas outras coletas, em que não houve diferença entre os grupos experimentais em nenhum momento. Para o grupo CT, somente nas coletas 2 e 4 verificou-se diferença estatisticamente significativa entre as medidas 24h após e 48h após a sessão de treinamento. Nas análises entre as medidas pré, pós, 24h após e 48h após nas diferentes coletas, não ocorreram diferenças significativas entre as medidas e nem entre os grupos experimentais. Quanto à US, tanto no grupo CPF quanto no CT, não houve diferença significativa entre os exames, mas foi no grupo CT que apareceram duas lesões na terceira coleta. Concluiu-se que as duas modalidades de treinamento proporcionam uma melhora na aptidão cardiorrespiratória dos sujeitos; e, embora não tenha ocorrido diferença significativa em algumas coletas de CK entre os grupos de treinamento, a corrida em terra provocou maiores níveis de aumento na concentração sanguínea de CK do que a corrida em piscina funda, sugerindo que o meio líquido pode ser o mais indicado para proteger o sistema musculoesquelético.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO HUMANO

Autor: Alecsandra Pinheiro Vendrusculo

Orientador: Luiz Fernando Martins Kruel

Título: ANÁLISE DE LESÃO MUSCULAR E COMPORTAMENTO DO  $VO_{2máx}$  ENTRE  
UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE CORRIDA EM PISCINA FUNDA E CORRIDA  
EM TERRA

Dissertação de Mestrado em Ciências do Movimento Humano

Porto Alegre, março de 2005

## ABSTRACT

The high incidence of myoarticular injuries in runners is well documented in literature; and an attractive training method developed not only for complementing land running but also for replacing it is the deep water running. This modality, besides improving aerobic fitness, offers no risks of orthopedic traumas due to the lower incidence of myoarticular stress and is helpful in the recovery process from lower limb injuries. The purposes of this study were to examine and to compare the occurrence of muscle injuries and the behavior of maximal oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ) between a land running training program (LR) and a deep water running program (DWR), in untrained individuals. Subjects were divided into two experimental groups: LR and DWR. Training programs lasted 12 weeks, and training intensity was evaluated using the rating of perceived exertion. The pre and post-training behavior of  $VO_{2max}$  was evaluated. For muscle injury analysis, blood concentration of creatine kinase (CK) and ultrasonography (US) were used in the hamstrings area, in several moments of training. For CK determination between measures of each collection and between experimental groups, the two-way repeated measures ANOVA statistical test was conducted. For CK behavior analysis between the four collections and between experimental groups, the two-way repeated measures ANOVA was conducted. The Bonferroni *post-hoc* test was conducted when statistically significant differences were found. For  $VO_{2max}$  in each experimental group, the Student's *t* test for paired samples was conducted; for comparison between groups, the two-way repeated measures ANOVA was conducted, and again the Bonferroni *post-hoc* test was conducted when statistically significant differences were found. For US data analysis, the Cochran's Q statistical test was conducted. The level of significance accepted was 5% ( $p < 0,05$ ). When the  $VO_{2max}$  behavior for CPF and LR groups was analyzed, statistically significant differences between pre and post-training values were verified; however, no differences were found between experimental groups. Regarding CK, after the data analysis of collection # 1, statistically significant differences were observed between experimental groups in the measure taken 24 hours after training session; whereas in the other collections, there were no differences between experimental groups in any moment. For LR group, statistically significant differences between the measures taken 24 hours after and 48 hours after training session were observed only in collections # 2 and 4. In the analysis between the measures taken pre, post, 24 hours after, and 48 hours after training session in the different collections, no significant differences occurred between measures neither between experimental groups. Regarding US, both in CPF group and in LR, there were no significant differences between exams; however, two injuries occurred in LR group in the third collection. We concluded that both training modalities do provide an improvement in the subjects' cardiorespiratory fitness; and although no significant difference has occurred in some CK collections between training groups, land running provoked higher levels of increase in CK blood concentration than deep water running, thus suggesting that aquatic environment may be the most appropriate to protect the musculoskeletal system.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
HUMAN MOVEMENT SCIENCE PÓS-GRADUATION PROGRAM

Author: Alecsandra Pinheiro Vendrusculo

Adviser: Luiz Fernando Martins Kruel

Title: ANALYSIS OF THE MUSCLE INJURIE AND BEHAVIOR OF THE  $VO_{2\text{máx}}$   
BETWEEN A DEEP-WATER RUNNING AND LAND RUNNING TRAINING PROGRAM

Master Dissertation in Human Movement Science Pós-graduation

Porto Alegre, march de 2005

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.O Problema e sua Importância.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.Objetivos.....</b>	<b>21</b>
1.2.1. Objetivo geral.....	21
1.2.2. Objetivos Específicos.....	21
<b>1.3. Definição Operacional de Termos.....</b>	<b>22</b>
1.3.1. Corrida me Terra.....	22
1.3.2. Corrida em Piscina Funda.....	22
1.3.3. Lesão Muscular.....	22
1.3.4. Consumo de Oxigênio.....	22
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>23</b>
2.1.Ação Muscular na Corrida.....	24
2.1.1.Isquiostibiais.....	26
<b>2.2. Lesão Musculoesquelética.....</b>	<b>28</b>
2.2.1. Perspectiva Histórica.....	28
2.2.2. Lesão Tecidual.....	29
2.2.3. Evidências de Lesão Pós-exercício.....	31
2.2.4. Lesões no Músculo Esquelético.....	32
2.2.5. Principais Causas e Incidência de Lesões em Corredores.....	35
<b>2.3. Treinamento Desportivo x Lesão.....</b>	<b>38</b>
2.3.1. Estudos Comparativos entre Corrida em Piscina Funda e Corrida em Terra.....	40
2.3.2. Princípios Gerais de Prescrição do Exercício.....	43
2.3.3. Componentes da Sessão de Treinamento.....	45
2.3.4. Aptidão Cardiorrespiratória.....	47
2.3.5. Forma de Treinamento.....	49
<b>2.4. Métodos de Avaliação.....</b>	<b>50</b>
2.4.1. Ultra-sonografia.....	50
2.4.1.1. Técnica do Exame.....	52
2.4.2. Creatina Quinase.....	53
2.4.2.1. Função e Estrutura.....	54
2.4.2.2. Tempo de Curso e Mecanismo de Efluxo.....	55
2.4.2.3. Técnica do Exame.....	55
2.4.3. Escala de Sensação Subjetiva ao Esforço de BORG.....	56
2.4.3.1. Técnica do Exame.....	59
2.4.4. Consumo Máximo de Oxigênio.....	60
2.4.4.1. Técnica do Exame.....	60
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>62</b>
<b>3.1. População e Amostra.....</b>	<b>62</b>
<b>3.2. Seleção da Amostra.....</b>	<b>62</b>
<b>3.3. Definição das Variáveis.....</b>	<b>62</b>
3.3.1. Variáveis Independentes.....	62

3.3.2. Variáveis Dependentes.....	63
3.3.2.1. Variável de Lesão Muscular.....	63
3.3.2.2. Variável Fisiológica.....	63
3.3.3. Variáveis para Caracterização da Amostra.....	63
<b>3.4. Instrumentos de Medida.....</b>	<b>63</b>
3.4.1. Balança Eletrônica.....	63
3.4.2. Estadiômetro.....	63
3.4.3. Esteira Rolante.....	63
3.4.4. Analisador de Gases.....	63
3.4.5. Ultra-sonografia.....	64
3.4.6. Creatina Quinase.....	64
3.4.7. Centrífuga Refrigerada.....	64
3.4.8. Freezer.....	64
3.4.9. Cronômetro.....	64
3.4.10. Escala de Sensação Subjetiva ao Esforço de BORG.....	65
3.4.11. Ficha de Dados Individuais .....	66
<b>3.5. Procedimento da Coleta de Dados.....</b>	<b>66</b>
<b>3.6. Tratamento dos Dados Coletados.....</b>	<b>66</b>
3.6.1. Dados Fisiológicos.....	66
3.6.2. Dados de Caracterização da Amostra.....	66
3.6.3. Dados das Lesões Musculares.....	67
3.6.3.1. Creatina Quinase.....	67
3.6.3.2. Ultra-sonografia.....	67
<b>3.7. Tratamento da Variável Independente.....</b>	<b>68</b>
<b>3.8. Delineamento Experimental.....</b>	<b>72</b>
<b>3.9. Tratamento Estatístico.....</b>	<b>73</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>75</b>
4.1. Normalidade da distribuição dos dados.....	75
4.2. Caracterização da Amostra.....	76
4.3. Descrição e Comparação dos Resultados.....	77
4.3.1. Consumo Máximo de Oxigênio.....	77
4.3.2. CK.....	78
4.3.2.1. Comportamento da CK entre as quatro medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) de cada coleta (1,2,3,4), entre os grupos experimentais CPF e CT....	79
4.3.2.2. Comportamento da CK entre as quatro coletas e entre os grupos experimentais CPF e CT.....	80
4.3.3. Ultra-sonografia.....	81
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>83</b>
<b>6. CONCLUSÃO, SUGESTÕES E LIMITAÇÕES.....</b>	<b>95</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>97</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>116</b>
<b>9. APÊNDICES.....</b>	<b>121</b>

**LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
POA	Porto Alegre
LAPEX	Laboratório de Pesquisa do Exercício
ESEF	Escola de Educação Física
$VO_{2\text{máx}}$	Consumo Máximo de Oxigênio
$VO_2$	Consumo de Oxigênio
Km	Quilômetro
Km/h	Quilômetro por hora
Kg	Quilogramas
%	Percentual
FC	Frequência Cardíaca
CT	Corrida em Terra
CPF	Corrida em Piscina Funda
MMII	Membros Inferiores
Cm	Centímetro
Mm	Milímetro
CK	Creatina Quinase
RM	Ressonância Magnética
IRM	Imagem da Ressonância Magnética
US	Ultra-sonografia
SSE	Sensação Subjetiva ao Esforço
ADM	Amplitude de Movimento

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Comparação dos valores de $VO_{2máx}$ e da sensação subjetiva ao esforço do estudo de VENDRUSCULO et al (2004) e de outros estudos que também correlacionaram essas duas variáveis.....	<b>59</b>
<b>Tabela 2.</b> Descrição do delineamento experimental.....	<b>72</b>
<b>Tabela 3.</b> Testes de Normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e Homogeneidade das Variâncias (Levene) para cada grupo experimental, na coleta 1 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 1), coleta 2 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 2), coleta 3 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 3), coleta 4 (última sessão de treinamento) de creatina quinase (CK) nos diferentes momentos: CKpré – pré sessão de treinamento; Ckpós - logo após sessão; CKpós24h - 24 horas após sessão; CKpós48h – 48 horas após sessão. Para o $VO_{2máx}$ no pré e pós treinamento, ( $p < 0,05$ ).....	<b>76</b>
<b>Tabela 4.</b> Média, desvio padrão, valor mínimo e máximo das variáveis de caracterização da amostra para os grupos de corrida em piscina funda e corrida em terra (idade, massa corporal (MC), estatura).....	<b>77</b>
<b>Tabela 5.</b> Média e Desvio Padrão (DP) dos valores de $VO_{2máx}$ pré treinamento para os grupos de corrida em piscina funda (CPF) e corrida em terra (CT), juntamente com o resultados do teste $t$ de Student entre os grupos experimentais para estes valores. Os resultados estão descritos em ml/kg/min.....	<b>77</b>
<b>Tabela 06.</b> Resultados do Teste $t$ de Student pareado para $VO_{2máx}$ , nos grupos experimentais de corrida em piscina funda (CPF) e corrida em terra (CT), com deltas absoluto e percentual dos dados para cada grupo experimental ( $p < 0,05$ ). Os dados de média e DP estão em valores relativos (ml/kg/min).....	<b>78</b>
<b>Tabela 07.</b> Análise de Variância com Medidas Repetidas do comportamento do $VO_{2máx}$ .....	<b>78</b>
<b>Tabela 08.</b> Valores da média e DP para cada medida (pré, pós, pós24h, pós48h) de CK nas coletas 1 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 1), coleta 2 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 2), coleta 3 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 3), coleta 4 (última sessão de treinamento) e resultados do teste $t$ de Student não pareado para todas as medidas entre os grupos corrida em piscina funda (CPF) e corrida em terra (CT) ( $p < 0,05$ ).....	<b>80</b>

**Tabela 09.** Valores da média e DP de cada medida (pré, pós, pós24h, pós48h) nas diferentes coletas 1 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 1), coleta 2 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 2), coleta 3 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 3), coleta 4 (última sessão de treinamento) e resultados do teste *t* de Student não pareado para todas as medidas entre os grupos corrida em piscina funda (CPF) e corrida em terra (CT) ( $p < 0,05$ )..... **81**

**Tabela 10.** Resultados do Teste de Cochran's Q para análise dos resultados dos exames de ultra-sonografia (US), dos grupos de corrida em terra (CT) e corrida em piscina funda (CPF) ( $p < 0,05$ )..... **82**

**LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1.</b> Classificação das cargas de treinamento segundo as zonas de intensidade do exercício.....	<b>47</b>
<b>Quadro 2.</b> Mesociclo 1, da primeira à quarta semana de treinamento.....	<b>69</b>
<b>Quadro 3.</b> Mesociclo 2, da quinta à oitava semana de treinamento.....	<b>70</b>
<b>Quadro 4.</b> Mesociclo 3, da nona à décima-Segunda semana de treinamento.....	<b>71</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Eletromiografia. Atividade muscular está representada por barras sólidas em relação ao ciclo do passo. Aproximadamente 1,3 ciclos do passo estão representados para melhor visualizar a continuidade natural do passo na corrida. Note o grande número de grupos musculares ativos próximo do tempo do contato inicial (IC) e a deficiência de ativação muscular no tempo de retirada dos dedos (TO) (ROSE & GAMBLE,1994).....	<b>26</b>
<b>Figura 2.</b> Percentual de corredores com lesão por ano, pela distância de corrida semanal (km) (KOPLAN et al., 1982).....	<b>38</b>
<b>Figura 3.</b> Ultra-sonografia do músculo normal.....	<b>53</b>
<b>Figura 4.</b> Ultra-sonografia do músculo rompido, com hematoma.....	<b>53</b>
<b>Figura 5.</b> Escala de Sensação Subjetiva ao Esforço de Borg.....	<b>65</b>
<b>Figura 6.</b> Esquema das medidas de creatina quinase nas coletas 1, 2, 3 e 4 e nos diferentes momentos avaliados referentes a sessão de treinamento analisada.....	<b>68</b>

**LISTA DE ANEXOS**

<b>Anexo 1. Termo de Consentimento.....</b>	<b>117</b>
<b>Anexo 2. Ficha de Dados Individuais.....</b>	<b>120</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. O Problema e sua Importância**

O século XX foi marcante quanto aos altos índices de sedentarismo na população mundial, tanto que levou à prevalências extremamente elevadas em todo o mundo, mesmo em países mais avançados, onde alcançaria 40-60% da população, como também em nosso meio, onde estimativas apontam para índices de aproximadamente 70% (REGO et al., 1990).

O sedentarismo é um problema social que no início da década de 90 comprometia 70% da população da Grande São Paulo. Ainda hoje, trata-se do mais prevalente de todos os problemas e o inimigo de saúde pública número um. Ele leva a 300 mil mortes cardiovasculares por ano no Brasil. E, igualmente ruim, o sedentarismo custa dinheiro. Juntamente com má nutrição e o cigarro, consome 70% do orçamento de saúde do País, das Américas e do mundo (MATSUDO, 2001). Hoje, uma pessoa gasta menos de 500 kcal de energia por dia, o que equivale a cerca de 180.000 kcal/ano a menos do que há 100 anos atrás. Uma pesquisa da Organização Pan-Americana de Saúde de 2003 detectou que somente 13% dos brasileiros utiliza o tempo livre para praticar exercícios. Também verificou que entre 60% e 70% da população é completamente sedentária. Esse estilo de vida, segundo o Ministério da Saúde, é responsável por 54% dos casos de infarto e por 50% do risco de morte por derrame cerebral, que constituem as principais causas de morte no Brasil nos dias de hoje (MATSUDO, 1999). A cada ano, mais de 2 milhões de mortes são atribuídas à inatividade física em todo o mundo e essas mortes decorrem do incremento de enfermidades, incapacidades e mortes causadas pelas doenças crônicas não transmissíveis, como doenças cardiovasculares, câncer e diabetes.

A busca por uma vida saudável, uma melhor qualidade de vida, faz com que mais e mais pessoas busquem o exercício físico e principalmente os esportes como prática diária. A corrida em terra é uma das formas mais comuns de atividade física e, em função de sua relativa facilidade de execução, é um dos métodos mais utilizados de

exercício para o desenvolvimento da aptidão física, bem como um tipo de treinamento para diversos esportes (BATES et al., 1979).

Nos últimos 30 anos tem havido uma explosão na popularidade de corrida, desde lá, até então, desenvolveu-se extensa literatura em relação à corrida e suas associações às lesões musculoesqueléticas (BRUNET et al., 1990; HOEBERIGS, 1992; VAN MECHELEN, 1992).

Vários estudos epidemiológicos de corredores recreacionais e competidores têm estimado que entre 27% e 70% sustentam lesão por *overuse* durante o período de um ano (HRELJAC et al., 2000, O'TOOLE, 1992). HOEBERIGS (1992), cita que em 10 estudos estabelecidos a partir da freqüência de incidência de lesão por indivíduo, a freqüência de incidência anual de corredores lesionados variou entre 24 a 65%. Para VAN MECHELEN (1992), a freqüência de incidência teve uma variação entre 37 a 56%.

Significativa incidência de lesões nas estruturas musculoesqueléticas dos membros inferiores podem ocorrer em indivíduos sedentários que resolvem praticar atividade física. Fatores como a falta de orientação das pessoas no momento de optar pela modalidade esportiva; de como realizar corretamente a técnica da modalidade; qual a freqüência a ser realizada; qual a intensidade, podem agravar ainda mais a incidência (VAN DER MEULEN et al., 1991).

Nos últimos anos, a caminhada e corrida na água têm sido utilizadas como parte de programas de condicionamento geral, físico e terapêutico (EVANS, 1978). A corrida em piscina funda consiste da corrida simulada sem apoio dos pés, com uso de flutuadores que mantenham a cabeça fora da água (WILDER et al., 1993) e pode ser uma forma de condicionamento cardiovascular tanto para atletas lesados quanto atletas não lesados que desejam menor impacto no trabalho aeróbio.

Medidas importantes da resposta ao exercício de intensidade máxima incluem consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e freqüência cardíaca máxima ( $FC_{máx}$ ) (WILDER & BRENNAN, 1993) e alguns estudos têm comparado respostas fisiológicas máximas da corrida em piscina funda e corrida em terra (BUTTS et al., 1991 a,b; TOWN & BRADLEY, 1991; SVEDENHAG & SEGER, 1992), onde a  $FC_{máx}$  e  $VO_{2máx}$  atingem em média 89 a 95% e 83 a 89% respectivamente, dos valores atingidos na corrida em terra.

Existem diferenças significativas nas respostas fisiológicas da corrida em piscina funda e corrida em terra, e o entendimento destas diferenças irão assistir os atletas, fisioterapeutas, técnicos ou preparadores físicos no desenvolvimento da prescrição dos exercícios e protocolos de reabilitação (WILDER et al., 1993).

A corrida em piscina funda é comprovada como uma alternativa para manutenção do desempenho aeróbia, tanto para atletas lesados como não lesados (BUTTS et al., 1991; TOWN & BRADLEY, 1991; BURNS & LAUDER, 2001; TARTARUGA, 2003), entretanto não se encontram na literatura dados sobre lesões nas estruturas musculoesqueléticas nessa atividade.

Assim surge a questão: poderá um programa de treinamento de corrida em piscina funda apresentar um comportamento diferenciado de um programa de treinamento de corrida em terra, quanto à ocorrência de lesão muscular e comportamento do  $VO_{2máx}$  em indivíduos não treinados?

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. OBJETIVO GERAL

Comparar a ocorrência de lesão muscular e comportamento do  $VO_{2máx}$  entre um programa de treinamento de corrida em terra e corrida em piscina funda, em indivíduos não treinados.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a ocorrência de lesão muscular num programa de treinamento de corrida em piscina funda.
- Determinar a ocorrência de lesão muscular num programa de treinamento de corrida em terra.
- Comparar a ocorrência de lesão muscular entre um programa de treinamento de corrida em piscina funda e corrida em terra.
- Verificar o comportamento do  $VO_{2máx}$  antes e após o programa de treinamento de corrida em piscina funda.
- Verificar o comportamento do  $VO_{2máx}$  antes e após o programa de treinamento de corrida em terra.
- Comparar o comportamento do  $VO_{2máx}$  entre o programa de treinamento de corrida em piscina funda e corrida em terra.

### **1.3. DEFINIÇÃO OPERACIONAL DE TERMOS**

#### **1.3.1. CORRIDA EM TERRA (CT)**

A corrida é caracterizada por uma série de saltos ou saltitos. Existem basicamente duas fases, a fase de apoio simples e a fase aérea, ao contrário da caminhada, não possui uma fase onde há apoio duplo (ENOKA, 1988).

#### **1.3.2. CORRIDA EM PISCINA FUNDA (CPF) – Deep-Water**

Consiste de uma simples simulação de corrida em terra, isto é, sem contato com o fundo da piscina. Utiliza-se um cinturão flutuador para o indivíduo permanecer com a cabeça fora da água (WILDER & BRENNAN, 1993).

#### **1.3.3. LESÃO MUSCULAR**

Lesão muscular é resultante da ruptura do tecido conjuntivo e contrátil durante e após o exercício (WHITING & ZERNICKE, 2001).

#### **1.3.4. CONSUMO DE OXIGÊNIO**

O consumo de oxigênio expressa a quantidade, normalmente relativa ao peso corporal e em mililitros por minuto, de oxigênio captado da atmosfera, transportado pelo sistema cardiovascular e utilizado nos processos metabólicos de produção de energia (WILMORE & COSTILL, 2001).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A atividade física e a participação em atividades esportivas são importantes componentes da vida diária de indivíduos normais e deficientes. Historicamente, pelo menos desde o tempo da Grécia antiga, o exercício físico tem sido louvado como um adjunto da boa saúde. A atividade física é conhecida como capaz de trazer várias mudanças benéficas tanto fisiológica como psicologicamente (ANDRIACCHI & ALEXANDER, 2000).

Os efeitos fisiológicos benéficos resultantes de exercícios físicos incluem os seguintes entre outros: 1) aumento da capacidade de trabalho físico; 2) aumento da massa muscular; 3) aumento da flexibilidade; 4) aumento da resistência muscular à fadiga; 5) redução da adiposidade; 6) aumento da densidade óssea; 7) melhora da auto-estima, 8) melhora das funções cognitivas e de socialização; 9) prevenção de algumas doenças como diabetes, hipertensão, artrose, dor crônica e distúrbios psicológicos. Todas estas mudanças resultarão em um indivíduo mais saudável (VUORI, 1998; EYLER et al., 2003).

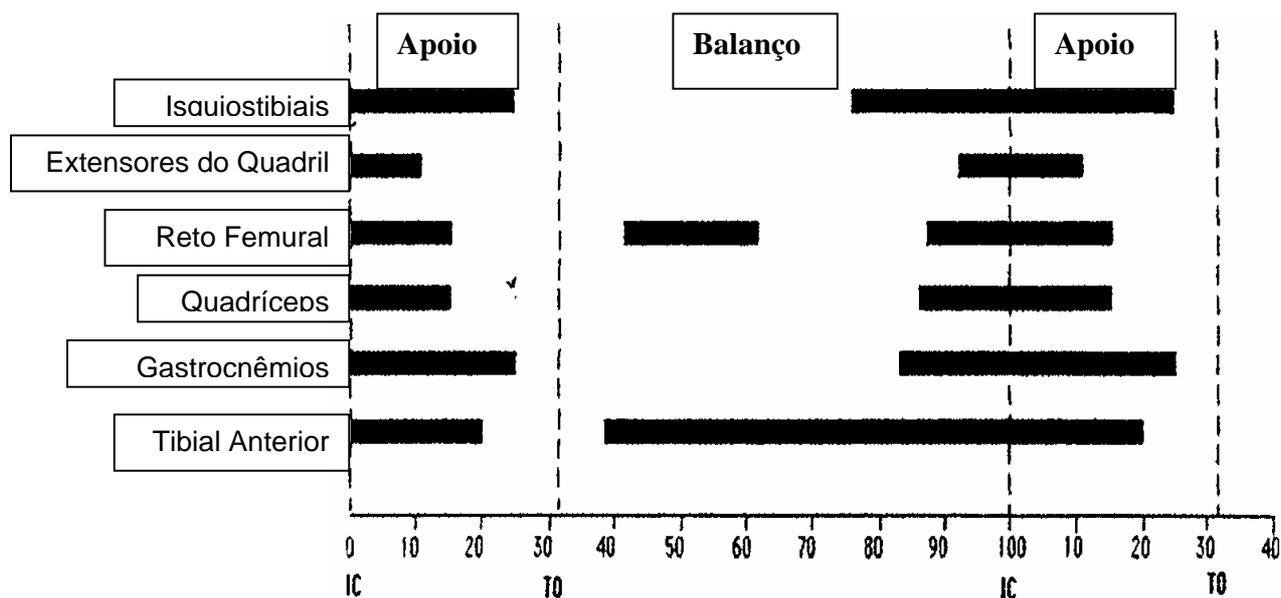
Os benefícios psicológicos do exercício regular são difíceis de serem medidos objetivamente, contudo, a prática regular de exercícios é conhecida como capaz de aliviar a tensão muscular, faz a pessoa sentir-se e dormir melhor, aumenta o nível de vigor e alerta, e pode ajudar na motivação por melhorar outros hábitos de saúde incluindo mudanças alimentares e cessação do hábito de fumar (VUORI, 1998).

Em contraste, a limitação da atividade física e do exercício resulta numa progressiva deterioração do desempenho e eficiência cardiovascular e musculoesquelética, distúrbios metabólicos e dificuldade em manter o peso corporal normal. Sem dúvida, os benefícios fisiológicos e psicológicos do exercício regular melhoram a qualidade de vida. Apesar de não ter sido provado que a participação em esportes e atividades físicas aumenta os anos de vida de uma pessoa, ela certamente acrescenta vida a estes anos. Infelizmente, a participação em esportes e atividades físicas pode levar a lesões. Contudo, comparando-se o risco da atividade física (que pode levar a lesões) com risco da inatividade (que leva a efeitos adversos à saúde), conclui-se que é melhor ser ativo do que inativo (KOTTKE & LEHMANN, 1994).

Desde que a participação em esportes e atividades físicas é um componente vital na manutenção da saúde, os profissionais da saúde deveriam auxiliar as pessoas em seus programas de exercícios, pois fatores como a falta de orientação das pessoas na hora de optar pela modalidade esportiva, de como realizar corretamente a técnica da modalidade, qual a frequência a ser realizada, qual a carga e a intensidade, podem agravar ainda mais a incidência de lesões (KOTTKE & LEHMANN,1994; VUORI, 1998; MATSUDO, 1999).

## 2.1. Ação Muscular na Corrida

Atividade muscular durante caminhada normal e corrida tem sido bem documentada (CAVANAGH, 1990; NOVACHECK,1998), e a atividade eletromiográfica típica da corrida é representada na figura 1.



