

**LEONARDO ALEXANDRE PEYRÉ TARTARUGA**

**EFEITOS FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS DO TREINAMENTO  
COMPLEMENTAR DE CORRIDA EM PISCINA FUNDA NO  
DESEMPENHO DE CORREDORES DE RENDIMENTO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**UFRGS**

**Porto Alegre, RS, BRASIL**

**2003**

**EFEITOS FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS DO TREINAMENTO  
COMPLEMENTAR DE CORRIDA EM PISCINA FUNDA NO  
DESEMPENHO DE CORREDORES DE RENDIMENTO**

**por**

**LEONARDO ALEXANDRE PEYRÉ TARTARUGA**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciências do Movimento Humano, como requisito parcial para obtenção  
do grau de MESTRE EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO –  
ATIVIDADE FÍSICA E PERFORMANCE**

**Orientador: Luiz Fernando Martins Kruehl**

**Porto Alegre, RS – Brasil**

**2003**

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

A COMISSÃO EXAMINADORA, ABAIXO ASSINADA, APROVA A DISSERTAÇÃO

EFEITOS FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS DO TREINAMENTO  
COMPLEMENTAR DE CORRIDA EM PISCINA FUNDA NO  
DESEMPENHO DE CORREDORES DE RENDIMENTO

ELABORADA POR  
LEONARDO ALEXANDRE PEYRÉ TARTARUGA

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

-----  
Dr. Antonio Carlos Gomes - UEL

-----  
Dr. Alúísio Otavio de Vargas Ávila- UDESC

Porto Alegre, 10 de fevereiro de 2003.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Eduardo Juan Peyré Priguetti (*in memorian*) e Stella Teresita Tartaruga Sagasetta de Peyré:

- Pelo dom da vida...
- Pelo amor e sacrifício...

*Pai*: pelas correções, pela serenidade transmitida e pela recordação através de teu exemplo, de que “estamos sempre aprendendo...”

*Mãe*: pela tua energia, pela tua fé que podemos mudar este mundo e por teu sorriso “inolvidable”.

## AGRADECIMENTOS

É neste momento que dirijo minha gratidão a todos que, de alguma forma, se envolveram ou foram envolvidos neste trabalho.

Ao meu orientador professor Doutor Luiz Fernando Martins Krueel, por ter confiado em mim mais uma vez, não somente ao aceitar o desafio de um estudo deste porte, mas também pela orientação que ultrapassou o campo acadêmico.

Aos meus familiares, Iván, Maria Virgínia, Tia Gianella, Abuela Teresita, José Luiz, pelo carinho e amor. Especialmente ao Marcus que, além de primo, um grande amigo e um excelente colega de pesquisa.

À Márcia pelo afeto e amor. Também pelo apoio, obrigado...

As pessoas que me ajudaram em algum momento, desde meu estudo piloto até a escrita final do trabalho: Daniel Garlipp, Anelise Bueno Ambrosini, Ronei Pinto, Henrique Lammerhitz, Emiliano Cunha, Roberta Barella, Carla Belmonte, Gustavo Gonçalves, Onécimo Ubiratã, Norton Oliveira, Gustavo da Silva, Rodrigo Sartori, Cristine Alberton, Michel Brentano, Cínara dos Santos, Luis Fernando, Paulo Schwingel, Enrico Canali, Ana Viola, Cleiton Rodrigues, Giovani Cunha, Eduardo Remião, especialmente ao Jerri Ribeiro, Marcelo Coertjens e Gabriela Black.

Aos meus monitores e orientandos pela confiança e conhecimentos construídos em parceria na beira da piscina e no laboratório.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UFRGS, do Laboratório de Pesquisa do Exercício da UFRGS e do Centro Olímpico da UFRGS.

Aos colegas de mestrado e grandes companheiros Cíntia Brino, Daniela Boccardi, Roberto e Vanessa Trombini, Nádia Turra, Rosemary Petkowicz, Ana Larronda, Márcio Oliveira, Marinês Ramos, Cláudia Schneider, Cíntia de La Rocha, Denise Soares e Marcelo Sant'Anna.

Aos mestres que me auxiliaram profundamente na minha formação científica, de maneira especial aos doutores Adroaldo Gaya, Jefferson Loss e Álvaro Oliveira.

Aos queridos colegas do Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas da UFRGS, pelo apoio e estímulo.

Aos atletas corredores da SOGIPA, em especial, ao Lucho dos Santos, Wagner Soares, Vitalino Golin, Roni Campos, Cristiano Jardim, Magda Azevedo, Manoela Rodrigues, Joceli Velasques, Marcio Martins, Átila de Conti, Charles Rosa, Saulo de Oliveira, Ruan Etchechurri, Ueldo Rodrigues, Fernando Beltrami, Gustavo Marçal, Gustavo Ely, Lilian Machado, Geni Mascarello, Natacha Mascarello, Gustavo Barcellos, Janaina Heider, Alexsandro Rosa, Diego Lopes, Juliano Machado, Ederson Carvalho, Sidnei de Souza, Laudemir Hansen, Marilice Madureira, Marcelo Nunes, Vanderlei, Marina Rodrigues, Ingrith Barbosa e Nátali Alves. Aos técnicos Leonardo Ribas, Milton Quintana e Clóvis Rodrigues pela confiança e ensinamentos sobre treinamento esportivo.

## RESUMO

### EFEITOS FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS DO TREINAMENTO COMPLEMENTAR DE CORRIDA EM PISCINA FUNDA NO DESEMPENHO DE CORREDORES DE RENDIMENTO

Autor: Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga

Orientador: Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl

Embora os benefícios fisiológicos da corrida sejam bastante documentados na literatura, a frequência de lesões nos segmentos inferiores, devido ao uso excessivo, é bastante grande. A corrida em piscina funda é uma modalidade utilizada por corredores de elite para diminuir riscos de lesão por volume excessivo de treinamento. Não obstante, dados sobre as adaptações fisiológicas e biomecânicas, da corrida em piscina funda em corredores de rendimento são insuficientes. O objetivo geral deste estudo foi avaliar os efeitos da inclusão da corrida em piscina funda dentro do treinamento regular no desempenho de corredores de rendimento. Dezoito corredores foram divididos em grupo experimental 1 (GE1) e experimental 2 (GE2). O GE1 substituiu 30 por cento do volume de treinamento em terra pelo treinamento de corrida em piscina funda e o GE2 treinou apenas em terra. O período de treinamento foi de 8 semanas com 6 sessões semanais nas primeiras quatro semanas e 7 sessões semanais nas últimas quatro semanas. No pré e pós-testes verificou-se o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), limiar ventilatório (LV), volume expiratório máximo ( $VE_{máx}$ ), economia de corrida (Eco), frequência cardíaca máxima ( $FC_{máx}$ ), frequência de passada (FP), comprimento de passada (CP), comprimento de passada relativo (CPR), tempo de passada (TP), tempo de suporte (TS), tempo de vôo (TV), velocidade linear horizontal do quadril (VH). Foi usada a análise de covariância de dois caminhos (grupo x tempo) com medidas repetidas, e gênero

sexual como covariante ( $p < 0,05$ ). Após as 8 semanas de treinamento as determinantes fisiológicas do rendimento ( $VO_{2máx}$ , Eco, LV's) e a técnica de corrida durante os testes de 500m e Eco não foram diferentes tanto entre o pré-teste e pós-teste, quanto entre os tipos de treinamento. Além disso, não houve influência da variável independente tipo de treinamento sobre a variável independente tempo (pré/pós), ou seja, a modificação do treinamento (substituição de 30 por cento no volume de treinamento em terra) não foi suficiente para modificar o desempenho dos atletas. Deste modo, se conclui que a corrida em piscina funda pode servir como um efetivo complemento de treinamento em até 30 por cento no volume de treinamento em terra durante um período de até 8 semanas para atletas corredores de rendimento.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO HUMANO

Autor: Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga

Orientador: Dr. Luiz Fernando Martins Krueel

Título: Efeitos fisiológicos e biomecânicos do treinamento complementar de corrida em piscina funda no desempenho de corredores de rendimento.

Dissertação de Mestrado em Ciências do Movimento Humano

Porto Alegre, fevereiro de 2003.

## ABSTRACT

### PHYSIOLOGIC AND BIOMECHANICAL EFFECTS OF DEEP WATER RUNNING TRAINING ON PERFORMANCE OF ELITE RUNNERS

Author: Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga

Adviser: Dr. Luiz Fernando Martins Kruei

Although the physiologic benefits of running have been so documented in the literature, the lower limbs injuries frequency is so large. The deep water running is a modality used for elite runners to decrease injuries risks by overuse. However, data about the biomechanical and physiological adaptations to the deep water running on elite runners are lacking. The general purpose this study was analyzes the inclusion effects of deep water running in the normal training on performance of elite runners. Eighteen runners were divided in experimental 1 and experimental 2 groups. The experimental 1 group replaced 30 per cent of training volume on land to deep water running. The experimental 2 group were trained only on land. The training time was 8 weeks with 6 sessions per week during the first four weeks and 7 sessions per week during the last four weeks. In the pre and post-tests maximal oxygen uptake ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), ventilatory threshold (LV), maximal expiratory volume ( $VE_{m\acute{a}x}$ ), running economy (Eco), maximal heart rate ( $FC_{m\acute{a}x}$ ), stride frequency (FP), stride length (CP), relative stride length (CPR), stride time (TP), support time (TS), nonsupport time (TV), horizontal velocity (VH) was verificated. A two-factor (group x time) repeated measures analysis of covariance ( $p < 0.05$ ) with gender as the covariate was used to analyze the data. Following 8 weeks of training, no significant intra- or intergroup differences were observed for  $VO_{2m\acute{a}x}$ , Eco and ventilatory threshold and running technique during T500 and Eco. Besides, results indicated there were no interaction effects between the training mode (experimental 1 or experimental 2) and the time of testing (pre/pos) on dependent variables, in other words, the change of training (substitution of 30 per cent on land training volume) was not able to modify the performance of athletes. In this way, it was concluded that deep water running may

serve as an effective supplement training over a period of 8 weeks in to 30 per cent of land training volume for elite runners.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

HUMAN MOVEMENT SCIENCE POSTGRADUATION PROGRAM

Author: Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga

Adviser: Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Title: Physiologic and biomechanical effects of deep water running training on performance of elite runners

Master Dissertation in Human Movement Science

Porto Alegre, february, 2003.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>21</b> |
| <b>1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA .....</b>                                  | <b>21</b> |
| <b>1.2 OBJETIVOS .....</b>   | <b>24</b> |
| 1.2.1 OBJETIVO GERAL .....   | 24        |
| 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....  | 24        |
| <b>1.3. DEFINIÇÃO OPERACIONAL DE TERMOS .....</b>                              | <b>25</b> |
| 1.3.1 CORRIDA EM TERRA .....   | 25        |
| 1.3.2 CORRIDA EM PISCINA FUNDA – <i>Deep water running</i> .....               | 25        |
| 1.3.3 TREINAMENTO COMPLEMENTAR .....   | 25        |
| 1.3.4 DESEMPENHO DE CORRIDA – <i>TT500</i> .....                               | 25        |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>   | <b>26</b> |
| <b>2.1 HISTÓRICO SOBRE O ESTUDO DA LOCOMOÇÃO HUMANA .....</b>                  | <b>26</b> |
| <b>2.2 LESÕES EM CORREDORES - FREQUÊNCIA E CAUSAS .....</b>                    | <b>34</b> |
| 2.2.1 PRINCIPAIS CAUSAS DE LESÕES EM CORREDORES .....                          | 35        |
| 2.2.2 INCIDÊNCIA DE LESÕES .....   | 37        |
| <b>2.3 CINEMÁTICA .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>2.4 AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA .....</b>   | <b>44</b> |
| 2.4.1 FATORES FISIOLÓGICOS DETERMINANTES DO SUCESSO EM CORREDORES .....        | 44        |
| <b>2.5 CORRIDA EM PISCINA FUNDA – <i>DEEP WATER RUNNING</i> .....</b>          | <b>48</b> |
| 2.5.1 COMPARAÇÃO ENTRE CORRIDA EM PISCINA FUNDA E CORRIDA EM TERRA .....       | 49        |
| <b>2.6 TÉCNICA DA CORRIDA .....</b>  | <b>53</b> |
| <b>3 METODOLOGIA .....</b>   | <b>57</b> |
| <b>3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....</b>                                    | <b>57</b> |
| <b>3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA .....</b>   | <b>57</b> |
| <b>3.3 PROCEDIMENTOS PARA SELEÇÃO DA AMOSTRA .....</b>                         | <b>58</b> |
| <b>3.4 VARIÁVEIS .....</b>   | <b>58</b> |
| 3.4.1 VARIÁVEIS DEPENDENTES .....  | 58        |
| 3.4.2 VARIÁVEIS INDEPENDENTES .....  | 60        |
| 3.4.3 VARIÁVEIS DE CONTROLE .....  | 60        |
| 3.4.4 VARIÁVEIS PARA CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....                           | 61        |
| <b>3.5 TRATAMENTO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE (PROGRAMA DE TREINAMENTO) .....</b> | <b>62</b> |
| <b>3.6 INSTRUMENTOS DE MEDIDA .....</b>  | <b>65</b> |
| 3.6.1 SISTEMA DE MEDIÇÃO E ANÁLISE DE MOVIMENTO .....                          | 65        |
| 3.6.2 ESPIRÔMETRO ( <i>analisador de gases</i> ) .....                         | 66        |
| 3.6.3 CRONÔMETROS .....  | 66        |
| 3.6.4 BALANÇA ELETRÔNICA .....   | 66        |
| 3.6.5. ESTADIÔMETRO .....  | 66        |
| 3.6.6 ESTEIRA ROLANTE .....  | 67        |
| 3.6.7 SENSOR DE BATIMENTOS CARDÍACOS .....                                     | 67        |
| 3.6.8 FICHA DE DADOS INDIVIDUAIS .....   | 67        |
| 3.6.9 COMPASSO DE DOBRAS CUTÂNEAS .....  | 67        |
| 3.6.10 FITA MÉTRICA .....  | 68        |
| <b>3.7 PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS .....</b>                              | <b>68</b> |
| <b>3.8 PROTOCOLOS DE TESTES .....</b>  | <b>68</b> |

|   |            |
|---|------------|
| 3.8.1 PROTOCOLO PARA DETERMINAÇÃO DO $VO_{2max}$ .....            | 68         |
| 3.8.1.1 CALIBRAÇÃO DO ESPIRÔMETRO .....                           | 69         |
| 3.8.1.2 FAMILIARIZAÇÃO .....                                      | 69         |
| 3.8.1.3 TESTE MÁXIMO.....   | 70         |
| 3.8.2 COLETA DOS DADOS ANTROPOMÉTRICOS.....                       | 70         |
| 3.8.3 PROTOCOLO PARA DETERMINAÇÃO DA <i>Eco</i> .....             | 71         |
| 3.8.4 PROTOCOLO DO TESTE DE 500m (T500) .....                     | 71         |
| 3.8.5 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS CINEMÁTICAS.....                 | 72         |
| <b>3.9 TRATAMENTO DOS DADOS FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS .....</b> | <b>74</b>  |
| <b>3.10 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....</b>                       | <b>75</b>  |
| <b>3.11 TRATAMENTO ESTATÍSTICO .....</b>                          | <b>75</b>  |
| <b>4 RESULTADOS .....</b>   | <b>77</b>  |
| 4.1 NORMALIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS DADOS.....                   | 77         |
| 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....                               | 78         |
| 4.3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....                              | 80         |
| 4.3.1 ANÁLISE UNIVARIADA .....                                    | 80         |
| 4.3.2 ANÁLISE MULTIVARIADA.....                                   | 91         |
| <b>5 DISCUSSÃO.....</b>   | <b>93</b>  |
| 5.1 FISILOGIA .....   | 93         |
| 5.2 BIOMECÂNICA.....  | 95         |
| 5.3 EFEITOS FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS NO RENDIMENTO .....       | 96         |
| <b>6 CONCLUSÃO, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES.....</b>                   | <b>102</b> |
| 6.1 CONCLUSÃO .....   | 102        |
| 6.2 LIMITAÇÕES.....   | 103        |
| 6.3 SUGESTÕES .....   | 103        |
| <b>5 BIBLIOGRAFIA.....</b>  | <b>105</b> |
| <b>APÊNDICES.....</b>   | <b>125</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>136</b> |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Descrição do delineamento experimental ..... | 78 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| Tabela 2 – Testes de normalidade (Shapiro-wilks) e homogeneidade das variâncias (Levene) para cada GE e fase do estudo ( $p < 0,05$ ).....   | 80 |
| Tabela 3 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV), valores mínimos e máximos das variáveis massa corporal (MC), estatura (EST), idade, consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), anos de treinamento (AT) e volume semanal de treinamento (VST).....  | 81 |
| Tabela 4 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV), valores mínimos e máximos das variáveis massa corporal (MC), estatura (EST), idade, consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), anos de treinamento (AT) e volume semanal de treinamento (VST), organizadas por GE.....  | 81 |
| Tabela 5 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis massa corporal (MC), perímetros (PER) e dobras cutâneas (DC) da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ ).....  | 82 |
| Tabela 6 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis da avaliação do teste de consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), velocidade durante o consumo máximo de oxigênio ( $VelVO_{2máx}$ ), frequência cardíaca máxima ( $FC_{máx}$ ), volume expiratório máximo ( $VE_{máx}$ ), primeiro limiar ventilatório (1LV), segundo limiar ventilatório (2LV), velocidade durante o primeiro limiar ventilatório ( $Vel1LV$ ), velocidade durante o segundo limiar ventilatório ( $Vel2LV$ ) ( $p < 0,05$ ). Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis massa corporal (MC), perímetros (PER) e dobras cutâneas (DC) da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ )..... | 83 |
| Tabela 7 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis do teste máximo de 500m (T500): tempo do T500 (TT500), tempo de   |    |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
|             | passada nos 50m (TP50), tempo de passada nos 450m (TP450), tempo de vôo nos 50m (TV50), tempo de vôo nos 450m (TV450), tempo de suporte nos 50m (TS50), tempo de suporte nos 450m (TS450), comprimento de passada nos 50m (CP50), comprimento de passada nos 450m (CP450), freqüência de passada nos 50m (FP50), freqüência de passada nos 450m (FP450) ( $p < 0,05$ ).....  | 85 |
| Tabela 8 –  | Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis do teste máximo de 500m (T500): comprimento de passada relativo nos 50m (CPR50), comprimento de passada relativo nos 450m (CPR450), ângulo do joelho no despregue nos 50m (AJD50), ângulo do joelho no despregue nos 450m (AJD450), ângulo do joelho no contato nos 50m (AJC50), ângulo do joelho no contato nos 450m (AJC450), velocidade horizontal nos 50m (VH50), velocidade horizontal nos 450m (VH450) ( $p < 0,05$ )..... | 86 |
| Tabela 9 –  | Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis economia de corrida (Eco), tempo de passada no teste de economia (TPeco), freqüência de passada no teste de economia (FPeco), tempo de suporte no teste de economia (TSeco), tempo de vôo no teste de economia (TVeco), comprimento de passada no teste de economia (CPeco), comprimento de passada relativo no teste de economia (CPReco) ( $p < 0,05$ ).....   | 92 |
| Tabela 10 – | Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e testes t para amostras dependentes, da variável tempo do teste de 500m (TT500) ( $p < 0,05$ ) .....  | 93 |
| Tabela 11 – | Análise multivariada com medidas repetidas do fator intra-sujeito (pré/pós), do comportamento fisiológico, biomecânico ( $p < 0,05$ ).....   | 93 |
| Tabela 12 – | Análise multivariada com medidas repetidas, do fator inter sujeito (tipo de treinamento), do comportamento fisiológico e biomecânico e antropométrico ( $p < 0,05$ ).....  | 94 |
| Tabela 13 – | Análise multivariada com medidas repetidas, do fator intra-sujeito contra o inter sujeito (pré/pós versus tipo de treinamento), do   |    |

comportamento fisiológico e biomecânico ( $p < 0,05$ )..... 94

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – A : Descrição artística da locomoção do cavalo (700 A.C.)<br>indicando um padrão equivocado do movimento de membros. B:<br>Quadro de uma filmagem de alta velocidade indicando a posição<br>correta dos segmentos do cavalo durante a locomoção. Fonte:<br>ANDRIACCHI & ALEXANDER (2000)..... | 29 |
| Figura 2 – Percentual de corredores com lesão por ano, pela distância de<br>corrida semanal. Fonte: Koplan et al. apud HOEBERIGS (1992).....   | 37 |
| Figura 3 – Parâmetros cinemáticos de velocidade e deslocamento angular<br>determinados a partir da análise em retratos de fase.....  | 45 |
| Figura 4 – Volume de treino (em percentuais) dos GE's.....   | 63 |
| Figura 5 – Volume de treinamento organizado por microciclo e por intensidade<br>de esforço (km.semana <sup>-1</sup> ).....   | 64 |
| Figura 6 – Teste de 500m (T500).....   | 76 |
| Figura 7 – Médias e $\delta$ das variáveis de $VO_{2m\acute{a}x}$ , $VelVO_{2m\acute{a}x}$ , $FC_{m\acute{a}x}$ , $VE_{m\acute{a}x}$ ,<br>1LV, 2LV, $Vel1LV$ , $Vel2LV$ .....  | 84 |
| Figura 8 – Médias e $\delta$ das variáveis de T500, TP50, TP450, TV50, TV450,<br>TS50, TS450.....  | 87 |
| Figura 9 – Médias e $\delta$ das variáveis de VH50, VH450, FP50, FP450, CP50,<br>CP450, CPR50, CPR450.....   | 88 |
| Figura 10 – Médias e $\delta$ das variáveis de AJD50, AJD450, AJC50, AJC450.....   | 90 |
| Figura 11 – Médias e $\delta$ das variáveis de Eco, TPeco, FPeco, CPeco, CPReco,<br>TSeco, TVeco.....  | 91 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Relação entre lesões de corrida e média do número de milhas percorridas por semana (n = 1501)..... | 39 |
| Quadro 2 – Organização do primeiro ciclo de treinamento contendo 4 microciclos.....                           | 65 |
| Quadro 3 – Organização do segundo ciclo de treinamento contendo 4 microciclos.....                            | 66 |