**Figura 1.** Eletromiografia. Atividade muscular está representada por barras sólidas em relação ao ciclo do passo. Aproximadamente 1,3 ciclos do passo estão representados para melhor visualizar a continuidade natural do passo na corrida. Note o grande número de grupos musculares ativos próximo do tempo do contato inicial (IC) e a deficiência de ativação muscular no tempo de retirada dos dedos (TO) (ROSE & GAMBLE,1994).

O quadríceps e reto femural, atuam no fim do balanço e até a metade da fase de apoio para preparar a perna para o contato com o solo e para absorver o choque do

impacto durante a fase de absorção. O quadríceps começa a atuar antes do contato inicial e isto é consistente com o desenvolvimento da força muscular apenas antes do contato inicial. O reto femural é ativo na fase de apoio e isto é essencial para restringir o movimento posterior da tíbia com a flexão de joelho. Como o reto femural é um músculo biarticular, provavelmente tem um papel na transferência de energia entre segmentos (CAVANAGH, 1990; NOVACHECK, 1998). SIMONSEN et al. (1985), encontraram o reto femural ativo apenas durante a primeira parte da fase flexora do quadril e no momento dominante extensor do joelho durante a primeira parte da fase do balanço. Atividade do vasto geralmente não é vista durante esta fase. Quando presente, isto ocorre durante a parte final da fase do balanço, e geralmente para altas velocidades de corrida (NOVACHECK, 1998).

Durante a fase dominante flexora do joelho na parte final do balanço e inicial do apoio, os isquiotibiais são geralmente ativos. A atividade nesses músculos é muito longa durante o apoio e a resultante do momento articular dos flexores do joelho é significativa, porque estes músculos também servem como extensores de quadril. Ainda no final do balanço e nos primeiros dois/terços do apoio, é verificada a atividade do gastrocnêmio (VAUGHAN, 1989).

Os isquiotibiais, extensores do quadril, gastrosoleo têm similar ativação. Os isquiotibiais e extensores do quadril estendem o quadril na segunda metade do balanço e a primeira metade do apoio. Os isquiotibiais também desaceleram a cinética da tíbia como a extensão do joelho apenas anterior ao contato inicial. Similar ao reto femural, os isquiotibiais são biarticulares e têm um papel de transferência de energia entre os segmentos. Os isquiotibiais e gastrosoleo (assim chamados porque freqüentemente são considerados como uma unidade funcional), ambos têm importante função concêntrica e excêntrica, enquanto os extensores do quadril provavelmente têm apenas função concêntrica (CAVANAGH, 1990, NOVACHECK, 1998).

Muito da fase de apoio é dominada pelo momento extensor do joelho. Quando o joelho se aproxima da extensão total, o gastrocnêmio e os isquiotibiais podem ter ações paradoxais no joelho, atuando como extensores do joelho ao invés de flexores de joelho. Isto poderia explicar porque a atividade dos isquiotibiais é tipicamente vista

durante a parte final do apoio quando existe um momento dominante de extensor de joelho e flexor de quadril (VAUGHAN,1989).

A resultante do momento articular do tornozelo é muito pequena durante o balanço. Ambos o gastrocnêmio e sóleo são ativos durante o balanço, mas os padrões da eletromiografia destes músculos são variáveis. A fase de apoio é dominada pela resultante do momento articular dos flexores plantares, e contrações do gastrocnêmio e sóleo podem causar este momento. Entretanto no final do apoio, a magnitude deste momento decresce consideravelmente e reverte para o momento do dorsiflexor. Atividade do sóleo e do gastrocnêmio geralmente cessam, quando o tibial anterior começa a sua atividade. Apesar da importância do papel dos flexores plantares, é interessante que, em geral, isso não parece ser um esforço consciente para estender o tornozelo ativamente para completar a fase de apoio (VAUGHAN, 1989).

O tibial anterior dorsiflexiona o tornozelo para providenciar a liberação na fase do balanço (concêntrico), possibilitando o contato com o solo da parte posterior do pé, e para controlar a diminuição da parte anterior do pé para o solo durante a primeira parte do apoio (excêntrico) (CAVANAGH, 1990; NOVACHECK, 1998).

### 2.1.1. Isquiotibiais

A prática da corrida gera repetida imposição de cargas mecânicas, podendo levar o indivíduo a uma série de lesões por esforço repetitivo, entre elas lesões ao nível ósseo, articular, tendíneo e muscular (O'TOLLE, 1992; CLEMENT et al., 1992; BIRRER et al., 1999; MCGINNIS, 2002; YING et al., 2002).

NOVACHECK (1998), afirma que durante um ano cerca de 25 a 50% de corredores apresentarão uma lesão grave o bastante para exigir uma troca de prática ou queda na performance. Dentre os locais de lesões, a região dos isquiotibiais é muito afetada em corredores. Segundo O'TOLLE (1992) cerca de 25% dos atletas apresentarão uma distensão de isquiotibiais durante sua carreira, para VAN MECHELEN (1992), entre 3 e 18% das lesões de corredores são localizadas na coxa e em uma pesquisa realizada por BRUNET et al. (1990), cerca de 20 e 27% das lesões ocorrem nos isquiotibiais.

Os isquiotibiais composto pelos músculos semitendíneo, semimembranoso e bíceps femoral, são considerados biarticulares (atuam na extensão do quadril e flexão de joelho), tendo origem na tuberosidade isquiática e inserindo-se nos côndilos lateral e medial da tíbia (CAVANAGH,1990; HAMILL & KNUTZEN, 1999). Dessa forma, esse grupo muscular participa de forma concêntrica dos movimentos de extensão do quadril e flexão do joelho (HAMILL & KNUTZEN, 1999).

Durante a corrida, os isquiotibiais exercem um importante papel durante a metade final da fase de balanço e início da fase de apoio (CAVANAGH, 1990; NOVACHECK, 1998). Durante o início até a metade do balanço, porque não existe atividade dos isquiotibiais, o joelho parece ser passivamente flexionado com a rápida aceleração da coxa para frente. Durante a fase tardia do balanço, o quadril e o joelho encontram-se em processo de extensão, enquanto os isquiotibiais estão em contração excêntrica para desacelerar a flexão de quadril e controlar a extensão de joelho (NOVACHECK, 1998). Após a coxa ter completado o balanço para frente e iniciado o movimento para trás antes do contato do pé com o solo, os isquiotibiais atuam concentricamente para impulsionar a extensão e hiperextensão de quadril e flexão do joelho. No contato com o solo, os isquiotibiais e o quadríceps providenciam estabilidade durante o impacto, sendo que na fase do suporte os isquiotibiais atuam isometricamente para manter um comprimento constante do quadril e joelho que são estendidos simultaneamente (CAVANAGH,1990). Dessa forma, o grupo muscular realiza uma transferência de energia, transportando-a da tíbia em movimento para a pelve. MCGINNIS (2002), também atenta para a forte contração excêntrica gerada pelos isquiotibiais a fim de desacelerar a extensão de joelho e flexão de quadril existente durante a fase de balanço, a ponto de recomendar exercícios de reforço para o referido grupo muscular.

A musculatura ao trabalhar de forma excêntrica ou isométrica, consegue produzir uma maior quantidade de força do que quando em atividade concêntrica, isso somado ao fato de que o músculo quando em trabalho excêntrico recruta menos unidades motoras, resulta em uma maior correlação de incidência de lesão com contrações excêntricas do que em trabalhos concêntricos (CLARKSON, 1992; NOSAKA e CLARKSON, 1996; NOVACHECK, 1998; NOSAKA et al., 2002; MCCORMICK, 2004).

Conforme citadas acima as bases fisiológicas e biomecânicas para a predisposição natural do grupo isquiostibiais a lesão durante a corrida, justifica-se a escolha do grupo muscular isquiostibiais para análise de lesão durante um programa de treinamento de corrida em terra e corrida em piscina funda.

## 2.2. Lesão Musculoesquelética

***“ Todas as lesões deixam a dor na memória, com exceção da maior lesão, que é a morte, que mata a memória juntamente com a vida.” (Leonardo da Vinci, 1452 – 1519).***

A lesão é uma ocorrência lamentável da vida cotidiana. Enquanto alguns indivíduos sofrem lesão de maior gravidade mais freqüentemente do que outros, ninguém é poupado de dor, do transtorno e da incapacidade causados por uma lesão. Qualquer lesão é acompanhada por custos físicos, emocionais e econômicos inevitáveis, assim como por perda de tempo e da função normal (WHITING & ZERNICKE, 2001).

### 2.2.1. Perspectiva Histórica

As lesões musculoesqueléticas têm origens antigas. A evidência de lesões em fósseis de vertebrados e de doenças em ossos de dinossauros sugere que a lesão é tão antiga quanto a própria vida. Restos de esqueletos dos primeiros seres humanos mostram evidência de artrite e de fraturas, sugerindo que, em nenhuma época, estivemos livres dos efeitos de lesões. A natureza das lesões pode dar uma idéia acerca da história de uma era. Alguns esqueletos dos antigos egípcios, por exemplo, mostram uma fratura da ulna esquerda, talvez como resultados da autodefesa de um golpe aplicado por uma clava. Atualmente, às vezes esses tipos de fraturas são denominados fraturas por cassetetes. A evidência de distúrbios musculoesqueléticos é observada comumente na arte das antigas civilizações, a maioria das vezes nas

estátuas e nas pinturas de parede de determinada época (VAN MECHELEN, 1992; PAULA, 1993; WHITING & ZERNICKE, 2001).

Além dos médicos da época que estudavam e tratavam as lesões, alguns dos grandes nomes da história, conhecidos freqüentemente por outras atividades e realizações, mencionaram as lesões de alguma forma e lhes conferiram uma certa proeminência em seu trabalho. O poeta grego Homero, em seu poema clássico *Ilíada*, escreveu com freqüência tanto sobre os traumatismos quanto acerca de seu tratamento, descrevendo mais de uma centena de feridas e lesões específicas (WHITING & ZERNICKE, 2001).

Leonardo da Vinci (1452 – 1519), talvez a figura mais conhecida da Renascença, ficou apaixonado pela natureza da dor e do traumatismo. Os critérios de da Vinci e de outros pensadores da época da Renascença podem parecer elementares, porém em comparação com o conhecimento do que se dispunha e que fora aceito por muitos séculos, suas conquistas foram extraordinárias (WHITING & ZERNICKE, 2001).

O progresso da ciência continua na atualidade e os avanços no diagnóstico e tratamento das lesões não mostram sinais de que haverá uma redução em sua velocidade. Apenas algumas décadas atrás, a sugestão da praticabilidade da substituição articular, a cirurgia a laser, as técnicas de imagem avançadas (p.ex., imagem por ressonância magnética, a microcirurgia e a cirurgia orientada por computador ou robô) eram rejeitadas como especulações futuristas. Avanços constantes na ciência dos materiais, na tecnologia dos computadores, na robótica e na engenharia genética prometem avanços ainda mais espetaculares no futuro. Enquanto a lesão continua sendo uma ocorrência lamentável na vida cotidiana, é indubitável que os desafios tecnológicos tanto de investigação como tratamento sofrerão avanços positivos.

### 2.2.2. Lesão Tecidual

Microlesão justifica-se porque as lesões iniciais são usualmente subcelulares e freqüentemente ocorrem em relação a pequenas proporções de fibras musculares. As conseqüências práticas destas lesões incluem redução temporária na produção de

força e músculos doloridos, ambos caminhos podem afetar a performance. Dados laboratoriais associados com a doença incluem elevação das enzimas plasmáticas como a CK, metabólicos protéicos vindos de músculos lesados e lesão estrutural de componentes subcelulares como indicados no exame de microscopia ótica e elétrica (ARMSTRONG, 1990).

A resposta imediata à lesão muscular é um estágio inicial de autólise, onde uma das razões para isso é a falta de homeostasia do cálcio celular (SMITH, 1991; TIDBALL, 1995). Essa diminuição da homeostasia, leva a ativação de proteases cálcio-dependente como proteínas miofibrilares e citoesqueléticas. Uma vez iniciado o estágio fagocítico, os neutrófilos são as primeiras células inflamatórias aumentadas em número após a lesão muscular (1 – 6 horas pós lesão), na sequência, os macrófagos também começam a aumentar (9 – 12 horas pós lesão) e, conseqüentemente os neutrófilos a diminuir. Os macrófagos tem subpopulações, onde uma população (ED1<sup>+</sup>) é associada com fagocitose de células alteradas nos tecido lesados e a outra população (ED2<sup>+</sup>) associada com processo de regeneração celular (TIDBALL, 1995).

O processo inflamatório é controlado por substâncias conhecidas como mediadores químicos. Estes incluem a histamina, que é sempre imediatamente disponível, assim como outros mediadores – tais como serotonina, bradicinina, prostaglandinas, leucotrienos e plasmina – produzidos no local da inflamação ou pelos leucócitos (glóbulos brancos) que se dirigem ao local da lesão através da quimiotaxia (TIDBALL, 1995; WHITING & ZERNICKE, 2001).

Uma lesão produz uma resposta vasoconstritora, seguida dentro de poucos minutos por uma fase vasodilatadora, durante a qual um aumento na permeabilidade vascular torna possível o fluxo de materiais dos vasos para dentro dos tecidos circundantes. Essas substâncias móveis são denominadas exsudato e consistem em líquido e proteínas plasmáticas, incluindo fibrinogênio (um precursor da fibrina, que é uma proteína essencial no processo da coagulação). Apesar de o edema (tumefação) causado pelo exsudato poder contribuir para a dor, o exsudato desempenha inúmeras funções positivas: dilui e inativa as toxinas; proporciona nutrientes para as células inflamatórias; e contém anticorpos e fibrinogênio (ARMSTRONG, 1990; WHITTING & ZERNICKE, 2001).

A inflamação tem como finalidade essencial funcionar como a primeira linha de defesa do corpo contra qualquer insulto, como aquele imposto por uma lesão. Apesar de toda a complexidade aparente do processo inflamatório, *“parece...que quanto mais aprendemos acerca da inflamação, mais simples se torna sua mensagem: nossas células e humores defendem o organismo contra os excércitos invisíveis do outro. Podemos chamar nossas perdas de ‘infecção’ e nossas vitórias de ‘imunidade’* (WHITTING & ZERNICKE,2001).

O estágio final envolvendo regeneração das células lesadas, aparentemente resultam em completa restauração funcional das miofibrilas. Em músculos saudáveis, em geral, a lesão é rapidamente reparada e a remodelação muscular inicia precocemente, aumentando a habilidade para gerar força e melhorando a capacidade para sustentar a produção de ATP (MCCORMICK, 2004).

### 2.2.3. Evidências de Lesão Pós-exercício

Algumas observações demonstram que fibras musculares são lesadas agudamente durante o exercício. SMITH (1991); NOSAKA et al. (2002), descrevem que exercícios de resistência induzem lesão histológica, aumentos de proteínas musculares no sangue e anormalidades nos exames por imagem. Estas observações indicam que durante o exercício são iniciadas a desintegração das miofibrilas e das estruturas protéicas em algumas fibras musculares.

Uma observação importante é o entendimento dos eventos iniciais do efluxo das proteínas intramusculares para o espaço extracelular. As enzimas plasmáticas apresentam uma ampla variabilidade nas respostas entre os sujeitos, pois fatores como a aptidão do sujeito, o modo, intensidade e duração do exercício afetam tanto a magnitude da resposta como o aparecimento tardio dos níveis plasmáticos após os exercícios (TIIDUS & IANUZZO, 1983; VOLFINGER et al., 1994). Estudos usando técnicas histológicas e estruturais têm documentado lesões em músculos de membros que desenvolvem exercícios os quais não estão acostumados (BROWN et al., 1997; NOSAKA et al., 2002; NOSAKA et al., 2004), referindo-se à desorganização estrutural, normalmente o local mais afetado é a linha Z, e segundo ARMSTRONG (1990), que

estudou ratos sedentários que desenvolveram caminhada em declive (exercício excêntrico), observou uma elevação significativa da atividade da creatina quinase e lactato desidrogenase no plasma logo após o exercício, enquanto outros estudos envolvendo contrações excêntricas demonstram uma alteração nos níveis sanguíneos de enzimas musculares num período mais tardio, com pico em torno de 24h pós exercício. Uma interpretação desses achados é que o exercício tem causado rompimento do sarcolema, facilitando a saída de proteínas intracelulares para gradientes de menor concentração.

Dor, edema, diminuição da força muscular e da amplitude articular são sinais clássicos que podem ocorrer após o exercício, além de alterações nos exames por imagem como a isquemia ou o edema visualizado na ultra-sonografia ou alterações nas imagens de ressonância magnética (NOSAKA & CLARKSON, 1996).

#### 2.2.4. Lesões no Músculo Esquelético

A lesão no músculo esquelético é comum, podendo assumir várias formas e implicar vários mecanismos que segundo WHITING & ZERNICKE (2001), baseiam-se em conceitos mecânicos, respostas teciduais ou uma combinação dos dois. De uma perspectiva da medicina desportiva, por exemplo, um sistema útil de classificação identifica sete mecanismos básicos de lesão: (1) contato ou impacto, (2) sobrecarga dinâmica, (3) uso excessivo (overuse), (4) vulnerabilidade estrutural, (5) inflexibilidade, (6) desequilíbrio muscular e (7) crescimento rápido. Ainda para WHITING & ZERNICKE (2001), as lesões do músculo esquelético concentram-se em três formas: 1) distensão muscular aguda, 2) contusão e 3) lesão muscular induzida pelo exercício. Já LYSSENS et al. (1986), fizeram as seguintes categorias de diagnóstico médico: distensão (do músculo ou tendão), contusão, luxação ou subluxação, fratura, abrasão, laceração, infecção ou inflamação, concussão e entorse (de cápsula e ligamentos articulares).

Outra classificação para as lesões de tecidos moles segundo KISNER & COLBY (1992), é:

- 1) **Distensão** – alongamento excessivo, excesso de exercício, excesso de uso do tecido mole; tende a ser menos grave que um entorse. Ocorre devido a trauma leve ou traumas não usuais repetidos de grau mínimo. Esse termo é freqüentemente usado como referência específica a algum grau de comprometimento da unidade musculotendínea.
- 2) **Entorse** – sobrecarga grave, estiramento ou laceração de tecidos moles como cápsula articular, ligamento, tendão ou músculo. Esse termo é freqüentemente usado em referência específica à lesão de um ligamento, e recebe a graduação de entorse de primeiro grau (leve), segundo grau (moderado), ou terceiro grau (grave).
- 3) **Ruptura ou laceração entre músculo e tendão** – se a ruptura ou laceração é parcial, ocorre dor na região da fissura quando o músculo é alongado ou quando se contrai contra resistência. Se a ruptura ou laceração é completa, o músculo não traciona o local lesado, de modo que alongamento ou contração do músculo não causa dor.
- 4) **Lesões tendíneas** – tenossinovite é uma inflamação da bainha sinovial que cobre um tendão, normalmente há crepitação ao movimento. Tendinite é a formação de cicatriz ou deposição de cálcio em um tendão. Tenovaginite é um espessamento da bainha tendínea.
- 5) **Sinovite** – inflamação da membrana sinovial; um excesso de líquido sinovial normal dentro de uma articulação, geralmente devido a trauma ou doença.
- 6) **Hemartrose** – sangramento dentro de uma articulação, geralmente devido a trauma grave.
- 7) **Contusão** – golpe direto, resultando em ruptura capilar, sangramento, edema e resposta inflamatória.
- 8) **Bursite** – inflamação de uma bolsa (bursa).
- 9) **Gânglio** - um balonamento da parede de uma cápsula articular ou bainha tendínea.
- 10) **Subluxação** – deslocamento incompleto ou parcial que geralmente envolve trauma secundário ao tecido mole vizinho.
- 11) **Luxação** – deslocamento de uma parte, geralmente as partes ósseas dentro de uma articulação, levando à lesão de tecido mole, inflamação, dor e espasmo muscular.

12) **Síndromes por uso excessivo** - sobrecarga submáxima repetida e/ou desgaste por fricção em músculo ou tendão resultando em inflamação e dor.

Em geral as lesões mais comuns no esporte são contusões e distensões localizadas nas extremidades inferiores (LYSENS et al., 1986).

A distensão muscular aguda resulta tipicamente do estiramento (alongamento) excessivo de um músculo passivo ou da sobrecarga dinâmica de um músculo ativo, tanto concentricamente quanto excentricamente. A gravidade da lesão tecidual depende da magnitude e da velocidade de aplicação da força, e da resistência das estruturas musculotendinosas. As distensões leves se caracterizam por ruptura estrutural mínima e retorno rápido à função normal. As distensões moderadas são acompanhadas por uma laceração parcial no tecido muscular (com freqüência ao nível de ou próximo da junção miotendinosa), dor e alguma perda da função. As distensões musculares graves são definidas pela ruptura tecidual completa ou quase completa e perda funcional, assim como por hemorragia e tumefação acentuadas (GREVE & AMATUZZI, 1999).

A lesão muscular pode acontecer também como resultado de um impacto compressivo direto. Esse contato pode causar uma equimose muscular (contusão), que se caracteriza por hemorragia intramuscular. As contusões musculares ocorrem comumente nos desportos de contato (basquete, futebol), como por exemplo, quando a coxa de um atleta recebe um impacto violento por parte do joelho de outro participante. O insulto mecânico repetido a um músculo lesionado antes da cicatrização pode agravar a lesão e resultar em condições secundárias sérias, como miosite ossificante (deposição de uma massa ossificada dentro do músculo) (GOULD, 1993).

Uma terceira condição, conhecida como lesão muscular induzida pelo exercício, resulta da ruptura do tecido conjuntivo e contrátil após o exercício. Caracteriza-se por hipersensibilidade local, rigidez e restrição na amplitude de movimento. Esse tipo de lesão, também conhecido como dor muscular de início retardado, acontece tipicamente de 24-72 horas após a participação em um exercício vigoroso, especialmente após as contrações musculares excêntricas em um tecido contrátil que não está acostumado às demandas dessa atividade. Apesar de o mecanismo subjacente da dor muscular de

início retardado continuar sendo obscuro, seus sintomas e eventos metabólicos (dor, tumefação, presença de infiltrado celular, maior atividade lisossômica e maiores níveis de algumas proteínas circulantes da fase aguda) são semelhantes aos da inflamação aguda e sugerem uma relação entre os dois (SMITH, 1991).

Apesar de, por si só, não ser particularmente lesiva, a câimbra muscular comum pode ser indicativa de condições que predispõem para a ocorrência de uma lesão. As demandas excessivas impostas a esse espasmo muscular sustentado e freqüentemente dolorido podem resultar em distensão muscular. A maioria das câimbras ocorrem em um músculo encurtado e se caracterizam por atividade elétrica anormal. Muitos fatores foram implicados na etiologia das câimbras musculares, incluindo desidratação, desequilíbrios eletrolíticos, impacto direto, fadiga e menores níveis séricos de cálcio e magnésio. As câimbras acontecem em muitos músculos, especialmente o gastrocnêmio, semimembranoso, semitendinoso, bíceps femoral e abdominais, e podem ser aliviadas pela atividade dos músculos antagonistas ou pelo alongamento manual do músculo afetado. O alongamento exige cuidados, pois a força excessiva aplicada a um músculo em espasmo pode resultar em distensão muscular (WHITTING & ZERNICKE, 2001).

#### 2.2.5. Principais Causas e Incidência de Lesões em Corredores

A corrida tornou-se um exercício físico muito popular nas última décadas e segundo CLOUGH et al. (1989), as razões para correr incluem saúde, aptidão, prazer, relaxamento, competição e performance pessoal.

Uma das razões para esta tendência mundial para a prática da corrida é o baixo custo envolvido: todo material necessário é um caminho e um tênis de corrida. A corrida pode ser realizada em qualquer hora do dia, sem o problema de horário (VAN MECHELEN, 1992).

Para VAN MECHELEN (1992), diferentes formas de incidência de lesão mioarticular são apresentadas: freqüência de incidência por indivíduo (número de corredores lesionados por 100 corredores), freqüência de incidência por lesão (número de lesões por 100 corredores) e incidência de lesão por exposição (número de lesões

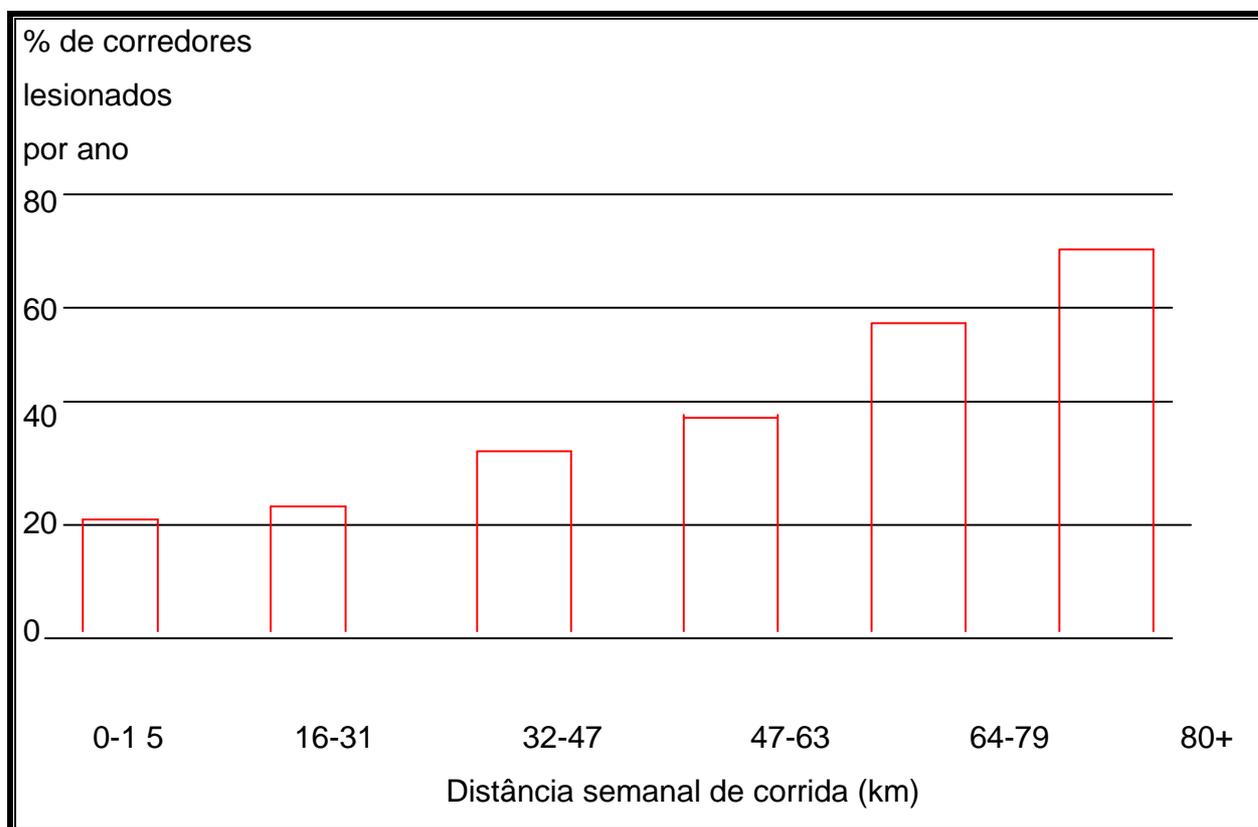
por 1000 horas de corrida). Diferenças nas definições de lesões e participação no esporte, características do corredor, *design* da pesquisa e alcance do estudo (tamanho amostral) podem influenciar na análise da incidência de lesões, como definido por VAN MECHELEN et al. (1990).