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

|                   |  |
|-------------------|--|
| $\sigma$          | desvio-padrão                                |
| °                 | graus  |
| °.s <sup>-1</sup> | graus por segundo                            |
| °C                | graus Centígrados                            |
| %                 | percentual                                   |
| 1LV               | primeiro limiar ventilatório                 |
| 2 <sup>a</sup>    | segunda                                      |
| 2D                | duas dimensões                               |
| 2LV               | segundo limiar ventilatório                  |
| 3 <sup>a</sup>    | terça  |
| 4 <sup>a</sup>    | quarta                                       |
| 5 <sup>a</sup>    | quinta                                       |
| 6 <sup>a</sup>    | sexta  |
| aquec.            | aquecimento                                  |
| AJC50             | ângulo do joelho no contato nos 50 metros    |
| AJC450            | ângulo do joelho no contato nos 450 metros   |
| AJD50             | ângulo do joelho no despregue nos 50 metros  |
| AJD450            | ângulo do joelho no despregue nos 450 metros |
| ANOVA             | Análise de variância                         |
| AT                | anos de treinamento                          |
| ATP               | adenosina trifosfato                         |
| AV                | amplitude vertical do quadril                |
| bpm               | batimentos por minuto                        |
| CG                | centro de gravidade                          |
| cm                | centímetro                                   |

|                    |  |
|--------------------|--|
| cmi                | comprimento de membros inferiores                      |
| CP                 | comprimento de passada                                 |
| CP50               | comprimento de passada nos 50 metros                   |
| CP450              | comprimento de passada nos 450 metros                  |
| CPeco              | comprimento de passada durante o teste de Eco          |
| CPF                | corrida em piscina funda                               |
| CPR                | comprimento de passada relativo                        |
| CPR50              | comprimento de passada relativo nos 50 metros          |
| CPR450             | comprimento de passada relativo nos 450 metros         |
| CPreco             | comprimento de passada relativo durante o teste de Eco |
| CV                 | coeficiente de variação                                |
| DC                 | dobras cutâneas  |
| er                 | erro de amostragem                                     |
| EST                | estatura   |
| Eco                | economia de corrida                                    |
| Esef               | Escola de Educação Física                              |
| F                  | hipótese nula de médias iguais                         |
| FC                 | freqüência cardíaca                                    |
| FC <sub>máx</sub>  | freqüência cardíaca máxima                             |
| FP                 | freqüência de passada                                  |
| FP50               | freqüência de passada nos 50 metros                    |
| FP450              | freqüência de passada nos 450 metros                   |
| FPeco              | freqüência de passada durante o teste de Eco           |
| kg                 | quilograma   |
| km                 | quilômetro   |
| km.h <sup>-1</sup> | quilômetros por hora                                   |
| l                  | litros   |
| LAPEX              | Laboratório de Pesquisa do Exercício                   |
| LV                 | limiar ventilatório                                    |
| M.pausa            | macro pausa  |
| m                  | metro  |
| MC                 | massa corporal   |
| min                | minuto   |
| ml                 | mililitros   |

|                 |   |
|-----------------|---|
| mm              | milímetros  |
| n               | número da amostra   |
| p               | índice de significância   |
| PER             | perímetros corporais  |
| $P_{ETCO_2}$    | pressão de $CO_2$ no final de expiração                           |
| $P_{ETO_2}$     | pressão de $O_2$ no final de expiração                            |
| s               | segundos  |
| SOGIPA          | Sociedade Ginástica Porto Alegre                                  |
| SPSS            | <i>Statistical Package for Social Sciences</i>                    |
| t               | teste estatístico de Student                                      |
| téc.            | técnica   |
| T500            | teste máximo de 500m  |
| TP50            | tempo de passada nos 50 metros                                    |
| TP450           | tempo de passada nos 450 metros                                   |
| TPeco           | tempo de passada durante o teste de Eco                           |
| TS50            | tempo de suporte nos 50 metros                                    |
| TS450           | tempo de suporte nos 450 metros                                   |
| TSeco           | tempo de suporte durante o teste de Eco                           |
| T500            | teste máximo de 500 metros  |
| TT500           | tempo do teste máximo de 500 metros                               |
| TV50            | tempo de vôo nos 50 metros  |
| TV450           | tempo de vôo nos 450 metros                                       |
| TVeco           | tempo de vôo durante o teste de Eco                               |
| UFRGS           | Universidade Federal do Rio Grande do Sul                         |
| $VCO_2$         | produção de dióxido de carbono                                    |
| VE              | volume expiratório  |
| Vel1LV          | velocidade no primeiro limiar ventilatório                        |
| Vel2LV          | velocidade no segundo limiar ventilatório                         |
| $VeVO_{2máx}$   | velocidade no momento de consumo máximo de oxigênio               |
| $VE_{máx}$      | volume expiratório máximo   |
| $VE.VCO_2^{-1}$ | relação entre volume expiratório e produção de dióxido de carbono |
| $VE.VO_2^{-1}$  | relação entre volume expiratório e consumo de oxigênio            |
| VH              | velocidade horizontal do quadril                                  |

|                    |   |
|--------------------|---|
| VH50               | velocidade horizontal do quadril nos 50 metros  |
| VH450              | velocidade horizontal do quadril nos 450 metros |
| $VO_{2\text{máx}}$ | consumo máximo de oxigênio                      |
| $VO_2$             | consumo de oxigênio                             |
| VST                | volume semanal de treinamento                   |
| Z                  | área sob a curva normal                         |

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA**

A corrida é uma das formas mais comuns de atividade física e, em função de sua relativa facilidade de execução, é um dos modos mais utilizados de exercício para o desenvolvimento da aptidão física, bem como um tipo de treinamento para diversos esportes (BATES et al., 1979). Embora os benefícios fisiológicos da corrida sejam bastante documentados na literatura, a frequência de lesões nos segmentos inferiores, devido ao uso excessivo, é bastante grande. Em cada passada da corrida têm sido encontrados picos de impacto nas forças de reação do solo na ordem de 1,5 a 4 vezes o peso corporal (JAMES et al., 1978; CAVANAGH & LAFORTUNE, 1980, CROSSLEY et al. 1999; DISS, 2001). Para VAN MECHELEN (1992) e HOEBERIGS (1992), um dos fatores que mais predispõe os atletas às lesões é o volume semanal de corrida excessivo.

Uma técnica de treinamento desenvolvida para evitar as lesões por uso excessivo é a corrida em piscina funda (CPF). A técnica envolve o movimento de corrida em uma piscina funda com o auxílio de um cinturão flutuador. Além de sua função na reabilitação de atletas (FRANGOLIAS et al., 1997; THEIN & BRODY, 1997) a CPF têm se tornado um treinamento complementar para corredores de alto nível, onde estes substituem parte de seu treinamento em terra para a CPF com o objetivo de diminuir o volume de treino em terra e conseqüentemente reduzir os riscos de lesões por uso excessivo (WILDER et al., 1993). Contudo, RITCHIE & HOPKINS, (1991) e BUSHMAN et al. (1997) indicam que a falta de especificidade do treinamento pode ter caráter negativo e, a transferência dos efeitos de treinamento da CPF para a corrida em terra, é um problema sem uma resposta definitiva.

Um resultado que parece ser consenso dentro da literatura específica, se refere à diminuição de frequência cardíaca (FC) e consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) durante a CPF quando comparados à corrida em esteira rolante em níveis máximos (CONNELLY et al., 1990; TOWN & BRADLEY, 1991; BUTTS et al., 1991; SVEDENHAG & SEGER, 1992; WILDER & BRENNAN, 1993; MERCER, 1994; YU et al., 1994; FRANGOLIAS & RHODES, 1995; FRANGOLIAS & RHODES, 1996; FRANGOLIAS et al., 1996; MERCER & JENSEN, 1997; GEHRING et al., 1997; DOWZER et al., 1999). Contudo os mecanismos deste comportamento todavia não estão bem esclarecidos. Uma hipótese afirma que a FC máxima ( $FC_{máx}$ ) apresenta valores menores na CPF, através de estimulação menor do sistema simpático, mais especificamente menores concentrações de adrenalina foram observadas no exercício aquático (CONNELLY et al., 1990). Além disso, a menor atividade simpática tem como origem entre outros fatores, a pressão hidrostática e a ativação baroreflexa que determina uma facilitação do retorno venoso, e o fator termodinâmico, determinando uma facilitação da troca de calor do organismo com o meio externo devido a maior densidade da água. Em relação ao  $VO_2$  máximo ( $VO_{2máx}$ ), parecem existir três fatores que explicam a diminuição desta variável, da corrida em terra para a CPF: 1) Devido à água possuir uma densidade, aproximadamente, 800 vezes maior do que o ar (DI PRAMPERO, 1986), um maior percentual de metabolismo anaeróbio deve ser usado durante a CPF quando comparado à corrida terrestre. Respostas mais altas de concentração de lactato sanguíneo máximo na CPF, confirmam esta hipótese (GLASS et al., 1995); 2) Outro fator importante para explicar o decréscimo do  $VO_{2máx}$  se relaciona com a técnica ou especificidade do exercício, pois apesar da CPF tentar imitar o movimento de corrida em terra, o corredor deve ajustar esta técnica aos efeitos da flutuação em oposição à força gravitacional, portanto na maioria dos estudos comparativos, os indivíduos eram corredores terrestres com pouca ou nenhuma prática de CPF, portanto os valores mais baixos de  $VO_{2máx}$  podem ser advindos também da falta de adaptação à técnica e tipo de contração realizada, pelos membros inferiores e superiores na CPF (TOWN e BRADLEY, 1991; SVEDENHAG & SEGER, 1992; FRANGOLIAS & RHODES, 1995; GLASS et al., 1995); 3) Tem sido sugerido também, que a menor pressão de perfusão nas pernas, com resultante diminuição do fluxo sanguíneo muscular pode influenciar na diminuição do  $VO_{2máx}$  durante a CPF em relação à corrida em terra (TOWN & BRADLEY, 1991; WILDER & BRENNAN, 2001).

Apesar de estar claro, que as respostas máximas de  $VO_2$  e FC são mais baixas durante a CPF do que durante a corrida em terra, MERCER & JENSEN (1997) verificaram que não existem diferenças na FC entre a CPF e corrida em esteira rolante, quando analisadas em níveis submáximos de  $VO_2$ , mais especificamente em taxas de 20, 30 e 40 mililitros (ml) por quilograma (kg) por minuto (min). Além disso, a relação FC- $VO_2$  foi semelhante durante o exercício submáximo na CPF e corrida em esteira rolante. Claramente se um percentual das respostas máximas são comparadas, as respostas da CPF serão mais baixas do que às da corrida em esteira rolante, porque as respostas máximas (ou de pico) na CPF são mais baixas que na corrida em esteira rolante. A semelhança entre a relação de FC- $VO_2$  durante CPF e corrida em esteira rolante pode ser uma evidência que os estilos de corrida são semelhantes (MERCER & JENSEN, 1997).

Além de FC e  $VO_2$ , foram também avaliadas as respostas máximas de débito cardíaco (YAMAJI et al., 1990), razão de troca respiratória (r) (BISHOP et al., 1989; BUTTS et al., 1991; RITCHIE & HOPKINS, 1991; GLASS et al., 1995; GEHRING et al., 1997; DOWZER et al., 1999), volume expiratório (VE) (BISHOP et al., 1989; BUTTS et al., 1991; GLASS et al., 1995; GEHRING et al., 1997; DOWZER et al., 1999), percepção ao esforço (BISHOP et al., 1989; RITCHIE & HOPKINS, 1991; SVEDENHAG & SEGER, 1992; GEHRING et al., 1997) e concentração de lactato sanguíneo (TOWN & BRADLEY, 1991; SVEDENHAG & SEGER, 1992; GLASS et al., 1995). Apesar da importância destas respostas agudas fisiológicas da CPF, são necessárias informações relativas ao impacto da CPF no desempenho de corredores. Para responder esta questão, EYESTONE et al. (1993) e WILBER et al. (1996) citam a necessidade de mais estudos das respostas fisiológicas crônicas do treinamento complementar de CPF, particularmente em atletas de rendimento.

Alguns estudos experimentais foram realizados para determinar a possibilidade de manutenção de variáveis fisiológicas determinantes do desempenho de corredores, tais como,  $VO_{2máx}$ , limiar ventilatório (LV) e economia de corrida (Eco) (HERTLER et al., 1992; EYESTONE et al., 1993; MORROW, 1995; WILBER et al., 1996; BUSHMAN et al., 1997). Os resultados destes estudos oferecem os primeiros indícios científicos da possibilidade de utilização da CPF como treinamento alternativo para corredores terrestres.

Contudo, apesar destas respostas favoráveis à utilização da CPF como treinamento para corredores, o problema da especificidade continua presente, pois

RITCHIE & HOPKINS (1991) observam que os movimentos requeridos para executar a CPF não simulam exatamente os movimentos da corrida. Estas suposições foram confirmadas por TOWN & BRADLEY (1991), TARTARUGA et al. (2001a), NILSSON et al., (2001) e TARTARUGA et al. (2001b), no qual verificaram que o padrão de movimento da CPF diferiu quantitativamente ao padrão da corrida em terra. As principais modificações no padrão mecânico são as velocidades angulares menores na CPF e as amplitudes angulares de membros inferiores maiores na CPF em relação à corrida em terra (TARTARUGA et al., 2001a). Além disso, faltam estudos na literatura que analisem os efeitos crônicos da CPF como um treinamento complementar inserido no treinamento normal de corredores de elite. Assim o problema gerador desta pesquisa foi formulado da seguinte forma:

*Quais as variações de natureza biomecânica e fisiológica e suas implicações no desempenho, após 8 semanas de inclusão do treinamento complementar de CPF, em corredores de rendimento?*

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar os efeitos biomecânicos e fisiológicos, com a inclusão da CPF, no desempenho de corredores de rendimento.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar os parâmetros biomecânicos do grupo experimental 1 (GE1) (30% do volume de treinamento semanal substituído por CPF) e do grupo experimental 2 (GE2) (treinando apenas em terra), antes e após 8 semanas de treinamento.
- Determinar os parâmetros fisiológicos do GE1 e do GE2, antes e após 8 semanas de treinamento.
- Determinar o desempenho de corrida do GE1 e do GE2, antes e após 8 semanas de treinamento.
- Comparar as alterações nos parâmetros biomecânicos entre o GE1 e GE2.
- Comparar as alterações nos parâmetros fisiológicos entre o GE1 e GE2.

- Comparar o desempenho de corrida entre GE1 e GE2.

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

#### **1.3.1 CORRIDA EM TERRA**

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 – *Deep water running***

Consiste de uma simulação da corrida em terra, isto é, sem o contato dos pés com o fundo da piscina. Utiliza-se um cinturão flutuador para o indivíduo permanecer com a cabeça fora d'água (WILDER & BRENNAN, 1993). No presente estudo, a CPF foi utilizada pelo GE1.

#### **1.3.3 TREINAMENTO COMPLEMENTAR**

Treinamento complementar, também definido na literatura como *cross-training*, se configura como um treinamento diferente do esporte do atleta e substitui parte do treinamento normal (TANAKA, 1994; TANAKA & SWENSEN, 1998). Para BLOOM (1990), FLYNN et al. (1998) e EYESTONE (1999) o treinamento complementar tem a função de melhorar o desempenho ou de diminuir riscos de lesão. No presente estudo, o treinamento complementar caracteriza-se por substituir 30% do volume de treinamento de corrida em terra pela CPF (GE1), mantendo a mesma frequência, duração e intensidade de treinamento.

#### **1.3.4 DESEMPENHO DE CORRIDA – TT500**

O desempenho de corrida será considerado como o tempo de um teste máximo de 500m (TT500) realizado em máxima velocidade, pelos corredores antes e após as 8 semanas de treinamento.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Decidiu-se fazer uma revisão de literatura ampla, que pudesse oferecer o embasamento teórico necessário para melhor compreensão do assunto, para tal dividiu-se o propósito deste estudo: “Efeitos biomecânicos e fisiológicos do treinamento complementar de corrida em piscina funda no desempenho de corredores de rendimento” em seis tópicos: 1 - Histórico sobre o estudo da locomoção, 2 - Lesões em corredores, 3 - Cinemática, 4 - Avaliação Fisiológica, 5 - CPF, 6 - Técnica de corrida.

### **2.1 HISTÓRICO SOBRE O ESTUDO DA LOCOMOÇÃO HUMANA**

Por mais arbitrária que possa ser a numeração de nossos anos, a recente mudança de século e milênio oferece uma oportunidade de reflexão de nossa história, e nosso futuro. Um problema sempre presente durante a história da ciência, desde a Grécia Antiga, tem sido como o ser humano se desloca, de um ponto ao outro no espaço e no tempo, e por que este se desloca, quais são os mecanismos que regulam este tipo de movimento, finalizando na grande questão de como nosso sistema nervoso central regula este tipo de movimento. Além de aprofundar o conhecimento acerca das bases que fundamentam a área de estudo da locomoção humana, a ciência procura encontrar respostas às demandas do conhecimento em um grande espectro de aplicações que vão desde situações clínicas, a fim de entender e interferir na locomoção de indivíduos com patologias físicas e de ordem psíquicas até auxiliar na prevenção de lesões e melhora de desempenho de atletas de rendimento. Como afirma CAVANAGH (1990), apesar de ter estado sempre na linha de frente no estudo da biomecânica, a análise da locomoção humana, foi

motivada muito mais pelos malefícios da guerra do que pela paz do exercício físico, no passado.

Uma análise detalhada das fases de desenvolvimento do estudo da locomoção também é importante, pois nos oferece um modo de entender nossa situação no presente, bem como, auxilia a prever o caminho que esta área irá seguir no futuro. Para ANDRIACCHI & ALEXANDER (2000) o avanço neste campo de estudo tem sido tipicamente dirigido por uma necessidade em responder as questões fundamentais, acompanhadas de uma tecnologia capaz de tornar possível, a solução destes questionamentos.

As razões para o estudo da locomoção têm-se modificado com o passar dos séculos. As pinturas em cavernas na Era Paleolítica, representando homens e animais em movimento, foram provavelmente motivadas por questões de sobrevivência, relacionadas com a habilidade em mover-se eficientemente de um lugar para outro, para escapar dos predadores, e caçar seus alimentos (CAVANAGH, 1990; ANDRIACCHI & ALEXANDER, 2000).