De uma forma geral, as lesões crônicas e agudas de corredores continuam sendo um tópico importante no campo da medicina esportiva (THORWESTEN et al., 1996). A discussão sobre a causa das lesões na corrida fica limitada à lesão musculoesquelética, a mais comum em corredores. Segundo MACERA (1992) existem fatores pessoais e característicos de treino que podem influenciar a incidência de lesões em corredores, os fatores pessoais estão relacionados ao gênero, idade, experiência de corrida, peso ou altura, fatores psicológicos e lesões prévias e os fatores característicos de treinamento são a distância semanal de corrida, atividades de corrida, alongamento, superfície de corrida, frequência semanal e o ritmo da corrida, corroborando com os estudos de VAN MECHELEN (1992) e HOEBERIGS (1992).

Segundo HOEBERIGS (1992), a correlação positiva de incidência de lesões com a distância de corrida por semana já foi amplamente observada na literatura. Um exemplo claro deste comportamento, pode ser demonstrado na figura 2 que apresenta esta correlação. Desde que distância de corrida por semana começou a aparecer como um fortíssimo preditor de lesões de corrida, surgiram diversos trabalhos (BRUNET et al. 1990; VAN MECHELEN, 1992; HOEBERIGS, 1992; O'TOOLE, 1992; FREDERICSON, 1996) analisando a influência da distância semanal sobre o surgimento de lesões.

STANISH (1984) também diz que o terreno pode afetar o corredor, especialmente quando combinam-se com trocas na rotina de treino, por exemplo, executando *sprints* sinuosos sobre morros, mas concorda que a intensidade pode ser um fator que contribui com lesões. Frequentemente, corredores experientes obtêm sua primeira lesão, quando estes aumentam sua velocidade, mantendo a mesma distância. Apesar da dificuldade para correlacionar anormalidades anatômicas específicas e biomecânicas de extremidades inferiores com lesões de corrida, FREDERICSON (1996) relata alguns fatores que contribuem para os desequilíbrios corporais, como diferenças no comprimento de pernas, anteversão femural, assimetria do movimento de quadris, posição dos joelhos, tibial varo e principalmente com excessiva pronação. Além

disso, O'TOOLE (1992) afirma que anormalidades são, muitas vezes, fatores de risco modificáveis para lesão e devem ser cuidadosamente avaliados.



**Figura 2** – Percentual de corredores com lesão por ano, pela distância de corrida semanal (km) (KOPLAN et al., 1982).

O termo incidência é interpretado de diferentes formas na literatura. A epidemiologia de lesões em corredores é baseada no número de novas lesões observadas durante um ano de treinamento (HOEBERIGS, 1992).

Em alguns estudos, a frequência de incidência anual de corredores lesionados variou entre 24 a 65% (HOEBERIGS, 1992). Na pesquisa de VAN MECHELEN (1992) a frequência de incidência teve uma variação entre 37 a 56%.

BRUNET et al. (1990), reportaram uma frequência global de lesões de 60% em um estudo com 3000 corredores. Estes dados de frequência de lesões, não são surpreendentes, se levarmos em consideração as cargas a que são submetidos os membros inferiores, com 1,5 – 4 vezes o peso corporal no momento do contato no solo (JAMES et al., 1978; CAVANAGH & LAFORTUNE, 1980; CROSSLEY et al., 1999;

GIDDINGS et al., 2000; DERRICK et al., 2002), e se o corredor toca o solo uma média de 600 vezes por quilômetro (CROSSLEY et al., 1999), queira ou não, as repetidas cargas de treino por longos períodos de treino conduzem ao desenvolvimento de inflamações miarticulares, sendo um tópico de pesquisas atuais.

### **2.3. Treinamento Físico x Lesão**

Geralmente entende-se por treinamento a soma de todas as medidas que conduzem a um aumento planejado da capacidade de rendimento físico, não sendo de modo algum uma atividade exclusiva dos esportistas ou atletas. Treinar significa qualquer instrução organizada, cujo objetivo é o rendimento físico, psicológico, intelectual ou mecânico. O treinamento físico é uma repetição sistemática de movimentos que produzem reflexos de adaptação morfológicas e funcional, com o objetivo de aumentar o rendimento num determinado espaço de tempo (BARBANTI, 1988).

O aspecto preventivo das lesões esportivas reveste-se de muita importância quer se discuta atividade física de alto desempenho quer como mero coadjuvante de tratamentos médicos.

A necessidade de aumentar a longevidade dos atletas, a maior indicação terapêutica de atividade física e o próprio aumento do número de pessoas que querem usufruir de seus benefícios fazem com que os aspectos preventivos devam ser encarados com prioridade cada vez maior pelos profissionais da área de saúde.

O desempenho físico de cada pessoa é baseado na interação de aspectos cognitivos, capacidades físicas e psicológicas, que, na presença de certos fatores externos associados a condições limitantes, levam à aptidão física. A ocorrência de lesões esportivas é decorrência de inter-relação ente o atleta e o esporte praticado. Toda atividade física gera uma sobrecarga em algum ponto do aparelho locomotor, se esta sobrecarga fica circunscrita à capacidade fisiológica do organismo de se recuperar, não há a instalação de um processo patológico. A base de todas as teorias envolvidas no trabalho de prevenção das lesões leva em conta a capacidade de se avaliar adequadamente as limitações de quem pratica o esporte associada ao conhecimento

da magnitude e tipo de sobrecarga que a prática do esporte gera. Atletas bem condicionados sofrem um menor número de lesões (GREVE & AMATUZZI, 1999).

Os aspectos intrínsecos (relacionados ao atleta) como biotipo do atleta, presença de lesões prévias, capacidades físicas desenvolvidas, presença de alterações corporais, desequilíbrios musculares presentes, são tão importantes nessa análise quanto os extrínsecos (relacionados ao esporte), por exemplo: tipo de esporte, material utilizado, regras utilizadas, quantidade e tipo de treinamento ministrado (LYSENS et al., 1986; WILDER & BRENNAN, 1993).

Os erros de treinamento, porém, são os maiores responsáveis pelas lesões esportivas, segundo JAMES (1978) aproximadamente 60%, estes erros geralmente são causados por: quantidade inadequada de treino (muita intensidade), técnica inadequada de execução e avaliação inadequada das capacidades e/ou necessidades do atleta.

Segundo WEINECK (2001), a quantidade de treino que se aplica a um indivíduo é um produto das variáveis: frequência, intensidade e duração. Cada período de treino (preparatório, competição, intermediário) tem sua quantidade específica previamente determinada segundo as peculiaridades de cada esporte e respectivo calendário. Ainda segundo o autor citado acima, cada período de treino será subdividido em: microciclos (planilhas de treino semanais), mesociclos (planilhas de treino mensais ou bimensais) e macrociclos (uma visão mais panorâmica das atividades do atleta levando em conta seus ápices de desempenho escolhidos).

Organizar e quantificar um trabalho de treinamento é a melhor forma para que treinadores, médicos, profissionais de educação física e terapeutas falem a mesma língua visando identificar pontos de risco nesse cronograma de treino, evitando tanto o supertreinamento ou o mau condicionamento, ambos muito frustrantes para toda a equipe (GOMES, 2002).

Alguns aspectos são básicos quando se discute treinamento, como por exemplo força muscular, resistência, aptidão cardiorrespiratória.

O trabalho muscular tem como dado primordial a carga máxima que um músculo pode suportar num determinado movimento. Temos que lembrar que nunca um movimento é executado por apenas um músculo e que sempre existe um músculo

antagonista modulando a execução deste movimento. O trabalho muscular como qualquer outro deve ser o mais específico possível para o esporte praticado, para que o músculo desenvolva as capacidades necessárias para a execução repetitiva dos atos motores seqüenciais determinados pelo esporte. Devemos levar em conta que os músculos compõem-se de fibras que possuem características metabólicas diferenciadas:

I - baixa velocidade de condução do impulso, suporta prolongada tensão, baixo índice de fadiga com alta atividade oxidativa;

II - alta velocidade de condução do impulso, suporta tensão maior por tempo menor, alto índice de fadiga com baixa capacidade oxidativa (WEINECK, 2001).

A composição muscular de um indivíduo é determinada geneticamente, embora estudos mais recentes mostrem uma plasticidade maior das fibras tipo II. Esta plasticidade ocorre em função do tipo de sobrecarga que é imposta a estas fibras. O treinamento muscular deve ser expresso em porcentagem da carga máxima levando-se em conta o número de repetições de cada exercício, o número de séries, o tempo de execução do exercício, o tempo de repouso entre as séries e a seqüência de sua execução (WEINECK, 2001; GOMES, 2002).

Todo treinamento esportivo tem uma preparação, existe a preparação básica, a preparação específica e a etapa de altos rendimentos. Quando o atleta em uma destas fases possui um aumento muito rápido da quantidade de treinamento, ou seja, instrução exagerada com desenvolvimentos motores difíceis, acumulação de competições com intervalos pequenos de uma prova para outra, ocorre o chamado “overtraining”, isto ocorre quando o atleta tem uma recaída devido a fadiga levando a falta de ânimo provocando danos fisiológicos pelos exageros da preparação (WEINECK, 2001; WILMORE & COSTILL, 2001).

### 2.3.1. Estudos Comparativos Entre Corrida em Piscina Funda e Corrida em Terra

São bem documentados na literatura que as respostas máximas e submáximas de FC e  $VO_2$  são mais baixas durante a corrida em piscina funda comparado à corrida em terra em testes de esforços máximos (BUTTS et al., 1991; TOWN e BRADLEY,

1991; SVEDENHAG & SEGER, 1992; YU et al., 1994; FRANGOLIAS & RHODES, 1995; FRANGOLIAS & RHODES, 1996; MERCER & JENSEN, 1997; DOWZER et al., 1999). WILDER & BRENNAN (1993), destacam que a quantidade de massa muscular ativa é mais baixa durante a corrida em piscina funda do que na corrida em terra devido à falta de necessidade de agir contra a gravidade, somado às alterações na pressão hidrostática oferecida pelo meio líquido, a qual aumenta o volume de sangue central e facilita o retorno venoso, diminuindo assim a frequência cardíaca. Essas diferenças podem ser fatores que limitem, além da frequência cardíaca, o consumo de oxigênio. Outro ponto é a troca de calor facilitada no meio aquático, diminuindo o desvio do fluxo sanguíneo para a periferia, conseqüentemente diminuindo a frequência cardíaca necessária para esta função.

Contudo, no estudo de MERCER & JENSEN (1997) para uma determinada carga de trabalho submáxima, não foi encontrada diferença na FC entre corrida em piscina funda e corrida em terra, encontrando respostas de pico mais baixas durante a corrida em piscina funda do que na corrida em terra independente do gênero. Além disso, a relação FC-VO<sub>2</sub> foi semelhante durante o exercício submáximo na corrida em piscina funda e corrida em terra. Claramente se um percentual das respostas máximas são comparadas, as respostas da corrida em piscina funda serão mais baixas do que as da corrida em terra porque as respostas máximas (ou de pico) na corrida em piscina funda são mais baixas que na corrida em terra. A semelhança entre a relação de FC-VO<sub>2</sub> durante corrida em piscina funda e corrida em terra, pode ser evidência que os estilos de corrida são semelhantes.

Baseado nesses dados, parece razoável pensar que a prescrição da intensidade de exercício de corrida em piscina funda simplesmente poderia ser ajustado por alguma análise realizada em terra (por exemplo corrida em esteira rolante). Nisto reside o problema para prescrever a intensidade de exercício da corrida em piscina funda.

Além das respostas máximas e submáximas da corrida em piscina funda e corrida em terra, estudos experimentais, com programas de treinamento variando entre 4 e 10 semanas, também foram realizados para testar diversas valências fisiológicas. Segundo HERTLER et al. (1992), é possível manter o VO<sub>2máx</sub> e a força isotônica concêntrica e excêntrica de extensores e flexores de joelho e dorsi-flexores e flexores

plantares de tornozelo, dentro de um programa de corrida em piscina funda, num período de quatro semanas para corredores. HAMER & MORTON (1990) encontraram respostas semelhantes às dos autores citados anteriormente, onde pode-se observar a manutenção de potência aeróbia, potência anaeróbia, trabalho e potência muscular em corredores recreacionais.

WILBER et al. (1996) também realizaram um trabalho experimental com corredores de meia distância e longa distância, num período de seis semanas, com um grupo treinando corrida em terra e outro grupo treinando a corrida em piscina funda. As sessões consistiam de 30 minutos a 90-100%  $VO_{2máx}$  ou 60 minutos a 70-75%  $VO_{2máx}$ , cinco dias por semana. No final deste período avaliou-se a economia de passada,  $VO_{2máx}$  e limiar anaeróbio entre os dois grupos, e nessas variáveis não foram encontradas diferenças significativas entre o treinamento em corrida em terra e o treinamento de corrida em piscina funda. TARTARUGA (2003) quando comparou dois grupos de atletas, substituindo em um dos grupos 30% do treinamento em terra pela corrida em piscina funda, concluiu que o grupo que realizava o treinamento nos dois meios, manteve a sua capacidade aeróbia tanto quanto o outro grupo experimental que permanecia treinando somente em terra. Estes dados sugerem que a corrida em piscina funda pode servir como uma efetiva alternativa de treino para corredores em terra na manutenção da performance.

Porém, além de manter as valências fisiológicas, para alguns autores (McWATERS, 1988; NAKAZAWA et al., 1994; CARDOSO et al., 2004) o exercício dentro d'água pode desenvolver força muscular, principalmente nos músculos extensores do quadril. McWATERS (1988), afirma que a corrida em piscina funda pode aumentar a força muscular de extensores e flexores do quadril, aumentando a frequência de passada dentro d'água. No estudo de NAKAZAWA et al. (1994), foram comparados os sinais eletromiográficos de grupos musculares extensores e flexores do quadril entre a situação experimental em terra e no meio líquido. Os resultados demonstraram que dentro d'água o sinal eletromiográfico dos músculos extensores e flexores foram maiores do que no movimento terrestre. CARDOSO (2004), concluiu que a força muscular aumenta significativamente nos músculos adutores dos membros inferiores em exercícios realizados em aula de corrida em piscina funda, tanto para o

grupo experimental com ênfase em força muscular como para o grupo experimental sem ênfase em força muscular. Nos trabalhos de HAMER & MORTON (1990) e HERTLER et al. (1992), foram observados apenas manutenções de força muscular em programas de treinamento de corrida em piscina funda. Outra informação importante acerca da possibilidade de ganhos de força muscular através da corrida em piscina funda, é dada por NILSSON et al. (2001), ao qual observaram uma ausência de fase excêntrica na corrida em piscina funda e do ciclo alongamento-encurtamento existente na fase de suporte da corrida em terra. Estas diferenças na função e coordenação muscular aliadas às diferenças de amplitude angular entre as corrida em piscina funda e corrida em terra (TARTARUGA et al., 2001; NILSSON et al., 2001; TARTARUGA, 2003) trazem consigo um argumento para confirmar as hipóteses levantadas por RITCHIE & HOPKINS (1991) e BUSHMAN et al. (1997) em relação à falta de especificidade da corrida em piscina funda.

Outro fato importante para questionar a possibilidade de ganho de força através da corrida em piscina funda para corredores terrestres, é o fato de que comumente se aplica o treinamento de corrida em piscina funda através de cargas de resistência, ou seja, intensidades que trabalhem a rota metabólica oxidativa e, para TANAKA & SWENSEN (1998), treinamentos de resistência e força induzem a adaptações musculares distintas. Por exemplo, o treinamento de resistência diminui a atividade de enzimas glicolíticas, mas aumenta o substrato armazenado dentro das fibras musculares, ao contrário das adaptações induzidas pelo treinamento de força, que leva ao aumento da atividade das enzimas glicolíticas e diminuição da atividade de enzimas oxidativas. Portanto, para testar a hipótese de ganho de força muscular é necessário que o programa de treinamento em corrida em piscina funda possa ser organizado através de intensidades que se aproximem dos propósitos de ganho de força muscular.

### 2.3.2. Princípios Gerais da Prescrição do Exercício

O enfoque primário para alcançar os objetivos relacionados à saúde tem consistido em prescrever exercícios capazes de aprimorar a aptidão cardiorrespiratória ( $VO_{2máx}$ ), a composição corporal, força e resistência muscular e flexibilidade. As

melhoras nos três últimos componentes obedecem alguns princípios mais importantes do treinamento: sobrecarga, especificidade e a individualidade biológica (ACSM, 2003).

Segundo o ACSM (2003) o princípio da sobrecarga estabelece que, para um tecido ou órgão melhorar sua função, terá de ficar exposto a uma carga à qual normalmente não está acostumado. A exposição repetida está associada com uma adaptação, por parte do tecido ou órgão, que resulta em aprimoramento da capacidade funcional. Uma prescrição do exercício especifica a intensidade, a duração e a frequência do treinamento, que resulta na sobrecarga cumulativa à qual o tecido ou órgão terá que adaptar-se. O princípio da especificidade preceitua que os efeitos do treinamento que derivam de um programa de exercícios são específicos para o exercício executado e os músculos envolvidos (ACSM, 2003). O princípio da individualidade biológica prima pela características individuais do sujeito, tanto genéticas, como fisiológicas e psicológicas, onde o treinamento é adequado para o indivíduo em si, destacando as suas habilidades para uma determinada modalidade de exercício.

GOMES (2002), cita que existem mais alguns aspectos determinantes da carga de treinamento que leva a um processo de adaptação, carga definida como um trabalho muscular que implica em si mesmo o potencial de treinamento. São eles:

- 1) *conteúdo da carga*, que pode ser determinada por dois aspectos do treinamento: o nível de especificidade (maior ou menor similaridade ao exercício competitivo); e potencial de treinamento (carga que estimula a condição do atleta);
- 2) *volume da carga*, determinada pelo aspecto quantitativo do estímulo, distinguindo-se da seguinte forma: a) magnitude do volume (medida quantitativa global das cargas de treinamento, determinada pelo nível de treinamento do atleta e pelo momento da preparação que se pretende chegar); b) intensidade da carga (relacionada com o nível do atleta, definida como a força de estímulo que manifesta o desportista durante o esforço); c) duração da carga (distância percorrida e o tempo total gasto para completar toda a carga em uma sessão de treinamento);
- 3) *organização da carga*, entende-se pela sistematização no período de tempo determinado, considerando dois aspectos dentro do processo organizacional: distribuição da carga no tempo (sessão, dia, microciclo, mesociclo e macrociclo) e

interconexão das cargas (relação que as cargas de diferentes orientações apresentam entre si, como por exemplo carga positiva, exercícios de caráter aeróbio são executados depois das cargas do tipo anaeróbio-alático; e a carga negativa, onde exercícios de orientação anaeróbio-alática são executados depois de um trabalho de orientação anaeróbio-lático)

- 4) *orientação da carga*, este critério pressupõe a divisão de todas as cargas de treinamento em função do seu grau de influência sobre o aperfeiçoamento de diversos aspectos qualitativos de preparação dos atletas: intensidade é bastante específica e na escolha desta, deve-se levar em consideração as particularidades de diferentes modalidades desportivas. A determinação da intensidade de carga existem diferentes critérios fisiológicos como a frequência cardíaca e teor de lactato no sangue, alguns especialistas tentam classificar as cargas segundo as zonas de intensidade (quadro 1); a duração do exercício está estritamente ligada à intensidade, pois os exercícios de diferentes durações são assegurados por diferentes mecanismos energéticos; duração dos intervalos de descanso; caráter de descanso, onde a recuperação cada vez mais rápida e substancial da capacidade de trabalho não é assegurada pelo descanso passivo, mas pela passagem a outro tipo de atividade, inclusão de outros grupos de músculos que não estavam envolvidos na atividade, ou seja, descanso ativo. Por exemplo: a passagem da corrida de grande velocidade para corrida em trote resulta em eficiente trabalho para a aceleração dos processos de recuperação do indivíduo.

A periodização do processo de treinamento desportivo consiste, antes de tudo, em criar um sistema de planos para distintos períodos que perseguem um conjunto de objetivos mutuamente vinculados. No século XX, mais precisamente nos últimos cinquenta anos, a periodização do treinamento desportivo passou por conceitos que se modificaram freqüentemente com a evolução e as transformações ocorridas nos mais diversos desportos (GOMES, 2002).

**Quadro 1.** Classificação das cargas de treinamento segundo as zonas de intensidade do exercício.

CRITÉRIOS FISIOLÓGICOS					
Número	Zonas	FC (por min)	Em % de $VO_{2máx}$	Lactato (mmol/l)	Duração Máxima de trabalho
I	Aeróbia	Até 140	40-60	Até 2	Algumas horas
II	Aeróbia (de limiar)	140-160	60-85	Até 4	Mais de 2 horas
III	Mista (aeróbia-anaeróbia)	160-180	70-95	4-6 6-8	30 min-2h 10-30 min
IV	Anaeróbia (glicolítica)	Mais de 180	95-100-95	8-15 10-18 14-20e mais	5-10 min 2-5 min até 2 min
V	Anaeróbia (alática)	-----	95-90	-----	10-15 Seg

### 2.3.3. Componentes da sessão de treinamento

Segundo o ACSM (2003), o programa de exercícios é baseado nos seguintes componentes: aquecimento, fase de resistência, atividades recreacionais (opcionais), e volta à calma. As atividades do treinamento de resistência devem ser realizadas 3 a 5 dias por semana. O formato da sessão de exercícios deve incluir um período de aquecimento (cerca de 10 min), um estímulo ou fase de resistência (20 a 60 min), um jogo recreativo opcional e um período de volta à calma (5 a 10 min). O treinamento de resistência deve ser prescrito em termos específicos de intensidade, duração, frequência e tipo de atividades.

#### Aquecimento

O aquecimento facilita a transição do repouso para o exercício, alonga músculos posturais, acelera o fluxo sanguíneo e aumenta a taxa metabólica do nível de repouso até as demandas aeróbias para o treinamento de resistência. O aquecimento pode reduzir a suscetibilidade às lesões musculoesqueléticas por aumentar a extensibilidade

do tecido conjuntivo, por aprimorar a amplitude de movimento e a função das articulações e por aprimorar o desempenho muscular (ACSM, 2003).

A sessão de exercícios deve começar com exercícios de baixa intensidade, passando para atividade que aproxima-se do limite inferior da FC prescrita para o treinamento de resistência (ACSM, 2003).

#### Fase de Resistência

O estímulo ou fase de resistência desenvolve a aptidão cardiorrespiratória e inclui 20 a 60 min de atividade aeróbia contínua ou intermitente. A duração depende da intensidade da atividade; atividade de intensidade moderada deve ser realizada durante um período de tempo mais longo (30min ou mais) e inversamente, os indivíduos que treinam em níveis de intensidade mais altos devem fazê-lo por pelo menos 20min ou mais (ACSM, 2003).

#### Volta à calma

O período de volta à calma (esfriamento) torna possível uma recuperação gradual após a fase de resistência/jogos e inclui exercícios de intensidade decrescentes. A volta à calma permite os ajustes circulatórios apropriados e o retorno da FC e da PA aos valores próximos daqueles do repouso; acelera o retorno venoso, reduzindo assim o potencial para hipotensão e vertigem pós-exercício; facilita a dissipação de calor corporal; promove a remoção mais rápida do lactato que a recuperação estacionária; e combate os possíveis efeitos deletérios da elevação pós-exercício nas catecolaminas plasmáticas (especialmente em cardiopatas, reduz probabilidade de arritmias ventriculares) (ACSM, 2003).

#### 2.3.4. Aptidão cardiorrespiratória

A melhora na aptidão cardiorrespiratória é medida pela avaliação da mudança no  $VO_{2máx}$  que está relacionada diretamente à frequência, duração e intensidade do exercício (WILMORE & COSTILL, 2001).

A intensidade e a duração do exercício determinam o dispêndio calórico total durante uma sessão de treinamento, e estão inversamente relacionadas. Por exemplo, melhoras semelhantes na resistência respiratória podem ser conseguidas por um esquema de baixa intensidade e maior duração ou com um programa de intensidade mais alta e menor duração. O risco de lesão ortopédica pode aumentar com este último esquema (ACSM, 2003).

O ACSM (2003), recomenda uma intensidade do exercício que corresponda a algo 55-65% a 90% da  $FC_{máx}$ . Indivíduos pouco aptos ou descondicionados podem melhorar sua aptidão cardiorrespiratória com intensidades do exercício de 55% a 64% da  $FC_{máx}$ . Para a maioria dos indivíduos as intensidades entre 70 a 85% da  $FC_{máx}$  são suficientes para conseguir aumento na aptidão cardiorrespiratória.

Existem vários métodos para prescrever a intensidade do exercício, através do MET, da FC e pela sensação subjetiva ao esforço (SSE) (BORG, 2000).

A  $FC_{máx}$  é usada como guia para estabelecer a intensidade do exercício por causa da relação relativamente linear entre FC e percentual do  $VO_{2máx}$  (GOMES, 2002).

As escalas de SSE são considerados coadjuvantes para a monitorização da FC, pois a SSE determinada durante um teste de esforço gradativo poderão corresponder consistentemente à mesma intensidade durante uma sessão de exercício ou para modalidades diferentes de exercício. Entretanto a SSE revelou ser um recurso valioso na prescrição do exercício para pessoas com dificuldade na palpação da FC ou em modalidades de exercício que dificultem a palpação da FC ou em casos que a FC pode ter sido alterada pelo uso de medicação (WILMORE & COSTILL, 2001).

A duração do exercício interage com a intensidade para resultar no dispêndio de um número suficiente de calorias a fim de alcançar os objetivos nas áreas da saúde, da aptidão e do controle de peso.

O ritmo de progressão do exercício recomendado em um programa de condicionamento com exercícios depende da capacidade funcional, do estado de saúde, da idade, das preferências e dos objetivos do indivíduo em termos de atividade e de sua tolerância ao atual nível de treinamento. Para adultos saudáveis, o aspecto resistivo da prescrição do exercício possui três estágios: inicial, de melhora e de manutenção (ACSM,2003).

Quanto a frequência, as pessoas desconditionadas podem aprimorar sua aptidão cardiorrespiratória realizando exercícios duas vezes na semana, porém a frequência ótima é 3 a 5 vezes de trabalho por semana (ACSM,2003).

### 2.3.5. Forma de treinamento

Em geral é aceito que muitas adaptações bioquímicas e fisiológicas que acompanham um treino de resistência ocorre em resposta ao acréscimo da demanda energética celular. A manipulação da intensidade, duração do trabalho e intervalos de repouso, mudam as relativas demandas no caminho metabólico dentro das células musculares, tanto quanto a liberação de oxigênio para o músculo. As subseqüentes adaptações que ocorrem, ambos a nível celular e sistêmico, são específicos para as características particulares do programa do treino desportivo (LAURSEN & JENKINS, 2002).

Segundo LAURSEN & JENKINS (2002), tanto o treino de curta ou longa duração (horas/dia) desenvolvidos com indivíduos sedentários, mudam o sistema aeróbio, citando como exemplo, um treino diário submáximo (2h/dia, 65 a 75%  $VO_{2máx}$ ). Nesses estudos, o aumento da capacidade de trabalho eram atribuídos ao acréscimo da liberação de oxigênio para músculos exercitando-se (adaptação central), acompanhada do acréscimo da utilização do oxigênio pelos músculos exercitados (adaptações periféricas).