Em um âmbito geral, a Antiguidade ofereceu para a locomoção humana os primeiros fundamentos que diferenciaram o conhecimento científico da mitologia, além do que, naquela época, foram delineadas as bases da mecânica, matemática e anatomia ao qual possibilitaram os fundamentos da análise da locomoção (NIGG, 1998). Além disso, como objeto de estudo específico, a observação da locomoção humana vem sendo desenvolvida desde os filósofos gregos, especialmente com Aristóteles (384-322 A.c.). O filósofo grego se deteve nas questões da ética, política, matemática, psicologia, biologia e leis, entre outros tópicos. Além disso, voltou-se para o estudo do movimento animal com a obra "*De Motu Animalium*" e particularmente para o estudo da locomoção (CAVANAGH, 1990). Para MARTIN (1999), Aristóteles pode ser considerado o primeiro biomecânico. De forma interessante, os filósofos gregos, principalmente em Platão e Aristóteles, acreditavam que os sentidos enganavam e, deste modo, o método experimental não poderia levar o homem à verdade; a verdade poderia ser somente alcançada pelo raciocínio lógico. Ainda assim, Platão acreditava que a matemática, um sistema de idéias puras, era a melhor ferramenta para construir o conhecimento (MARTIN, 1999). Segundo ANDRIACCHI & ALEXANDER (2000), a filosofia dos gregos providenciou alguns questionamentos para os estudos modernos da locomoção humana. Questões tais como: nossos sentidos são capazes de nos enganar e

limitam nossa habilidade em observar e analisar o movimento humano? Os métodos ou protocolos para a medição da locomoção humana podem contaminar as características naturais do fenômeno? Estas são preocupações ainda bastante válidas para os dias atuais, e devem ser levadas em consideração no momento das interpretações de medições de estudos de locomoção, especialmente quando se deseja generalizar resultados advindos de observações específicas. Alguns exemplos das limitações de nossos sentidos são observados na descrição do movimento em cavalos (Figura 1), no qual as posições das pernas estavam incorretamente desenhadas (DAGG,1977). Somente com as observações de Muybridge e Marey no final do século XIX, foi possível observar o correto movimento do cavalo e a possibilidade de retirada das quatro patas ao mesmo tempo no ritmo de trote (DOUARD, 1995; WHITTLE, 1996). É fácil concluir que o sentido do olhar não foi capaz de capturar a seqüência de movimentos rápidos dos membros dos cavalos em movimento (MUYBRIDGE, 1977).

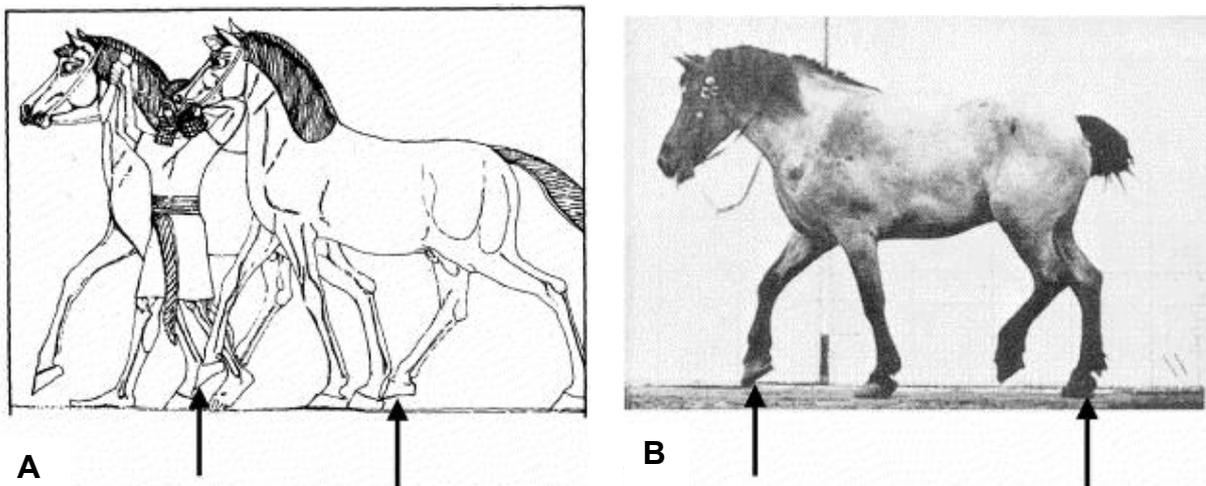


Figura 1 – A: Descrição artística da locomoção do cavalo (700 A.C.) indicando um padrão equivocado do movimento de membros. B: Quadro de uma filmagem de alta velocidade indicando a posição correta dos segmentos do cavalo durante a locomoção. Fonte: ANDRIACCHI e ALEXANDER (2000).

Este exemplo nos oferece uma visão da necessidade de introduzir novos métodos de observação com o propósito de aumentar o conhecimento acerca da locomoção. Portanto, como observado anteriormente, vários dos avanços são motivados pelas novas demandas de nosso conhecimento fundamental. A habilidade em observar e interpretar medições do movimento humano tem sido o fator limitador primário do crescimento do campo de estudo. Sabe-se que o grande artista e

cientista italiano Leonardo da Vinci (1452-1519) se interessava, entre outras coisas, pelo movimento do corpo humano através do ponto de vista das leis da mecânica. Leonardo possuía um grande fascínio pelo movimento humano, através de suas pinturas, representando da forma mais acurada possível para a época, o ser humano em movimento, porém possuía consciência da complexidade do movimento humano e do quanto inadequado eram os olhos para a análise do movimento. Em seu tratado sobre pintura descreveu e ilustrou os princípios do movimento para auxiliar estudantes de pintura através de representações acuradas de uma variedade de atividades locomotoras (CAVANAGH, 1990).

Passando da fase da renascença italiana para época da revolução científica com grandes nomes como Galileu Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630), René Descartes (1596-1650) e Isaac Newton (1642-1727), os fundamentos da física clássica foram determinados (NIGG, 1998). Além destes notáveis cientistas, Giovanni Borelli (1608-1679), conhecido médico e matemático italiano, foi o primeiro (1679) a determinar experimentalmente a posição do centro de gravidade (CG) do corpo humano, os irmãos Weber, anos mais tarde, complementaram os estudos de Borelli. Os mesmos irmãos Weber estudaram experimentalmente o movimento humano de andar, publicando, em 1836, a "*Mecânica do aparelho humano do andar*". Apenas com um pequeno comprimento de terreno conhecido, um relógio simples e um indivíduo, estes estudiosos conseguiram obter várias relações de comprimento de passada (CP) e frequência de passada (FP) em diferentes velocidades de corrida e caminhada. Sua teoria da locomoção (movimento oscilante puro, troca de pés, que se realizava apenas pela ação da gravidade) foi posteriormente reconsiderada por outros pesquisadores (HOCHMUTH, 1973). Além disso, ANDRIACCHI & ALEXANDER (2000) citam que os irmãos Weber, apresentaram um dos primeiros estudos quantitativos dos parâmetros temporais e de distância da locomoção humana. Voltando a Borelli, este foi um dos primeiros a aplicar as leis físicas para a análise da locomoção, ele utilizou o conhecimento produzido por Descartes, seu contemporâneo, para escrever seu trabalho clássico que possuía o mesmo nome da principal obra de Aristóteles, "*De Motu Animalium*" (1680) e através desta, entre outras abordagens Borelli defendeu, assim como Descartes através de sua teoria corpuscular, que partículas ínfimas se dirigiam do sangue para o cérebro nomeando este processo, desafortunadamente de "espírito animal", estas partículas eram conduzidas e transmitidas ao longo dos nervos até

entrar nos músculos e faziam com que a área transversa do músculo diminuísse e ocasionasse a contração (BENNETT, 1999). Logo esta idéia foi contrariada por Swammerdam, comprovando experimentalmente que o volume muscular não se modificava durante a contração, e logo depois Galvani observou que o ser humano não transportava partículas ínfimas mas sim eletricidade, não obstante Borelli reconheceu que estruturas biológicas complexas podiam ser reduzidas em modelos simplificados que facilitariam a estimação de forças e padrões de movimento. O trabalho de Borelli tem sido fundamental para o desenvolvimento dos modelos biomecânicos e o estudo do movimento humano (NIGG, 1998; ANDRIACCHI & ALEXANDER, 2000).

Porém, a era da instrumentação não havia ainda começado, a partir de Marey e Muybridge inicia-se um grande avanço na implementação de tecnologias, e, concomitantemente a este avanço, o conhecimento sobre a locomoção humana também se aprofundou. Entre os franceses tem-se que mencionar especialmente ao fisiologista Etienne-Jules Marey (1838-1904), que em 1880, construiu o sistema de fotografia cronocíclica, desenvolvendo também modelos tri-dimensionais para representar o movimento dos pássaros. Marey teve uma extraordinária influência não apenas na fisiologia, mas também na medicina, biomecânica, cinema e arte. E, na verdade, como cita CAVANAGH (1990), Marey obteve muito mais reconhecimento como um pioneiro do cinema do que como um fisiologista ou biomecânico. A análise da locomoção humana foi um foco de suas investigações. Observando o ser humano de forma segmentada desenvolveu métodos para verificar a taxa de esforço. Utilizou-se de um método pneumático para determinar as fases de vôo e de apoio da corrida humana. Seus primeiros testes foram com homens saudáveis, geralmente atletas e até com seu assistente Georges Demeny, um dos fundadores da Educação Física na França. Ainda na análise da locomoção, Marey foi o primeiro a instrumentar uma plataforma de força, na qual consistia de espirais de tubos de borracha montados em uma caixa de madeira, estes espirais em diferentes regiões da plataforma eram ligados a um tubo comum, de forma que a pressão final era, razoavelmente, independente do ponto de aplicação (DOUARD, 1995). CAVANAGH (1990) cita que, além destas invenções, Marey também obteve a sincronização na medição fotográfica e dinamométrica, e através destas análises conseguiu concluir que: a) Todas as ações musculares nas quais alteravam o CG corporal, da mesma maneira, modificavam a taxa de pressão do pé no solo; b)

Todas as ações tendendo a diminuir a altura do CG diminuían a pressão do pé. E, além de todas estas conclusões, é importante destacar que, assim como os filósofos gregos, Marey também afirmava que os sentidos humanos não eram capazes de registrar os movimentos finos dos sistemas orgânicos. Esta retórica o habilitou a afirmar que seus mapas gráficos do movimento humano possuíam uma objetividade que a simples percepção humana não possuía e, desta forma, novas tecnologias puderam aumentar consideravelmente nosso poder de análise e controle dos processos que até então eram inacessíveis. Ao contrário de Marey, Eadweard Muybridge (1830-1894) foi um fotógrafo e aventureiro e não um cientista, cuja importância para o desenvolvimento para a área da locomoção foi apenas “visual”, deixando um registro com mais de 20.000 fotografias, nas quais registrou a locomoção do ponto de vista sagital e frontal inclusive.

Os cientistas alemães Wilhelm Braune (anatomista) e Otto Fischer (matemático) estudaram, no final do século XIX e início do século XX, as propriedades da locomoção humana. Nesta ocasião desenvolveram um novo método de determinação do CG, partindo dos dados referentes ao CG das partes do corpo humano, analisados em investigações com cadáveres. Derrubaram a teoria do pêndulo para a locomoção, e através de métodos quantitativos, rejeitaram as especulações que perduraram durante séculos, desde os tempos de Aristóteles acerca da natureza do movimento segmentar na locomoção. Traçaram experimentalmente o gráfico distância-tempo do corpo inteiro e de suas diferentes partes e a partir desses dados, calcularam o gráfico de velocidade e aceleração, assim como a força de acordo com a lei fundamental da dinâmica:  $\text{força} = \text{massa} \times \text{aceleração}$ . Braune e Fischer foram os primeiros a estudar a locomoção humana em três dimensões e além disso, os métodos utilizados por eles são quase idênticos aos utilizados hoje em dia. É interessante destacar que este estudo foi realizado para aplicações militares relacionadas com o aumento da eficiência do movimento das tropas (NIGG, 1998).

O cientista soviético Nicholas Bernstein (1896-1966) continuou os trabalhos de Braune e Fischer e levou a perfeição o método de fotografia cronocíclica, simplificando o cálculo dos valores medidos correspondentes à relação distância-tempo. Isolado do ocidente, devido à política internacional entre o bloco capitalista e o bloco comunista, seus trabalhos foram publicados no ocidente somente em 1967. Sua maior contribuição para a locomoção humana foi vinculada aos aspectos do

controle motor, inclusive sendo pioneiro na determinação de parâmetros segmentares em sujeitos vivos. Outro aspecto interessante foi de que Bernstein parece ter sido o primeiro cientista a analisar cinematicamente um corredor de elite, em 1920, o corredor era o mundialmente famoso Jules Ladoumeg (HOCHMUTH, 1973).

Um tipo de técnica de análise muito utilizada com objetivo de obter informações acerca do controle e coordenação motora durante a locomoção humana, é a eletromiografia. Esta técnica foi estruturada primeiramente por Du Bois Reymond e Duchenne durante o século XIX, ao qual o Galvanismo e a regeneração da eletricidade animal preencheu a imaginação de Mary Shelly a ponto de criar Frankenstein em 1816. O mesmo método era divulgado como a “cura total” por charlatões da época. Neste contexto, Du Bois Reymond melhorou os métodos em 1841, medindo a eletricidade proveniente de músculos contraindo a partir de suas fibras. Seus métodos dominaram a eletromiografia por um século, e ofereceram suporte para futuros estudos. Em 1866, Duchenne publicou “Physiologie des Mouvements” no qual descreveu a ação muscular de vários músculos superficiais através de eletrodos colocados na superfície da pele (NIGG, 1998). Contudo, nenhum destes estudos apresentava uma relação direta com a locomoção humana. Somente com HUBBARD em 1939, a eletromiografia é aplicada no movimento de corrida, procurando distinguir as características de corredores treinados em relação aos destreinados através da ativação muscular (CAVANAGH, 1990).

Além da eletromiografia, SAKURAI & MIYASHITA (1976) afirmam que os aspectos da função muscular durante a locomoção, foram estudados por Wallace Fenn na década de 30 do século passado, determinando a eficiência mecânica através da medição do trabalho mecânico e energia despendida durante a corrida. Na verdade antes de Fenn, A.V. Hill, prêmio Nobel por seus estudos na área de fisiologia muscular, contribuiu especificamente no desenvolvimento de um gráfico de velocidade para a corrida de velocidade (*sprint*), realizando considerações acerca do trabalho externo realizado em planos inclinados e inclusive realizou cálculos de energia despendida contra a resistência do ar em situação de corrida de velocidade e de longa distância. Ele estimou que em torno de 3% da energia de um corredor de longa distância era gasta contra o fluxo de ar. Medições subseqüentes encontraram valores duas vezes maiores aos de Hill (PUGH, 1971).

Além disso, Hill mostrou que a abordagem biomecânica e fisiológica em conjunto poderia aumentar consideravelmente o espectro de análise da locomoção. É importante destacar que o desafio de abordagens biomecânicas e fisiológicas em conjunto continua presente nos dias atuais. Além disso Hill motivou colegas pesquisadores a estudarem a corrida. Foi o caso de Fenn, onde além de relacionar as estimações de energia despendida, baseada em análises cinemáticas com trabalho realizado através de gasto metabólico, implementou uma esteira rolante com plataforma de força conseguindo analisar, tanto as forças de reação do solo verticais, como as forças de frenagem e de impulsão (antero-posterior), as quais, em conjunto com a análise cinemática, tornaram possível observar em detalhes a ação do joelho na fase inicial de contato, sugerindo que os corredores mais econômicos “desperdiçam menos energia em forças anteriores (de frenagem) com o solo” (CAVANAGH, 1990).

WINTER (1979), adicionou o cálculo das forças internas dos segmentos durante uma caminhada. Num estudo recente, ARAMPATZIS et al. (2000) compararam diferentes abordagens para quantificar o gasto energético na corrida e, entre outras conclusões, puderam observar que os cálculos realizados levando em conta as forças internas, através de dados cinemáticos e de forças de reação do solo, obtiveram melhores correlações com velocidade de corrida, desta forma demonstrando ser mais eficiente na determinação de eficiência de movimento. Um dos primeiros biomecânicos a medir o centro de pressão durante a locomoção foi Elftman em 1939, basicamente aprofundando a abordagem de Braune e Fischer acerca do cálculo de forças e momentos com a vantagem da possibilidade de medição de forças de reação do solo. Através deste estudo o entendimento da ação muscular durante a locomoção obteve um crescimento considerável, e as plataformas atuais têm os seus princípios de funcionamento iguais aos da plataforma de Elftman. WHITTLE (1996) cita que Elftman melhorou o desenho de plataforma de força de Amar. Este por sua vez, seguiu a tradição de empenho na instrumentalização de Marey e durante os anos vinte do século passado, Amar dirigiu sua atenção para o movimento locomotor de veteranos lesionados da Primeira Guerra Mundial.

Nos anos 50 do século XX, estudou-se bastante a locomoção com o objetivo de auxiliar no tratamento de veteranos da Segunda Guerra Mundial. Eberhardt e Verne Inman providenciaram uma grande fonte de conhecimento relacionada à

mecânica do movimento humano e os estudos desenvolvidos por estes estudiosos formaram as bases para muitas das técnicas fundamentais atualmente utilizadas no estudo da locomoção humana, como por exemplo a integração dos dados eletromiográficos com os dados da dinâmica e cinemática (CAVANAGH, 1990). Inman, inclusive auxiliou grandemente no avanço do entendimento da atividade muscular durante a locomoção. O grupo de estudiosos colegas de Inman da Universidade da Califórnia e de Berkeley, mais tarde escreveram a obra "*Human Walking*", publicado somente após a morte de Inman, no qual, para muitos pesquisadores, este é um livro-texto definitivo para a locomoção normal. Após várias impressões, uma nova edição foi publicada posteriormente (ROSE & GAMBLE, 1994).

## **2.2 LESÕES EM CORREDORES - Frequência e Causas**

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 esta associada às lesões (BRUNET et al., 1990; HOEBERIGS, 1992; VAN MECHELEN, 1992).

Uma das razões para esta tendência mundial para a prática da corrida é o baixo custo envolvido. Todo o 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). As razões para correr incluem saúde, aptidão, prazer, relaxamento, competição, desempenho pessoal e trabalho (CLOUGH et al, 1989).

VAN MECHELEN (1992) também afirma que, mais e mais pessoas participam de grandes eventos de resistência, como as maratonas de Londres, Nova Iorque ou Los Angeles. Na Suíça o número de corredores regulares aumentou em 100% no período entre 1978 e 1984; sendo 8% da população total (MARTI et al., 1988). De acordo com WALTER et al. (1989) o percentual de canadenses correndo duplicou de 15% em 1976 para 31% em 1983. JACOBS & BERSON (1986) situam que nos Estados Unidos existem 30 milhões de pessoas correndo regularmente e, em torno de 0,8 a 1 milhão entram em competições. Como se percebe, a corrida é um fenômeno que alcançou proporções enormes no final de século passado, e o excesso desta prática traz consigo os perigos de qualquer atividade física em

demasia. Em uma revisão de literatura sobre lesões em corredores, BRUNET et al. (1990), conclui que o joelho é o local mais comum de lesões, estimando que entre 25 e 40% de todos os corredores sustentaram, pelo menos, uma das lesões comuns no joelho. O pé, incluindo calcanhar, arco plantar e parte dianteira do pé, é o segundo local mais comum de lesões observadas. 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). Entre 37 e 56% de corredores apresentam lesões ósteo-articulares ou musculares num período de um ano (VAN MECHELEN, 1992).

### 2.2.1 PRINCIPAIS CAUSAS DE LESÕES EM CORREDORES

Lesões na corrida são de diversas origens, principalmente devido às cargas mecânicas, e de várias anormalidades metabólicas como anemia, amenorréia, hipotermia e hipertermia, e para os riscos extrínsecos têm-se mordidas de cães e colisões de trânsito (POWELL & PAFFENBARGER, 1985).

Contudo, a discussão sobre a causa das lesões na corrida fica limitada à lesão músculo-esquelética, a mais comum em corredores. Os fatores que predispõe os atletas às lesões são, principalmente, lesões prévias, falta de experiência de corrida e excessiva carga (distância) semanal de corrida, conforme figura 2 (VAN MECHELEN, 1992; HOEBERIGS, 1992).

Ainda para VAN MECHELEN (1992), os fatores sem significância relacionados, na literatura, com lesões na corrida são: idade, sexo, índice de massa corporal (MC), corrida em declive, corrida sobre superfície dura, participação em outros esportes, época do ano e hora do dia. Os fatores relacionados com lesões na corrida, que não estão bem claros na literatura, ou são contraditórios, ou ainda são baseados em poucas referências: aquecimento, exercícios de flexibilidade, estatura (EST), desequilíbrios posturais, restrição de movimento, frequência de corrida, intensidade de esforço, estabilidade de corrida, calçados, calçados ortopédicos e corrida sobre um plano inclinado lateralmente.

Apesar da dificuldade para correlacionar anormalidades anatômicas específicas e biomecânica incorreta de extremidades inferiores com lesões de corrida, FREDERICSON (1996) relata algumas variáveis que contribuem para os desequilíbrios corporais, como diferenças no comprimento de pernas, anteversão femoral, assimetria do movimento de quadris, posição dos joelhos, tibial varo e principalmente a excessiva pronação da articulação subtalar, e através destas avaliações podem-se prescrever modificações nos calçados e providenciar parâmetros de treinamento na prevenção de lesões. Além disso, O'TOOLE (1992) afirma que anormalidades funcionais, como desequilíbrios de flexibilidade e força em determinada articulação são, muitas vezes fatores de risco modificáveis para lesão e devem ser cuidadosamente avaliados.

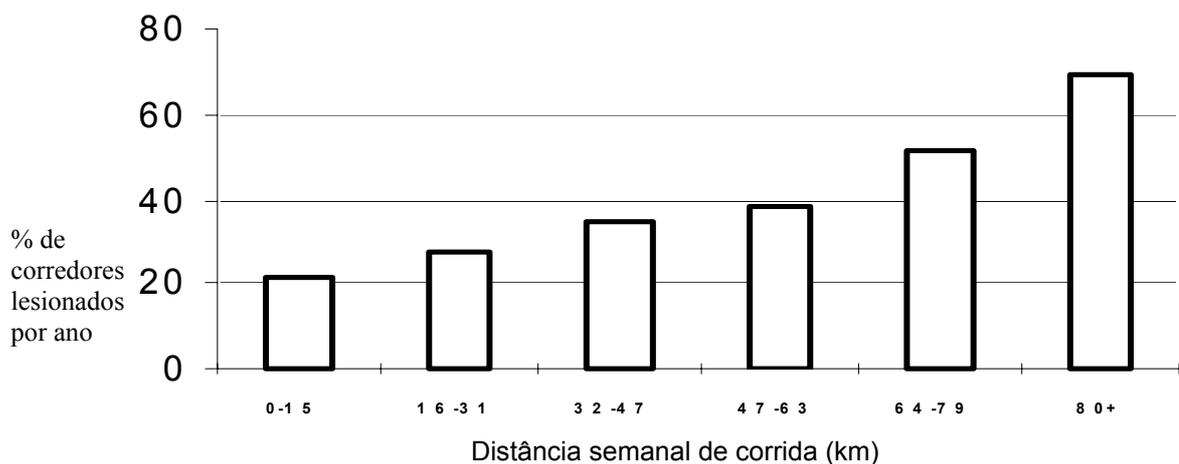


Figura 2 - Percentual de corredores com lesão por ano, pela distância de corrida semanal. Fonte: Koplan et al. apud HOEBERIGS (1992).

A correlação positiva de incidência de lesões com a distância de corrida por semana já foi amplamente observada na literatura (VAN MECHELEN, 1992; DERRICK et al., 2002). Um exemplo claro deste comportamento, pode ser demonstrado na figura 2 onde Koplan et al. apud HOEBERIGS (1992) apresentam esta correlação. Desde que distância de corrida por semana começou a aparecer como um fortíssimo preditor de lesões de corrida, surgiram diversos trabalhos (HOEBERIGS, 1992; VAN MECHELEN, 1992; DERRICK et al., 2002) analisando a influência da distância semanal sobre o surgimento de lesões.

Além da duração, a intensidade pode ser um fator que contribui com lesões. Frequentemente, corredores experientes obtêm sua primeira lesão, quando aumentam sua velocidade, mantendo a mesma distância. O terreno pode também afetar o atleta, especialmente quando se combina a durabilidade do piso com trocas na rotina de treino, por exemplo, sessões de *sprints* sinuosos sobre elevações (STANISH, 1984).

## 2.2.2 INCIDÊNCIA DE LESÕES

O termo incidência é interpretado de diferentes formas na literatura. A epidemiologia de lesões em corredores inclui um denominador baseado nas freqüências de incidência, na qual o número de novas lesões observadas durante 1 ano é relatada para a população de corredores em risco. Em teoria, uma doença pode afetar qualquer indivíduo em uma população aberta. Por exemplo, câncer de pulmão pode aparecer em qualquer indivíduo, embora os grupos especiais (homens velhos, fumantes) possuam o maior risco (HOEBERIGS, 1992).

As formas de contabilizar a incidência destas lesões na população de corredores são diversas na literatura (VAN MECHELEN, 1992): freqüência de incidência de corredores lesionados (número de corredores lesionados por 100 corredores), freqüência de incidência de lesões (número de lesões por 100 corredores) e incidência de lesão por exposição (número de lesões por 1000 horas de corrida). Os possíveis fatores que podem influenciar o resultado do estudo de incidência de lesões são as diferenças nas definições de lesão e participação no esporte, características do corredor, delineamentos da pesquisa e alcance do estudo (número da amostra), como definido por VAN MECHELEN et al. (1992).

De acordo com HOEBERIGS (1992) em 10 estudos com o denominador estabelecido a partir da freqüência de incidência de lesões por indivíduo, encontrados na literatura, a freqüência de incidência anual de corredores lesionados variou entre 24 a 65%. Na pesquisa de VAN MECHELEN (1992) a freqüência de incidência teve uma variação de 37 a 56%.

Quadro 1 - Relação entre lesões de corrida e média do número de milhas percorridas por semana (MPS) (n= 1501).

| Homem | Mulher |
|-------|--------|
|-------|--------|

|                                 | <20 MPS | 20-30<br>MPS | >30 MPS | <20 MPS | 20-30<br>MPS | >30 MPS |
|---------------------------------|---------|--------------|---------|---------|--------------|---------|
|                                 | n=540   | n=287        | n=299   | n=214   | n=78         | n=83    |
|                                 | %       | %            | %       | %       | %            | %       |
| Fratura por estresse            | 6,7     | 8            | 11,7    | 4,7     | 20,3         | 28      |
| Dor no pé                       | 24,4    | 32,7         | 37,7    | 22,2    | 33,7         | 55,5    |
| Dor no tornozelo                | 12,1    | 14,8         | 14,9    | 16,2    | 16,2         | 10,6    |
| Lesões no tendão calcâneo       | 12,3    | 19,7         | 28,4    | 12,7    | 11,5         | 22,9    |
| Dor na perna                    | 28,7    | 30,2         | 36,4    | 36,7    | 39,3         | 47,3    |
| Dor no joelho                   | 41,8    | 56           | 53,3    | 44,6    | 54,1         | 48,2    |
| Dor no quadril                  | 20      | 25,2         | 31,7    | 23,4    | 32,9         | 41,3    |
| Dor na parte posterior da perna | 35,4    | 34,9         | 34,4    | 31,3    | 39,7         | 36,1    |
| Problemas discais ou vertebrais | 14,1    | 15,8         | 14,1    | 9,5     | 0,4          | 15,6    |

Fonte: Brunet et al. (1990).

Brody apud BRUNET et al. (1990) reportou uma frequência global de lesões de 60% em um estudo com 3.000 corredores. Estes dados de frequência de lesões, não são surpreendentes, se levarmos em consideração a carga a que são submetidos os membros inferiores, com 1,2-2,1 vezes o peso corporal no momento do contato no solo, e 2,5 vezes o peso corporal no momento da retirada do apoio no solo, em provas de longa distância. E se o corredor bate no chão numa média de 625 vezes por quilômetro (km). Queira ou não, as repetidas cargas de treino por longos períodos de treino conduzem ao desenvolvimento de inflamações ósseas, sendo um tema de pesquisa bastante estudado (BRUNET et al. 1990).

Podemos exemplificar através do estudo de CASPERSEN (1989), no qual selecionaram-se 1300 corredores participantes de uma prova de 10 km. Estes responderam um questionário, onde 35% relataram lesões músculo-esqueléticas, num período de 1 ano após a prova. Dos corredores que relataram lesões, 57% treinavam com um volume de 40 milhas por semana ou mais.

Na análise de incidência de lesões, categorizada por especificidade da lesão (conforme quadro 1) observa-se uma maior percentagem de lesão no joelho e logo

após lesões localizadas no pé. Na pesquisa de BRUNET et al. (1990), fraturas por estresse, dor no pé, lesão no tendão calcâneo e dor na articulação coxofemoral aumentaram conforme aumentava a milhagem semanal.

## 2.3 CINEMÁTICA

Cinemática é o estudo do movimento, sem levar em conta forças ou outros fatores que, no mesmo, influem (McLEAN & NELSON, 1972).

As grandezas mais importantes relacionadas ao movimento, ditas grandezas cinemáticas, são a velocidade e a aceleração. Estas duas grandezas derivam de dois referenciais: um referencial de espaço e um referencial de tempo. O referencial de espaço é o referencial em relação ao qual se determinam as posições dos pontos e é, pois, constituído por qualquer corpo sólido, a que se associa um conjunto de eixos, eventualmente retangulares. Em mecânica não relativista (cinemática) considera-se independente deste referencial um eixo  $Ot$ , dito eixo dos tempos, a que associamos a sucessão de instantes (MOREIRA, 1971).

MOREIRA (1971) define também que, a um sistema de partículas, a cada instante  $t$ , corresponde uma certa configuração (figura geométrica), definida pelo conjunto de vetores de posição dos pontos materiais, essas configurações obedecem, à geometria euclidiana clássica (por isso, o referencial se diz um referencial euclidiano e o conjunto de pontos, definíveis em relação a esse referencial, diz-se que constitui um espaço euclidiano).

O movimento pode ser classificado como retilíneo, circular, plano, empenado, etc. O movimento em relação à aceleração pode ser nulo, constante... isto quer dizer, respectivamente, uniforme, uniformemente variado (acelerado ou retardado)... E a partir do entendimento que o movimento fica plenamente caracterizado pela equação horária do movimento, identificam-se movimentos retilíneos uniformes, retilíneos uniformemente acelerados, circulares uniformes, etc (MOREIRA, 1971).

Para MOREIRA (1971), um sistema ou corpo rígido é um conjunto de partículas invariavelmente ligadas. Porém, antes de tratarmos dos tipos de deslocamentos dos sólidos, é interessante entendermos a definição de grandezas cinemáticas absolutas e relativas, dadas por McLEAN & NELSON (1972), para os corpos rígidos: as grandezas cinemáticas, deslocamento, velocidade ou aceleração absolutas de um corpo rígido, são grandezas de determinado ponto, em relação a

um ponto fixo da superfície terrestre; enquanto que o deslocamento, velocidade ou aceleração relativos de um corpo rígido são grandezas cinemáticas deste ponto, em referência a um ponto móvel relativamente a Terra.

Os tipos comuns de movimento de um corpo rígido são: 1) De translação, é aquele durante o qual uma reta, que contém dois pontos do corpo, permanece paralela à sua posição original. Nesta, todas as partículas do corpo têm iguais deslocamentos, velocidade e acelerações. 2) De rotação, é aquele em que todos os pontos do corpo descrevem trajetórias circulares em torno de uma reta fixa (eixo de rotação), exceto aqueles situados sobre a reta. O eixo de rotação é, então, o lugar geométrico dos centros das trajetórias circulares dos pontos. Neste movimento, todas as partículas do corpo têm iguais deslocamentos, velocidades e acelerações angulares em torno do eixo de rotação. 3) Movimento plano, durante o qual cada ponto do corpo permanece a uma distância constante de um plano fixo. Para este movimento, deve-se escolher um ponto B de velocidade e aceleração conhecidas em relação à Terra. Assim, o movimento absoluto de qualquer ponto A do corpo é definido pela soma das grandezas cinemáticas absolutas pelas grandezas cinemáticas relativas, que permitem a composição do movimento de A em relação a B e do movimento absoluto de B (McLEAN & NELSON, 1972).

Admitindo este teorema da composição das velocidades, MOREIRA (1971) afirma que, a aceleração não é só a soma da aceleração relativa (de A sobre B) e da aceleração absoluta de B, mas tem um valor complementar, a considerar nos movimentos de rotação, que se chama aceleração complementar (ou aceleração de Coriolis). Esta aceleração de Coriolis é nula nos movimentos de translação.

Quando tratamos destas variáveis aplicadas ao movimento humano e mais especificamente ao movimento esportivo, algumas modificações de nomenclatura aparecem, mas os fundamentos são os mesmos. Por exemplo a geometria euclidiana, também chamada por ZATSIORSKY (1998) de geometria cinemática é definida como a área da cinemática que descreve a posição e deslocamento corporal sem levar em conta o tempo, portanto neste ponto a aceleração e velocidade não são discutidas. O corpo humano pode ser considerado como um sistema de corpos rígidos conectados por ligamentos, não obstante sabe-se que o corpo humano não é constituído realmente de estruturas rígidas, mas desta forma se torna mais conveniente o seu uso na análise do movimento. Segundo HAY & NIGG (2001) um dos maiores meios de auxílio da biomecânica ao esporte é através da

descrição e análise da técnica do movimento esportivo a fim de maximizar a eficiência e/ou minimizar o gasto energético do gesto, principalmente em esportes cíclicos e de resistência, portanto este objetivo é alcançado através da utilização dos recursos da cinemática.

No que se refere à corrida, a cinemática deste movimento pode servir simplesmente como uma descrição de como as partes do corpo movem-se no espaço, contudo, a cinemática é o ponto de partida para uma variedade de outros tipos de análises que podem dar uma considerável informação em relação aos aspectos biológicos e mecânicos da corrida (MILLIRON & CAVANAGH, 1990). Um grande foco de estudo da cinemática aplicada á corrida se refere a determinação e análise dos componentes principais da velocidade de corrida, componentes estes, FP e CP, e suas modificações com o objetivo de diminuição do custo energético. Esta área de estudo vêm sendo estudada desde vinte anos atrás até os dias atuais no meio científico (CAVANAGH & WILLIAMS, 1982; LAPUENTE et al., 2001; KYRÖLAINEN et al., 2001, TARTARUGA et al., 2002). Outra possibilidade de aplicação da cinemática no meio esportivo, é através de descrições e análises de gestos esportivos a fim de modificar alguns parâmetros cinemáticos que possam contribuir para o aumento da incidência de lesões. O movimento de hiperpronação tem sido associado a vários tipos de lesões advindos da corrida (STACOFF et al., 2000). No estudo de WILLIAMS et al. (1987), foi observado que indivíduos com uma passada que cruzava a linha média do corpo em 2 centímetros (cm) possuíam também valores de hiperpronação, e realizando um treinamento específico com o objetivo de direcionar a passada de modo a não cruzar mais a linha média do corpo, colocando o pé a 5 cm da linha média, fez com que o valor de máxima pronação diminuísse de 18,3 graus ( $^{\circ}$ ) para 12,2 $^{\circ}$  e a velocidade máxima de pronação de 532 $^{\circ}$ .s $^{-1}$  para 329 $^{\circ}$ .s $^{-1}$ .

Além destes atributos dados à cinemática, é possível relacionar a cinemática com a mecânica da corrida. A mecânica de corrida pode ser quantificada de duas formas: estudos envolvendo medidas representativas do ciclo completo de corrida, tais como potência mecânica ou estudos verificando diversas variáveis ou pontos discretos dentro do ciclo de passada da corrida, como por exemplo, ângulo do joelho no contato, CP, amplitude vertical do corpo (WILLIAMS & CAVANAGH, 1987, TARTARUGA et al., 2002). Portanto, através da cinemática é possível inferir sobre a mecânica de corrida.

Como citado anteriormente, a corrida terrestre é um grande foco de estudo da biomecânica, contudo, em relação à mecânica da CPF existe pouca informação na literatura. GRIFFIN (1993) investigou as mudanças cinemáticas entre CPF e corrida em esteira rolante. A análise de Griffin focalizou principalmente os deslocamentos máximos e mínimos do tornozelo, joelho e quadril de 5 sujeitos durante CPF e corrida em esteira rolante. A conclusão foi que a mudança na mecânica da corrida entre os diferentes meios de exercício era altamente variável entre os sujeitos, o que indicou que não havia nenhuma mudança consistente no estilo da corrida entre os sujeitos. A variabilidade pode ter sido aumentada devido ao dispositivo de flutuação de tornozelo utilizado no estudo. É esperado que se possa encontrar uma alta variabilidade no estilo de corrida colocando um flutuador no segmento inferior distal devido à dificuldade de controlar o efeito da flutuação (MOENING et al., 1994).

MOENING et al. (1994), também observaram que o deslocamento angular da articulação do tornozelo, joelho e quadril foram diferentes entre a CPF e corrida em esteira rolante. Porém, os autores testaram só um sujeito, cuja experiência em CPF não foi informada. FRANGOLIAS et al. (1996) citam que a experiência é um fator que é necessário ser controlado ao comparar variáveis fisiológicas entre CPF e corrida em esteira rolante. Além disso, YAMAJI et al. (1990) apresentaram dados que demonstram que corredores mais habilidosos em CPF apresentaram frequências cardíacas menores daqueles menos habilidosos. Estas modificações fisiológicas relacionadas à experiência dos sujeitos, podem influenciar as respostas biomecânicas durante a CPF.

A informação recebida, apenas por uma análise de deslocamentos angulares máximos e mínimos durante a ação da corrida é limitada. Para MOENING et al. (1994), durante a CPF e corrida em esteira rolante, o ângulo mínimo do joelho acontecerá durante a fase de balanço da locomoção. Durante a corrida em esteira rolante, o ângulo máximo do joelho acontecerá no momento do despregue ou logo antes do contato do pé ao solo. Semelhantemente, a extensão máxima do joelho acontecerá no meio da passada durante a CPF. Se a variabilidade estiver semelhante em todas as articulações, então a identificação dos deslocamentos máximos e mínimos não permite uma comparação mais compreensiva entre os exercícios.

Durante a CPF, a FP tem sido correlacionada positivamente com FC (WILDER et al., 1993). Durante um teste de CPF, os autores informaram que a FP

obteve um valor de 60 passadas por minuto (passadas.min<sup>-1</sup>) durante os níveis baixos de intensidade, passando para 100 passadas.min<sup>-1</sup> no pico de esforço. Contudo, para TOWN & BRADLEY (1991) a FP encontrada na CPF, em ritmo forte foi de 83,9 passadas.min<sup>-1</sup>, enquanto que na esteira rolante a FP variou entre 160 e 210 passadas.min<sup>-1</sup>. Segundo os mesmos autores, a dificuldade em comparar a mecânica do CPF e corrida em esteira rolante se deve a maior viscosidade da água, a qual impede os indivíduos de movimentar as extremidades inferiores com uma FP alta.

TARTARUGA et al. (2001a) também encontraram menores FP na CPF do que na corrida em terra nas intensidades subjetivas de esforço de trote (corrida em terra: 153 passadas.min<sup>-1</sup>, CPF: 37 passadas.min<sup>-1</sup>), de rodagem (corrida em terra: 163 passadas.min<sup>-1</sup>, CPF: 40 passadas.min<sup>-1</sup>), tiro de 5/10km (corrida em terra: 183 passadas.min<sup>-1</sup>, CPF: 47 passadas.min<sup>-1</sup>), tiro de 400/800m (corrida em terra: 194 passadas.min<sup>-1</sup>, CPF: 55 passadas.min<sup>-1</sup>) e tiro de 100/200m (corrida em terra: 218 passadas.min<sup>-1</sup>, CPF: 70 passadas.min<sup>-1</sup>). O CP do mesmo modo da FP, apresentou valores menores na CPF do que durante a corrida em terra em todas as intensi-

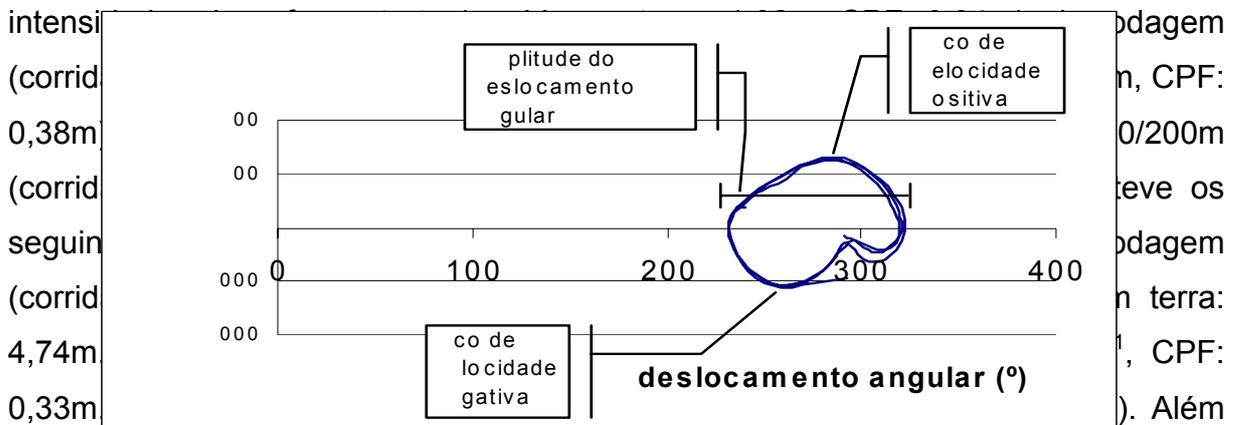


Figura 3. Parâmetros cinemáticos de velocidade e deslocamento angular determinados a partir da análise em retratos de fase.