O treino intervalado que é utilizado há vários anos, principalmente para melhorar a capacidade anaeróbia, pode ser utilizada para desenvolver o sistema aeróbio. Sessões de exercícios repetidos e breves com pequenos intervalos de repouso entre cada série produzem os mesmos benefícios aeróbios que o exercício contínuo, de alta intensidade e prolongado. O treinamento de resistência contínuo e de alta intensidade no entanto, alguns atletas podem achar monótono. Não existem até agora, evidências diretas que o treinamento aeróbio intervalado produza maiores adaptações musculares do que o treinamento contínuo (HOLLOSZY & COYLE, 1984).

Em contraste com treino de exercício submáximo, que é caracterizado por prolongado, atividade contínua, o treino intervalado de alta intensidade é normalmente

conhecido pelo uso de intervalos. Treino intervalado de alta intensidade pode ser definido como repetidas sessões de curta ou moderada duração (10 segundos até 5 min) completado na intensidade que é maior que o limiar anaeróbio. Sessões de exercícios são separadas por breves períodos de trabalho de baixa intensidade ou inatividade que seguem uma parcial mas não total recuperação. Apesar do fato de treinadores usarem o treino intervalado de alta intensidade para melhorar a performance de atletas, existem poucos estudos descrevendo a influência do treino intervalado de alta intensidade na respiração muscular em sedentários ou indivíduos recreacionalmente ativos (WILMORE & COSTILL, 2001).

No treino intervalado é geralmente aceito que para sedentários ( $VO_{2m\acute{a}x} < 45\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e indivíduos recreacionalmente ativos ( $VO_{2m\acute{a}x} \cong 45\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), são necessários alguns anos para aumentar o  $VO_{2m\acute{a}x}$  ao nível de atletas altamente treinados ( $VO_{2m\acute{a}x} > 60\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) segundo LAURSEN & JENKINS (2002), entretanto, HICKSON et al. (1977), mostraram em 8 indivíduos sedentários e recreacionalmente ativos, que o  $VO_{2m\acute{a}x}$  poderia aumentar significativamente (+44%;  $p < 0,05$ ) após 10 semanas de treino com exercício de alta intensidade (alternando intervalos de 40min de ciclismo  $VO_{2m\acute{a}x}$  com 40min de corrida de alta intensidade). O interessante é que em quatro destes indivíduos,  $VO_{2m\acute{a}x}$  aproximou-se ou excedeu  $60\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Isto mostra claramente como o aumento do treino de exercício de alta intensidade pode elicitar um rápido aumento da aptidão aeróbia.

## **2.4. Métodos de Avaliação**

### **2.4.1. Ultra-sonografia**

A ultra-sonografia (US) musculoesquelética tem recentemente aumentado sua popularidade por algumas razões como avanços na tecnologia incluindo os transdutores de alta freqüência que fornecem imagens com alta resolução, o baixo custo envolvido, a acessibilidade ao exame, equipamentos portáteis e velocidade diagnóstica (JACOBSON, 1999).

A ultra-sonografia é a primeira modalidade de exames por imagem disponível para avaliação de doenças musculares e o único exame em tempo real que proporciona o esclarecimento de alguns tipos de lesões que ficam ocultas nos exames estáticos. A disponibilidade, a facilidade do exame e o baixo custo envolvido, tornam práticos os exames de verificação e seguimento de lesões em cicatrização. Cerca de 30% de todas as lesões esportivas são de origem muscular e a US pode também colaborar na decisão quanto ao momento do retorno ao treinamento, pois a recorrência da lesão pode ser onerosa tanto para a equipe quanto para o atleta (SERNICK & CERRI, 1999; HOLSBEECK & INTROCASO, 2002).

LEE (2001) e MAGANARIS (2002) confirmam que a US é um método para avaliar o músculo esquelético e KOTEVOGLU & GÜLBAHCE (2004), referem que o ultra-som musculoesquelético está fazendo parte do exame físico de indivíduos com doenças deste sistema e é um método rápido e fácil de obter informação diagnóstica. Conforme PEETRONS (2002) os músculos são tecidos moles que melhor se adaptam a exame pela US, pois devido ao acesso multiplanar, ambos transversal e longitudinal, o exame dinâmico do músculo com a excelente resolução, proporcionam uma ótima definição da estrutura muscular.

Segundo KHAN et al. (2003), KOTEVOGLU & GÜLBAHCE (2004) e REEVES et al. (2004) a US tem sido utilizada como método alternativo válido e confiável para a ressonância magnética (RM), pois o acesso a RM para propostas de pesquisas é freqüentemente limitada devido à grande demanda clínica e seu considerável custo. PEETRONS (2002) também cita que a disponibilidade, o baixo custo e a fácil exame, fazem a US superior à RM para continuação da análise de lesão e detecção de problemas como a fibrose, o hematoma ou miosites ossificantes. A US pode oferecer todas as informações conseguidas com a RM e, mais ainda, com relação às doenças musculares (HOLSBEECK & INTROCASO, 2002; REEVES et al., 2004). CONNELL et al. (2004), compararam a US e a RM para avaliar lesões nos isquiotibiais em jogadores de futebol, concluindo que a US é tão útil quanto a RM para avaliar lesões nos isquiotibiais e devido seu baixo custo pode ser a técnica de imagem preferida.

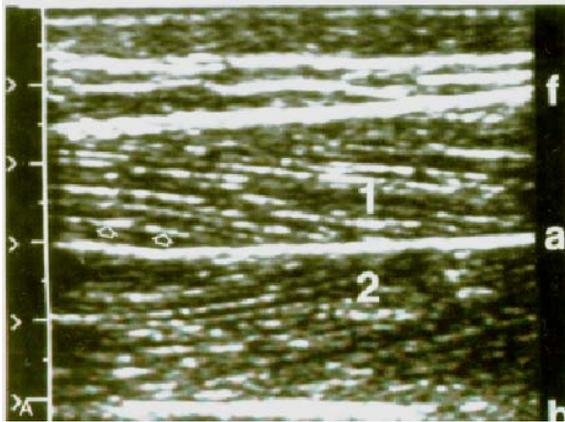
Anormalidades nas imagens da US, alterações histológicas, aumento das proteínas musculares no sangue, têm sido utilizadas como medidas indiretas da magnitude da lesão muscular induzida pelo exercício (NOSAKA & CLARKSON, 1996; NOSAKA et al., 2002). O aumento da eco-intensidade é uma característica da degeneração muscular e reflete a lesão muscular e/ou resposta inflamatória, porque o aumento da eco-intensidade parece estar relacionada com níveis de enzimas plasmáticas após o exercício (NOSAKA & CLARKSON, 1996).

Outros estudos envolvendo diferentes modalidades de exercícios também utilizaram a US para análise do comportamento do sistema musculoesquelético. REIMERS et al. (1992), investigaram dor abdominal aguda em atletas que realizaram exercícios abdominais além do seu exercício de resistência diário. A US revelou áreas hipo-ecogênicas do reto abdominal após o exercício (sinal de lesão), concomitante com o aumento significativo de CK. NOSAKA & NEWTON (2002), que compararam exercícios submáximos e máximos de membro superior, verificaram que a ecogenicidade e a CK eram significativamente menores e a recuperação mais rápida no grupo submáximo quando comparado com o grupo máximo. MIYAMA & NOSAKA (2004) compararam a realização de saltos em dois tipos de superfície, uma com amortecimento na queda e outra superfície dura. Foram realizadas cinco sessões de 20 repetições e as medidas (US, CK, ADM, força) realizadas antes, 1, 24, 36, 48, 72 e 96h após o exercício. Todas as medidas mudaram após o exercício, mas menores índices eram evidentes para a superfície com amortecimento, demonstrando que esta superfície induziu a um menor nível de lesão que a superfície dura. Este estudo sugeriu que o treino em superfície com amortecimento, pode melhorar a capacidade aeróbia ou a força com menor risco de lesão muscular.

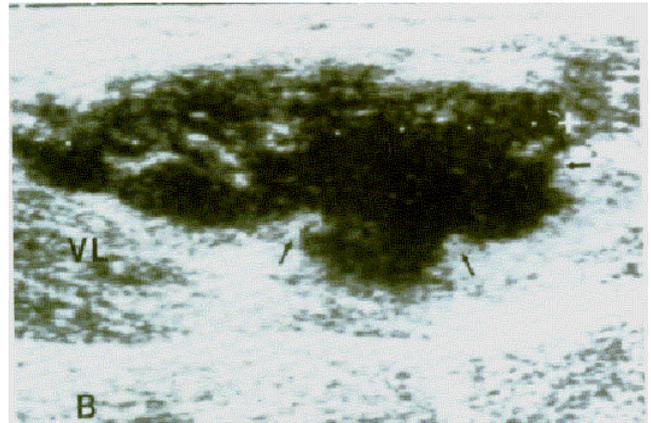
#### 2.4.1.1. Técnica do Exame

Geralmente utilizam-se transdutores de varredura linear de 7,5 MHz, que proporciona uma resolução excelente, variando a frequência conforme a profundidade da lesão (HOLSBEECK & INTROCASO, 2002). A técnica de exame baseia-se na varredura em múltiplos planos, com compressão suave e constante em diferentes

estados de tensão do músculo, ou seja, inicialmente em repouso e posteriormente em contração isométrica. Evita-se a compressão excessiva, pois pode mascarar alguns tipos de lesão, principalmente pequenos hematomas (SERNICK & CERRI, 1999).



**Figura 3.** Ultra-sonografia do músculo normal.



**Figura 4.** Ultra-sonografia do músculo rompido, com hematoma.

#### 2.4.2. Creatina Quinase

A creatina quinase (CK) é considerada um indicador indireto de lesão muscular, encontrada em quantidade considerável no tecido muscular, e a sua concentração no soro ou no plasma altera-se quando associada com infarto do miocárdio, doenças musculares degenerativas e lesão musculoesquelética induzida pelo exercício (APPLE et al., 1986; APPLE et al., 1988; EBBELING & CLARKSON, 1989; NOSAKA & CLARKSON, 1996; NOSAKA et al., 2002; LEE & CLARKSON, 2003). Sabe-se que quando mede-se a concentração sanguínea de CK, a concentração total de CK representa ambos efluxo e liberação da enzima, portanto, a interpretação do pico de mudanças da CK deve ser feito com cuidado (EBBELING & CLARKSON, 1990; NOSAKA et al., 2002; LEE & CLARKSON, 2003).

Existe uma vasta literatura utilizando a CK como marcador indireto de lesão muscular e em várias modalidades de exercícios, como por exemplo os exercícios de resistência (ARMOSTRONG et al., 1983; ROGERS et al., 1985; ARMSTRONG, 1986; APPLE et al., 1986; APPLE et al., 1988; APPLE & RHODES, 1988; SORICHTER et al.,

1997; DAWSON et al., 2002; NOSAKA et al.; 2002) e estudos comparando as contrações isométricas, excêntricas e concêntricas (CLARKSON et. al., 1986; NEWHAM, 1988; NOSAKA et al., 1991; SORITCHTER et al., 1995; NOSAKA & CLARKSON, 1996; CLARKSON & HUBAL, 2002; LEE & CLARKSON, 2003). Mas não foram encontrados estudos avaliando o comportamento da CK, ou seja, a ocorrência de lesão muscular durante um período de treinamento de 12 semanas, envolvendo corrida em diferentes meios.

#### 2.4.2.1. Função e Estrutura

CK tem uma estrutura dímera consistindo de subunidades M e subunidades B, portanto existem três diferentes isoenzimas que são específicas para diferentes tipos de tecidos: CK-MM, CK-MB e CK-BB são encontradas no músculo esquelético, músculo cardíaco (e músculo esquelético) e tecido cerebral respectivamente (EBBELING & CLARKSON, 1989).

CK-MM, em quantidades de 90 - 100% do total da atividade de CK no músculo esquelético, é principalmente responsável pela atividade da CK no soro ou no plasma, no pós-exercício. Após o esforço físico, a CK é liberada na lesão muscular como CK-MM<sub>1</sub>, portanto a isoforma é subseqüentemente transformada no sangue para CK-MM<sub>2</sub> e depois CK-MM<sub>3</sub>. A presença de CK-MM<sub>1</sub> na circulação indica nova liberação de lesão tecidual. CK-MM<sub>1</sub> tem sido mostrada ser um indicador precoce de lesão muscular induzida pelo exercício para ambos regimes isométrico e excêntrico de exercício na atividade total da CK, onde o tempo de curso da resposta da CK-MM<sub>1</sub>, ocorre paralelamente com o desenvolvimento da dor (EBBELING e CLARKSON, 1989).

Embora altos níveis de CK-MB na circulação sejam associados com infarto do miocárdio, a origem da CK-MB no plasma induzida pelo exercício é mais provavelmente do músculo esquelético, não do músculo cardíaco (APPLE et al., 1986).

#### 2.4.2.2. Tempo de curso e Mecanismo de Efluxo

O aumento da atividade da CK no soro ou no plasma depois do exercício é retardado e a extensão do retardo depende do tipo de exercício. Depois de corrida ou exercício isométrico, a atividade da CK aumentava significativamente de 3 a 6 horas depois do exercício e usualmente o pico de 18 a 24 horas depois do exercício. Entretanto, depois de exercício excêntrico muscular local, um significativo acréscimo da atividade da CK pode não ocorrer ainda 48 horas depois do exercício e pode não ocorrer valores de pico até 7 dias. A diferença no retardo pode ser relacionado com a extensão da lesão (EBBELING & CLARKSON, 1989; NOSAKA et al., 2002).

Depois das enzimas serem liberadas do músculo para o espaço extracelular, elas são transportadas para o sangue pelo sistema linfático. Também, o sistema linfático pode ser importante na inativação e remoção dos níveis anormais de enzima. Apenas o fluxo sanguíneo é relativamente pouco, então o transporte da CK através da linfa poderia explicar parte do aparecimento retardado da CK no sangue. Entretanto isto provavelmente poderia explicar retardo de 24 a 72 horas observadas depois de exercício com alta força excêntrica (LINDENA et al., 1979).

#### 2.4.2.3. Técnica do Exame

Normalmente a CK é avaliada através de amostras sangüíneas, que são retiradas da região antecubital, em períodos pré determinados de acordo com o objetivo do pesquisador, num segundo momento as amostras são colocadas em tubos heparinizados ou dependendo da técnica a ser utilizada, o sangue é deixado coagular. Após o sangue coletado vai para a centrifugação e analisado automaticamente através do equipamento do modelo Automatic Analyzer 902, da Hitachi Boehringer Mannheim. Geralmente são usados Kits comerciais para análise da concentração sangüínea da CK, onde já estão estipulados os valores de referências para os níveis considerados normais.

### 2.4.3. Escala de Sensação Subjetiva ao Esforço de Borg

O conceito de esforço percebido foi introduzido no final da década de 1950, juntamente com métodos para medir o esforço percebido em geral, a fadiga localizada e a falta de ar, e logo se seguiram vários estudos científicos e aplicações clínicas relacionadas ao esporte e à ergonomia. Um conceito relacionado à fadiga e ao esforço é a intensidade do exercício, interpretada de várias formas diferentes. Pode receber um significado físico, baseado no estímulo, e definido por mensurações físicas como força, trabalho e energia, torque, velocidade etc. Também pode ser interpretada fisiologicamente, em termos absolutos como  $VO_2$  ou por valores relativos como a frequência cardíaca. Uma terceira possibilidade consiste em avaliar a intensidade do exercício em termos de determinações de índices de intensidade subjetiva, conforme a percepção do indivíduo. Este método proporciona diretamente uma medida individualizada da intensidade do exercício (BORG, 2000).

Segundo DOHERTY et al. (2001), a percepção ao esforço tem sido definida como o ato de detectar e interpretar as sensações que surgem do corpo durante o exercício físico.

Alguns pesquisadores tem medido o papel da sensação subjetiva ao esforço na prescrição da intensidade de diferentes modalidades de exercícios, como por exemplo DOHERTY et al. (2001), OKURA & TANAKA (2001), HERMAN et al. (2003), ROBERTSON et al. (2004) e VENDRUSCULO et al. (2004), que correlacionaram a SSE e  $VO_{2máx}$  em um teste progressivo máximo em esteira rolante para indivíduos não treinados, onde a SSE foi verificada a cada 10% do  $VO_{2máx}$ , diminuindo assim a janela para os índices de sensações subjetivas dos indivíduos durante o teste de esteira, levando a uma periodização mais individualizada, diferenciando-se dos outros estudos onde a janela para o mesmo índice da escala de Borg era muito amplo. Ainda nesse estudo, foi confirmado mais uma vez que a SSE é um recurso válido para a prescrição do exercício, pois compara seus achados de correlação entre SSE e  $VO_{2máx}$  com outros estudos, como por exemplo com POLLOCK et al. (1977) onde essa mesma correlação foi avaliada através de uma atividade aeróbia com 20 a 60min de duração, onde de 30 a 49% do  $VO_{2máx}$  os indivíduos encontravam em média no índice 10 ou 11 da escala de

sensação subjetiva, o que seria um esforço leve, enquanto no seu estudo os indivíduos a 40% indicaram em média o índice 9, ou seja, um esforço muito leve. Já de 50 a 74%, a média foi de 12 e 13, confirmando os resultados encontrados a 60% do  $VO_{2máx}$ . Quando comparado com o estudo de ROBERTSON et al. (2004), a correlação foi realizada através de um teste no cicloergômetro com incrementos de carga e os autores encontraram que a 50% os indivíduos apresentaram uma média de 10 a 11 na sensação subjetiva, a 70% uma média no índice 14 e a 90% no índice 17. Estes três resultados confirmam os achados de VENDRUSCULO et al. (2004) nessas mesmas intensidades. OKURA & TANAKA (2001) que também avaliaram a correlação através de um teste no cicloergômetro, encontraram no índice 13 um valor de  $VO_2$  correspondente a 60% do  $VO_{2máx}$ , corroborando com o estudo de POLLOCK et al. (1977) e o estudo de referência. Ainda HERMAN et al. (2003) avaliaram a correlação através de um exercício submáximo no cicloergômetro em uma intensidade de 75% do  $VO_{2máx}$  e os resultados demonstravam que nessa intensidade os indivíduos estavam em média no índice 15 da sensação subjetiva, o que também confirma a média encontrada no estudo de 70 a 80% do  $VO_{2máx}$ . Estas comparações estão descritas na tabela 01.

A escala de sensação subjetiva ao esforço de BORG é muito popular e tem sido usada no mundo inteiro, pois correlações de 0,80-0,90 foram encontradas entre a sensação subjetiva e a FC, mas altas correlações como outras variáveis fisiológicas também foram encontradas, entre elas o  $VO_{2máx}$  (BORG, 1982), concordando com DUNBAR & KALINSKI (2004) que citam a escala de Borg como um meio válido para regular a intensidade do exercício.

Esta escala também tem sido utilizada em trabalhos que necessitam prescrever a intensidade do exercício em diferentes meios, pois segundo HALL et al. (2004) os efeitos fisiológicos da imersão alteram a relação consumo de oxigênio-freqüência cardíaca obtidos nos exercícios realizados em terra, tornando inapropriada a prescrição de intensidade do exercício para o meio líquido baseada nessa relação. BARKER et al. (2003) regularam a intensidade do exercício para pacientes com dor crônica nas costas enquanto realizavam hidroterapia através da SSE obtida pela escala de SSE de BORG, ROBERTSON et al. (1996) concluíram que esta mesma escala de BORG é válida para o uso de exercícios com pedais no meio líquido. No estudo de FUJISHIMA & SHIMIZU

(2003), que compararam a SSE na mesma intensidade de esforço na terra e em duas temperaturas na água (31°C e 35°C) com parâmetros fisiológicos, entre eles o  $VO_{2máx}$ , os autores concluíram que o  $VO_{2máx}$  aumentava gradualmente com a intensidade do exercício e que a SSE era a mesma entre as séries na água e na terra, corroborando ainda com os achados de Takeshima et al. (1997), com respeito aos níveis de  $VO_2$  durante caminhada na água e na terra baseados na SSE no índice 13 da escala de SSE do Borg.

**Tabela 1.** Comparação dos valores de  $VO_{2máx}$  e da sensação subjetiva ao esforço do estudo de VENDRUSCULO et al (2004) e de outros estudos que também correlacionaram essas duas variáveis.

% $VO_{2máx}$	40	50	60	70	80	90	100
Vendrusculo et al. (2004)	9	11	12/13	14/15	15/16	17	19/20
Pollock & Wilmore (1990)	10/11	12/13			14/16	>16	
Robertson et al. (2004)		10/11		14		17	
Okura & Tanaka (2001)			13				
Herman et al. (2003)				15			

Esta escala também tem sido utilizada em trabalhos que necessitam prescrever a intensidade do exercício em diferentes meios, pois segundo HALL et al. (2004) os efeitos fisiológicos da imersão alteram a relação consumo de oxigênio-freqüência cardíaca obtidos nos exercícios realizados em terra, tornando inapropriada a prescrição de intensidade do exercício para o meio líquido baseada nessa relação. BARKER et al. (2003) regularam a intensidade do exercício para pacientes com dor crônica nas costas enquanto realizavam hidroterapia através da SSE obtida pela escala de SSE de BORG, ROBERTSON et al. (1996) concluíram que esta mesma escala de BORG é válida para o uso de exercícios com pedais no meio líquido. No estudo de FUJISHIMA & SHIMIZU

(2003), que compararam a SSE na mesma intensidade de esforço na terra e em duas temperaturas na água (31°C e 35°C) com parâmetros fisiológicos, entre eles o  $VO_{2máx}$ , os autores concluíram que o  $VO_{2máx}$  aumentava gradualmente com a intensidade do exercício e que a SSE era a mesma entre as séries na água e na terra, corroborando ainda com os achados de Takeshima et al. (1997), com respeito aos níveis de  $VO_2$  durante caminhada na água e na terra baseados na SSE no índice 13 da escala de SSE do Borg.

Conforme acima descrito pode-se perceber que a sensação subjetiva ao esforço é utilizada na prescrição do exercício e é um método válido quando realiza-se um treinamento em diferentes meios, nesse caso no meio líquido e terrestre onde as valências fisiológicas como FC e  $VO_{2máx}$  normalmente utilizadas na prescrição do exercício, apresentam um comportamento diferenciado.

#### 2.4.3.1. Técnica do Exame

Quando se realiza uma avaliação da sensação subjetiva ao esforço, normalmente inclui-se uma explicação do que é o esforço percebido. O indivíduo a ser testado deve entender que não é a dificuldade física (por exemplo, o quanto é pesado ou o quanto é quente) que conta, mas a sensação interna de esforço, tensão e fadiga. O avaliador tem a responsabilidade de mostrar a escala e explicar sua administração, como por exemplo: durante o exercício, queremos que você avalie a sua percepção do esforço, isto é, quão pesado e cansativo o exercício lhe parece. A percepção do esforço depende principalmente da tensão e fadiga nos seus músculos e de como você percebe a falta de ar ou as dores no peito (BORG, 2000).

Normalmente durante o exercício, a escala deve ficar bem visível para o indivíduo que está sendo avaliado, este deve saber exatamente o que os índices e as expressões descritivas significam.

#### 2.4.4. Consumo Máximo de Oxigênio

É bem documentado na literatura, que um dos testes mais utilizados para a determinação do condicionamento aeróbio é o  $VO_{2máx}$  (WILDER & BRENNAN, 1993, WILBER et al., 1996, BUSHMAN et al., 1997, DOHERTY et al., 2001, FUJISHIMA & SHIMIZU, 2003), sendo também muito usado para a análise do potencial de corredores.

Existem alguns trabalhos que analisaram as diferenças no  $VO_{2máx}$  entre os dois meios, ou seja, a CPF e CT. A redução do  $VO_{2máx}$  e da  $FC_{máx}$  é consenso nesses estudos (SVEDENHAG & SEGER, 1992; FRANGOLIAS & RHODES, 1995).

TOWN & BRADLEY (1991) e DOWZER et al. (1999), concordam que tanto os valores de  $FC_{máx}$  quanto de  $VO_{2máx}$  são mais baixos no meio líquido. Em uma revisão sobre estas diferenças, WILDER & BRENNAN (1993), mostram que a  $FC_{máx}$  e o  $VO_{2máx}$  na CPF são inferiores aos da CT (89-95% e 83-89%, respectivamente).

Existem vários protocolos utilizando a esteira rolante para este fim, pois sua principal vantagem é a familiarização com o gesto motor (caminhar ou correr), impondo uma dificuldade a menos ao avaliado (MARINS & GIANNICHI, 1998).

Os diversos protocolos existentes, como por exemplo, o protocolo de Bruce, Balke, Ellestad, trabalham alternando a velocidade, a inclinação e o tempo de cada estágio, podendo assim, ser específico para determinadas populações de acordo com o objetivo do avaliador, o que pode acontecer na área da pesquisa, onde os protocolos são construídos baseados nos trabalhos já existentes e de acordo com a população que vai ser avaliada.

##### 2.4.4.1. Técnica do Exame

A principal característica dos protocolos desenvolvidos em esteira é a forma de sobrecarga, que pode ser através do grau de inclinação, da velocidade e do tempo de cada estágio, e estes componentes podem ser usados de forma isolada ou combinada.

O mecanismo básico de funcionamento é por uma esteira móvel onde o avaliado se desloca em várias velocidades, desde uma caminhada lenta, até uma corrida com alta velocidade. Dentre os erros mais comuns que devem ser evitados estão:

deslocamento com os joelhos fletidos, inclinação do tronco para a frente, correr olhando para o solo, correr não mantendo um equilíbrio nas duas pernas (MARINS & GIANNICHI, 1998).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. População e Amostra**

A população constitui-se de indivíduos do gênero masculino, não treinados, com idade entre 29 e 45 anos.

A amostra foi composta por 14 indivíduos não treinados, do gênero masculino, com idade entre 29 e 45 anos. Começaram o programa de treinamento 20 sujeitos, mas somente 14 completaram o programa, sendo sete no grupo experimental de corrida em terra e sete no grupo experimental de corrida em piscina funda. A morte amostral de quatro indivíduos deve-se a compromissos profissionais em outras cidades surgidos durante o treinamento e dos outros dois sujeitos do grupo experimental de corrida em terra, devido lesão significativa nos joelhos.

#### **3.2. Seleção da Amostra**

A amostra foi composta por indivíduos que não apresentavam lesões musculares antes do treinamento, foram selecionados por voluntariedade e convidados pessoalmente a participarem da pesquisa. Antes do primeiro teste, todos os sujeitos leram e assinaram o termo de consentimento (Anexo 1). A seleção dos sujeitos para cada grupo experimental foi randômica, ou seja, o sujeito não sabia em qual grupo experimental ele seria incluído até o início do programa de treinamento.

#### **3.3. Definição das Variáveis**

##### **3.3.1. Variáveis Independentes**

- Corrida em Piscina Funda
- Corrida em Terra

##### **3.3.2. Variáveis Dependentes**

### 3.3.2.1. Variável de Lesão Muscular

- Lesão Muscular

### 3.3.2.2. Variável Fisiológica

- Consumo máximo de oxigênio -  $VO_{2máx}$

### 3.3.3. Variáveis para Caracterização da Amostra

- Medida de massa corporal;
- Medida da Estatura;
- Idade.

## 3.4. Instrumentos de Medida

### 3.4.1. Balança Eletrônica

Utilizou-se uma balança eletrônica, da marca Filizola com resolução de 0,1Kg.

### 3.4.2. Estadiômetro

Constituído de uma parte fixa a parede, onde desliza o cursor, no qual mede-se a estatura do sujeito na posição de pé. A outra parte é a plataforma do aparelho, a qual se encontra nivelada com o zero da escala, com resolução de 1mm.