Além disso, a velocidade angular de perna e coxa em todas intensidades citadas anteriormente, o deslocamento angular da perna nas intensidades de tiro de 5/10km, de 400/800m e de 100/200m foram menores na CPF quando comparadas com as da corrida em terra. No mesmo estudo, o deslocamento angular de coxa nas intensidades de esforço de trote, rodagem, 5/10km e de 400/800m foi maior na CPF em relação à corrida em terra. Os parâmetros cinemáticos de velocidade e deslocamento angular dos segmentos corporais de perna e coxa, foram obtidos através da análise em retratos de fase (figura 3).

## 2.4 AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA

Em geral, na literatura existem dois tipos principais de abordagens para a avaliação do rendimento físico: 1. Testes de campo para avaliação da aptidão física geral, no qual incluem a demanda de uma variedade de medições que requerem um instrumental básico e 2. Avaliações laboratoriais das capacidades fisiológicas tais como,  $VO_{2máx}$ , potência anaeróbia e Eco (ASTRAND & RODAHL, 1986; LONDEREE, 1986). Pode-se argumentar que a avaliação da aptidão física é importante como um teste global do condicionamento físico, particularmente em se tratando na melhora do condicionamento de estudantes em aulas de Educação Física (ASTRAND & RODAHL, 1986). Contudo, o uso destas baterias de testes não oferece uma detalhada informação fisiológica necessária para avaliar o nível atual de condicionamento do atleta ou suas debilidades. Além disso, testes de laboratório mais específicos são necessários para providenciar uma informação fisiológica mais detalhada relativa ao desempenho em determinados exercícios físicos. Organizar testes de laboratório para avaliação do desempenho físico, requer um entendimento dos fatores que contribuem para o sucesso num esporte ou evento atlético em particular. De uma forma geral, o desempenho físico é determinado pela capacidade do indivíduo de produção de energia máxima (isto é, processos aeróbios e anaeróbios máximos), força muscular, coordenação e/ou economia de movimento, e fatores psicológicos (por exemplo: motivação e tática) (ASTRAND & RODAHL, 1986; BEAVER et al., 1986). No caso específico da corrida de longa distância, sabe-se que é essencial para o sucesso uma alta capacidade para processar a energia aeróbia. Portanto, um teste que deplete os mesmos estoques energéticos requeridos para o esporte ou evento atlético em particular, poderá servir como um meio válido para a avaliação do desempenho físico.

### 2.4.1 FATORES FISIOLÓGICOS DETERMINANTES DO SUCESSO EM CORREDORES DE LONGA DISTÂNCIA

O teste mais usado para a determinação do potencial de corredores de longa distância é o  $VO_{2máx}$ . Apesar disso, outros fatores modificam o ritmo que pode ser obtido para provas de diferentes distâncias. Por exemplo, a energia anaeróbia

contribui significativamente para a habilidade de manter um ritmo específico durante corridas menores de longa distância, por exemplo 1500 metros (m) (BULBULIAN et al., 1986; LONDEREE, 1986). Em corridas mais longas (5, 10km), a Eco e o limiar anaeróbio (lactato) desempenham um papel importante na determinação do sucesso (FARREL, et al., 1979; POWERS, et al., 1983; TANAKA, et al., 1983; BASSET & HOWLEY, 2000). Para prever o desempenho de provas de longa distância, deve-se determinar o ritmo máximo de prova que o atleta pode manter para uma distância de corrida em particular. Portanto pode-se afirmar que os três maiores fatores fisiológicos que afetam o desempenho de resistência cardiorespiratória são o  $VO_{2máx}$ , o limiar anaeróbio e a Eco.

Se um grupo de pessoas apresenta uma alta variação de aptidão física (sedentários e atletas de elite), o  $VO_{2máx}$  é a variável mais preditiva para determinar o resultado em provas de resistência. Por outro lado, importantes variações têm sido encontradas entre corredores com  $VO_{2máx}$  similares (SJODIN & SVEDENHAG, 1985). É possível existir uma grande variação no desempenho entre corredores de mesmo  $VO_{2máx}$  (CONLEY & KRAHENBUHL, 1980; SJODIN & SVEDENHAG, 1985). Relativamente baixos valores de  $VO_{2máx}$  têm sido encontrados entre maratonistas de alto nível. Derek Clayton, ex-recordista mundial da maratona (2:08,33), tinha um  $VO_{2máx}$  de apenas  $66,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Stahl, é um dos melhores corredores do mundo e tem também um  $VO_{2máx}$  de  $66,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Joan Benoit Samuelson, uma das melhores maratonistas no mundo (2:21) tem um  $VO_{2máx}$  de  $78 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , um valor muito maior do que Clayton e Stahl, porém seu desempenho na maratona é muito menor. Obviamente, outros fatores também influenciam no desempenho da resistência cardiorespiratória.

A Eco é o gasto de oxigênio em um determinado ritmo de corrida, geralmente expressado pelo  $VO_2$  (FOSTER et al., 1977; DANIELS et al., 1978; FARREL et al., 1979; CONLEY & KRAHENBUHL, 1980; BASSET & HOWLEY, 2000). Conforme WILLIAMS (1990), a Eco é um dos vários fatores importantes que afetam o desempenho de corrida. Esta variável é influenciada por fatores biomecânicos (CAVANAGH & WILLIAMS, 1982; CAVANAGH & KRAM, 1985; WILLIAMS & CAVANAGH, 1987; MARTIN & MORGAN, 1992; HEISE et al., 1996; KYRÖLÄINEN et al., 2001, TARTARUGA et al., 2002), fisiológicos (MORGAN & CRAIB, 1992; DANIELS & DANIELS, 1992), psicológicos (CREWS, 1992), ambientais (MORGAN, 1989; MORGAN & CRAIB, 1992) de faixa etária (KRAHENBUHL & WILLIAMS,

1992). Os questionamentos que se levantam em relação à Eco se referem ao esclarecimento do porque alguns corredores consomem menos oxigênio do que outros e a descrição do grau de modificação da Eco através do treinamento. Além disso, MORGAN & CRAIB (1992) citam que são necessários também mais estudos acerca das características das fibras musculares e sua potencial associação com Eco, a quantificação e análise das diferenças de gênero na demanda aeróbia, os efeitos do vento na Eco, os mecanismos relacionados com mudanças de treinamento, o efeito de pequenos e longos períodos de treinamento reduzido na Eco e o estímulo combinado de treinamento intenso prolongado e prova de longa distância na Eco.

Como foi posto anteriormente, a Eco exerce importante influência no desempenho de corredores de longa distância de rendimento, e a variação de Eco de corredores também é decorrente das diferenças da técnica de corrida (HOLLOSZY, 1973; FOSTER et al., 1977; DANIELS et al., 1978; WILLIAMS & CAVANAGH, 1987; DALLEAU et al., 1998, TARTARUGA et al., 2002). WILLIAMS et al. (1987) propõem um modelo para melhorar o desempenho de prova de um atleta de rendimento baseado na mudança na mecânica de corrida, desta forma gerando uma diminuição nas forças musculares. Isto resultaria em uma diminuição no custo energético, ou seja, melhora na Eco, fazendo com que o corredor melhorasse um de seus principais preditores de desempenho, para enfim melhorar seu rendimento. Portanto, uma mudança na técnica de corrida pode ser a causa do acréscimo, ou mesmo do decréscimo de desempenho de um corredor.

Além do  $VO_{2máx}$  e Eco, o limiar anaeróbio parece possuir uma importância considerável na predição do rendimento de corredores de longa distância (KINDERMANN et al., 1979; DENIS et al., 1982; KUMAGAI et al., 1982; HECK et al., 1985; YOSHIDA et al., 1987). A intensidade de exercício necessária para obter uma concentração de lactato sanguíneo, tem sido correlacionada de forma mais intensa do que o  $VO_{2máx}$  (COSTILL, 1972; FARREL et al., 1979). O termo limiar anaeróbio foi introduzido por WASSERMANN & McILROY (1964), como o ponto em que a suplementação de energia ao músculo muda, de uma rota metabólica essencialmente aeróbia, para uma rota metabólica anaeróbia. Os referidos autores afirmaram que o volume de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) produzido por minuto aumentava devido ao excesso de  $VCO_2$  liberado pelo tamponamento de ácido láctico pelo bicarbonato, desta forma utilizaram a razão de troca respiratória como

marcador do limiar anaeróbio. É discutida na literatura a idéia de que a falta de oxigênio ( $O_2$ ) nos músculos seja a causa do aumento na concentração de lactato sangüíneo em determinada taxa de trabalho (DONOVAN & BROOKS, 1983; CHIRTEL et al., 1984; DAVIS, 1985). Estes autores enfatizam que a concentração de lactato sangüíneo é o resultado final da produção e remoção de lactato. Desta forma, o aumento na concentração de lactato sangüíneo não indica, necessariamente, o início do aumento da produção de lactato através do músculo em exercício. O aumento da produção de lactato pode ocorrer muito mais cedo mas não causar um acréscimo na concentração de lactato sangüíneo devido ao aumento da taxa de remoção de lactato sangüíneo. Evidências comprovam, por exemplo, a utilização do lactato não como uma fonte energética para a contração muscular como a glicose, mas um intermediário entre a glicose e o glicogênio na sua oxidação dentro da mitocôndria (VAN HALL, 2000). Um critério muito utilizado para detectar o limiar anaeróbio nos dias atuais, é o da avaliação dos equivalentes ventilatórios de  $VO_2$  e  $VCO_2$ , ou seja, o aumento sistemático no  $VE.VO_2^{-1}$  sem um concomitante aumento no  $VE.VCO_2^{-1}$  é o método de trocas de gases mais específico para detecção do limiar anaeróbio. CAIOZZO et al. (1982) compararam vários índices de troca de gases para detecção do limiar anaeróbio e encontraram que, os equivalentes ventilatórios apresentaram a melhor correlação com análises de lactato sangüíneo no limiar. Entretanto, os equivalentes ventilatórios não surgem exatamente com a predominância da atividade anaeróbia dentro do músculo. Portanto, no presente estudo o limiar anaeróbio foi determinado através desta técnica e foi denominado limiar ventilatório (LV). As mudanças na intensidade de treinamento parecem modificar o LV e conseqüentemente o desempenho de corredores de rendimento. MARTIN et al. (1986) demonstrou que o LV aumentou em 5,6% do  $VO_{2máx}$  sem qualquer modificação no  $VO_{2máx}$  em corredores de rendimento, após terem aumentado a intensidade de treinamento durante um período de 2 anos. Porém ACEVEDO & GOLDFARB (1989) não encontraram mudanças no LV durante um treinamento de 8 semanas com corredores de rendimento. Este comportamento diferente do estudo de MARTIN et al. (1986) provavelmente, devido ao tempo de estudo, e principalmente ao maior nível de rendimento dos atletas utilizados no estudo de ACEVEDO & GOLDFARB (1989). Possivelmente, para os referidos autores se o treinamento houvesse continuado, o LV teria aumentado. Esta hipótese sugere que possa existir um tempo de adaptação para as alterações da melhora do

limiar de lactato e LV. Esta idéia é confirmada em parte devido à dissociação da curva de lactato quando comparada com a curva ventilatória, discutida anteriormente. Além disso, SIMON et al. (1986) relataram a existência de semelhança entre o limiar de 4 mmol/L e o LV em sujeitos treinados, mas não entre indivíduos destreinados.

De uma forma geral, as adaptações cardiorespiratórias são bem documentadas na literatura. Em diversos estudos têm sido comprovadas as melhoras do  $VO_{2máx}$  (CARTER et al., 2000), Eco (JONES, 1998; BILLAT et al., 1999) e LV (MARTIN et al., 1986; LONDEREE, 1997) ao treinamento físico predominantemente aeróbio. Embora, os resultados de um treinamento físico sejam dependentes do tipo de treinamento (lei da especificidade), o treinamento de força parece também contribuir para a melhora na resposta de Eco e conseqüentemente a melhora do desempenho de corredores de rendimento (PAAVOLAINEN et al., 1999; MILLET et al., 2002). MILLET et al. (2002) desenvolveram um treinamento de força pura em conjunto com o treino normal de resistência num período de 14 semanas. Neste trabalho, os atletas melhoraram a força pura e Eco, contudo o grupo controle treinando apenas resistência não apresentou melhoras. Além disso, PAAVOLAINEN et al. (1999) relataram um acréscimo tanto no desempenho em uma prova de 5km quanto na Eco e potência muscular de atletas bem treinados, após 9 semanas de treinamento de força explosiva, enquanto que no grupo controle treinando apenas resistência não houve mudanças nas variáveis analisadas. Este comportamento pode ser explicado por diversos fatores. Um deles parece ser devido ao aumento da força e utilização maior de fibras de contração lenta durante uma passada de corrida devido à diminuição do pico de tensão relativo na musculatura dos membros inferiores [de 35 a 50% da força pura (HICKSON et al, 1988)] durante a passada da corrida. Segundo KOMI (2000) a fadiga muscular ou localizada, faz com o músculo apresente uma tolerância reduzida ao impacto ocasionando uma diminuição no potencial de energia elástica dos músculos em questão, para enfim ocasionar uma maior necessidade de trabalho dos componentes contráteis musculares aumentando a demanda energética do organismo.

## **2.5 CORRIDA EM PISCINA FUNDA – *Deep water running***

A CPF consiste em um indivíduo, imitando o gesto da corrida em terra, imerso na água até o pescoço, sem alcançar o fundo da piscina com o auxílio de um flutuador (MERCER & JENSEN, 1997). Inicialmente era utilizada como forma de reabilitação de atletas de rendimento, atualmente é adotada como forma de melhora de aptidão física para a população geral, e para os atletas, além da possibilidade na recuperação de lesões, faz-se uso deste tipo de exercício como forma de treinamento complementar.

### 2.5.1 ESTUDOS COMPARATIVOS ENTRE CORRIDA EM PISCINA FUNDA E CORRIDA EM TERRA

A fim de entender melhor as modificações fisiológicas entre a corrida em terra e a CPF, primeiro analisaremos as respostas fisiológicas do indivíduo quando imerso no meio aquático na situação em repouso. A imersão na água por seres humanos vem sendo uma área intensamente estudada, dentro da fisiologia cardiovascular desde, no mínimo, 30 anos atrás (ARBORELIUS et al., 1972a; ARBORELIUS et al., 1972b; BEGIN et al., 1976; EPSTEIN et al., 1976; CHRISTIE et al., 1990; KRUEL, 1994; KRUEL, 2000). A imersão na água induz a várias modificações no sistema cardiovascular, entre elas a diminuição da FC (CRAIG & DVORAK, 1966; COSTILL et al., 1967; ARBORELIUS et al., 1972a; DENISON et al., 1972; BEGIN et al., 1976; EPSTEIN et al., 1976; CHRISTIE et al., 1990; DIAS et al., 1997; KRUEL, 2000; COERTJENS et al., 2000; MÜLLER, 2000; ALBERTON et al., 2002; KRUEL et al., 2003a).

A teoria que explica este fenômeno afirma que com a imersão na água, o volume sanguíneo central é aumentado (aproximadamente 700ml), através da redistribuição do sangue venoso e fluído extracelular dos membros inferiores para a região central. Com o aumento do volume plasmático na região central, há um aumento também no volume do coração (aproximadamente 200ml), desta forma, o coração e vasos da circulação central são distendidos, ocasionando uma estimulação nos receptores de volume e pressão destes tecidos, levando a uma readaptação no sistema cardiovascular, aumentando a pressão venosa central e o débito cardíaco e volume sistólico, para enfim diminuir a FC (ARBORELIUS et al.,

1972a, RISCH et al., 1978 e WATENPAUGH et al., 2000). Além disso, as novas condições térmicas oferecidas pelo meio aquático parecem influir na bradicardia, devido à diminuição da necessidade de troca de calor por convecção e conseqüentemente menor quantidade de sangue na região periférica (KEATINGE & EVANS 1961; CRAIG & DVORAK, 1966; KAWAKAMI et al. 1967; COSTILL et al. 1967; RENNIE et al. 1971; DENISON et al. 1972; ARBORELIUS et al. 1972a; HÖLMER & BERGH, 1974; FOLINSBEE, 1974; ECHT et al. 1974; McARDLE et al. 1976; McMURRAY & HORWATH, 1979; AVELLINI et al. 1983; SHELDAHL et al., 1984; CHOUKROUN & VARENE, 1990; LEE et al., 1997; JOHANSEN et al., 1997; MÜLLER, 2000; SRÁMEK et al., 2000).

Não obstante, outro efeito que o organismo sofre frente à imersão é a diminuição do peso hidrostático. Este comportamento se dá em função de um dos mais conhecidos princípios da hidrostática, o princípio de Arquimedes, que, em síntese, afirma que todo corpo, parcial ou totalmente imerso em um fluído sofre uma força igual ao peso de volume deslocado por este fluido, com sentido contrário à força gravitacional da terra (OKUNO et al., 1982). Independente da idade, o percentual de redução do peso hidrostático no ponto da cicatriz umbilical encontrado na literatura é de 55% (HARRISON et al., 1992; KRUEL, 1994; KRUEL & TARTARUGA, 2001). A partir destes dados, especula-se que além da termodinâmica e pressão hidrostática, outro fator que exerce influência na resposta de bradicardia com a imersão na água seja o peso hidrostático. Como referido anteriormente, a imersão na água conduz a uma diminuição no peso hidrostático, desta forma inibindo os efeitos da força gravitacional, portanto a musculatura envolvida na manutenção da postura em pé, torna-se menos requisitada e um menor aporte de sangue é destinado para os membros inferiores, auxiliando também para a concentração de sangue na região central do organismo (ALBERTON et al., 2002). No estudo dos referidos autores foi observada uma bradicardia média de 15 batimentos por minuto com imersão até a cicatriz umbilical, entretanto com adição de peso até o ponto em que o peso hidrostático se equilibrava com o peso corporal a bradicardia diminuía para 11 batimentos por minuto, confirmando a influência da redução do peso hidrostático na bradicardia.

Além dos fatores que explicam a diminuição da FC com a imersão na água, discutidos anteriormente, outras variáveis podem modular a taxa da bradicardia, entre elas, a FC de repouso parece exercer influência considerável. A variação da

bradicardia em função da FC de repouso foi observada por KRUEL (1994) e confirmada por COERTJENS et al. (2001), aos quais observaram que quanto maior apresentava-se a FC de repouso, maior era a taxa de bradicardia.

São bem documentados na literatura que as respostas máximas e submáximas de FC e  $VO_2$  são mais baixas na CPF quando comparadas à corrida em esteira rolante em testes de esforço máximos (CONNELLY et al., 1990; TOWN & BRADLEY, 1991; BUTTS et al., 1991; SVEDENHAG & SEGER, 1992; WILDER & BRENNAN, 1993; MERCER, 1994; YU et al., 1994; FRANGOLIAS & RHODES, 1995; FRANGOLIAS & RHODES, 1996; FRANGOLIAS et al., 1996; MERCER & JENSEN, 1997; GEHRING et al., 1997; DOWZER et al., 1999).