### 3.4.3. Esteira Rolante

A esteira rolante da marca INBRAMED, modelo 10200 ATL, com resolução de velocidade e inclinação de  $0,1 \text{ km.h}^{-1}$  e 1%, respectivamente.

### 3.4.4. Analisador de Gases

O analisador de gases Modelo CPX/D (cardiorespiratory system), da marca MGC (Medical Graphics Computer). Este aparelho coleta amostras de gás expirado através de um pneumotacógrafo que é acoplado num bocal, o qual é colocado no indivíduo. Utiliza-se um oclisor nasal, limitando o indivíduo a respirar apenas pela boca. Através deste equipamento é possível coletar dados ventilatórios em tempo real, com o armazenamento dos dados até respiração em respiração (breath-by-breath) e visualizado em um monitor de computador. No presente estudo utilizou-se a coleta de informações de 30 em 30 segundos.

#### 3.4.5. Ultra-sonografia

Foi utilizado equipamento ATL-HDJ 3000, com transdutor linear, multifrequencial - 7,5 a 10MHz.

#### 3.4.6. Creatina Quinase

Foi usado o kit CK-NAC da Bioliquid, com unidade de medida U/L e valor referencial de 80 U/L para homens.

#### 3.4.7. Centrífuga Refrigerada

Uma centrífuga de mesa refrigerada modelo PK 120-R, marca *ALC International SRL*.

#### 3.4.8. Freezer

As amostras foram congeladas e armazenadas em um ultra-freezer (-85°C), da marca Nuaire.

#### 3.4.9. Equipamento de Análise da CK

Foi utilizado um equipamento de análise automática, do modelo Automatic Analyzer 902, da Hitachi Boehringer Mannheim.

#### 3.4.9. Cronômetro

Foram utilizados dois cronômetros da marca Cassio, com resolução de décimo de segundo, sendo um cronômetro oficial e outro reserva, para possíveis imprevistos.

#### 3.4.10. Escala de Sensação Subjetiva ao Esforço de Borg

A escala de sensação subjetiva ao esforço de Borg (BORG, 2000), é categorizada em 15 pontos numéricos (de 6 a 20) e 7 divisões descritivas, correspondendo aos números ímpares da escala numérica, que são conceituadas em: extremamente leve, muito leve, leve, um pouco intenso, intenso (pesado), muito intenso e extremamente intenso (Figura 3).

<b>6</b>	<b>Sem nenhum esforço</b>
<b>7</b>	
<b>8</b>	<b>Extremamente leve</b>
<b>9</b>	
<b>10</b>	<b>Muito leve</b>
<b>11</b>	
<b>12</b>	<b>Leve</b>
<b>13</b>	
<b>14</b>	<b>Pouco Intenso</b>
<b>15</b>	
<b>16</b>	<b>Intenso</b>
<b>17</b>	
<b>18</b>	<b>Muito Intenso</b>
<b>19</b>	
<b>20</b>	<b>Extremamente Intenso</b>
	<b>Máximo Esforço</b>

**Figura 5.** Escala de Sensação Subjetiva ao Esforço de Borg (BORG,2000).

#### 3.4.11. Ficha de Dados de Individuais

Nessa ficha foram anotados os dados de identificação, fisiológicos e antropométricos dos participantes do programa de treinamento (Anexo 2).

### 3.5. Procedimentos da Coleta de Dados

Foi utilizada a sala de fisiologia do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), para os testes de esteira, coletas das amostras sanguíneas e para a coleta das medidas antropométricas; a pista de atletismo para o grupo experimental de corrida em terra e a piscina da Escola de Educação Física (ESEF-UFRGS), para o grupo experimental de corrida em piscina funda. Para a realização do exame da enzima creatina quinase foi usado o laboratório de bioquímica do Instituto de Pesquisas Biológicas (IPB) e para o exame de ultra-sonografia foi usado o setor de radiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

### 3.6. Tratamento dos Dados Coletados

#### 3.6.1. Dados Fisiológicos

O comportamento do  $VO_{2máx}$  para as duas modalidades de treinamento, foi verificado através do analisador de gases Modelo CPX/D, da MGC, que realiza a medida direta do  $VO_2$ . Para o valor de  $VO_{2máx}$  utilizou-se o valor de pico de  $VO_2$ , ou seja, o maior valor encontrado durante o transcorrer do teste.

O protocolo realizado foi um teste de rampa, que constava de cargas progressivas de 30 segundos para cada estágio e inclinação fixa de 1%, iniciando com a velocidade de  $4\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e acrescentando  $0,5\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  para cada estágio adicional.

#### 3.6.2. Dados de Caracterização da Amostra

Para a medida de massa e estatura foi realizada uma medida. Essas medidas servem para equiparar os grupos experimentais, onde o objetivo foi reunir os indivíduos com medidas antropométricas homogêneas, juntamente com o nível de aptidão física dos indivíduos, verificado através do consumo máximo de oxigênio.

### 3.6.3. Dados das Lesões Musculares

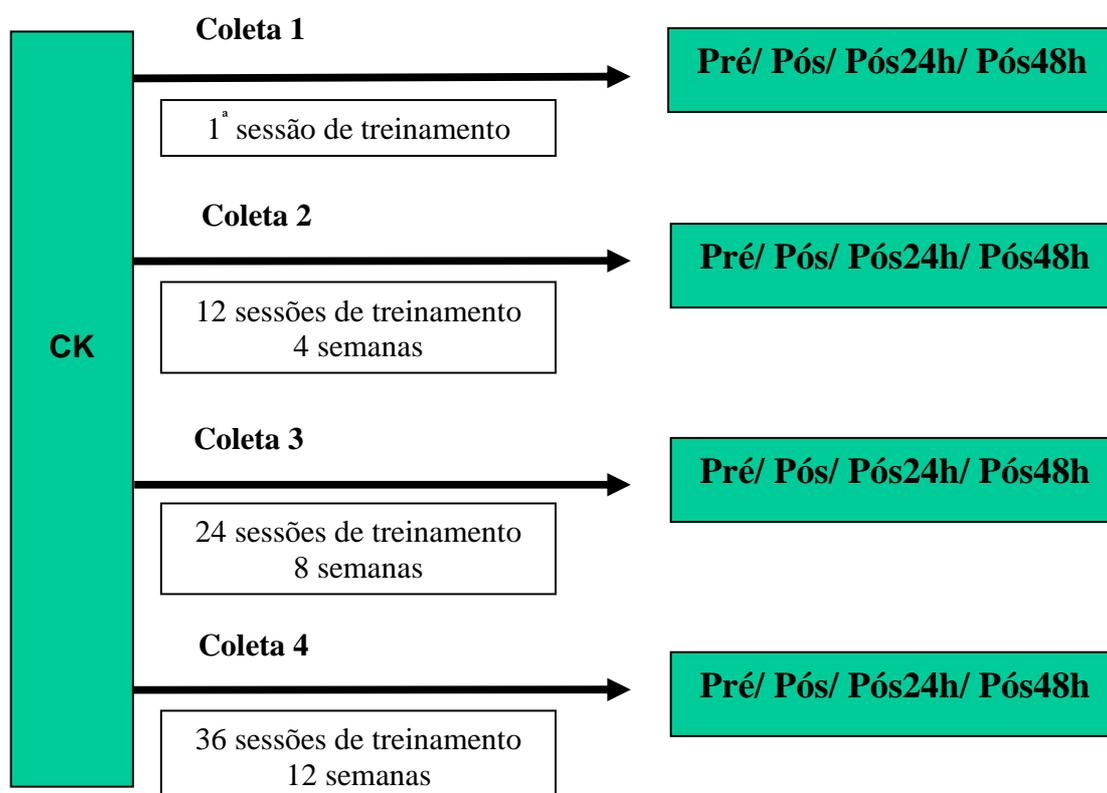
#### 3.6.3.1. Creatina Quinase

Para a análise da concentração sangüínea da enzima CK, foram realizadas coletas de 5ml de sangue da região antecubital dos indivíduos participantes do programa de treinamento. As coletas ocorreram antes da sessão de treinamento (pré), logo após (pós), 24horas após (pós24h) e 48horas após a sessão (pós48h). A medida logo após significa que logo que os sujeitos finalizassem a sessão de treinamento, retornavam ao laboratório para a segunda coleta sangüínea. As amostras sangüíneas eram colocadas em tubos heparinizados, centrifugados a 3000 giros durante cinco minutos, para obtenção do plasma e armazenados a uma temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$ . Para a análise da CK foi utilizado um equipamento Automatic Analyzer 902, Hitachi Boehringer Mannheim. O protocolo realizado para a análise da CK está descrito na figura 4.

As coletas 1, 2 e 3 corresponderam à primeira sessão de treinamento sempre que mudava o mesociclo e a coleta 4 correspondeu a última sessão de treinamento.

#### 3.6.3.2. Ultra-sonografia

Para a análise da ocorrência de lesão muscular nos isquiotibiais, foi utilizado um equipamento de ultra-sonografia multifrequencial, com a técnica de varredura. Os exames de ultra-sonografia foram realizados pré treinamento (uma semana antes do início do programa de treinamento), após a primeira sessão, sempre que mudava o mesociclo e após a última sessão, sendo realizado e analisado por médico radiologista.



**Figura 6.** Esquema das medidas de creatina quinase nas coletas 1, 2, 3 e 4 e nos diferentes momentos avaliados referentes a sessão de treinamento analisada.

### 3.7. Tratamento da Variável Independente (Programa de Treinamento)

**PERIODIZAÇÃO - OBJETIVO GERAL (Macro ciclo)** - Melhorar a potência aeróbia em 12 semanas, que foram divididas em três mesociclos:

**Mesociclo 1 (1 – 4 semana)** (quadro 2),

**Mesociclo 2 (5 – 8 semana)** (quadro 3),

**Mesociclo 3 (9 – 12 semana)** (quadro 4).

**Quadro 2.** Mesociclo 1, da primeira à quarta semana de treinamento.

	<b>Sexta-feira</b>	<b>Segunda-feira</b>	<b>Quarta-feira</b>
<b>Microciclo 1 (1sem)</b> <b>COLETA CK e US</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 5x2min caminhada leve: 2min corrida leve 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 4x 2min caminhada leve: 3min corrida leve 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 10x20min corrida muito intensa p.1min30seg e m.p. 3min 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma
<b>Microciclo 2 (2sem)</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 6x 2min caminhada moderada: 2min corrida moderada 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 4x 2min caminhada moderada :3min corrida moderada 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 10x20seg corrida muita intensa p.1min30seg e m.p. 3min 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma
<b>Microciclo 3 (3sem)</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 5x 1min30eg caminhada intensa: 2min30Seg corrida intensa 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 4x 1min caminhada intensa: 3min corrida intensa 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 2x4x20seg corrida muito intensa p.1min30seg e m.p. 3min 3x1min corrida intensa 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma
<b>Microciclo 4 (4sem)</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 5x 1min30seg caminhada intensa: 2min30" corrida intensa 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 4x 1min caminhada moderada: 3min corrida moderada 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 3x3x20seg extremamente intensa p.2min e m.p. 4min 3x1min corrida muito intensa 10min técnica de corrida muito leve 15min volta a calma

p- pausa, m.p.- macro pausa

**Quadro 3.** Mesociclo 2, da quinta à oitava semana de treinamento.

	<b>Sexta-feira</b>	<b>Segunda-feira</b>	<b>Quarta-feira</b>
<b>Microciclo 1 (5sem)</b> <b>COLETA CK E US</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 5x 1min30segcaminhada intensa: 2min30Segcorrida intensa 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 4x4min corrida intenso: 1min corrida moderada 15minvolta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 2x4x30seg corrida intensa p.2min e m.p. 4min 3x1min corrida moderada 15minvolta a calma
<b>Microciclo 2 (6sem)</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 5x 1min30segcaminhada muito intensa: 2min30Segcorrida muito intensa 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 4x4min corrida intensa: 1min corrida moderada 15minvolta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 2x4x30seg corrida intensa p.2min e m.p. 4min 3x1min corrida moderada 15minvolta a calma
<b>Microciclo 3 (7sem)</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 6x30seg caminhada intensa: 3mincorrida intensa 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 3x6min corrida intensa: 1min corrida moderada 15min volta a calma	10minaquecimento +5min alon. 4x30 corrida extremamente intensa p.2min e m.p. 4min 3x1mincorrida intensa 15min volta a calma
<b>Microciclo 4 (8sem)</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 6x30seg caminhada intensa: 3mincorrida intensa 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 3x6min corrida intensa: 1min corrida moderada 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 4x30seg corrida extremamente intensa p.2min e m.p. 4min 3x1min corrida intensa 15min volta a calma

p- pausa, m.p.- macro pausa

**Quadro 4.** Mesociclo 3, da nona à décima-segunda semana de treinamento.

	<b>Sexta-feira</b>	<b>Segunda-feira</b>	<b>Quarta-feira</b>	
<b>Microciclo 1 (9sem) COLETA CK E US</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 4x40seg corrida muito intensa p.10seg 2X8min corrida intensa p.1min 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 2x6x20seg corrida extremamente intensa p.1min30seg m.p.3min 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 2x10min corrida moderada: 1mincaminhada moderada 3x1min corrida muita intensa 15min volta a calma	
<b>Microciclo 2 (10sem)</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 3x (20,25,30,25,20seg) corrida muito intensa p.1min m.p. 3min 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 3x (30,25,20,25,30seg) corrida extremamente intensa p.1min30seg m.p. 4min 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 2x12min corrida moderada: 1min30seg caminhada moderada 15min volta a calma	
<b>Microciclo 3 (11sem)</b>	10min aquecimento + 5min alongamento 3x (20,25,30,25,20seg) corrida muito intensa p.1min m.p. 3min 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 3x (30,25,20,25,30seg) corrida extremamente intensa p.1min30seg m.p. 4min 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 2x12min corrida moderada: 1min30seg caminhada moderada 15min volta a calma	
<b>Microciclo 4 (12 sem)</b>	<b>Sexta-feira</b>	<b>Segunda-feira</b>	<b>Quarta-feira</b>	<b>Sexta-feira COLETA CK e US</b>
	10min aquecimento + 5min alongamento 3x (15,25,15,25,15,25seg) corrida muito intensa p.1min m.p. 3min 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 4x (20,30,20,30seg) corrida extremamente intensa p.1min m.p. 3min 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 20min corrida moderada 15min volta a calma	10min aquecimento + 5min alongamento 3x (15,25,15,25,15,25Seg) corrida muito intensa p.1min m.p. 3min 15min volta a calma

p- pausa, m.p.- macro pausa

A intensidade do treinamento foi avaliada a partir dos índices de sensação subjetiva descritos na Escala de Sensação Subjetiva ao Esforço de Borg (BORG, 2000), coletados durante os 15 segundos finais de cada minuto do teste de esforço máximo progressivo para determinação do  $VO_{2máx}$ . Estes índices corresponderam aos valores de 40/50/60/70/80/90% do  $VO_{2máx}$ . Após, foi realizada uma média dos valores individuais a fim de utilizá-la para a prescrição da carga de treinamento para os grupos experimentais. VENDRUSCULO et al. (2004), quando realizaram uma correlação entre o  $VO_{2máx}$  e a SSE para uma amostra de indivíduos não treinados, concluíram que é possível definir a intensidade do exercício de acordo com o percentual do consumo de oxigênio, determinado através da sensação subjetiva ao esforço.

### 3.8. Delineamento Experimental

Esta pesquisa caracteriza-se por ser do tipo semi-experimental, devido não existir grupo controle, com pré e pós teste.

**Tabela 2** – Descrição do delineamento experimental.

	Pré teste	Teste 1	Tratamento	Teste 2	Tratamento	Teste 3	Tratamento	Teste 4
GE1	O <sub>11</sub>		X <sub>11</sub>		X <sub>12</sub>		X <sub>13</sub>	O <sub>12</sub>
	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>		O <sub>3</sub>		O <sub>3</sub>		O <sub>3</sub>
		O <sub>4</sub> O <sub>5</sub>						
		O <sub>6</sub> O <sub>7</sub>						
GE2	O <sub>11</sub>		X <sub>21</sub>		X <sub>22</sub>		X <sub>23</sub>	O <sub>12</sub>
	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>		O <sub>3</sub>		O <sub>3</sub>		O <sub>3</sub>
		O <sub>4</sub> O <sub>5</sub>						
		O <sub>6</sub> O <sub>7</sub>						

onde,

GE1 = grupo experimental de corrida em piscina funda,

GE2 = grupo experimental de corrida em terra,

- $O_1$  = pré-teste de  $VO_{2máx}$  no GE1 e GE2,  
 $O_{12}$  = pós-teste de  $VO_{2máx}$  no GE1 e GE2,  
 $O_2$  = pré-teste de US no GE1 e GE2 (2 semanas antes do início do treinamento),  
 $O_3$  = teste 1,2,3,4 de US no GE1 e GE2 (12h após a primeira sessão de cada mesociclo e da última sessão de treinamento),  
 $O_4$  = teste 1,2,3,4 da medida pré sessão de CK no GE1 e GE2 (na primeira sessão de cada mesociclo e na última sessão de treinamento),  
 $O_5$  = teste 1,2,3,4 da medida pós sessão de CK no GE1 e GE2 (na primeira sessão de cada mesociclo e na última sessão de treinamento),  
 $O_6$  = teste 1,2,3,4 da medida 24h após sessão de CK no GE1 e GE2 (na primeira sessão de cada mesociclo e na última sessão de treinamento),  
 $O_7$  = teste 1,2,3,4 da medida 48h após sessão de CK no GE1 e GE2 (na primeira sessão de cada mesociclo e na última sessão de treinamento),  
 $X_{11}$  = mesociclo 1 no GE1,  
 $X_{12}$  = mesociclo 2 no GE1,  
 $X_{13}$  = mesociclo 3 no GE1,  
 $X_{21}$  = mesociclo 1 no GE2,  
 $X_{22}$  = mesociclo 2 no GE2,  
 $X_{23}$  = mesociclo 3 no GE2.

### 3.9. Tratamento Estatístico

Foi realizada estatística descritiva para todas as variáveis. A partir dos dados iniciais e finais coletados e tabulados, foram executados os testes estatísticos para comparar a ocorrência de lesões musculares e comportamento do  $VO_{2máx}$  entre um programa de treinamento de CPF e CT. Os testes de normalidade e homogeneidade utilizados foram o de Kolmogorov-Smirnoff e Levene, respectivamente. Para a determinação da variável de lesão muscular (CK) entre as medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) de cada coleta entre os grupos experimentais, foi utilizado o teste estatístico Anova TWO-WAY com Medidas Repetidas e para análise do comportamento da CK

entre as quatro coletas para cada medida e entre os grupos experimentais, foi utilizado Anova TWO-WAY com Medidas Repetidas. O post-hoc de Bonferroni foi realizado quando houvesse diferença estatisticamente significativa e o Teste *t* de Student não pareado para testar as diferenças das medidas entre os grupos. Para a variável indicativa de adaptação fisiológica ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) em cada grupo experimental foi utilizado Teste *t* de Student para amostras pareadas e para comparação entre os grupos, foi realizado Anova TWO-WAY com Medidas Repetidas e novamente o post-hoc de Bonferroni foi realizado quando houvesse diferença estatisticamente significativa. Para a análise dos dados de ultra-sonografia, foi utilizado o teste estatístico de Cochran's Q, específico para dados não paramétricos. O nível de significância aceito foi de 5% ( $p < 0,05$ ). O pacote estatístico utilizado foi o SPSS versão 11.0.

## 4. RESULTADOS

Este capítulo será dividido da seguinte forma: 1) normalização da distribuição dos dados, 2) caracterização da amostra, 3) descrição e comparação dos dados entre os grupos de treinamento.

### 4.1. Normalidade da distribuição dos dados

Foram testadas as variáveis dependentes Creatina Quinase (CK) e Consumo Máximo de Oxigênio ( $VO_{2máx}$ ). Para a CK, o teste foi aplicado nos momentos avaliados de cada coleta, ou seja, pré sessão de treinamento (pré), logo após (pós), 24h após (pós24h) e 48h após a sessão (pós48h) (figura 4), nos dois grupos experimentais: corrida em piscina funda (CPF) e corrida em terra (CT). Para o  $VO_{2máx}$ , o teste foi realizado pré e pós treinamento para os dois grupos experimentais.

O teste de normalidade escolhido foi o de Kolmogorov-Smirnov, devido ser um teste não paramétrico, que utiliza a mediana para o cálculo da normalidade, sendo assim um teste imparcial para este fim. A homogeneidade das variâncias foi avaliada através do teste de Levene. Os resultados destes testes estão descritos na tabela 3.

Os resultados apresentados na tabela 3 demonstram uma distribuição normal, apesar de alguns valores apresentarem um índice de significância inferior a 0,05, mas nenhuma variável obteve nos dois testes uma significância abaixo do proposto, sendo assim uma possibilidade segura para a utilização de testes paramétricos (PESTANA & GAGEIRO, 1998).

**Tabela 3.** Testes de Normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e Homogeneidade das Variâncias (Levene) para cada grupo experimental, na coleta 1 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 1), coleta 2 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 2), coleta 3 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 3), coleta 4 (última sessão de treinamento) de creatina quinase (CK) nos diferentes momentos: CKpré - pré sessão de treinamento; CKpós - logo após sessão; CKpós24h - 24 horas após sessão; CKpós48h - 48 horas após sessão. Para o  $VO_{2\text{máx}}$  no pré e pós treinamento, ( $p < 0,05$ ).

Variáveis	Normalidade		Homogeneidade
	CPF	CT	
<b>Ckpré1</b>	0.200	0.078	0.024
<b>Ckpré2</b>	0.200	0.200	1.291
<b>Ckpré3</b>	0.200	0.200	0.919
<b>Ckpré4</b>	0.200	0.200	1.149
<b>Ckpós1</b>	0.200	-	1.411
<b>Ckpós2</b>	0.200	0.200	1.182
<b>Ckpós3</b>	0.200	0.200	0.756
<b>Ckpós4</b>	0.200	0.200	0.093
<b>Ckpós24h1</b>	0.200	0.200	6.233
<b>Ckpós24h2</b>	0.200	0.200	1.075
<b>Ckpós24h3</b>	0.197	0.200	2.765
<b>Ckpós24h4</b>	0.200	0.200	0.000
<b>Ckpós48h1</b>	0.200	-	-
<b>Ckpós48h2</b>	0.200	0.132	0.375
<b>Ckpós48h3</b>	0.200	0.200	0.722
<b>Ckpós48h4</b>	0.200	0.200	0.031
<b>VO<sub>2máx</sub>pré</b>	0.200	0.200	0.713
<b>VO<sub>2máx</sub>pós</b>	0.200	0.200	0.030

#### 4.2. Caracterização da amostra

A fim de caracterizar a amostra, foram realizadas medidas de tendência central (média), variabilidade (desvio padrão) e valores mínimos e máximos das variáveis idade, massa corporal e estatura (tabela 4).

**Tabela 4.** Média, desvio padrão, valor mínimo e máximo das variáveis de caracterização da amostra para os grupos de corrida em piscina funda e corrida em terra (idade, massa corporal (MC), estatura).

<b>Corrida em Piscina Funda</b>				
<b>Variável</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Idade (anos)</b>	35,87	±6,17	30,00	45,00
<b>MC (Kg)</b>	79,68	±14,42	55,20	101,60
<b>Estatura (cm)</b>	175,14	±5,96	167,00	183,00
<b>Corrida em Terra</b>				
<b>Idade (anos)</b>	39,00	±4,82	32,00	43,00
<b>MC (Kg)</b>	80,00	±7,45	71,00	89,00
<b>Estatura (cm)</b>	178,60	±9,29	169,00	190,00

### 4.3. Descrição e comparação dos resultados

Este sub-capítulo tem o objetivo de descrever os resultados encontrados para as variáveis dependentes deste estudo, sendo num primeiro momento descrita a variável relacionada ao componente aeróbio do treinamento, ou seja, o  $VO_{2máx}$  e num segundo momento as variáveis relacionadas com a análise de lesão muscular (CK e US).

#### 4.3.1. Consumo Máximo de Oxigênio ( $VO_{2máx}$ )

Para confirmar que os grupos experimentais não tinham diferença quanto a aptidão cardiorrespiratória no início do treinamento, realizou-se um teste  $t$  de Student para amostras não pareadas, verificando que os grupos eram realmente similares quanto a esta variável dependente (tabela 05).

**Tabela 5.** Média e Desvio Padrão (DP) dos valores de  $VO_{2máx}$  pré treinamento para os grupos de corrida em piscina funda (CPF) e corrida em terra (CT), juntamente com o resultados do teste  $t$  de Student entre os grupos experimentais para estes valores. Os resultados estão descritos em ml/kg/min.

	<b>CPF</b>		<b>CT</b>		<b>P</b>
	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	
<b><math>VO_{2máx}</math></b>	37,96	±5,16	37,53	±4,00	0,860

Analisando os resultados de cada grupo experimental, observou-se que os dois grupos apresentaram um comportamento parecido, isto é, houve diferença

estatisticamente significativa entre os valores pré treinamento com os valores pós treinamento (tabela 06), confirmando a melhora da capacidade aeróbia tanto do grupo CPF quanto do grupo CT.

**Tabela 06.** Resultados do Teste *t* de Student pareado para  $VO_{2m\acute{a}x}$ , nos grupos experimentais de corrida em piscina funda (CPF) e corrida em terra (CT), com deltas absoluto e percentual dos dados para cada grupo experimental ( $p < 0,05$ ). Os dados de média e desvio padrão (DP) estão em valores relativos (ml/kg/min).

Grupo	PRÉ		PÓS		$\Delta$	$\Delta\%$	P
	Média	DP	Média	DP			
CPF	37,96	$\pm 5,16$	42,77	$\pm 4,98$	4,81	12,67	0,000
CT	37,53	$\pm 4,00$	45,14	$\pm 5,67$	7,61	20,27	0,010

Mas quando realizou-se a análise da interação entre os grupos de treinamento e os valores de  $VO_{2m\acute{a}x}$ , verificou-se que não ocorreu interação, isto é, variável independente (meio terrestre ou meio líquido) não interferiu nos resultados, porque ocorreu diferença entre os valores pré e pós treinamento em ambos os grupos (tabela 07), mas os valores não foram diferentes entre os grupos de treinamento. Esse resultado demonstra que tanto o meio líquido como o meio terrestre são eficazes na melhora do condicionamento físico dos indivíduos.

**Tabela 07.** Análise de Variância com medidas repetidas do comportamento do  $VO_{2m\acute{a}x}$  ( $p < 0,05$ ).

Variável	Teste F	P
$VO_{2m\acute{a}x}$ (tempo)	36,242	0,000
$VO_{2m\acute{a}x}$ (tempo + grupo)	1,842	0,198

#### 4.3.1. CK

A fim de facilitar a compreensão dos resultados, os dados serão descritos na seguinte ordem: 1) como a CK comporta-se entre as quatro medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) de cada coleta (1,2,3,4) entre os grupos experimentais CPF e CT; 2) qual o comportamento da CK entre as quatro coletas e entre os grupos experimentais.

#### **4.3.1.1. Comportamento da CK entre as quatro medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) de cada coleta (1,2,3,4), entre os grupos experimentais CPF e CT**

Na análise dos resultados da primeira coleta (primeira sessão), verificou-se que não ocorreram diferenças entre as medidas para nenhum dos grupos experimentais, ou seja, a concentração sanguínea da CK apresentou alterações durante o período da coleta, mas não o suficiente para apresentar diferenças estatisticamente significativas (APÊNDICE 01). Mas quando analisou-se entre os grupos experimentais, foi detectado uma diferença estatisticamente significativa na medida pós24h1, onde o valor da CK do grupo CT, superou substancialmente o valor de referência utilizado nesse estudo (tabela 08).

Observando os resultados das coletas, percebeu-se que a coleta 2 (12 sessões de treinamento) e 4 (36 sessões de treinamento) apresentaram um comportamento muito similar, por isso serão descritas juntas. Analisando os dados entre as medidas, percebeu-se que existiam diferenças entre elas, mas somente no grupo CT, notando-se ainda que os valores de CK para o grupo CPF sempre eram mais baixos que para o grupo CT. As diferenças foram verificadas entre a medida pós24h2 e pós48h2 e conseqüentemente pós24h4 e pós48h4 (APÊNDICE 01). Ainda nessas coletas, verificou-se que entre os grupo experimentais não existiram diferenças significativas (tabela 08).

Na coleta 3 (24 sessões de treinamento), verificou-se que não houve diferenças significativas entre as medidas para os dois grupos experimentais (APÊNDICE 01), o que também aconteceu quando analisou-se os dados entre os grupos experimentais (tabela 08).

**Tabela 08.** Valores da média e desvio padrão (DP) para cada medida (pré, pós, pós24h, pós48h) de CK nas coletas 1 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 1), coleta 2 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 2), coleta 3 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 3), coleta 4 (última sessão de treinamento) e resultados do teste *t* de Student não pareado para todas as medidas entre os grupos corrida em piscina funda (CPF) e corrida em terra (CT) ( $p < 0,05$ ).

Coletas	CK	CPF		CT		P
		MÉDIA (U/L)	DP	MÉDIA (U/L)	DP	
1	PRÉ1	34,50	±17,31	59,00	±36,39	0,198
	PÓS1	41,00	±16,48	71,00	±37,80	0,365
	PÓS24h1	50,83	±28,12	116,00	±50,48	0,037*
	PÓS48h1	46,00	±30,56	72,67	±36,02	0,280
2	PRÉ2	42,86	±22,81	58,60	±34,13	0,358
	PÓS2	45,43	±23,47	63,80	±35,23	0,301
	PÓS24h2	41,14	±21,26	72,80 <sup>+</sup>	±47,82	0,148
	PÓS48h2	42,43	±25,04	55,00 <sup>+</sup>	±41,85	0,528
3	PRÉ3	45,57	±21,28	66,60	±32,62	0,204
	PÓS3	54,00	±24,43	73,60	±35,75	0,283
	PÓS24h3	46,43	±19,78	74,20	±39,24	0,135
	PÓS48h3	48,00	±29,25	68,00	±37,50	0,322
4	PRÉ4	36,29	±15,70	51,57	±20,42	0,142
	PÓS4	40,71	±18,66	56,00	±20,00	0,165
	PÓS24h4	48,43	±29,96	66,57 <sup>+</sup>	±28,28	0,220
	PÓS48h4	46,00	±24,14	51,29 <sup>+</sup>	±20,60	0,667

\* = diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais

+ = diferença estatisticamente significativa entre as medidas da mesmo grupo experimental

#### 4.3.1.2. Comportamento da CK entre as quatro coletas (1,2,3,4) e entre os grupos experimentais CPF e CT

Quando analisou-se os valores das medidas de CK entre as quatro coletas, pode-se perceber um comportamento muito parecido entre os grupos experimentais.

Tanto o grupo CT quanto o grupo CPF não apresentaram diferenças significativas entre as medidas nas diferentes coletas (APÊNDICE 1), ou seja, quando analisado entre as medidas pré ou pós ou pós24h ou pós48h para cada grupo experimental, pode-se perceber que não ocorreram diferenças significativas entre as medidas. Num segundo momento, quando realizada a análise das medidas entre os grupos experimentais, também concluiu-se que não houveram diferenças significativas entre os dois grupos (tabela 09).

**Tabela 09.** Valores da média e desvio padrão (DP) de cada medida (pré, pós, pós24h, pós48h) nas diferentes coletas 1 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 1), coleta 2 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 2), coleta 3 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 3), coleta 4 (última sessão de treinamento) e resultados do teste *t* de Student não pareado para todas as medidas entre os grupos corrida em piscina funda (CPF) e corrida em terra (CT) ( $p < 0,05$ ).

		CPF		CT		P
		Média(U/L)	DP	Média (U/L)	DP	
Coleta 1	Pré	37,57	±17,77	56,20	±26,35	0,127
Coleta 2	Pré	42,86	±22,81	54,20	±34,19	0,109
Coleta 3	Pré	45,57	±21,28	64,20	±30,86	0,062
Coleta 4	Pré	36,29	±15,70	46,80	±17,17	0,285
Coleta 1	Pós	44,00	±17,01	69,25	±31,06	0,386
Coleta 2	Pós	45,43	±23,47	62,50	±40,54	0,391
Coleta 3	Pós	54,00	±24,43	67,50	±38,16	0,209
Coleta 4	Pós	40,71	±18,66	56,00	±19,95	0,528
Coleta 1	Pós24h	50,83	±28,12	146,0	±72,79	0,152
Coleta 2	Pós24h	36,17	±18,29	75,00	±54,92	0,487
Coleta 3	Pós24h	42,83	±18,99	63,00	±34,88	0,144
Coleta 4	Pós24h	40,17	±22,45	72,50	±33,52	0,322
Coleta 1	Pós48h	48,43	±28,62	72,67	±36,02	0,142
Coleta 2	Pós48h	42,43	±25,04	58,67	±58,59	0,234
Coleta 3	Pós48h	48,00	±29,25	42,67	±13,43	0,220
Coleta 4	Pós48h	46,00	±24,14	57,00	±27,62	0,667

#### 4.3.2. Ultra-sonografia (US)

A imagem do exame de US se forma através do eco produzido pelas ondas que refletem nas estruturas musculares ou tendinodas que estão sendo analisadas. Se estas

estruturas não apresentam alterações, a ecogenicidade é homogênea e se as estruturas estiverem alteradas, a ecogenicidade aumenta (hiperecogênica, mais esbranquiçada) ou diminui (hipoecogênica, mais escura).

A fim de analisar os resultados dos exames de US entre as cinco coletas, isto é, 2 semanas antes do início do treinamento, pós sessões de treinamento nos mesmos períodos que foi investigado a concentração de CK, utilizou-se o teste estatístico para dados não paramétricos de Cochran's Q, pois para fins desta análise definiu-se os dados como variáveis dicotômicas, isto é, sim – com lesão e não – sem lesão.

No grupo de CPF não houve diferença significativa entre as coletas, pois não ocorreram lesões nesse grupo (tabela 10) e portanto, este teste estatístico para variáveis dicotômicas, não apresenta valores numéricos. No grupo de CT também não houve diferença estatisticamente significativa (tabela 09), porém foi nesse grupo que verificou-se duas lesões definidas como hematomas, na terceira coleta.

**Tabela 10.** Resultados do Teste de Cochran's Q para análise dos resultados dos exames de ultra-sonografia (US), dos grupos de corrida em terra (CT) e corrida em piscina funda (CPF) ( $p < 0,05$ ).

Variável	Grupo Experimental	P
US	CT	0,406
US	CPF	-

## 5. DISCUSSÃO

Após a análise dos dados do presente estudo do comportamento do consumo máximo de oxigênio, verificou-se que os dois grupos experimentais apresentaram melhora significativa no aumento do  $VO_{2máx}$ , observando-se um delta de  $4,81 \pm 2,17$   $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  para o grupo de corrida em piscina funda e  $7,61 \pm 5,38$   $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  para o grupo de corrida em terra, sendo as melhoras percentuais de 12,67% e 20,27% para os grupos CPF e CT, respectivamente. Quando analisado estatisticamente, não foi verificado diferença significativa entre os grupos experimentais. Os dados relativos a melhora em condicionamento cardiovascular encontrados nesse estudo corroboram com os encontrados por outros autores. WILMORE et al. (1970), relataram aumentos no  $VO_{2máx}$  da ordem de 6% e 9,7% para grupos que correram doze minutos e vinte e quatro minutos durante um período de 10 semanas, com três sessões semanais de treino. O aumento mais pronunciado no  $VO_{2máx}$  do estudo atual, provavelmente se deve à metodologia de treino utilizada (treino intervalado), da maior duração das sessões, que era de aproximadamente uma hora, concomitante com o tempo de treinamento que foi de 12 semanas. Também HICKSON et al. (1981), relataram aumento de 23% no  $VO_{2máx}$  após 9 semanas de treino, onde as sessões diárias intercalavam-se entre corrida contínua e treino intervalado no cicloergômetro. A pequena diferença do valor do  $VO_{2máx}$  à favor do estudo de HICKSON et al (1981), provavelmente se deve ao fato de envolver duas formas de treinamento, pois alternavam treino contínuo e intervalado.

HAMER & MORTON (1990), mostraram que um treinamento de 8 semanas de corrida em piscina rasa (1 metro de profundidade), foi eficaz em proporcionar um ganho de 8,63% no  $VO_{2máx}$ , o que corrobora com o presente estudo que também proporcionou uma melhora no consumo máximo de oxigênio. Mas as diferenças nos ganhos quanto ao  $VO_{2máx}$  entre o estudo acima citado e o estudo atual, podem ser devido a profundidade de imersão (quadril e processo xifóide), a duração de treinamento (8 e 12 semanas) e também pelo método de cálculo da intensidade (FC e SSE), respectivamente.

Diversas investigações (GATTI et al.; 1979; WILBER et al.; 1996; BUSHMAN et al., 1997) têm buscado comprovar a eficácia de periodizações dentro d'água.

BUSHMAN et al. (1997), verificaram que corredores de elite ( $VO_{2máx}$   $63 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) conseguiram após quatro semanas de substituição de todo o volume de treino em terra por CPF, manter inalteradas diversas variáveis fisiológicas, dentre elas o  $VO_{2máx}$ . Já GATTI et al. (1979), investigaram corredores de elite em três situações: um grupo parou de treinar, outro continuou o treino normal e um terceiro substituiu o treinamento por CPF, todos os grupos por um período de três semanas. Os dois grupos que continuaram treinando não apresentaram modificações em seus  $VO_{2máx}$ , enquanto que o grupo que parou de treinar teve uma queda significativa de  $VO_{2máx}$ . Já WILBER et al. (1996), mostraram que corredores de elite que transferiram seu treino em terra para a água durante seis semanas também não apresentaram diferenças em diversas variáveis fisiológicas e de performance. TARTARUGA (2003), também com o objetivo da manutenção do condicionamento cardiorrespiratório de atletas de elite, transferiu 30% do volume de treino desses atletas e substituiu por treinos em piscina funda durante oito semanas, confirmando nesse estudo a manutenção do  $VO_{2máx}$ , economia de corrida, tempo em teste de 500 metros e ainda em variáveis biomecânicas, mostrando a especificidade do treinamento.

Todos estes trabalhos parecem consistentes em mostrar que atletas altamente condicionados conseguem manter o preparo físico substituindo seu treinamento em terra por corrida aquática. Partindo do princípio de que é bastante difícil manter o condicionamento aeróbio de atletas de fundo, parece razoável aceitar que um treinamento que tenha essas qualidades também possa ser ideal para melhorar o condicionamento aeróbio de indivíduos que não realizem uma atividade física regular.

Apesar do presente estudo não encontrar diferenças significativas entre os grupos experimentais, as duas modalidades de treinamento alcançaram o objetivo de melhorar o condicionamento aeróbio de indivíduos não treinados, mas quando se observa o consumo máximo de oxigênio para os dois grupos, percebe-se que este foi maior no grupo CT ( $45,14 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) do que no grupo CPF ( $42,77 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ). Esta diferença pode ser devido a especificidade do treinamento e o ergômetro utilizado para o teste máximo, pois segundo WILMORE & COSTILL (2001), a especificidade do teste é particularmente importante.

Atualmente, é plausível aceitar que o treinamento de CPF seja eficiente para aumentar o condicionamento aeróbio de sujeitos sedentários e proporcionar a manutenção da capacidade aeróbia de atletas. Segundo REILLY et al. (2003), os melhores resultados para um treinamento surgiriam numa faixa de trabalho entre 90-100% do  $VO_{2\text{máx}}$ , com uma duração média de 40 minutos numa frequência de três ou quatro vezes por semana. No estudo atual, além da prescrição de ambos os grupos por sensação subjetiva ao esforço visar essa faixa de trabalho, as faixas de volume e frequência também estão de acordo com REILLY et al. (2003). Os autores colocam ainda que faixas mais brandas de trabalho podem também acarretar em benefícios, mas com um menor índice de lesões. Desse ponto, esta é a principal vantagem do treinamento de CPF, um baixo grau de impacto associado a uma alta faixa de treinabilidade.

Para FRANGOLIAS & RHODES (1995), corredores de elite altamente treinados não conseguiram atingir dentro d'água os mesmos valores de  $VO_{2\text{máx}}$  e  $FC_{\text{max}}$ , apesar disso, a sensação subjetiva ao esforço foi a mesma. RITCHIE & HOPKINS (1991), avaliaram oito corredores de elite ambientados a prática de CPF, sem a utilização de flutuadores. Os sujeitos foram comparados entre sessões de meia hora cada de CPF em ritmo forte, em esteira em ritmo forte e normal e também em estrada em ritmo normal, constatou-se que quando trabalhando em ritmo forte na CPF, os sujeitos conseguiram elicitar um  $VO_2$ , percepção de esforço e dor iguais aos da esteira em ritmo forte, sendo ambos mais intensos que a corrida em esteira e estrada em ritmo normal, a frequência cardíaca porém, permaneceu mais baixa na corrida em piscina funda se comparada com a corrida em ritmo forte em esteira. A periodização do estudo atual foi realizada através da sensação subjetiva ao esforço dos sujeitos, baseados também nos achados do estudo de RITCHIE & HOPKINS (1991), que confirmam que é possível obter um mesmo  $VO_2$  com a mesma sensação subjetiva ao esforço, em meios diferentes.

GEHRING et al. (1997), compararam as respostas agudas da CPF para corredoras recreacionais e de elite com e sem o uso de colete flutuador, solicitando que tentassem reproduzir nas duas condições aquáticas seu ritmo de treino em terra. Constatou-se que as corredoras de elite foram capazes de atingir um mesmo  $VO_2$

submáximo nas três condições, em contraste com as corredoras recreacionais que apresentaram um menor  $VO_2$ , FC e ventilação quando comparado com a condição na esteira. A sensação subjetiva das corredoras de elite foi diferente entre as condições aquáticas, mas mesmo assim elas foram capazes de manter similar a intensidade de treino realizado em terra, o que não aconteceu para as corredoras recreacionais, onde a intensidade era significativamente menor durante a imersão sem o uso do colete e menor ainda com o uso do colete, apesar do esforço de manter o mesmo nível de corrida em terra. Este resultado difere do estudo atual, onde indivíduos não treinados que realizaram CPF, melhoraram sua aptidão cardiorrespiratória e quando comparados com o grupo CT, não foram diferentes quanto ao consumo máximo de oxigênio. Uma das razões para esse resultado talvez seja a prescrição da intensidade do treinamento através da sensação subjetiva ao esforço, onde para cada sessão, a percepção ao esforço já era estabelecida. Esse ponto já havia sido levantado por RITCHIE & HOPKINS (1991), que destacaram a importância de se estabelecer uma intensidade pré definida aos sujeitos para que se possa estabelecer comparações.

Quanto aos resultados do consumo máximo de oxigênio do presente estudo, observamos que não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo CPF e CT, e esse achado provavelmente ocorreu devido à eficiência da periodização do treinamento através da sensação subjetiva ao esforço, pois conseguiu-se elicitar a mesma condição aeróbia para os dois grupos, sendo que os dois melhoraram significativamente após o treinamento, confirmando então, que a prescrição foi o mais semelhante possível nos dois meios.

Uma das propostas deste estudo foi investigar a ocorrência de lesão muscular em indivíduos não treinados, que iniciassem um programa de treinamento em diferentes meios, isto é, o meio aquático e o meio terrestre. Uma das hipóteses é que a corrida em terra poderia causar maior ocorrência de lesão muscular que a corrida em piscina funda, o que somente foi confirmado na primeira coleta de CK, que ocorreu na primeira sessão de treinamento, na medida 24h após a sessão de treinamento. Os maiores níveis de CK após a sessão de CT do que na CPF, provavelmente justifica-se devido às características mecânicas e de contração muscular diferenciadas entre a CT e CPF.

Apesar da corrida em terra ser uma das formas mais comuns de atividade física e um dos modos mais utilizados de exercício para o desenvolvimento da aptidão física (BATES et al., 1979, BRUNET 1993, VUORI, 2001), o impacto produzido nas estruturas mioarticulares do membro inferior pode ser uma das explicações para este resultado. Segundo JAMES et al. (1978); CAVANAGH & LAFORTUNE (1980); CROSSLEY et al. (1999); GIDDINGS et al. (2000); DERRICK et al. (2002), o pico da força de impacto nas estruturas mioarticulares do membro inferior são da ordem de 1,5 a 4 vezes o peso corporal em cada passada da corrida e levando em conta que os corredores tocam o solo aproximadamente 600 vezes por quilômetro (CROSSLEY et al., 1999), pode-se dizer que a sobrecarga nessas estruturas são muito elevadas. Isso poderia explicar a morte amostral que existiu no grupo CT, onde dois indivíduos foram impedidos de continuar o treinamento devido a lesões mioarticulares no joelho surgidos durante este período.

Mesmo com dois indivíduos que precisaram afastar-se do treinamento devido à lesão, se compararmos com a literatura (BRUNET et al., 1990; VAN MECHELEN et al., 1990; O'TOOLE, 1992; HERLJAC et al., 2000), verificaremos que esta incidência não foi significativa. Isso talvez possa ter acontecido devido a prescrição individualizada que foi realizada, onde cada indivíduo corria na sua percepção ao esforço, resultando numa prescrição bem executada e conseqüentemente diminuindo a incidência de lesões nos sujeitos.

Na CPF, como já citado anteriormente, o indivíduo tenta imitar o movimento da corrida em terra, mas segundo um estudo de NILSSON et al. (2001) a cinemática angular da perna difere substancialmente entre a corrida em terra e a corrida em piscina funda. A CPF não apresentou a fase de flexão-extensão que ocorre durante o contato com o solo e mostrou uma maior simetria na alternância entre uma flexão e uma extensão durante o ciclo da passada. Esses movimentos na água foram acompanhados pela ativação dos isquiostibiais mantidos durante a extensão do quadril, o reto femural mantido durante a flexão do quadril e o vasto lateral apenas durante a extensão do joelho. A ação excêntrica destes músculos, tanto quanto seus respectivos ciclos alongamento-encurtamento durante a fase de suporte na CT, foram ausentes na CPF o que confirmava os achados de FRANGOLIAS & RHODES (1995). Os movimentos da

articulação do tornozelo e o padrão da atividade eletromiográfica eram geralmente menos consistentes durante corrida na água do que em terra. Portanto a CPF providencia uma resistência para os movimentos de flexão e extensão das pernas e concomitante treino concêntrico para os músculos das pernas.

A contração excêntrica existente na CT pode estar relacionada com lesão muscular, pois encontra-se uma vasta literatura confirmando esta associação, tais como ARMOSTRONG et al., 1983; TIIDUS & IANUZZO, 1983; SCHWANE et al., 1983; CLARKSON et al., 1986; APPLE et al., 1986; APPLE et al., 1988; EBBELING & CLARKSON, 1989; NOSAKA et al., 1991; CLARKSON et al., 1992; BOLNAVE & THOMPSON, 1993; MAIR et al., 1994; NOSAKA & CLARKSON, 1995; SORICHTER et al., 1995; NOSAKA & CLARKSON, 1996; SORICHTER et al., 1997; HYATT & CLARKSON, 1998; KYRÖLAINEN et al., 2000; NOSAKA et al., 2002; CLARKSON & HUBAL, 2002; LEE & CLARKSON, 2003; OVERGAARD et al., 2004, e segundo SCHWANE et al. (1983) e NOSAKA et al. (2002), este tipo de contração embora envolva um custo metabólico menor, apresenta uma maior tensão nas fibras musculares ativas, possibilitando a maior incidência de lesão da fibra muscular. Exercícios que envolvem repetidas ações musculares excêntricas parecem ser danosos às miofibrilas, sendo uma das regiões mais afetadas a banda Z, embora distúrbios na banda A, nas mitocôndrias, no retículo sarcoplasmático, no citoesqueleto e matriz extracelular também possam ser detectados (GIBALA et al., 1995).

As contrações excêntricas também podem produzir maiores aumentos nas atividades enzimáticas no plasma, entre elas a CK reconhecida como um seguro marcador de lesão muscular (KOMULAINEN et al., 1994 e CLARKSON & HUBAL, 2002), mas a intensidade, a duração e o modo do exercício que envolvem estas contrações, influenciam no aumento da concentração da CK na corrente sanguínea (VAN DER MEULEN et al., 1991). NOSAKA & CLARKSON (1996), investigaram o comportamento da CK após ações excêntricas máximas de flexores de cotovelo e verificaram que existia uma grande variabilidade entre os sujeitos; o que é comum em estudos que utilizam a CK; mostrando um aumento significativo após o exercício, alcançando um pico quatro dias após a sessão de exercício. Esses achados corroboram com os estudos de SCHWANE et al., 1983; CLARKSON et al., 1992;

NOSAKA & CLARKSON, 1995; KOMULAINEN et al., 1994; BROWN et al., 1997; LEE & CLARKSON, 2003.

Em um estudo de CLARKSON et al. (1986), onde compararam o desenvolvimento de dor e as concentrações de CK antes, 5, 10 e 25 horas após a sessão de exercícios isométricos, concêntricos e excêntricos, eles verificaram que o percentual de aumento da CK foi maior no grupo do exercício concêntrico, mas na medida das 25 horas após a sessão de exercício, os valores já estavam retornando aos níveis basais, enquanto o grupo de exercício excêntrico, a concentração plasmática de CK continuava a aumentar e demonstrando valores mais altos que os outros dois grupos, corroborando com os achados de TIIDUS & IANUZZO (1983).

Com este mesmo objetivo, GIBALA et al. (1995) investigaram em que fase do exercício ocorria maior desorganização miofibrilar, eles encontraram que ambas fases (concêntrica e excêntrica) resultavam em desorganização da miofibrila, mas significativamente um maior número de fibras estavam rompidas na fase excêntrica. Então com o descrito acima, podemos inferir que o pico da CK normalmente verificado na medida 24h após a sessão de exercício, poderia ser explicado pelo fato de ter sido realizado um treinamento de resistência, onde o objetivo foi melhorar a aptidão cardiorrespiratória dos indivíduos através de uma periodização individualizada e adequada para esta população, junto à questão da corrida em terra envolver tanto contração concêntrica como contração excêntrica e talvez por isso os valores mais baixos de CK do grupo CPF, embora não sejam diferentes estatisticamente quando comparados com o grupo CT.

Ainda quanto ao pico da concentração da CK plasmática 24h após a sessão de exercício para o grupo CT, outros estudos confirmaram estes achados. Quando ROGERS et al. (1985) investigaram o comportamento da CK em atletas 48h antes, 24, 48, 72 e 96h após uma maratona de 42km, encontraram um pico de CK 24h após a maratona, retornando aos níveis basais 96h após. Esses achados corroboram com a descrição de ARMSTRONG (1986) em seu estudo de revisão sobre lesão muscular em exercícios de resistência, onde a atividade da CK após uma maratona é usualmente elevada 24h após o exercício. Outros estudos também confirmaram o pico de elevação da CK 24h após o exercício, como por exemplo o estudo de DAWSON et al. (2002) que

analisou o comportamento da CK antes e após uma maratona de 21km, APPLE & RHODES (1988) após uma maratona de 42km e o estudo de SORICHTER et al. (1997) que comparou corrida em declive e no nível, onde os grupos não diferiram entre si.

Outro resultado do estudo atual, é que somente no grupo CT constatou-se diferença estatisticamente significativa entre as medidas. Esta diversidade pode ser detectada entre as medidas 24h e 48h, na segunda e quarta coleta (APÊNDICE 01). As justificativas descritas acima para explicar a diferença encontrada entre a CPF e CT, também podem ser usadas para elucidar esse achado, mas a resposta para explicar o fato da maior concentração de CK plasmática ocorrer 24h após não é bem conhecida, entretanto algumas hipóteses serão discutidas abaixo.

Uma das hipóteses que ARMSTRONG (1986) propôs, é que a lesão muscular em eventos de resistência era associada tanto com sobrecarga metabólica, quanto com esforço mecânico, mas altas tensões locais nas fibras durante ações musculares excêntricas poderiam ser mais importantes que considerações metabólicas na etiologia da lesão. SAYERS & CLARKSON (2003) citam que quando o músculo é lesado, existe uma desorganização da membrana celular e as proteínas musculares movem-se da célula para o interstício. Do interstício as proteínas dependendo do tamanho, ou entram no sangue diretamente ou entram no sistema linfático. Proteínas transportadas pela linfa finalmente entram no fluxo sanguíneo via um ducto torácico. O aparecimento tardio da CK no sangue após exercício pode ser devido a diferentes rotas de entrada na circulação, porque proteínas grandes como a CK são liberadas no espaço intersticial mas devido ao seu tamanho, elas não podem facilmente entrar no endotélio microvascular e são levadas para os vasos linfáticos. O sistema linfático é um sistema de movimento lento comparado com o sistema circulatório e conta com as forças externas (como a atividade muscular) para facilitar o movimento.

Segundo ROGERS et al. (1985), o mecanismo de depuração das enzimas podem incluir a remoção da enzima pelo sistema retículo-endotelial, inativação do sistema linfático, depuração enzimática do tecido de origem e a degradação parcial da enzima na circulação. Mais tarde a taxa de depuração enzimática é afetada pelo treinamento, pois o condicionamento físico resulta na redução de mudanças

morfológicas, dor muscular tardia, e na atividade da CK no sangue, após uma sessão aguda de exercício (ROGERS et al., 1985; EBBELING & CLARKSON, 1989).

Outro resultado do estudo atual, é o fato de não existir diferença estatisticamente significativa entre as medidas nas diferentes coletas ao longo do treinamento (tabela 08), que talvez possa ser explicado como uma adaptação ao treinamento.

EBBELING & CLARKSON (1990) citam que um rápido efeito do treinamento com respeito ao exercício pode envolver um fortalecimento das fibras musculares, nesse estudo onde foi realizado uma sessão de exercícios máximos com os dois braços e somente um braço realizou a segunda sessão cinco dias após, os autores perceberam que pode ter ocorrido uma adaptação, pois a necrose e a diminuição da integridade do sarcolema foram inibidos, prevenindo a liberação de CK após a segunda sessão de exercício, corroborando com os achados de NOSAKA et al. (1991). Em um estudo de HYATT & CLARKSON (1998) investigando este mesmo efeito, identificaram que após a segunda sessão do mesmo exercício, o pico da CK era precoce em relação a primeira sessão, sugerindo que este resultado devia-se ao rápido mecanismo de retirada da enzima pelo sistema retículo-endotelial.