Está claro que durante o exercício máximo, o  $VO_2$  e FC são mais baixos durante a CPF do que na corrida em esteira rolante. Contudo, no estudo de MERCER & JENSEN (1997) para uma determinada carga de trabalho submáxima, não foram encontradas diferenças na FC entre CPF e corrida em esteira rolante. Os referidos autores também encontraram respostas de pico mais baixas durante a CPF do que na corrida em esteira rolante independente do gênero. Além disso, a relação FC- $VO_2$  foi semelhante durante o exercício submáximo na CPF e corrida em esteira rolante. Para os referidos autores, esta semelhança na FC- $VO_2$  entre CPF e corrida em esteira rolante pode ser uma evidência que os estilos de corrida são semelhantes. Entretanto, estudos comparando a mecânica da corrida em terra contra a mecânica da CPF, demonstram que, quantitativamente, os dois exercícios são diferentes (TARTARUGA et al., 2001a; NILSSON et al., 2001; LARRONDA et al., 2002).

Além das comparações das respostas máximas e submáximas fisiológicas entre a CPF 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  $VO_{2\text{máx}}$  e a força isotônica concêntrica e excêntrica de extensores e flexores de joelho e dorso-flexores e flexores plantares do tornozelo, dentro de um programa de CPF, num período de quatro semanas para corredores. HAMER & MORTON (1990) encontraram respostas semelhantes às dos autores citados anteriormente, onde foi possível observar a manutenção de potência aeróbica, potência anaeróbica, trabalho e potência muscular em corredores recreacionais ( $VO_{2\text{máx}} = 49,32 \pm 5,42 \text{ ml. kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ).

Além de manter as valências fisiológicas, a CPF também foi capaz de melhorar o condicionamento aeróbico ( $VO_{2máx}$  em esteira rolante) de pessoas inicialmente sedentárias, tanto quanto a corrida em terra (MORROW, 1995).

WILBER et al. (1996) também realizaram um trabalho experimental, com corredores de meia e longa distância, num período de seis semanas, com um grupo treinando corrida em terra e outro grupo treinando a CPF. 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 Eco,  $VO_{2máx}$  e limiar anaeróbio entre os dois grupos, e nestas variáveis não foram encontradas diferenças significativas entre o treinamento de corrida em terra e o treinamento de CPF. Estes dados sugerem que a CPF pode servir como uma efetiva alternativa de treino para corredores em terra para a manutenção do desempenho.

Porém, além de manter as valências fisiológicas, para alguns autores (McWATERS, 1988; NAKAZAWA et al., 1994) o exercício dentro d'água pode desenvolver força muscular, principalmente nos músculos extensores do quadril. McWATERS (1988) afirma que a CPF pode aumentar a força muscular de extensores e flexores de quadril, aumentando a FP dentro d'água. No estudo de NAKAZAWA et al. (1994) foram comparados os sinais eletromiográficos de grupos musculares flexores e extensores 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 do quadril foram maiores do que no movimento terrestre. Entretanto, tanto no estudo de NAKAZAWA et al. (1994) quanto na obra de McWATERS (1988), não foram realizados experimentos para avaliar os ganhos de força muscular, além do mais, nos trabalhos de HAMER & MORTON (1990) e HERTLER et al. (1992) foram observadas apenas manutenções de força muscular em programas de treinamento de CPF. Outra informação importante acerca da possibilidade de ganhos de força muscular através da CPF, é oferecida por NILSSON et al. (2001), ao qual observaram uma ausência de fase excêntrica na CPF e do ciclo alongamento-encurtamento existente na fase de suporte da corrida em terra. As diferenças na função e coordenação muscular, aliadas às modificações de amplitude angular entre a CPF e corrida em terra (TARTARUGA et al., 2001a, NILSSON et al., 2001; TARTARUGA et al., 2001b) 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 CPF.

Outro fato importante para questionar a possibilidade de ganho de força através da CPF para corredores terrestres, é o fato de que comumente se aplica o treinamento de CPF através de cargas de resistência, ou seja, intensidades que trabalhem a rota metabólica oxidativa e, para PEREZ (1981) e 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, além disso, acrescenta também o número e a atividade de enzimas oxidativas, entre outras modificações. Portanto, para testar a hipótese de ganho de força muscular é necessário que o programa de treinamento em CPF possa ser organizado através de intensidades que se aproximem dos propósitos de ganho de força muscular. Alguns indícios na literatura apontam para a possibilidade de aumento de força muscular com o treinamento de CPF em indivíduos não atletas, porém não estão totalmente esclarecidas as possibilidades e limites de ganhos de força muscular através da CPF (KRUEL et al., 2003b).

De um modo geral, é possível afirmar que são insuficientes as informações acerca das adaptações fisiológicas e todavia menos em relação às adaptações biomecânicas de um treinamento de CPF relacionando com o desempenho da corrida terrestre para corredores de rendimento.

## **2.6 TÉCNICA DA CORRIDA**

Dentre as diversas formas que o homem conta para se locomover, desde o seu nascimento, a corrida é aquela que chama maior atenção, por ser o meio mais rápido e também por ser utilizada em forma de competição na maioria dos esportes. Cada atleta difere de todos os outros devido a diversos fatores, como origem e inserção muscular, tamanho e comprimento muscular, estrutura óssea, postura, flexibilidade, EST, MC, personalidade, e vários outros fatores que influenciam a forma e a técnica da corrida. Por causa do formato físico individual, a forma de propor uma avaliação da “melhor técnica” se dá em termos gerais. Além disso, é um erro grave para um corredor, copiar cegamente vários aspectos da forma de corrida de outros corredores (BAETA & MACKENZIE, 1989).

A corrida humana é uma forma livre de vários limites teóricos sobre a velocidade e mecânica da caminhada terrestre. Na corrida a velocidade é aumentada por causa da “flutuação” do corpo no ar, com ambos os pés acima do chão por um tempo curto em cada passada. Na corrida, não existe a fase de suporte duplo, com ambos os pés sobre o terreno simultaneamente. A perna traseira sempre inicia o balanceio na perna dianteira no momento do contato do pé no solo. Ao contrário da caminhada, a corrida possui um período de flutuação dupla em cada passada, com ambos os pés sem o contato com o solo (NOVACHECK, 2000). Importante destacar, que na CPF não existe a fase de vôo, portanto, ao contrário da corrida em terra, a CPF tem em todas as fases do ciclo de passada um membro inferior executando a propulsão ou mesmo o apoio.

Para um melhor entendimento da técnica da corrida, BAETA & MACKENZIE (1989) dividiram arbitrariamente, a ação de cada perna durante um ciclo de passada completo, em três fases, sem considerar a velocidade de corrida:

1) A fase de suporte.

No instante do contato do pé com o solo, este (o pé) deve estar 30cm à frente do ponto diretamente abaixo do CG. Esta é a fase mais curta, entre as três, e termina quando o CG é deslocado para frente do pé em contato com o solo. Numa grande velocidade de corrida, o contato do pé se aproxima na linha diretamente abaixo do CG.

2) A fase de impulsão.

Imediatamente após o término da fase de suporte, a fase de impulsão inicia e continua até os pés abandonarem o chão bem atrás do CG. Em toda esta fase o corpo é projetado a frente pela alavanca de extensores do quadril, joelho, tornozelo, e dedos do pé nesta ordem, agindo atrás do CG em ação de empurrar. Aumentando o CP forçadamente, resulta em grande força exercida pela perna agindo atrás do CG na fase de impulsão, direcionando grosseiramente à frente na fase de recuperação, se esforçando para por os pés no solo o mais à frente do CG possível, em um esforço inútil de “prender com garras” o corpo em direção à frente. O corredor deve ter uma sensação de empurrar o chão imediatamente para trás em toda a fase de impulsão.

3) A fase de recuperação.

Esta inicia quando os dedos do pé na fase de impulsão abandonam o chão, atrás do CG, e termina quando o mesmo pé, novamente toca o solo à frente do CG, para iniciar de novo a fase de suporte.

A inclinação do corpo na corrida é em função da aceleração - grande aceleração, grande inclinação. Para uma velocidade uniforme, o corpo deve ficar quase que ereto (i.e. sem aceleração, sem inclinação). A inclinação do corpo é sempre maior no início porque é quando há maior aceleração. Durante uma corrida com forte vento no percurso, há muitas vezes a necessidade de um ajuste na inclinação do corpo, equilibrando o corpo contra estas forças externas. A maior parte de uma avaliação da técnica de corredores, consiste em ajustar a inclinação do corpo.

O tronco permanece ereto, exceto durante aceleração. Os pés devem estar, quando em contato com o solo, diretamente abaixo do tronco. A posição do pé, no primeiro contato com o solo, varia largamente entre corredores. Isto é afetado pela velocidade e distância da prova do corredor, com uma “aterisagem” localizada na parte anterior do pé em provas curtas, e na região do calcanhar em longas e demoradas provas. O corredor deve tentar evitar um exagerado alcance com o pé à frente, no qual possa causar uma passada muito larga e gerar uma ação contrária, “freando o movimento” (BAETA & MACKENZIE, 1989).

Segundo COE & MARTIN (1991), as características de um bom estilo de corrida de meia-distância são (1) Uma grande flexibilidade de tornozelo, (2) Uma boa elevação de joelhos, (3) Um alto grau de mobilidade articular de quadril, (4) Ombros e antebraços relaxados, e (5) Boa correlação entre oscilação de braços e velocidade de corrida, (6) As mãos devem estar relaxadas mas não demasiadamente descontraídas.

As fases do movimento completo de pernas são de impulsão, recuperação e de suporte. A força é relacionada com a velocidade do corredor. Corredores de longa distância usam mais baixa elevação de joelhos e movimentos mais amplos de pernas amplos após o momento de despregue, do que corredores velocistas. Alguns corredores usam baixa elevação de joelhos, mantendo o pé rente ao solo em todas as fases da passada, utilizando um movimento arrastado. Isto é muito utilizado em provas longas, tal como provas de 10km e a maratona (COE & MARTIN, 1995).

Para BAETA & MACKENZIE (1989), a posição da cabeça deve estar relativamente equilibrada. O corredor deve estar olhando de 20 a 30 m à frente.

Alguns corredores olham justamente abaixo do horizonte enquanto correm. A base do pescoço e ombros devem estar relaxados também. COE & MARTIN (1995) afirmam que a cabeça deve estar equilibrada acima dos ombros e quadris.

Desta forma, torna-se evidente a importância da técnica de corrida para o desempenho de corredores (WILLIAMS & CAVANAGH, 1987; KIRÖLÄINEN et al., 2001), e a inclusão de um treinamento complementar pode influenciar na técnica de corrida em situação de competição.

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo, apresentaremos as informações referentes à amostra, os métodos e procedimentos utilizados para a seleção da amostra, coleta de dados dos testes [ $VO_{2máx}$ , Eco e teste máximo de 500m (T500)]. As variáveis e o delineamento experimental do estudo serão também apresentados. Por fim, são explicados os métodos estatísticos empregados para a análise dos dados.

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

Esta pesquisa se caracteriza por ser quase-experimental, devido a não aleatoriedade na escolha da amostra, com pré-teste e pós-teste para dois grupos experimentais (CAMPBELL & STANLEY, 1979).

#### **3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA**

A população se constituiu de homens e mulheres atletas, corredores de provas de média e longa distância.

A amostra foi composta por 18 atletas corredores de alto desempenho do sexo masculino e feminino. Dos 24 indivíduos que iniciaram o programa, apenas 18 indivíduos, sendo 6 mulheres e 12 homens, completaram o estudo. A desistência foi devido à mudança de cidade e incompatibilidade de horários dos treinos. Dos 18 indivíduos que realizaram todo o estudo, 9 participaram do GE1 (6 homens e 3 mulheres) e 9 participaram do GE2 (6 homens e 3 mulheres).

A determinação do número para a amostra, decorreu de um cálculo estatístico (NUNES, 1996), desenvolvido a partir dos resultados de um teste de 500m realizado um ano antes do presente estudo, conforme apêndice A.

### **3.3 PROCEDIMENTOS PARA SELEÇÃO DA AMOSTRA**

Todos os atletas participantes do estudo estavam inscritos na Federação Atlética Rio-Grandense membros da equipe de meia e longa distância da Sociedade Ginástica Porto Alegre (SOGIPA), selecionados por voluntariedade e convidados pessoalmente a participarem da pesquisa. Antes do primeiro teste, todos os sujeitos leram e assinaram o termo de consentimento, que está de acordo com as recomendações do ACSM (Colégio Americano de Medicina Esportiva) (1994), conforme anexo A.

### **3.4 VARIÁVEIS**

#### **3.4.1 VARIÁVEIS DEPENDENTES**

As variáveis dependentes deste estudo estão organizadas em três sub divisões: variável de desempenho, variáveis biomecânicas e variáveis fisiológicas.

#### **Variável de desempenho**

- tempo do T500 (TT500) – O tempo necessário para o atleta realizar o teste de 500m na pista atlética. Esta variável representa o desempenho dos atletas neste estudo.

#### **Variáveis biomecânicas**

As variáveis biomecânicas foram escolhidas a partir dos modelos cinemáticos apresentados na literatura. No T500 as variáveis foram definidas a partir dos estudos de BATES & HAVEN (1974), ELLIOT & ACKLAND (1981), SPRAGUE & MANN (1983) aos quais estes autores estudaram os efeitos da fadiga na corrida, comportamento este, esperado neste estudo (presença de fadiga). No teste de Eco foram escolhidas as variáveis cinemáticas mais relacionadas com Eco (CAVANAGH & KRAM, 1985; WILLIAMS & CAVANAGH, 1987; MARTIN & MORGAN, 1992; KYRÖLÄINEN et al., 2001).

## T500:

- frequência de passada nos 50m (FP50),
- frequência de passada nos 450m (FP450),
- comprimento de passada nos 50m (CP50),
- comprimento de passada nos 450m (CP450),
- comprimento de passada relativa nos 50m (CPR50),
- comprimento de passada relativa nos 450m (CPR450),
- tempo de passada nos 50m (TP50),
- tempo de passada nos 450m (TP450),
- tempo de suporte nos 50m (TS50),
- tempo de suporte nos 450m (TS450),
- tempo de vôo nos 50m (TV50),
- tempo de vôo nos 450m (TV450),
- ângulo do joelho no contato nos 50m (AJC50),
- ângulo do joelho no contato nos 450m (AJC450),
- ângulo do joelho no despregue nos 50m (AJD50),
- ângulo do joelho no despregue nos 450m (AJD450),
- velocidade linear horizontal do quadril nos 50m (VH50),
- velocidade linear horizontal do quadril nos 450m (VH450),

## TESTE DE Eco:

- frequência de passada (FPeco),
- comprimento de passada (CPeco),
- comprimento de passada relativa (CPReco),
- tempo de passada (TPeco),
- tempo de suporte (TSeco),
- tempo de vôo (TVeco).

**Variáveis fisiológicas**

As variáveis fisiológicas foram definidas de forma que pudessem oferecer uma possibilidade de aprofundar o entendimento dos mecanismos da possível melhora ou prejuízo do desempenho dos corredores com inclusão do treinamento de CPF. Partindo deste entendimento, procurou-se encontrar os modelos de performance mais atuais na literatura para corredores de rendimento (BASSET &

HOWLEY, 2000). Para tanto foram necessários dois testes ( $VO_{2m\acute{a}x}$  e Eco) que tornaram possível a obtenção das seguintes variáveis:

- consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ),
- velocidade no consumo máximo de oxigênio ( $VelVO_{2m\acute{a}x}$ ),
- frequência cardíaca máxima ( $FC_{m\acute{a}x}$ ),
- volume expiratório máximo ( $VE_{m\acute{a}x}$ ),
- primeiro limiar ventilatório (1LV),
- velocidade no primeiro limiar ventilatório ( $Vel1LV$ ),
- segundo limiar ventilatório (2LV),
- velocidade no segundo limiar ventilatório ( $Vel2LV$ ),
- economia de corrida (Eco).

### 3.4.2 VARIÁVEIS INDEPENDENTES

#### **Tipo de treinamento**

Dois grupos organizados da seguinte forma: o GE1 com substituição de 30% do volume de treinamento de corrida em terra pela CPF, e o GE2 sem a substituição de 30% do volume de treinamento de corrida em terra pela CPF (GE2) conforme figura 4.

#### **Tempo (pré/pós)**

Foi realizada uma bateria de testes antes do programa de treinamento (pré-teste) e depois do programa de treinamento (pós-teste).

### 3.4.3 VARIÁVEIS DE CONTROLE

#### **Volume, intensidade e frequência de treinamento**

Quaisquer destes parâmetros podem influenciar diretamente o resultado de um programa de treinamento (WENGER & BELL, 1986). Para controlar estas variáveis, organizou-se o GE1, semelhante ao GE2, no qual o volume, a intensidade e a frequência de treinamento fossem semelhantes entre os dois grupos (Quadros 2 e 3).

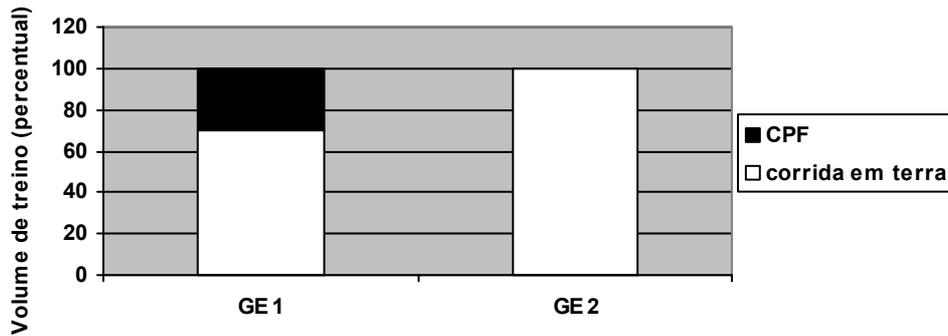


Figura 4 - Volume de treino (em percentuais) dos GE's.

#### 3.4.4 VARIÁVEIS PARA CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

##### **Variáveis antropométricas**

Estas variáveis têm função de caracterização da amostra. Além disso, executaram-se os testes estatísticos de comparação como um grupo de variáveis denominado de antropometria com as variáveis de massa corporal (MC), somatório das dobras cutâneas (DC) e somatório dos perímetros (PER). Fizeram-se estes testes pela importância da composição corporal para as respostas de Eco (MORGAN & MARTIN, 1992, KYROLAINEN et al., 2001).

As variáveis antropométricas são:

- massa corporal (MC),
- estatura (EST),
- comprimento de membro inferior (cmi),
- somatório de 5 dobras cutâneas (DC): coxa, abdômen, supra-ilíaca, subescapular e tríceps,
- somatório de 4 perímetros (PER): braço relaxado, braço contraído, coxa superior, coxa medial.

##### **Variáveis gerais**

- idade: em anos,
- AT: anos de treinamento,
- VST: volume semanal de treinamento.

### 3.5 TRATAMENTO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE (programa de treinamento)

O planejamento do treinamento dos corredores foi delineado de forma a possibilitar cargas de esforço comuns para corredores de alto nível<sup>1</sup>.

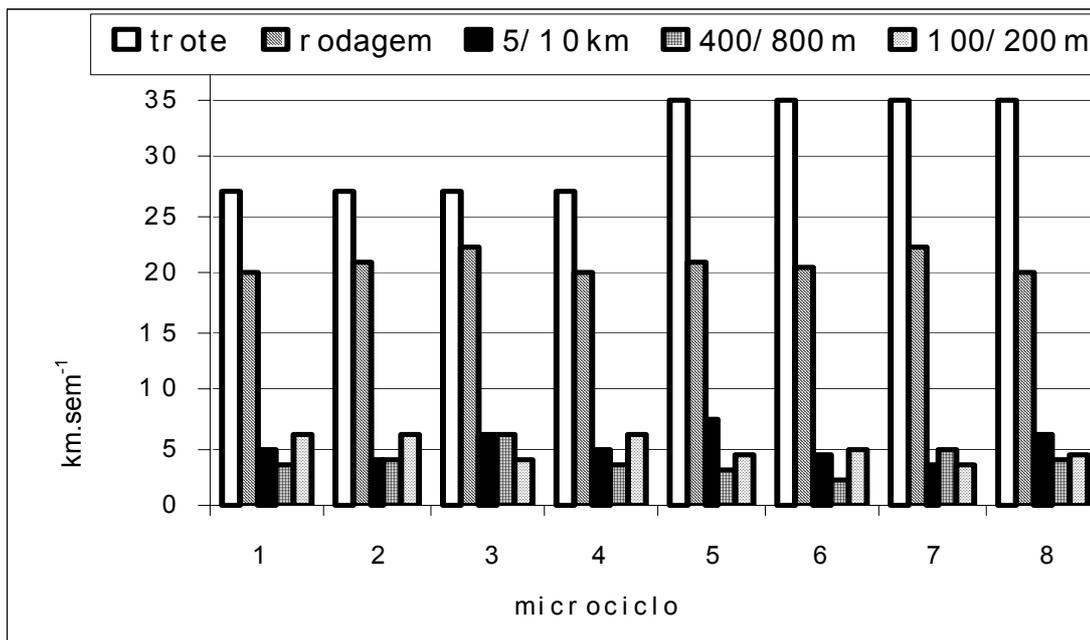


Figura 5 – Volume de treinamento organizado por microciclo e por intensidade de esforço ( $\text{km.semana}^{-1}$ ).

Para fins de organização, o treinamento foi dividido em dois ciclos. Cada ciclo compreende 4 microciclos de treinamento. Na figura 5 é apresentado o somatório das cargas de treinamento divididas por níveis de esforço para cada microciclo de treinamento.

#### 1º CICLO –

<sup>1</sup> O planejamento do treinamento foi realizado pelo Professor Leonardo Rossato Ribas na função de técnico dos atletas utilizados no presente estudo.

Quadro 2 – Organização do primeiro ciclo de treinamento contendo 4 microciclos. Os quadros negritados são as sessões de CPF (GE1) O quadro do mesmo dia não negritado é o do GE2. Os dias restantes são comuns para os dois grupos experimentais.

| 2ª FEIRA  | 3ª FEIRA  | 4ª FEIRA   | 5ª FEIRA  | 6ª FEIRA  | SÁBADO  | DOMINGO  |
|---|---|--|---|---|---|----------|
| Aquecimento<br>+<br>2x3x600m<br>-pausa-3'<br>-M.pausa – 5'<br>ritmo – livre<br>+<br>3km trote | Aquecimento<br>+<br>2xcircuito<br>30s :30s<br>+<br>5km<br>rodagem | <b>- piscina<br/>15min. Leve<br/>+<br/>15x1'forte:<br/>1'leve. +<br/>15min. leve</b><br>- terra<br>15 min. leve<br>+<br>15x1'forte:<br>1'leve. +<br>15min. leve  | Aquecimento<br>+<br>2xcircuito<br>30s :30s<br>+<br>5km<br>rodagem | <b>- piscina<br/>40min. de<br/>rodagem</b><br>- terra<br>40min. de<br>rodagem           | Aquecimento<br>+<br>téc. de corrida<br>+<br>15x150m<br>subidas<br>+<br>3km de trote | DESCANSO |
| Aquecimento<br>+<br>8x500m<br>-pausa-3'<br>-ritmo-livre<br>+<br>3km trote                     | Aquecimento<br>+<br>2xcircuito<br>30s :30s<br>+<br>5km<br>rodagem | <b>- piscina<br/>15min. leve<br/>+<br/>12x2'forte:<br/>2'leve. +<br/>15min. leve</b><br>- terra<br>15min. leve<br>+<br>12x2'forte:<br>2'leve. +<br>15min. leve   | Aquecimento<br>+<br>2xcircuito<br>30s :30s<br>+<br>5km<br>rodagem | <b>- piscina<br/>50min. de<br/>rodagem leve</b><br>- terra<br>50min. de<br>rodagem leve | Aquecimento<br>+<br>téc. de corrida<br>+<br>15x150m<br>subidas<br>+<br>3km de trote | DESCANSO |
| Aquecimento<br>+<br>2x5x400m<br>-pausa-2'<br>-M.pausa – 5'<br>ritmo livre<br>+<br>3km trote   | Aquecimento<br>+<br>2xcircuito<br>30s :30s<br>+<br>5km<br>rodagem | <b>- piscina<br/>15min. leve<br/>+<br/>20x30"forte:<br/>1'leve. +<br/>15min. leve</b><br>- terra<br>15min. leve<br>+<br>20x30"forte:<br>1'leve. +<br>15min. leve | Aquecimento<br>+<br>2xcircuito<br>30s :30s<br>+<br>5km<br>rodagem | <b>- piscina<br/>60min. de<br/>rodagem leve</b><br>- terra<br>60min. de<br>rodagem leve | Aquecimento<br>+<br>téc. de corrida<br>+<br>15x150m<br>subidas<br>+<br>3km de trote | DESCANSO |
| Aquecimento<br>+<br>2x3x600m<br>-pausa-3'<br>-M.pausa – 5'<br>ritmo- livre<br>+<br>3km trote  | Aquecimento<br>+<br>2xcircuito<br>30s :30s<br>+<br>5km<br>rodagem | <b>- piscina<br/>15min. leve<br/>+<br/>15x1'forte:<br/>1'leve. +<br/>15min. leve</b><br>- terra<br>15min. leve<br>+<br>15x1'forte:<br>1'leve. +<br>15min. leve   | Aquecimento<br>+<br>2xcircuito<br>30s :30s<br>+<br>5km<br>rodagem | <b>- piscina<br/>40min. de<br/>rodagem leve</b><br>- terra<br>40min. de<br>rodagem leve | Aquecimento<br>+<br>téc. de corrida<br>+<br>15x150m<br>subidas<br>+<br>3km de trote | DESCANSO |

Fonte: Quadro de periodização de autoria de Leonardo Rossato Ribas, não publicado.

## 2º CICLO –

Quadro 3 – Organização do segundo ciclo de treinamento contendo 4 microciclos. Os quadros negritados são as sessões de CPF (GE1) O quadro do mesmo dia não negritado é o do GE2. Os dias restantes são comuns para os dois GE's.

| 2ª FEIRA | 3ª FEIRA | 4ª FEIRA | 5ª FEIRA | 6ª FEIRA | SÁBADO | DOMINGO |
|----------|----------|----------|----------|----------|--------|---------|
|----------|----------|----------|----------|----------|--------|---------|

|  |   |  |   |  |  |                      |
|--|---|--|---|--|--|----------------------|
| 2x4x400m-<br>68-70s<br>p-2'-<br>M.pausa.-5'    | Téc. corrida<br>6x50m(95%)<br>musculação<br>10x120S +<br>120L<br>4km leve | - piscina<br>15'aquec. +<br>10x2'forte:<br>1'leve +<br>15'trote<br><br>- terra<br>15'aquec. +<br>10x2'forte:<br>1'leve +<br>15'trote         | Téc. corrida<br>6x50m(95%)<br>musculação<br>10x120S +<br>120L<br>4km leve | - piscina<br>50min. de<br>rodagem<br><br>- terra<br><br>50min. de<br>rodagem | 10x150m<br>subidas +<br>reforço na<br>areia. | 40min. De<br>rodagem |
| 2x3x500m-<br>1:23-28s<br>p-3'-<br>M.pausa.-5'  | Téc. corrida<br>6x50m(95%)<br>musculação<br>10x120S +<br>120L<br>4km leve | - piscina<br>15'aquec. +<br>12x1' forte:<br>1' leve +<br>15' trote<br><br>- terra<br>15'aquec. +<br>12x1' forte:<br>1' leve +<br>15' trote   | Téc. corrida<br>6x50m(95%)<br>musculação<br>10x120S +<br>120L<br>4km leve | - piscina<br>45min. de<br>rodagem<br><br>- terra<br><br>45min. de<br>rodagem | 10x200m<br>subidas +<br>reforço na<br>areia. | 40min. de<br>rodagem |
| 3x2x600m –<br>1:50-55s<br>p-3'-<br>M.pausa.-5' | Téc. corrida<br>6x50m(95%)<br>musculação<br>120S + 120L<br>4km leve       | - piscina<br>15'aquec. +<br>15x30s forte:<br>1' leve +<br>15' trote<br><br>- terra<br>15'aquec. +<br>15x30s forte:<br>1' leve +<br>15' trote | Téc. corrida<br>6x50m(95%)<br>musculação<br>120S + 120L<br>4km leve       | - piscina<br>50min. de<br>rodagem<br><br>- terra<br><br>50min. de<br>rodagem | 12x200m<br>subidas +<br>reforço na<br>areia. | 50min. de<br>rodagem |
| 2x4x400m-<br>68-70s-<br>p-2'-<br>M.pausa.-5'   | Téc. corrida<br>6x50m(95%)<br>musculação<br>120S + 120L<br>4km leve       | - piscina<br>15'aquec. +<br>10x2' forte:<br>1' leve +<br>15' trote<br><br>- terra<br>15'aquec. +<br>10x2' forte:<br>1' leve +<br>15' trote   | Téc. corrida<br>6x50m(95%)<br>musculação<br>120S + 120L<br>4km leve       | - piscina<br>40min. de<br>rodagem<br><br>- terra<br><br>40min. de<br>rodagem | 10x150m<br>subidas +<br>reforço na<br>areia. | 40min. de<br>rodagem |

Fonte: Quadro de periodização de autoria de Leonardo Rossato Ribas, não publicado.

Nos quadros 2 e 3 estão os trabalhos desenvolvidos por ambos os grupos, GE1 e GE2, com a diferença de que nas quartas-feiras e sextas-feiras o GE1 desenvolveu o treino na piscina enquanto que o GE2 o fez na pista atlética da SOGIPA. Uma limitação neste tipo de planejamento, foi a aplicação do treinamento no período de base destes atletas, portanto, as conclusões tornando-se restritas a este período de treinamento. Por outro lado, através deste tipo de organização pode-se realizar o estudo em uma situação real de treinamento dos atletas, utilizando o planejamento do técnico.

Convém ressaltar que nestes dias, tal como no restante dos dias, os trabalhos foram realizados com a mesma carga de esforço, controlada pela sensação subjetiva ao esforço. As cargas de esforço foram determinadas através da escala de

sensação subjetiva ao esforço de WILDER & BRENNAN (1993). A escala tem descrições verbais desde muito leve até muito forte (anexo B).

Cada nível de esforço é descrito por intensidades de corrida: O nível 1 corresponde a muito leve ou ritmo de trote, o nível 2 corresponde a leve ou ritmo de rodagem, o nível 3 corresponde a moderado ou ritmo de prova de 5/10km, o nível 4 corresponde a forte ou ritmo de tiro de 400/800 m e o nível 5 corresponde a muito forte ou ritmo de tiro de 100/200 m.

A transferência dos 30% de volume de treinamento para dentro d'água, foi realizada da seguinte forma: por exemplo, um tiro de 500m geralmente realizado para 2 minutos (forte) quando transferido para a CPF, ao invés de pedir para o atleta realizar 500m para 2 minutos, era pedido uma intensidade "forte" de corrida durante um tempo de 2 minutos. Desse modo, havia uma mudança de foco de atenção do atleta, da distância para a sensação subjetiva de esforço a fim de realizar a tarefa. Na corrida em terra, o corredor se concentrava para vencer uma dada distância (500m) em um determinado tempo, entretanto na CPF o atleta deveria se concentrar para realizar a tarefa em uma certa intensidade de esforço (forte) no tempo igual ao executado na corrida em terra.

A escolha desta forma de controle do treinamento se deve á especificidade da escala para corredores e a utilização desta escala em outros trabalhos científicos (MICHAUD et al., 1995; BUSHMAN et al., 1997). Além disso, em um estudo anterior, esta escala foi utilizada com 5 dos 18 atletas utilizados neste estudo e, nas cinco intensidades subjetivas de esforço os atletas alcançaram freqüências cardíacas semelhantes às alcançadas na corrida em terra, levando em consideração a bradicardia normal nestas intensidades de esforço (TARTARUGA et al., 2001b). O percentual de transferência de treinamento em terra para dentro d'água que o GE1 realizou foi de 31,3% do volume de treinamento total.

### **3.6 INSTRUMENTOS DE MEDIDA**

Foram utilizados os instrumentos do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da UFRGS.

#### **3.6.1 SISTEMA DE MEDIÇÃO E ANÁLISE DE MOVIMENTO**

Utilizou-se o sistema de vídeo 2D *Peak Performance*, versão 5.3. Este sistema consiste em um computador, monitor de imagens, monitor de computador, uma câmera de vídeo de alta velocidade, um videocassete *super-VHS* e acessórios. Este sistema possui a capacidade de coleta de imagens de até 120 quadros por segundo. Antes das coletas de dados biomecânicos, durante os testes de Eco e T500, realizava-se a calibração da imagem com uma medida conhecida.

### 3.6.2 ERGOESPIRÔMETRO (analisador de gases)

O analisador de gases modelo MGC da *Medical Graphics Corporation* (St. Paul, EUA), foi usado para a medida direta do  $VO_2$  e dos demais parâmetros ventilatórios. Este aparelho coleta amostras de gás expirado e apresenta vários parâmetros ventilatórios em tempo real, com a possibilidade de armazenamento dos dados de até, respiração por respiração (*breath-by-breath*) para posterior análise,. Possibilita a utilização de um oclusor nasal, limitando a respiração do indivíduo apenas pela boca e um bocal, ou uma máscara. No presente estudo utilizou-se a coleta de informações de 15 em 15 segundos (s).

### 3.6.3 CRONÔMETROS

Dois cronômetros da marca Casio, com resolução de décimo de segundo.

### 3.6.4 BALANÇA ELETRÔNICA

Para determinação da MC foi utilizada uma balança eletrônica, modelo PS - 180 da marca URANO, RS/Brasil, com carga máxima de 180 kg e resolução de 0,1kg.

### 3.6.5 ESTADIÔMETRO

Constituído de uma parte fixa a parede, onde desliza o cursor, no qual mede-se a EST do sujeito na posição de pé, com resolução de 1 milímetro (mm).

### 3.6.6 ESTEIRA ROLANTE

Uma esteira rolante de marca Quinton (Seattle, USA), com velocidade máxima de  $26 \text{ km.h}^{-1}$  e inclinação de até 40%, foi usada nos testes de  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  e Eco. A resolução da velocidade e da inclinação deste equipamento é de  $0,1 \text{ km.h}^{-1}$  e 1%, respectivamente.

### 3.6.7 SENSOR DE BATIMENTOS CARDÍACOS

Marca POLAR, modelo VANTAGE XL, foi utilizado para a verificação da FC. Este sensor tem como características:

- indicar simultaneamente a FC, o tempo total do exercício e a hora atual;
- poder armazenar na memória oito diferentes arquivos com 33 horas de monitoração;
- gravar e armazenar histórico detalhado para posterior avaliação em computador; e
- ser a prova d'água até 20m de profundidade.

### 3.6.8 FICHA DE DADOS INDIVIDUAIS

Nesta ficha foram anotados os seguintes dados: nome, data, código numérico, endereço, cidade, bairro, cep, telefone, e-mail, data de nascimento, idade, sexo, categoria, MC, EST, cmi, massa do calçado, anos de treinamento (AT), volume semanal de treinamento (VST); PER's de coxa, coxa medial, braço relaxado, braço contraído; DC's de coxa, abdômen, supra-ílica, subescapular e tríceps;  $\text{VeIVO}_{2\text{máx}}$ ,  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , 1LV, 2LV,  $\text{FC}_{\text{máx}}$  (ver anexo B).

### 3.6.9 COMPASSO DE DOBRAS CUTÂNEAS

Para medição das DC, utilizou-se um compasso de DC, marca *Caliper (The Body Caliper, Inc, CA)*, com resolução de 0,1 mm.

### 3.6.10 FITA MÉTRICA

Para determinação dos PER foi utilizada uma fita métrica de metal, com 2m de comprimento, com resolução de 1mm.

## 3.7 PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS

Os voluntários foram informados do objetivo do estudo, dos riscos e eventuais desconfortos e assinaram um termo de consentimento, conforme descrito no anexo A.

Foi usada a sala de fisiologia do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), para os testes fisiológicos e a pista de atletismo para o T500. Todos estes localizados na Esef-UFRGS. Os indivíduos estavam vestidos com roupas apropriadas para treino.

Primeiramente foi realizado o teste de  $VO_{2máx}$ , para organizar os GE1 e GE2 emparelhados pelo  $VO_{2máx}$  inicial. Neste teste foram determinados também o 1LV, 2LV e  $FC_{máx}$ . Antes do teste foram realizadas as medições de MC, EST, DC, PER e cmi nos atletas.

Com um intervalo de tempo mínimo de dois dias foi realizado o teste de Eco. E, também com no mínimo dois dias de intervalo realizou-se o T500.

Os treinamentos em terra de ambos GE's realizaram-se no clube SOGIPA, enquanto que os treinamentos na água do GE1 foram realizados na piscina grande do Centro Natatório Professor Frederico Guilherme Gaelzer situado na Esef/UFRGS.

A mesma bateria de testes foi realizada no pós-teste, na mesma ordem cronológica.

## 3.8 PROTOCOLOS DE TESTES

### 3.8.1 PROTOCOLO PARA DETERMINAÇÃO DO $VO_{2máx}$

Antes do início do primeiro teste da tarde, o equipamento de ergoespirometria era ligado uma hora antes para aquecimento e estabilização das células de análise de gases. Em seguida procedia-se a calibração.

### 3.8.1.1 CALIBRAÇÃO DO ERGOESPIRÔMETRO

O procedimento de calibração foi adotado em todos os dias de teste. A calibração do ergoespirômetro incluiu procedimentos de calibração do pneumotacógrafo e do analisador de gases. Uma calibração completa foi realizada pelo menos uma vez por dia. Se as condições do teste fossem alteradas durante o dia por qualquer razão (por exemplo, alterações consideráveis na temperatura ou falta de energia elétrica), o procedimento completo era repetido.

Procedimentos para calibração:

a) Informação das condições ambientais: antes do início do processo de calibração foram informadas a temperatura ambiente, a pressão atmosférica e a umidade relativa do ar.

b) Calibração do volume no pneumotacógrafo: inicialmente foi feita eletronicamente pelo sistema a calibração do volume zero no pneumotacógrafo. Nesse momento era importante assegurar que não houvesse movimento do ar ou que se respirasse perto do pneumotacógrafo, podendo introduzir fluxo. Em seguida foi feita a calibração do volume com cinco injeções e ejeções de ar em diferentes velocidades através do pneumotacógrafo com uma seringa de três litros.

c) Calibração do analisador de gases: consistia no ajuste das concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> de acordo com as concentrações dos cilindros de referência (21% O<sub>2</sub> e nitrogênio para balanço) e de calibração (12% O<sub>2</sub>, 5,09% CO<sub>2</sub>, e nitrogênio para balanço), da empresa *Air Products*. Por último, foi feita a medida da *phase delay*, ou seja, a diferença de tempo entre a detecção do fluxo pelo pneumotacógrafo, praticamente instantânea, e as medidas das concentrações dos gases pelo analisador.

Durante os testes foram registrados os seguintes parâmetros: VO<sub>2</sub>, VCO<sub>2</sub>, VE, pressão de O<sub>2</sub> no final de expiração (P<sub>ET</sub>O<sub>2</sub>), pressão de CO<sub>2</sub> no final de expiração (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>), razão de troca respiratória, FC, tempo e velocidade.

### 3.8.1.2 FAMILIARIZAÇÃO

Os indivíduos que nunca haviam se submetido ao teste ergoespirométrico em esteira rolante passaram por um teste de adaptação aos equipamentos antes de iniciar o estudo.

### 3.8.1.3 TESTE MÁXIMO

Os indivíduos eram instruídos a realizarem um breve alongamento antes do teste, e após a colocação do sensor de FC e máscara de coleta de gases, ficavam sentados por aproximadamente 3 minutos antes do início do teste.

Neste experimento foi realizado o teste de cargas progressivas, em esteira rolante, segundo protocolo em rampa. A carga (velocidade) inicial para homens foi  $10 \text{ km.h}^{-1}$  e para as mulheres foi  $9 \text{ km.h}^{-1}$ , com um incremento de  $0,5 \text{ Km.h}^{-1}$  a cada 30s em ambos os grupos, para determinação do  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  e dos LV's. Os incrementos de carga foram suficientes para que o teste durasse de 8 a 14 minutos. O protocolo em rampa facilita a visualização dos limiares ventilatórios além de ser efetivo para determinar o  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  (KANG et al., 2001). As definições das velocidades iniciais e sobrecargas de esforço foram baseadas também em avaliações semelhantes realizadas um ano antes com corredores de rendimento, durante o projeto piloto (apêndice B).

Os critérios utilizados para alcançar o  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  (HSI et al., 1998) foram:

- Através da solicitação voluntária do sujeito;
- Platô na curva de  $\text{VO}_2$ ;
- Razão de troca respiratória maior que 1,15.

Os indivíduos realizaram o protocolo do teste sem agarrarem-se nos suportes da esteira rolante durante todo o teste. Neste teste utilizou-se o critério do  $\text{VO}_2$  de pico, ou seja, o maior valor encontrado durante o transcorrer do teste. O mesmo critério foi usado para a determinação da  $\text{FC}_{\text{máx}}$ .