NOSAKA et al. (2001), citaram que os resultados de alguns estudos sugerem que as adaptações responsáveis pelo efeito da sessão repetida não são limitadas às fibras que têm experimentado o processo de degeneração e regeneração, mas conforme outros autores, as adaptações neurais como a atividade da unidade motora, recrutamento de fibras de contração lenta e a sincronização da unidade motora, são algumas possibilidades. Então o treinamento realizado no presente estudo, com a prescrição individualizada e o aumento progressivo da carga, respeitando o princípio da individualidade biológica, pode ter proporcionado adaptações que levaram aos resultados encontrados quando analisou-se as medidas nas diferentes coletas ao longo do treinamento, como por exemplo, a possível melhora do condicionamento aeróbio e da resistência muscular desenvolvida já durante o programa de treinamento.

O aumento no suprimento de ATP é freqüentemente identificado como a razão para o reduzido nível de CK na circulação de sujeitos treinados após o exercício intenso. Hunter e Critz (1971), encontraram que 10 semanas de treino num ciclo ergômetro, 3 vezes por semana, reduzia o efluxo de CK. Antes do treino, CK sérica era

elevada após exercício máximo e submáximo, com o treino aumentou o número e tamanho de mitocôndrias e os autores sugeriram que mais ATP era disponível para manutenção da membrana celular, resultando em uma redução da resposta da CK (EBBELING & CLARKSON, 1989).

Outro resultado do estudo atual, é que quando analisados os resultados da ultrasonografia, observou-se que não houve diferença significativa entre os grupos experimentais, pois no grupo CPF não ocorreu lesão muscular nos isquiotibiais e no grupo CT somente dois sujeitos apresentaram lesões na terceira coleta. A falta de publicações avaliando lesão muscular nos diferentes meios, dificultou a discussão bibliográfica com este enfoque, mas algumas idéias serão discutidas a seguir.

Como já descrito na revisão de literatura, os traumatismos indiretos podem ser devido à hiperextensão passiva das fibras, mas na maioria das vezes ocorrem com a combinação de estiramento durante a contração muscular, denominada contração excêntrica. Como exemplo, tem-se a musculatura da região posterior da coxa que atua na desaceleração do movimento de extensão do joelho durante uma corrida (SERNICK & CERRI, 1999). Isso poderia explicar a ocorrência das lesões verificadas na terceira coleta do grupo CT e a inexistência de lesões no grupo CPF, pois conforme a literatura, a contração excêntrica não ocorre na CPF. As lesões detectadas no grupo CT foram os hematomas, que são uma das lesões detectáveis pela ultra-sonografia, na verdade são as lesões pelo estiramento ou distensão, onde observam-se pequenas áreas hipocogênicas (hematomas), correspondentes a áreas de desorganização fibrilar (SERNICK & CERRI, 1999).

No estudo atual verificou-se um índice de 20% de lesão nos isquiotibiais, mas não foi necessário a suspensão do treinamento para estes indivíduos, ao contrário, continuaram treinando e conforme verificado no exame seguinte a lesão já tinha desaparecido. Segundo HERLJAC et al (2000), vários estudos epidemiológicos com corredores recreacionais e competitivos estimam que entre 27 e 70% dos corredores sustentam uma lesão durante o período de um ano, e a ocorrência de lesões nos isquiotibiais é muito freqüente. Em um estudo de HOOTMAN et al. (2002), a incidência de lesão nos isquiotibiais em indivíduos que mantinham uma atividade física regular (caminhada, corrida, jogging) foi de 5,6%, o que foi considerado significativo, pois este

estudo definiu exatamente o local das lesões, não agrupando em lesões do membro inferior por exemplo, ainda nessa linha, O'TOOLE (1992) o membro inferior é acometido em 50% das lesões por "*overuse*" de corredores, e a distensão muscular um dos tipos mais comuns de lesão, ocorrendo principalmente nos isquiotibiais e na seqüência no quadríceps, o que corrobora com os estudo de VAN MECHELEN (1992), onde as lesões mais severas são as distensões e contusões, principalmente no membro inferior. VAN MECHELEN et al. (1990), na maioria dos estudos epidemiológicos de lesões em corredores, são localizadas na coxa entre 3 e 18% destas lesões. Em uma pesquisa realizada por BRUNET et al. 1990, onde os corredores responderam a um questionário sobre volume de treino, local e tipo das lesões, tratamento utilizado, os resultados foram que os homens apresentaram em torno de 20 e 27% das lesões nos isquiotibiais, com dor na região posterior da perna, a incidência variava devido ao tempo de alongamento realizado (pré e pós exercício, ou somente pré ou somente pós). Em um estudo de revisão sobre a problemática das lesões em treinos de militares, KAUFMAN et al. (2000) concluíram que os tipos de lesões mais comuns eram devido ao "*overuse*" ou síndrome do estresse (23,8%), distensão muscular (8,6%), entorse de tornozelo (6,3%), lesões por "*overuse*" no joelho (5,9%) e fratura por estresse (3,0%).

No presente estudo, o uso da US teve por objetivo analisar o tamanho e localização das lesões musculoesqueléticas, o que coincidiu com o objetivo de ASPELIN et al. (1992), que também analisaram os achados ultra-sonográficos (hematomas) nos músculos da coxa e da canela de 32 atletas que apresentavam lesão nessas regiões, encontrando três diferentes tipos de hematomas e concluindo que a US é uma modalidade não invasiva, com imagem excelente. Segundo CONNELL (2004), o bíceps femural era o músculo mais afetado em jogadores de futebol na junção musculotendinosa, o que corrobora com o presente estudo, onde os hematomas encontrados também foram nesse músculo, nesse mesmo local; mas o objetivo deste autor era correlacionar a US com a ressonância magnética, concluindo que a US é tão útil como ressonância magnética para avaliar lesões nos isquiotibiais e devido seu baixo custo, pode ser a técnica de análise por imagem preferida, esse achado corrobora com o estudo de REEVES et al. (2004). NOSAKA & CLARKSON (1996) e KHAN et al. (2003), referem que a US também pode providenciar uma excelente

informação morfológica em pacientes com lesão por “*overuse*”, para avaliar doenças musculares e lesão tecidual, e o aumento da eco-genicidade é um fator comum da degeneração muscular.

NOSAKA et al. (2002) quando compararam diferentes marcadores indiretos de lesão muscular entre um exercício de resistência e ações excêntricas máximas, a US foi utilizada para avaliação do edema e da organização das fibras musculares, sendo realizada em locais pré determinados na musculatura investigada, isto é, antes, logo após, 24, 48, 72 e 96h para ambos os exercícios. Os resultados encontrados foram que a eco-genicidade e a espessura muscular não mudaram para o grupo do exercício de resistência, mas para o grupo de ações excêntricas máximas o aumento significativo das medidas ocorreu no quarto a quinto dia pós exercício. O que corrobora com o estudo atual onde também foi realizado um treinamento de resistência e a eco-genicidade do exame mudou em apenas dois de um total de 40 exames, sendo que estes dois foram dos indivíduos que apresentaram lesão, demonstrando mais uma vez que a contração excêntrica poderia ser a causa de um maior nível de lesão muscular. MAIR et al. (1996), mostraram que músculos fadigados absorviam menos energia antes de alcançar o grau de alongamento que causava lesão. É possível que a um certo ponto durante o exercício de resistência, o estresse acumulado causado pelas ações musculares repetitivas excedam o limiar onde os músculos podem tolerar cargas excêntricas, finalizando o exercício antes do estado de tensão que poderia levar a ocorrência de ruptura miofibrilar. Analisando por este ponto de vista, poderíamos pensar que a periodização do estudo atual, foi adequada para indivíduos não treinados, não permitindo que a musculatura entrasse em fadiga, portanto protegendo o sistema miofibrilar. Esses resultados podem ser confirmados pelos resultados da CK, onde os valores das medidas não ultrapassaram o valor de referência fornecido pelo Kit comercial, com exceção da medida 24h após, da primeira coleta.

## **6. CONCLUSÃO, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES**

### **6.1. CONCLUSÃO**

A partir da apresentação e discussão dos resultados, chegou-se às seguintes conclusões:

- as duas modalidades de treinamento proporcionaram uma melhora da aptidão cardiorrespiratória dos indivíduos;
- a melhora do condicionamento aeróbio dos indivíduos não treinados foi devido à periodização adequada para esta população;
- também verificou-se que embora não tenha ocorrido diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais em vários momentos de avaliação da CK, um menor nível de elevação desta enzima na concentração sanguínea, nos participantes do grupo de corrida em piscina funda foi verificado, concomitante com o fato de não ocorrer nenhuma lesão mioarticular, demonstrando então, que esta modalidade de treinamento protege o sistema musculoesquelético.

### **6.2. LIMITAÇÕES**

Podem-se apresentar as seguintes limitações:

- a falta de trabalhos na área de análise de lesão muscular no meio líquido, ou até mesmo em diferentes momentos de um treinamento com corrida para indivíduos não treinados, impossibilitou uma maior discussão dos resultados encontrados;
- o limitado número de ultra-sonografias e material bioquímico que impossibilitou um maior tamanho amostral.

### 6.3. SUGESTÕES

Sugere-se a continuidade desta linha de pesquisa, envolvendo:

- exercícios com intensidades máximas no meio líquido;
- outras modalidades de exercício físico, como o ciclismo, exercícios resistidos;
- analisar o comportamento da força e flexibilidade em treinamento no meio líquido e em terra;
- comparar sujeitos não treinados com atletas nas diferentes modalidades de treinamento;
- avaliar a ocorrência de lesão muscular através de outras técnicas, como por exemplo, outro exame por imagem como a ressonância magnética, ou uma avaliação histológica através da biópsia, ou ainda outros marcadores bioquímicos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. Sexta edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara/Koogan, 2003.

ANDRIACCHI, T.P. & ALEXANDER, E.J.. Studies of Human Locomotion: past, present and future. **Journal of Biomechanics**. Vol. 33:1217 –1224, 2000.

APPLE, F.S.; HELLSTEN, Y.; CLARKSON, P.M.. Early Detection of Skeletal Muscle Injury by Assay of Creatine Kinase MM Isoforms in Serum After Acute Exercise. **Clinical Chemistry**. Vol. 34(6):1102-1104, 1988.

APPLE, F.S. & RHODES, M.. Enzymatic Estimation of Skeletal Muscle Damage by Analysis of Changes in serum Creatine Kinase. **Journal of Applied Physiology**. Vol.65(5): 2598-2600, 1988.

APPLE, F.S.; ROGERS, M.A.; IVY, J.L.. Creatine Kinase Isoenzyme MM Variants in Skeletal Muscle and Plasma from Marathon Runners. **Clinical Chemistry**. Vol.32 (1):41-45, 1986.

ARMSTRONG, R.B.. Initial Events in Exercise-Induced Muscular Injury. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 22(4): 429 – 435, 1990.

ARMSTRONG, R.B.. Muscle Damage and Endurance Events. **Sports Medicine**. Vol.3:370-381, 1986.

ARMSTRONG, R.B.; OGILVIE, R.W.; SCHWANE, J.A.. Eccentric Exercise-induced Injury to Rat Skeletal Muscle. **Journal of Applied Physiology**. Vol. 54(1): 80-93, 1983.

ASPELIN, P.; EKBERG, O.; THORSSON, O.; WILHELMSSON, M.; WESTLIN, N..  
Ultrasound Examination of Soft Tissue Injury of the Lower Limb in Athletes. **The American Journal of Sports Medicine**. Vol. 20(5): 601-603, 1992.

BARKER, K.L.; DAWES, H.; HANSFORD, P.; SHAMLEY, D.. Perceived and measured levels of exertion of patients with chronic back pain exercising in a hydrotherapy pool. **Archive of Physiotherapy Medicine Rehabilitation**. Vol. 84 (9):1319 – 1323, 2003.

BARBANTI, V.J.. **Treinamento Físico – Bases Científicas**. 2ª edição. São Paulo: Editora CLR Balieiro, 1988.

BATES, B.; OSTERNIG, L.; MASON, B.; JAMES, S. Functional Variability of the Lower Extremity During the Support Phase of Running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 11:328 – 331, 1979.

BIRRER, R. B.; FANI-SALEK, M. H.; TOTTEN, V. Y.; HERMAN, L. M.. Managing ankle injuries in the emergency department. **Journal of Emergency Medicine**. Vol. 17(4):651-660, 1999.

BOLNAVE, C.D.; THOMPSON, M.W.. Effect of Training on Eccentric Exercise-induced Muscle Damage. **Journal of Applied Physiology**. Vol. 75(4): 1545-1551, 1993.

BORG, G. **Escala de Borg para a Dor e o Esforço Percebido**. Terceira edição. São Paulo: Editora Manole, 2000.

BORG, G.A.V.. Psychophysical Bases of Perceived Exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 14(5): 377-381, 1982.

BROWN, S.J.; CHILD, R.B.; DAY, S.H.; DONNELLY, A.E.. Indices of Skeletal Muscle Damage and Connective Tissue Breakdown Following Eccentric Muscle Contractions. **European Journal of Applied Physiology**. Vol. 75:369-374, 1997.

BRUNET, M.E.; COOK, S.D.; BRINKER, M.D.; DICKINSON, J. A . A Survey of Running Injuries in 1505 Competitive and Recreational Runners. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. Vol. 30 (3) :307-314, 1990.

BURNS, A.S.; LAUDER, T.D.. Deep Water Running an Effective Non-weightbearing Exercise for the Maintenance of Land-based Running Performance. **Militar Medicine**. Vol. 166(3): 253-258, 2001.

BUSHMAN, B.A.; FLYNN, M.G.; ANDRES, F.F.; LAMBERT, C.P.; TAYLOR, M.S., BRAUN, W.A.. Effect of 4 Weeks od Deep Water Run Training on Running Performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.29: 694-699, 1997.

BUTTS, N.K.; TUCKER, M.; GREENING,C.. Physiologic Responses to Maximal Treadmill and Deep Water Running in Men and Women. **American Journal of Sports and Exercise**. Vol.19: 612 – 614, 1991.

CAVANAGH, P.R.. **The Mechanics of Distance Running: a Historical Perspective**. In: Biomechanics of Distance Running. CAVANAGH, P.R. Editor: Human Kinetics Books. Champaign, Illinois, pp. 1-31, 1990.

CAVANAGH, P.R.; LAFORTUNE, M.A.. Ground Reaction Forces in Distance Running. **Journal of Biomechanics**. Vol.13:397-406, 1980.

CARDOSO, A. S.; TARTARUGA, L.A.P.; BARELLA, R.E., BRENTANO, M.A.; KRUEL, L.F.M.. Efeitos de um Programa de Treinamento de Corrida em Piscina Funda na Força Muscular de Mulheres. **FIEP BULLETIN**. Vol.74: 590-593, 2004.

CLARKSON, P.M.; BYRNES, W.C.; McCORMICK, L.P.; TURCOTTE, L.P.; WHITE, J.S.. Muscle Soroness and Serum Creatine Kinase Activity Following Isometric, Eccentric,

and Concentric Exercise. **International Journal of Sports Medicine**. Vol.7(3): 152-155,1986.

CLARKSON, P. M., DEDRICK, ME.. Exercise-Induced Muscle Damage, repair and adaptation in old and young subjects. **Journal Gerontology**. Vol.43(4): M91-96, 1988.

CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J.. Exercise-Induced Muscle Damage in Humans. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.81 (11)Supp.:52-69, 2002.

CLARKSON, P.M., NOSAKA, K., BRAUN, B.. Muscle Function After Exercise-Induced Muscle Damage and Rapid Adaptation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 24(5):512–520, 1992.

CLARKSON, P.M.; TREMBLAY, I. Exercise-induced Muscle Damage, Repair, and adaptation in humans. **Journal of Applied Physiology**. Vol. 65(1): 1-6, 1988.

CLEMENT, D.; TAUTON, J.; DAVIDSON, R.; ANDERSON D.; PHIPPS W.. Evaluation of performance following Achilles tendon surgery in competitive runners. **New Studies in Athletics**. Vol.7 (2): 33-37, 1992.

CLOUGH, P.J., SHEPHERD, J., MAUGHAM, R.J.. Marathon Finishers and Pre-race Drop-outs. **British Journal of Sports Medicine**. n° 23: 97-101, 1989.

CONNELL, D.A.; SCHNEIDER-KOLSKY, M.E.; HAVING, J.L.; MALARA, F.; BUCHBINDER, R.; KOULOURES, G.; BURKE, F.; BASS, C.. Longitudinal Study comparing Sonographie and MRI Assessments of Acute and Healing Hamstrings Injuries. **American Journal of Roentgenology**. Vol. 183(4): 975-984, 2004.

CROSSLEY, K.; BENNELL, K.L.; WRIGLEY, T.; OAKES, B.. Ground reaction Forces, Bone Characteristics, and Tibial Stress Fracture in Male Runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 31 (8):1088-1093, 1999.

DAWSON, B.; HENRY, G. J.; GOODMAN, C.; GILLAM, I.; BEILBY, J.R.; CHING, S.; FABIAN, V.; DASIG, D.; MORLING, P.; KAKULUS, B.A.. Effect of Vitamin C and E Supplementation on Biochemical and Ultrastructural Indices of Muscle Damage After a 21km Run. **International Journal of Sports Medicine**. Vol. 23: 10-15, 2002.

DERRICK, T.R.; DEREU, D.; MCLEAN, S.P.. Impacts and Kinematic Adjustments During an Exhaustive Run. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 34(6): 998-1002, 2002.

DOHERTY, M.; SMITH, P.M.; HUGHES, M.G.; COLLINS, D.. Rating of Perceived Exertion During High-intensity Treadmill Running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.33 (11): 1953 – 1958, 2001.

DOWZER, N.D., REILLY, T., CABLE, N.T. e NEVILL, A.. Maximal Physiological responses to Deep and Shallow Water Running. **Ergonomics**. Vol. 42 (2): 275 – 281, 1999.

DUMBAR, C.C.; KALINSKI, M.I.. Using rpe to regulate exercise intensity during a 20-week training program for postmenopausal women: a pilot study. **Percept Mot Skills**. Vol. 99 (2):688-690, 2004.

EBBELING, C.; CLARKSON, P. M.. Exercise-Induced Muscle Damage and Adaptation. **Sports Medicine**. Vol. 7: 207-234, 1989.

EBBELING, C.; CLARKSON, P. M.. Muscle Adaptation Prior to Recovery Following Eccentric Exercise. **European Journal of Applied Physiology**. Vol.60: 26-31, 1990.

ENOKA, R.M.. **Neuromechanical Basis of Kinesiology**. Human Kinetics Book. Champaign, Ill, 1988.

EYLER, A. A.; BROWNSON, R. C.; STEPHEN J. B.; HOUSEMANN, R. A.. The Epidemiology of Walking for Physical Activity in the United States. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 35 (9):1529-1536, 2003.

EVANS B.W., CURETON K.J & PURVIS, J.W.. Metabolic and Circulatory Responses to Walking and Jogging in Water. **Research Quaterly**. Vol. 49:442-449, 1978.

FRANGOLIAS, D.D.; RHODES, E.C.. Maximal and Ventilatory Treshold Responses to Treadmill and Water Immersion Running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.27(7): 1007 – 1013, 1995.

FRANGOLIAS, D.D., RHODES, E.C.. Metabolic Responses and Mechanisms During Water Immersion Running and Exercise. **Sports Medicine**. Vol.22(1): 38 –53, 1996.

FREDERICSON, M.. Common Injuries in Runners. Diagnosis, Rehabilitation and Prevention. **Sports Medicine**. 21 (1): 49-72, 1996.

FUJISHIMA, K.; SHIMIZU, T.. Body Temperature, Oxygen Uptake and Heart Rate during Walking in Water and an Exercise Intensity Based on RPE in Elderly Men. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**. Vol. 22 (2): 83-88, 2003.

FULKERSON, J. P.. **Doença da Articulação Patelofemoral**. Terceira edição. Rio de Janeiro: Editora Revinter Ltda, 2000.

GATTI, C.J.; YOUNG, R.J.; GLAD, H.L. Effect of Water-training in the Maintenance of Cardiorespiratory Endurance of Athletes. **British of Journal Sports Medicine**. Vol. 13:161-164, 1979.

GEHRING, M.M.; KELLER, B.A.; BREHM, B.A.. Water Running with and without a Flotation Vest in competitive and Recreational Runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.29 (10): 1374-1378, 1997.

GIBALA, M.J.; MacDOUGALL, J.D.; TARNOPOLSKY, M.A.; STAUBER, W.T.; ELORRIAGA, A.. Changes in Human Skeletal Muscle Ultrastructure and Force Production After Acute Resistance Exercise. **Journal of Applied Physiology**. Vol. 78(2): 702-708, 1995.

GIDDINGS, V.L.; BEAUPRÉ, G.S.; WHALEN, R.T.; CARTER, D.R.. Calcaneal Loading During Walking and Running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.32(3): 627-634, 2000.

GOMES, A. C.. **Treinamento Desportivo – Estruturação e Periodização**. Primeira Edição. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

GOULD, J. A.. **Fisioterapia na Ortopedia e na Medicina do Esporte**. Segunda edição. São Paulo: Editora Manole Ltda, 1993.

GREVE, J. M.; AMATUZZI, M. M.. **Medicina de Reabilitação Aplicada à Ortopedia e Traumatologia**. Primeira edição. São Paulo: Editora Roca Ltda, 1999.

HALL, J.; GRANT, J.; BLAKE, D.; TAYLOR, G.; GARBUTT, G.. Cardiorespiratory responses to aquatic treadmill walking in patients with rheumatoid arthritis. **Physioterapy Research International**. Vol. 9 (2): 59 – 73, 2004.

HAMER, P.W.; MORTON, A.R.. Water-Running: training effects and specificity of aerobic, anaerobic and muscular parameters following an eight-week interval training programme. **Australian Journal of Science and Medicine in Sport**. 22 (1): 13-22, 1990.

HAMILL, J., KNUTZEN, K. M.. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano**. Primeira edição. São Paulo: Editora Manole Ltda,1999.

HERMAN, C.W.; NAGELKIRK, J.R.; PIVERNIK, J.M.; WOMACK, C.J.. Regulating Oxygen Uptake During High-Intensity Exercise Using Heart Rate and Rating of Perceived Exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. (35) 10: 1751-1754, 2003.

HERTLER, L., PROVOST-CRAIG, M., SESTILI.D.. Water Running and the Maintenance of Maximum Oxygen Consumption and Leg Strength in Runners [abstract]. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 24: S23, 1992.

HICKSON, R.C.; BOMZE, H.A.; HOLLOSZY, J.º. Linear Increase in Aerobic Power Induced by a Strenuous Program of Endurance Exercise. **Journal of Applied Physiology**. Vol. 42 (3): 372-376, 1977.

HOEBERIGS, J. H.. Factores Related to the Incidence of Running Injuries. A Review. **Sports Medicine**, 13: 408-422,1992.

HOLLOSZY, J.O.; COYLE, E.F.. Adaptation of Skeletal Muscle to Endurance Exercise and Their Metabolic Consequence. **Journal of Applied Physiology**. Vol. 56:831-838, 1984.

HOLSBEECK, M. T.; INTROCASO, J. H.. **Ultra-sonografia Musculoesquelética**. Segunda edição. Rio de Janeiro: editora Guanabara/Koogan, 2002.

HOOTMAN, J.M.; MACERA, C.A.; AINSWORTH, B.E.; ADDY, C.L.; MARTIN, M.; BLAIR, S.N.. Epidemiology of Musculoskeletal Injuries Among Sedentary and Physically Active Adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 34(5):838-844, 2002.

HRELJAC, A.; MARSHALL, R.N.; HUME, P.A.. Evaluation of Lower Extremity Overuse Injury Potential in Runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 32(9): 1635 -1641, 2000.

HYATT, J.P. & CLARKSON, P.M.. Creatine Kinase release and Clearance using MM Variants Following Repeated Bouts of Eccentric Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 30 (7): 1059-1065, 1998.

JACOBSON, J.A.. Musculoskeletal Sonography and MR Imaging. **The Radiologic Clinics of North America**. Vol. 37(4):713-735, 1999.

JAMES, S.J., BATES, B., OSTERNIG, L.. Injuries to runners. **American Journal of Sports Medicine**, 6:40-50, 1978.

KAUFMAN, K.R., BRODINE, S., SHAFFER, R.. Military Training-Related Injuries – Surveillance, Research, and Prevention. **American Journal of Preventive Medicine**. Vol.18(3S):54-63, 2000.

KISNER, C., COLBY, L. A.. **Exercícios Terapêuticos – Fundamentos e Técnicas**. Segunda edição. São Paulo: Editora Manole Ltda, 1992.

KHAN, K.M., FORSTER, B.B., ROBINSON, J., CHEONG, Y., LOUIS, L., MACLEAN, L., TAUNTON, J.E.. Are Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging of value in Assessment of Achilles Tendon Disorders? A two year prospective Study. **British Journal Sports Medicine**. Vol. 37: 149-153, 2003.

KOMULAINEN, J.; KITOLA, J.; VIHKO, V.. Running-induced Muscle injury and Myocellular Enzyme Release in Rats. **Journal of Applied Physiology**. Vol. 77(5): 2299-2304, 1994.

KOMULAINEN, J.; TAKALA, T.E.S.; VIHKO, V.. Does Increased Serum Creatine Kinase Activity Reflect Exercise-Induced Muscle Damage in Rats? **International Journal of Sports Medicine**. Vol. 16(3):150-154, 1995.

KOPLAN, J.P.; POWELL, K.E.; SIKES, R.K.; SHIRLEY, R.W.; CAMPBELL, C.C.. An Epidemiologic Study of the Benefits and Risks of Running. **Journal of the American Medical Association**. Vol 17(23): 3118-21, 1982.

KOTEVOGLU, N.; GÜLBAHCE-SAGLAN, S.. Ultrasound Imaging in the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome and its Relevance to Clinical Evaluation. **Joint Bone Spine**. 2004.

KOTTKE, F. J.; LEHMANN, J. F.. **Tratado de Medicina Física e Reabilitação de Krusen**. Quarta edição. São Paulo: Editora Manole Ltda,1994.

LAURSEN, P. B., JENKINS, D. G.. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. **Sports Medicine**, 32 (1):53-73, 2002.

LEE, J.; CLARKSON, P. M.. Plasma Creatine Kinase Activity and Glutathione after Eccentric Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 35 (6):930-936, 2003.

LEE, R.C.; WANG, Z.M.; HEYMSFIELD, S.B.. Skeletal Muscle Mass and Aging: Regional and Whole-body Measurement Methods. **Canadian Journal of Applied Physiology**. Vol. 26(1): 102-122, 2001.

LINDENA, J.; KUPPER, W.; FRIEDEL, R.; TRAUTSCHALD, I.. Lymphatic Transport of Cellular Enzymes from Muscle into the Intravascular Compartment. **Enzyme**. Vol. 24(2): 120-131, 1979.

LYSENS, R.; AUWEELE, V.Y.; OSTYN, M.. The Relationship between Psychosocial Factors and Sports Injuries. **Sports Medicine**. Vol. 26: 77-84, 1986.

MACERA, C.A.. Lower Extremity Injuries in Runners. **Sports Medicine**. Vol. 13(1):50-57, 1992.

MAGANARIS, C.N.. Tensile Properties of in Vivo Human Tendinous Tissue. **Journal of Biomechanics**. Vol. 35:1019-1027, 2002.

MAIR, J., KOLLER A., ARTNER-DWORZAK,E., HAID C., JUDMAIER, W., PUSCHENDORF, B.. Effects of Exercise on Plasma Myosin Heavy Chain Fragments and MRI of Skeletal Muscle. **Journal Applied Physiology**. Vol. 72(2): 656-663, 1994.

MAIR, J.; MAYR, M.; MÜLLER,E.; KOLLER,A.; HAID,C.; ARTNER-DWORZAK, E.; CALZOLARI, C.; LARUE, C.; PUSCHENDORF, B.. Rapid Adaptation to Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage. **International Journal of Sports Medicine**. Vol. 16(6): 352-356, 1995.

MARINS, J.C.B.; GIANNICHI, R.S.. **Avaliação & Prescrição de Atividade Física – Guia Prático**. Segunda edição. Rio de Janeiro: editora Shape, 1998.

MATSUDO, V. K.R.. Vida Ativa para o Novo Milênio. **Revista Oxidologia**. Set/Out:18 – 24, 1999.

MATSUDO, V.K.R.; MATSUDO, S.M.M.; ANDRADE, D.; ARAÚJO, T.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, L.C.; BRAGGION, G.. Promoção da Saúde Mediante o Aumento do Nível de Atividade Física: a Proposta do Programa Agita São Paulo. **Revista Ambito Medicina Esportiva**. Vol. (7): 5-15, 2001.

MCCORMICK, K. M.. Contraction-Induced Injury Run Amok: Na Introduction. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 36 (1):42-43, 2004.

McGINNIS, P. M.. **Biomecânica do esporte e exercício**. Porto Alegre: editora Artmed, 2002.

McWATERS, J.G. Deep Water Exercise for Health and Fitness. **Publitec Editions**, USA,1988.

MERCER, J.A., JENSEN, R.L.. Heart Rates at Equivalent Submaximal Levels of  $VO_2$  do not Differ Between Deep Water Running and Treadmill Running. **Journal os Strenght and Conditioning Research**. Vol.5 (4): 55-60, 1997.

MERCER, J.A.; JENSEN, R.L.. Heart Rates at Equivalent Submaximal Levels of  $VO_2$  do not Differ Between Deep-water Running and Treadmill Running. **Journal of Strenght and Conditioning Research**. Vol. 5 (4): 55-60, 1997.

MIYAMA, M.; NOSAKA,K.. Influence of Surface on Muscle Damage and Soroness Induced by Consecutive Drops Jumps. **Journal os Strenght and Conditioning Research**. Vol. 18(2):206-211, 2004.

NAKAZAWA,K., YANO,H., MIYASHITA, M.. Ground Reaction Forces During Walking in Water. In: Miyashita, M., Mutoh, y.,Richardson, A.B. (eds): **Medicine and Science in Aquatic Sports**. Vol. 39: 28-39, 1994.

NILSSON,J., TVEIT,P., THORSTENSSON,A.. Running on Land and in Water – a comparative biomechanical study. **Proceedings of XVIII Congress of the International Society of Biomechanics**. Orthopedic Biomechanics & Rehabilitation I Section, P241, 2001.

NOSAKA, K., CLARKSON, P. M.. Changes in Indicators of Inflammation After Eccentric Exercise os the Elbow Flexors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.28 (8): 953-961, 1996.

NOSAKA, K., CLARKSON, P. M.. Variability in Serum Creatine Kinase Response After Eccentric exercise of the Elbow Flexors. **International Journal of Sports Medicine**. Vol.17(2): 120-127, 1996.

NOSAKA, K.; CLARKSON, P. M.; McGUIGGIN, M.E.; BYRNE, J.. Time Course of Muscle Adaptation After High force Eccentric Exercise. **European Journal of Applied Physiology**. Vol. 63: 70-76, 1991.

NOSAKA, K. & NEWTON, M.. Difference in the Magnitude of Muscle Damage Between Maximal and Submaximal Eccentric Loading. **Journal of Strength Conditioning Research**. Vol.16(2):202-208, 2002.

NOSAKA, K., NEWTON, M. and SACCO, P.. Muscle Damage and Soreness After Endurance Exercise of the Elbow Flexors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 34 (6): 920-927, 2002.

NOSAKA, K.; SAKAMOTO, K.; NEWTON, M.; SACCO.. The Repeated Bout Effect of Reduced-load Eccentric Exercise on Elbow Flexor Muscle Damage. **European Journal of Applied Physiology**. Vol. 85:34-40, 2001.

NOSAKA, K.; SAKAMOTO, K.; NEWTON, M.; SACCO.. Influence of Pre-exercise Muscle Temperature on Responses to Eccentric Exercise. **Journal of Athletic Training**. Vol. 39(2): 132-137, 2004.

NOVACHEK, T. F.. The Biomechanics of Running. **Gait and Posture**. Vol.7:77 – 95, 1998.

O'TOOLE, M.L.. Prevention and Treatment of Injuries to Runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 24 (9): 360-363, 1992.

OVERGAARD, K.; FREDSTED, A.; HYLDAL, A.; HANSEN, T.I.; GISSEL, H.; CLAUSEN, T.. Effects of Running Distance and Training on Ca<sup>2+</sup> Content and Damage in Human Muscle. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 36(5): 821-829, 2004.

OKURA, T.; TANAKA, K.. A Unique Method for Predicting Cardiorespiratory Fitness Using Rating of Perceived Exertion. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**. Vol. 20 (5): 255-261, 2001.

PAULA, E. F.. **Corrida e suas Alterações Músculo-esqueléticas**. São Paulo, 1993. (Trabalho Acadêmico) – Universidade de São Paulo.

PEETRONIS, P.. Ultrasound of Muscles. **European of Radiology**. Vol.12: 35-43, 2002.

PESTANA, M.H.; GAGEIRO, J.N.. **Análise de Dados para Ciências Sociais: a complementariedade do SPSS**. Edições Sílabo: Lisboa, 1998.

PETERSON, L.; RENSTRÖM, P.. **Lesiones Desportivas: Prevencion e Tratamento**. Barcelona: Jims, 1988.

POLLOCK, M.L.; WARD, A.; AYRES, J.J.. Cardiorespiratory Fitness: response to differing intensities and durations of training. **Archives Physiology Rehabilitation**. Vol.58(11): 467-473, 1977.

REEVES, N.D.; MAGANARIS, C.N.; NARICI, M.V.. Ultrasonographic Assessment of Human Skeletal Muscle Size. **European Journal of Applied Physiology**. Vol. 91:116-118, 2004.

REGO, R.A., BERARDO, FAN., RODRIGUES, F.R, OLIVEIRA, Z.M.A., OLIVEIRA M.B., VASCONCELLOS C., AVENTURATO L.V.O., MONCAN, J.E.C., KANA, L.R.. Fatores de Risco para Doenças Crônicas Não Transmissíveis: inquérito domiciliar no município

de São Paulo (BRASIL). Metodologia e resultados preliminares. **Revista de Saúde Pública**. Vol. 24(4): 277-285, 1990.

REILLY, T.; DOWZER, C.N.; CABLE, N.T.. The Physiology of Deep-water Running. **Journal of Sports Sciences**. Vol.21:959-972, 2003.

REIMERS, C.D.; HAIDER, M.; MEHLTRETTER, G.; KAAB, S.; WUNDERER, B.; PONGRATZ, D.E.. The Rectus Abdominis Syndrome. **Dtsch. Med. Wochenschr.** Vol.117(39):1474-1478, 1992. Abstract.

RITCHIE, S.E., HOPKINS, W.G.. The Intensity os Exercise in Deep Water. **International Journal of Sports Medicine**. 12: 27-29, 1991.

ROBERTSON, R.; GOSS,F.L.; DUBÉ, J.; RUTKOWSKI, J.; DUPAIN, M.; BRENNAN, C.; ANDREACCI, J.. Validation of the Adult OMNI Scale of Perceived Exertion for Cycle Ergometer Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 36(1):102-108, 2004.

ROBERTSON, R.; GOSS, F.; MICHAEL, T., MOYNA, N., GORDON, P.; VISICH P.; KANG, J.; ANGELOPOULOS, T.; DASILVA, S.; METZ, K.. Validity of the Borg perceived exertion scale for use in semirecumbent ergometry during immersion in water. **Perceptual Motors Skills**. Vol. 83 (1): 3-13, 1996.

ROGERS, M.A.; STULL, G.A.; APPLE, F.S.. Creatine Kinase Isoenzyme Activities in Men and Women Following a Marathon Race. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.17(6): 679-682, 1985.

ROSE,J.; GAMBLE, J.G.. **Human Walking**. Segunda edição. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994.

SAYERS, S.; CLARKSON, P.M.. Short-Term Immobilization after Eccentric Exercise. Part II: Creatine Kinase and Myoglobin. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 35 (5): 762-768, 2003.

SCHWANE, J.A.; JOHNSON, S.R.; VANDENAKKER, C.B.; ARMSTRONG, R.B.. Delayed-onset Muscular Soreness and Plasma CPK and LDH Activities After Downhill Running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 15 (1): 51-56, 1983.

SERNICK, R.A.; CERRI, G.G.. **Ultra-sonografia: sistema musculoesquelético**. São Paulo: Editora Sarvier, 1999.

SIMONSEN, E.B.; THONSEN, L.; KLAUSEN, K.. Activity of Mono and Biarticular Leg Muscles During Sprint Running. **European Journal Applied Physiology Occup Physiology**. Vol. 54(5): 524-532, 1985.

SMITH, L. L.. Acute Inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 23 (5):542-551, 1991.

SORICHTER, S., KOLLER, A., HAID, CH., WICKE, K., JUDMAIER, W., WERNER, P., RAAS, E.. Light Concentric Exercise and Heavy Eccentric Muscle Loading: Effects on CK, MRI and Markers of Inflammation. **International Journal Sports Medicine**. Vol. 16 (5):288-292, 1995.

SORICHTER, S., MAIR, J.; KOLLER, A.; GEBERT, W.; RAMA, D.; CALZOLARI, C.; DWORZAK, E. A.; PUSCHENDORF, B.. Skeletal Troponin I as a Marker of Exercise-induced muscle damage. **Journal of Applied Physiology**. Vol. 83(4): 1076-1082, 1997.

STANISH, W.D.. Overuse Injuries in Athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 16: 1-7, 1984.

STEPHENSON, J.; BAUMAN, A.; ARMSTRONG, T.; SMITH, B.; BELLEW, B.. The Costs of Illness Attributable to Physical Inactivity in Australia. A Preliminary Study. **Australian Government, Department of Health and Aging Population Health Division**, 2000.

SVEDENHAG, J.; SEGER, J.. Running on Land and in Water: Comparative Exercise Physiology. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 24: 1155 – 1160, 1992.

TANAKA, H., SWENSEN, T.. Impact of Resistance Training on Endurance Performance: A New Form of Cross-training? **Sports Medicine**. 25 (3): 191-200, 1998.

TARTARUGA, L. A. P.. **Efeitos Fisiológicos e Biomecânicos do Treinamento Complementar de Corrida em Piscina Funda na Performance de Corredores de Rendimento**. Porto Alegre, 2003. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TARTARUGA, L.A.P.; LARRONDA, A.C.C.; TURRA, N.A.; FIALHO, C.B.; TARTARUGA, M.P.; LOSS, J.F.; KRUEL, L.F.M.. Comparação da Estrutura Cinemática da corrida em esteira rolante e Corrida em Piscina Funda. **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte**. CBCE, 172-179, 2001.

THORWESTEN, L., FROMME, A., WINKELMANN, F., REER, R., JEROSCH, J.. Dependency of Rearfoot Pronation on Physical Strain. **Proceedings of XIV International Symposium on Biomechanics in Sports**, 256-261, 1996.

TIDBALL, J.G.. Inflammatory Cell Response to Acute Muscle Injury. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.27 (7): 1022-1032, 1995.

TIIDUS, P.M.; IANUZZO, D.. Effects of Intensity and Duration of Muscular Exercise on Delayed Soreness and Serum Enzyme Activities. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol. 15(6): 461–465, 1983.

TOWN,G.P.; BRADLEY,S.S. Maximal Metabolic Responses of Deep and Shallow Water Running in Trained Runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.23: 238 – 241, 1991.

VAN DER MEULEN, J.H.; KUIPERS, H.; DRUKKER, J.. Relation Between exercise-induced Muscle Damage and Enzyme Release in Rats. **Journal os Applied Physiology**. Vol. 71(3):999-1004, 1991.

VAN MECHELEN, W. Running Injuries: A Rewiev of the epidemiological literature. **Sports Medicine**, 14, 320-335, 1992.

VAN MECHELEN, W.; HLOBIL, H.; KEMPER, H.C.G. Incidence, Severity, Aetiology and Prevention of Sports Injuries. **Sports Medicine**. Vol.14(2):82-89,1990.

VAUGHAN, C. L.. **Biomechanics of Sport**. Florida: CRC Press, 1989.

VENDRUSCULO, A.P., TARTARUGA, L.A.P., COERTJENS, M., PANTOJA, P.D., PETKOWICZ, KRUEL, L.F.M.. Sensação Subjetiva ao Esforço e Consumo Máximo de Oxigênio. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. Vol.3(1):128, 2004. (Resumo).

VUORI, I.. Does Physical Activity Enhance Health? **Patient Education and Counseling**. Vol. 33:S95-S103, 1998.

WEINECK, J.. **Treinamento Ideal**. São Paulo: Editora Manole, 2001.

WHITING, W. C.; ZERNICKE, R. F.. **Biomecânica da Lesão Musculoesquelética**. Primeira Edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara/Koogan S.A.,2001.

WILBER, R.L., MOFFAT, R.J., SCOTT, B.E., LEE, D.T., CUCUZZO, N.A.. Influence of Water Run Training on the Maintenance of Aerobic Performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 28 (8): 1056-1062, 1996.

WILDER, R.P., BRENNAN, D.K., SCHOTTE, D.E. A Standard Measure for Exercise Prescription for Aqua Running. **American Journal of Sports Medicine**, 21: 45-48, 1993.

WILDER, R. P., BRENNAN, D.K.. Physiological Responses to Deep Water Running in Athletes. **Sports Medicine**, 16 (6):374-380, 1993.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L.. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. Segunda edição. São Paulo: Editora Manole, 2001.

WILMORE, J.H.; ROYCE, J.; GIRANDOLA, R.N.; KATCH,F.I.; KATCH, V.L.. Physiological Alterations Resulting from a 10-week Program of Jogging. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol2 (1): 7-14, 1970.

YING, M.; YEUNG, E.; L., B.; L., W.; L., M.; T., C.. Sonographic evaluation of the size of Achilles tendon: the effect of exercise and the dominance of ankle. **Ultrasound in Medicine & Biology**. Vol. 29 (5): 637-642, 2003.

YU,E., KITAGAWA,K., MUTOH,Y., MIYASHITA,M.. Cardiorespiratory Responses to Walking in Water. **Medicine and Science in Aquatic Sports**. Pp. 35-41, 1998.

**ANEXOS**

## ANEXO 1

### TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu \_\_\_\_\_,  
portador do documento de identidade número \_\_\_\_\_,  
concordo voluntariamente em participar do estudo “Ocorrência de lesão muscular nos isquiotibiais e adaptação fisiológica entre um programa de treinamento de corrida em piscina funda e corrida em terra”.

Declaro estar ciente de que o estudo será desenvolvido pela mestrande Alecsandra Pinheiro Vendrusculo, aluna do Programa de Pós-graduação em Ciência do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com o objetivo de verificar a ocorrência de lesões musculares nos isquiotibiais e adaptação fisiológica entre um programa de treinamento de corrida em piscina funda e corrida em terra, em indivíduos que não pratiquem exercício físico regularmente. Estou ciente que as informações obtidas no decorrer deste trabalho, serão utilizadas para a elaboração da dissertação da referida autora e programa citados anteriormente, e que, todas as informações utilizadas deverão manter o sigilo dos indivíduos avaliados.

\* Compreendo que serei solicitado a:

1. Fazer-me exercitar duas vezes na esteira, com a intensidade de esforço aumentando a cada 30 segundos até o final do teste;
2. Fazer-me realizar o exame de ultrassom, no setor de radiologia do Hospital de Clínicas, sob a orientação do Dr. Ronaldo Lucena, antes, durante e após o programa de treinamento;
3. Fazer-me realizar os exames sanguíneos de creatina quinase, no LAPEX, através da coleta de 5ml de sangue, nos períodos pré-determinados conforme protocolo da pesquisa;
4. Treinar por 12 semanas em um dos programas de treinamento: treinamento de corrida em piscina funda e treinamento de corrida em terra.

\* Eu entendo que durante o teste de esforço máximo:

1. Eu irei respirando através de um bocal, no qual estará anexado à um analisador de gases, e que meu nariz estará ocluído (fechado);
2. Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim por Alecsandra Pinheiro Vendrusculo, algum bolsista ou assistente;
3. Eu entendo que o procedimento 1 envolve os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário. Há a possibilidade de mudanças anormais da minha frequência cardíaca e pressão sanguínea ou mesmo um ataque cardíaco durante os testes. Porém, eu entendo que minha FC será monitorada durante todos os testes de laboratório através de um eletrocardiógrafo, e que eu posso terminar o teste em qualquer momento sob meu critério.

\* Eu entendo que serei orientado que minha participação nesse estudo e consequentemente a melhora de conhecimentos sobre testes aeróbios não me darão qualquer vantagem educacional;

\* Eu entendo que Alecsandra Pinheiro Vendrusculo e/ou bolsistas irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a estes procedimentos;

\* Eu entendo que todos os dados relativos a minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e eu;

\* Eu entendo que não há compensação monetária pela minha participação nesse estudo;

\* Eu entendo que no surgimento de uma lesão física resultante diretamente de minha participação, não será providenciada nenhuma compensação financeira. Eu entendo que não terá nenhum médico ou desfibrilador presente durante os testes. Apesar disso, estará disponível no laboratório uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência (3331-0212). Durante todos os testes haverá a presença de uma pessoa com o curso de Reanimação Córdio-respiratória;

\* Eu entendo que eu posso fazer contato com o orientador do estudo Professor Doutor Luiz Fernando Martins Krueel, com a autora do estudo Alecsandra Pinheiro Vendrusculo

ou qualquer bolsista ou assistente, para quaisquer problemas referentes a minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação nos meus direitos.

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Participante:

Nome completo: \_\_\_\_\_

Assinatura do sujeito(participante): \_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador: \_\_\_\_\_

**ANEXO 2****FICHA DE DADOS INDIVIDUAIS**

DATA DA COLETA		
----------------	--	--

**DADOS GERAIS**

NOME		
FONE		
IDADE		

**DADOS ANTROPOMÉTRICOS**

MASSA		
ESTATURA		

**DADOS FISIOLÓGICOS**

VO <sup>2</sup> máx		
---------------------	--	--

## APÊNDICE 1

Post-hoc de Bonferroni para creatina quinase (CK) entre as medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) na coleta 1 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 1), do grupo de corrida em piscina funda (CPF) ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	Pré	Pós	- 6.500	0.275
		Pós24h	-16.333	0.625
		Pós48h	-11.500	1.000
	Pós	Pré	6.500	0.275
		Pós24h	-9.833	1.000
		Pós48h	-5.000	1.000
	Pós24h	Pré	16.333	0.625
		Pós	9.833	1.000
		Pós48h	4.833	1.000
	Pós48h	Pré	11.500	1.000
		Pós	5.000	1.000
		Pós24h	-4.833	1.000

Post-hoc de Bonferroni para creatina quinase (CK) entre as medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) na coleta 1 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 1), do grupo de corrida em terra (CT) ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	Pré	Pós	-12.000	0.389
		Pós24h	-57.000	0.249
		Pós48h	-13.667	0.098
	Pós	Pré	12.000	0.389
		Pós24h	-45.000	0.230
		Pós48h	-1.667	1.000
	Pós24h	Pré	57.000	0.249
		Pós	45.000	0.230
		Pós48h	43.333	0.337
	Pós48h	Pré	13.667	0.098
		Pós	1.667	1.000
		Pós24h	-43.333	0.337

Post-hoc de Bonferroni para creatina quinase (CK) entre as medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) na coleta 2 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 2), do grupo de corrida em piscina funda (CPF) ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	Pré	Pós	-2.571	0.536
		Pós24h	1.714	1.000
		Pós48h	0.429	1.000
	Pós	Pré	2.571	0.536
		Pós24h	4.286	0.112
		Pós48h	3.000	0.663
	Pós24h	Pré	-1.714	1.000
		Pós	-4.286	0.112
		Pós48h	-1.286	1.000
	Pós48h	Pré	-0.429	1.000
		Pós	-3.000	0.663
		Pós24h	1.286	1.000

Post-hoc de Bonferroni para creatina quinase (CK) entre as medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) na coleta 2 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 2), do grupo de corrida em terra (CT) ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	Pré	Pós	-5.200	0.111
		Pós24h	-14.200	1.000
		Pós48h	3.600	1.000
	Pós	Pré	5.200	0.111
		Pós24h	-9.000	1.000
		Pós48h	8.800	1.000
	Pós24h	Pré	14.200	1.000
		Pós	9.000	1.000
		Pós48h	17.800	0.030
	Pós48h	Pré	-3.600	1.000
		Pós	-8.800	1.000
		Pós24h	-17.800	0.030

Post-hoc de Bonferroni para creatina quinase (CK) entre as medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) na coleta 3 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 3), do grupo de corrida em piscina funda (CPF) ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	Pré	Pós	-8.429	0.362
		Pós24h	-0.857	1.000
		Pós48h	-2.429	1.000
	Pós	Pré	8.429	0.362
		Pós24h	7.571	0.060
		Pós48h	6.000	1.000
	Pós24h	Pré	0.857	0.060
		Pós	-7.571	1.000
		Pós48h	-1.571	1.000
	Pós48h	Pré	2.429	1.000
		Pós	-6.000	1.000
		Pós24h	1.571	1.000

Post-hoc de Bonferroni para creatina quinase (CK) entre as medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) na coleta 3 (primeira sessão de treinamento do mesociclo 3), do grupo de corrida em terra (CT) ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	Pré	Pós	-7.000	0.078
		Pós24h	-7.600	1.000
		Pós48h	-1.400	1.000
	Pós	Pré	7.000	0.078
		Pós24h	-0.600	1.000
		Pós48h	5.600	1.000
	Pós24h	Pré	7.600	1.000
		Pós	0.600	1.000
		Pós48h	6.200	1.000
	Pós48h	Pré	1.400	1.000
		Pós	-5.600	1.000
		Pós24h	-6.200	1.000

Post-hoc de Bonferroni para creatina quinase (CK) entre as medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) na coleta 4 (última sessão de treinamento), do grupo de corrida em piscina funda (CPF) ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	Pré	Pós	-4.429	0.202
		Pós24h	-12.143	1.000
		Pós48h	-9.714	0.889
	Pós	Pré	4.429	0.202
		Pós24h	-7.714	1.000
		Pós48h	-5.286	1.000
	Pós24h	Pré	12.143	1.000
		Pós	7.714	1.000
		Pós48h	2.429	1.000
	Pós48h	Pré	9.714	0.889
		Pós	5.286	1.000
		Pós24h	-2.429	1.000

Post-hoc de Bonferroni para creatina quinase (CK) entre as medidas (pré, pós, pós24h e pós48h) na coleta 4 (última sessão de treinamento), do grupo de corrida em terra (CT) ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	Pré	Pós	-4.429	0.613
		Pós24h	-17.000	0.748
		Pós48h	0.286	1.000
	Pós	Pré	4.429	0.613
		Pós24h	-12.571	0.851
		Pós48h	4.714	1.000
	Pós24h	Pré	17.000	0.748
		Pós	12.571	0.851
		Pós48h	17.286	0.041
	Pós48h	Pré	-0.286	1.000
		Pós	-4.714	1.000
		Pós24h	-17.286	0.041

Post-hoc de Bonferroni para CK entre as medidas pré sessão de treinamento, entre as coletas 1, 2, 3, 4 do grupo CPF ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	1	2	-5.286	0.994
		3	-8.000	0.087
		4	1.286	1.000
	2	1	5.286	0.994
		3	-2.714	1.000
		4	6.571	1.000
	3	1	8.000	0.087
		2	2.714	1.000
		4	9.286	0.366
	4	1	-1.286	1.000
		2	-6.571	1.000
		3	-9.286	0.366

Post-hoc de Bonferroni para CK entre as medidas pré sessão de treinamento, entre as coletas 1, 2, 3, 4 do grupo CT ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	1	2	2.000	1.000
		3	-8.000	1.000
		4	9.400	1.000
CK	2	1	-2.000	1.000
		3	-10.000	1.000
		4	7.400	1.000
CK	3	1	8.000	1.000
		2	10.000	1.000
		4	17.400	0.892
CK	4	1	-9.400	1.000
		2	-7.400	1.000
		3	-17.400	0.892

Post-hoc de Bonferroni para CK entre as medidas pós sessão de treinamento e entre as coletas 1,2,3, 4 do grupo CPF ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	1	2	-1.429	1.000
		3	-10.000	0.783
		4	3.286	1.000
	2	1	1.429	1.000
		3	-8.571	0.116
		4	4.714	1.000
	3	1	10.000	0.783
		2	8.571	0.116
		4	13.286	0.406
	4	1	-3.286	1.000
		2	-4.714	1.000
		3	-13.286	0.406

Post-hoc de Bonferroni para CK entre as medidas pós sessão de treinamento e entre as coletas 1,2,3, 4 do grupo CT ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	1	2	6.750	1.000
		3	1.750	1.000
		4	13.250	1.000
	2	1	-6.750	1.000
		3	-5.000	1.000
		4	6.500	1.000
	3	1	-1.750	1.000
		2	5.000	1.000
		4	11.500	1.000
	4	1	-13.250	1.000
		2	-6.500	1.000
		3	-11.500	1.000

Post-hoc de Bonferroni para CK entre as medidas pós24h sessão de treinamento e entre as coletas 1,2,3, 4 do grupo CPF ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	1	2	14.667	1.000
		3	8.000	1.000
		4	10.667	1.000
	2	1	-14.667	1.000
		3	-6.667	0.187
		4	-4.000	1.000
	3	1	-8.000	1.000
		2	6.667	0.187
		4	2.667	1.000
	4	1	-10.667	1.000
		2	4.000	1.000
		3	-2.667	1.000

Post-hoc de Bonferroni para CK entre as medidas pós24h sessão de treinamento e entre as coletas 1,2,3, 4 do grupo CT ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	1	2	71.000	0.782
		3	83.000	0.187
		4	73.500	1.000
	2	1	-71.000	0.782
		3	12.000	1.000
		4	2.500	1.000
	3	1	-83.000	0.187
		2	-12.000	1.000
		4	-9.500	1.000
	4	1	-73.500	1.000
		2	-2.500	1.000
		3	9.500	1.000

Post-hoc de Bonferroni para CK entre as medidas pós48h sessão de treinamento e entre as coletas 1,2,3, 4 do grupo CPF ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	1	2	6.000	1.000
		3	0.429	1.000
		4	2.429	1.000
	2	1	-6.000	1.000
		3	-5.571	1.000
		4	-3.571	1.000
	3	1	-0.429	1.000
		2	5.571	1.000
		4	2.000	1.000
	4	1	-2.429	1.000
		2	3.571	1.000
		3	-2.000	1.000

Post-hoc de Bonferroni para CK entre as medidas pós48h sessão de treinamento e entre as coletas 1,2,3, 4 do grupo CT ( $p < 0,05$ ).

Variável	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença Média (I – J)	P
CK	1	2	14.000	1.000
		3	30.000	0.933
		4	15.667	1.000
	2	1	-14.000	1.000
		3	16.000	1.000
		4	1.667	0.933
	3	1	-30.000	1.000
		2	-16.000	1.000
		4	-14.333	1.000
	4	1	-15.667	1.000
		2	-1.667	1.000
		3	14.333	1.000