### 3.8.2 COLETA DOS DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Antes de iniciar o teste de  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , coletou-se os dados antropométricos, de MC, EST; as DC's de coxa, abdômen, supra-ílica, subescapular e tríceps e os PER's de coxa, coxa medial, braço contraído e braço relaxado.

A dobra cutânea da coxa é medida paralelamente ao eixo longitudinal, na região anterior da coxa na metade desta distância. Para facilitar o pinçamento desta dobra o avaliado deverá deslocar o membro inferior direito à frente, com uma semiflexão do joelho, e manter o peso do corpo no membro inferior esquerdo. A medida de dobra cutânea do abdômen é verificada aproximadamente a 3cm à direita e 1cm abaixo da cicatriz umbilical, obliquamente ao eixo longitudinal. A medida supra-ílica é obtida obliquamente em relação ao eixo longitudinal, na metade da distância entre o último arco costal e a crista ílica, sobre a linha axilar medial. É necessário que o avaliado afaste o braço para trás para permitir a execução da medida. A dobra subescapular é executada obliquamente em relação ao eixo longitudinal, seguindo a orientação dos arcos costais, sendo localizada a 2cm abaixo do ângulo inferior da escápula. A medida tricipital é realizada na face posterior do braço, paralelamente ao eixo longitudinal, no ponto que compreende a metade da distância entre a borda súpero-lateral do acrômio e o olecrano (HARRISON et al., 1988; ESTON & REILLY, 1996).

### 3.8.3 PROTOCOLO PARA DETERMINAÇÃO DA Eco

Para a Eco foi utilizado o protocolo descrito por POWERS et al. (1983), no qual consiste de um aquecimento de 5 minutos e logo em seguida um estágio de 7 minutos, neste estudo modificamos para 6 minutos na velocidade de  $14 \text{ km.h}^{-1}$ , a diminuição do tempo do teste, foi devido à possibilidade do início da estabilização do  $\text{VO}_2$  em, no máximo, 3 minutos possibilitando um platô de  $\text{VO}_2$  para a obtenção da informação de Eco (BASSET & HOWLEY, 2000).

### 3.8.4 PROTOCOLO DO TESTE DE 500m (T500)

No T500<sup>2</sup>, os corredores completaram 500m no menor tempo possível para determinar o tempo de teste, além disso a técnica de corrida foi analisada nos trechos dos 50m e 450m do teste, a fim de avaliar os efeitos da fadiga nas variáveis

---

<sup>2</sup> A distância de 500m foi escolhida em razão da possibilidade de utilização de uma câmera de vídeo no local da pista onde não houvesse curvas (trechos de 50 e 450m) e a presença de fadiga (TARTARUGA et al., 2001d) no segundo trecho com o objetivo de análise da técnica em situação de fadiga dos atletas. No estudo do referido autor foi observado que a técnica de corrida, de um modo geral, foi modificada do primeiro trecho (50m) para o segundo trecho (450m) devido à fadiga.

cinemáticas no GE1 e GE2. Concomitante a este teste foi realizado a aquisição de dados biomecânicos, mais especificamente os de cinemetria (figura 6).

A cinemática do movimento de corrida foi registrada por vídeo. A filmagem 2-D, realizou-se com uma câmera fixa, distante 7m, o bastante para incluir na imagem um ciclo de passada completa, no qual foi maior de 6m [pois no projeto piloto (apêndice B) foi utilizado esta medida e para alguns atletas o comprimento da passada era maior do que o foco da imagem no monitor de vídeo] do corredor com o objetivo de poder registrar uma passada completa dos indivíduos, ligada ao sistema de vídeo (*Peak Performance*, versão 5.3), no plano sagital, com uma velocidade de aquisição de dados de  $120 \text{ quadros.segundo}^{-1}$ . Para um melhor contraste dos pontos a serem digitalizados, foram usadas fitas reflexivas nos pontos, do quinto meta-tarso, calcanhar, tornozelo, joelho, quadril, ombro, cotovelo e punho.

### 3.8.5 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS CINEMÁTICAS

Em ambos os testes onde se avaliaram as variáveis biomecânicas (teste de Eco e T500) o início do ciclo de passada foi determinado pelo primeiro toque com o pé esquerdo no solo e o fim do mesmo ciclo de passada, pelo próximo toque do pé esquerdo no solo.

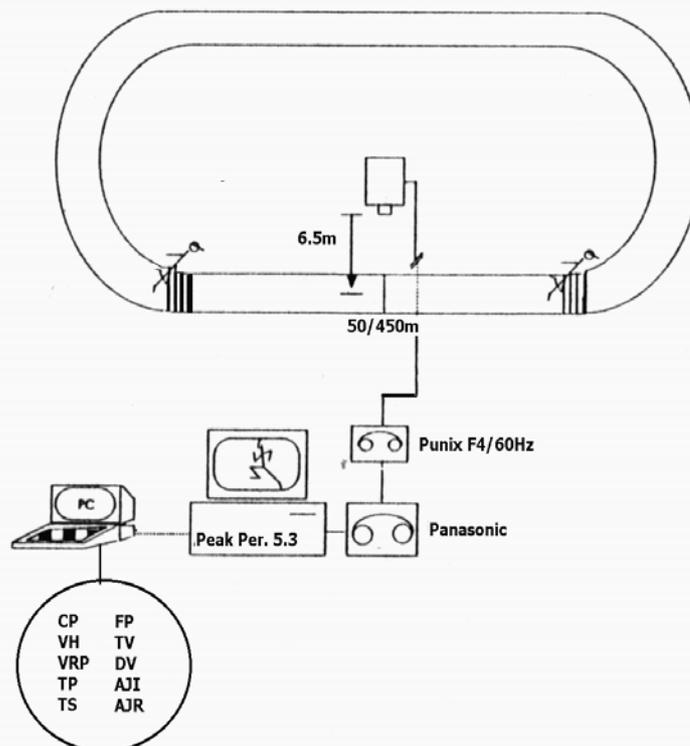
As variáveis cinemáticas do teste de Eco (FPeco, CPeco, CPReco, TPeco, TSeco, TVeco) foram determinadas a partir da média dos valores de três ciclos de passada consecutivos, escolhidos qualitativamente através de análise de vídeo, no qual era observada uma estabilização de corrida.

Para determinar estas variáveis, considerou-se a velocidade horizontal (metros por segundo) na esteira rolante sendo o valor dado pelo mostrador digital da esteira rolante. O CPeco foi considerado como a distância horizontal percorrida (em metros) durante um ciclo de passada completo. O CPReco foi definido como o CPeco dividido pelo cmi do atleta. A FPeco era a quantidade de passadas por segundo, enquanto que o TPeco foi o tempo necessário para completar um ciclo de passada completa. O TSeco foi determinado como o tempo no qual um dos pés permanecia em contato com o solo durante um ciclo de passada e o TVeco constituiu-se como o tempo em que nenhum dos pés estavam em contato com o solo.

As variáveis biomecânicas analisadas a partir do T500 foram: FP50, FP450, CP50, CP450, CPR50, CPR450, TP50, TP450, TS50, TS450, TV50, TV450, AJC50, AJC450, AJD50, AJD450, VH50, VH450. Utilizou-se um ciclo de passada completa nos trechos de 50m e 450m do T500. A escolha destes dois momentos do teste foi devido a necessidade de oportunizar duas situações (uma de não fadiga e outra de fadiga nos atletas), uma vez que estes atletas geralmente nos finais das provas executam o movimento de corrida em situação de fadiga e, a fadiga é definida na literatura como uma redução no desempenho de uma dada tarefa através da perda de rendimento da força (GIBSON & EDWARDS, 1985 e FITTS, 1994). Esta definição reconhece que a habilidade em sustentar uma carga sem redução de trabalho, necessita tanto da força como da velocidade. Em todas as atividades físicas, incluindo a corrida, é comum a alteração da técnica devido à presença de fadiga (ELLIOT & ACKLAND, 1981, TARTARUGA et al., 2001d; AMBROSINI et al., 2002).

As FP50's e FP450's foram definidas como o número de passadas em um segundo ( $\text{passadas.s}^{-1}$ ), os CP50's e CP450's foram definidas como a distância horizontal, em metros, de um ciclo de passada completo. Os CPR50's e CPR450's são os CP50's e CP450's, respectivamente, divididos pelo cmi do referido atleta. Os TP50's e TP450's são definidos como o tempo, em segundos, de um ciclo completo de passada. Os TS50's e TS450's foram definidos como o tempo no qual um dos

f  
t  
A  
c  
c  
r



TV450's eram os  
lo. Os AJC50's e  
tato com o solo, e  
do último contato  
 $\text{m.s}^{-1}$ , a partir da

Figura 6 – Teste de 500m (T500).

Os dados foram armazenados para posterior análise em um *software* denominado *Fast Running* versão 1.0 (TARTARUGA et al., 2001e). Este programa possibilitou um melhor armazenamento e análise das variáveis biomecânicas dos atletas.

### 3.9 TRATAMENTO DOS DADOS FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS

Como referido anteriormente, o valor de  $VO_{2máx}$  foi obtido através do valor de pico de  $VO_{2máx}$  por espirometria de circuito aberto. Esta técnica de estimativa foi escolhida em função de (a) não ser invasiva; (b) evitar a necessidade de presença dos indivíduos mais uma vez no laboratório para realizar outro protocolo máximo. A  $FC_{máx}$  foi obtida pelo valor maior encontrado durante o teste de esforço.

O limiar aeróbio ou 1LV, foi determinado através da análise visual da análise de regressão entre  $VO_2$  e  $VCO_2$ , conhecido como método da inclinação V (*V-slope*), conforme trabalho de BEAVER et al. (1986).

O limiar anaeróbio ou 2LV, foi determinado usando o critério de aumento no equivalente ventilatório do oxigênio e do gás carbônico ( $VE.VO_2^{-1}$  e  $VE.VCO_2^{-1}$ ), com uma redução concomitante na  $P_{ET}CO_2$ .

O 1LV e 2LV foram determinados por dois observadores independentes por inspeção visual em gráficos impressos, os quais eram plotados em intervalos de 15 segundos em função do  $VO_2$ . Se a escolha do limiar diferisse por mais de 15 segundos entre os investigadores, um terceiro investigador independente seria consultado. No presente estudo, não foi necessário o terceiro avaliador.

No teste de Eco, realizou-se uma média dos valores de  $VO_2$  relativo de 15 em 15s, nos últimos 4 minutos do teste.

A filtragem dos dados biomecânicos foi feita através da análise residual da diferença entre o sinal filtrado e não filtrado em um amplo espectro de frequências de corte (WINTER, 1990). O filtro escolhido para o T500 foi de 5Hz, e o de Eco foi de 7Hz, em ambos os testes se utilizou o filtro *Butterworth*. O processo de digitalização manual foi testado em relação à sua fidedignidade e objetividade no projeto piloto (apêndice B) para o movimento de corrida estudado, no qual apresentou respostas satisfatórias ( $r > 0,9$ ) (TARTARUGA et al., 2001c).

### 3.10 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento do presente estudo se configura como quase-experimental, devido a não aleatoriedade na escolha da amostra, com pré-teste e pós-teste para dois grupos experimentais. Além disso, a ausência do grupo controle se deve ao fato de que a modificação do tratamento de um grupo em relação ao outro se baseia numa *substituição* de 30% do volume de treinamento semanal dos corredores, portanto os dois grupos com algum tipo de tratamento, impedindo o uso do termo controle (CAMPBELL & STANLEY, 1979), conforme a seguir:

Tabela 1 – Descrição do delineamento experimental.

|     | Pré-teste | Tratamento | Pós-teste |
|-----|-----------|------------|-----------|
| GE1 | $O_{11}$  | $X_1$      | $O_{12}$  |
| GE2 | $O_{21}$  | $X_2$      | $O_{22}$  |

onde,

$O_{11}$  = pré-teste no GE1,

$O_{21}$  = pré-teste no GE2,

$O_{12}$  = pós-teste no GE1,

$O_{22}$  = pós-teste no GE2,

$X_1$  = treinamento no GE1,

$X_2$  = treinamento no GE2,

### 3.11 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Foi utilizada a estatística descritiva. A partir dos dados iniciais e finais coletados e tabulados, executou-se os testes estatísticos para observar se o treinamento complementar de CPF, realizado pelo GE1, foi capaz de manter os padrões biomecânicos e fisiológicos em relação ao GE2. A fim de determinar a normalidade da distribuição dos grupos foi realizado o teste de normalidade (Shapiro-Wilks) e de homogeneidade das variâncias (Levene). Foi realizado um teste-t para amostras independentes entre os GE's 1 e 2 nas variáveis MC, EST,  $VO_{2máx}$ , idade, AT e VST. A ANOVA de dois fatores 2x2 (pré/pós e tipo de

treinamento) com medidas repetidas, com o gênero sexual como covariante foi aplicada a fim de verificar os efeitos inter grupos (tipo de treinamento), efeitos intragrupos (pré/pós) e a interação do tipo do treinamento sobre o pré/pós. Foram utilizadas as análises univariadas para testar as variáveis em separado, e as análises multivariadas para verificar os efeitos gerais para cada grupo de variáveis (fisiológica e biomecânica). O nível de significância adotado neste estudo foi de 5% ( $p < 0,05$ ). Todos os testes estatísticos foram aplicados no programa estatístico SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 8.0.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo está dividido em três subcapítulos: 1) Normalização da distribuição dos dados, 2) Caracterização da amostra, 3) Apresentação dos resultados. O subcapítulo 3 é organizado em duas seções: 3.1 Análise univariada, 3.2 Análise multivariada.

### 4.1 NORMALIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS DADOS

A verificação da normalização dos dados em relação à distribuição dos valores em função da frequência de casos, é um passo importante na análise dos resultados e um subsídio necessário na decisão dos procedimentos estatísticos mais apropriados de um estudo.

As variáveis dependentes  $VO_{2m\acute{a}x}$ ,  $VeIVO_{2m\acute{a}x}$ , 1LV,  $Ve1LV$ , 2LV,  $Ve2LV$ , Eco, FP50, FP450, CP50,CP450, T500 dentro de cada fase (pré e pós-teste) para cada GE (1 e 2) foram testadas em relação a sua normalidade, ou seja, a semelhança de suas distribuições em relação à distribuição Gaussiana com um teste de Shapiro-Wilks. Foi escolhido este teste por ser o mais indicado para estudos com menos de 50 amostras. A homogeneidade das variâncias foi avaliada através do teste de Levene. Os resultados estão expressos acerca da significância do determinado teste (tabela 2).

Os resultados apresentados na tabela 2 apontam para uma distribuição normal. Apesar de algumas variáveis apresentarem um índice de significância abaixo de 0,05, nenhuma variável obteve, nos três testes, uma significância abaixo do proposto, portanto oferecendo uma possibilidade segura de utilização de testes paramétricos (PESTANA & GAGEIRO, 1998).

Tabela 2 – Testes de normalidade (Shapiro-wilks) e homogeneidade das variâncias (Levene) para cada GE e fase do estudo ( $p < 0,05$ ).

| Variáveis                 | Normalidade |       | Homogeneidade |
|---------------------------|-------------|-------|---------------|
|                           | GE1         | GE2   |               |
| VO <sub>2máx</sub> pré    | 0,202       | 0,399 | 0,258         |
| VO <sub>2máx</sub> pós    | 0,250       | 0,888 | 0,940         |
| VelVO <sub>2máx</sub> pré | 0,287       | 0,178 | 0,361         |
| VelVO <sub>2máx</sub> pós | 0,458       | 0,303 | 0,504         |
| 1LV pré                   | 0,217       | 0,893 | 0,641         |
| 1LV pós                   | 0,577       | 0,079 | 0,056         |
| Vel1LV pré                | 0,136       | 0,336 | 0,133         |
| Vel1LV pós                | 0,038       | 0,018 | 0,224         |
| 2LV pré                   | 0,405       | 0,535 | 0,544         |
| 2LV pós                   | 0,614       | 0,914 | 0,524         |
| Vel2LV pré                | 0,312       | 0,493 | 0,402         |
| Vel2LV pós                | 0,088       | 0,467 | 0,243         |
| Eco pré                   | 0,460       | 0,617 | 0,048         |
| Eco pós                   | 0,967       | 0,735 | 0,328         |
| FP 50 pré                 | 0,364       | 0,975 | 0,145         |
| FP 50 pós                 | 0,581       | 0,564 | 0,165         |
| FP 450 pré                | 0,287       | 0,640 | 0,488         |
| FP 450 pós                | 0,503       | 0,352 | 0,377         |
| CP 50 pré                 | 0,778       | 0,400 | 0,888         |
| CP 50 pós                 | 0,368       | 0,346 | 0,291         |
| CP 450 pré                | 0,605       | 0,459 | 0,082         |
| CP 450 pós                | 0,095       | 0,700 | 0,335         |
| T500 pré                  | 0,473       | 0,741 | 0,151         |
| T500 pós                  | 0,356       | 0,697 | 0,044         |

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A fim de caracterizar a amostra do estudo, são apresentadas as tabelas 3, 4 e 5, com as informações de tendência central (média) e variabilidade [desvio-padrão ( $\sigma$ ), coeficiente de variação (CV), mínimo e máximo] da MC, EST, idade, VO<sub>2máx</sub>, AT e VST.

Na tabela 3 os dados são de toda a amostra (18 indivíduos), enquanto que na tabela 4 as descrições estão divididas por GE. A MC da amostra foi de  $59,1 \pm 11,2$ kg, a EST média foi de  $171,8 \pm 10,4$ cm. A idade apresentou uma grande variabilidade (42%) com um valor médio de  $22,2 \pm 9,3$  anos. O VO<sub>2máx</sub> geral foi de  $52,5 \pm 6,3$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

Tabela 3 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV), valores mínimos e máximos das variáveis massa corporal (MC), estatura (EST), idade, consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), anos de treinamento (AT) e volume semanal de treinamento (VST).

|  | Média | $\sigma$   | CV (%) | Mínimo | Máximo |
|--|-------|------------|--------|--------|--------|
| <b>MC (kg)</b>   | 59,1  | $\pm 11,2$ | 18,9   | 33,4   | 83     |
| <b>EST (cm)</b>  | 171,8 | $\pm 10,4$ | 6,1    | 153    | 187    |
| <b>Idade (anos)</b>  | 22,2  | $\pm 9,3$  | 42,0   | 13     | 50     |
| <b><math>VO_{2m\acute{a}x}</math>(ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)</b> | 52,5  | $\pm 6,3$  | 22,3   | 39,3   | 61,1   |
| <b>AT (anos)</b>   | 5,6   | $\pm 4,3$  | 76,9   | 2      | 20     |
| <b>VST (km)</b>  | 88,4  | $\pm 19,6$ | 22,2   | 60     | 120    |

Além da determinação de médias,  $\sigma$  e CV's para as variáveis que caracterizaram a amostra, foi realizado um teste t para amostras independentes com o propósito de verificar se estas variáveis eram semelhantes entre os grupos experimentais antes do treinamento. Desta forma pode-se verificar a possibilidade de diferenças no nível de aptidão física inicial dos sujeitos, devido à importância da semelhança dos indivíduos no início do treinamento (SALTIN, 1969; WENGER & BELL, 1986). Os resultados demonstraram uma semelhança no início do treinamento entre os GE's 1 e 2.

Tabela 4 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV), valores mínimos e máximos das variáveis massa corporal (MC), estatura (EST), idade, consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), anos de treinamento (AT) e volume semanal de treinamento (VST), organizadas por GE.

|   | GE1   |            |        | GE2   |            |        | T     | p    |
|---|-------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|------|
|   | Média | $\sigma$   | CV (%) | Média | $\sigma$   | CV (%) |       |      |
| <b>MC (kg)</b>  | 61,7  | $\pm 11,5$ | 18,6   | 56,6  | $\pm 11,0$ | 19,4   | -0,95 | 0,36 |
| <b>EST (cm)</b>   | 172,5 | $\pm 12,3$ | 7,1    | 167,8 | $\pm 12,7$ | 7,6    | -0,79 | 0,44 |
| <b>Idade (anos)</b>   | 22,9  | $\pm 10,9$ | 47,6   | 21,4  | $\pm 8,1$  | 37,8   | -0,32 | 0,75 |
| <b><math>VO_{2m\acute{a}x}</math><br/>(ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)</b> | 49,3  | $\pm 8,3$  | 16,8   | 54,0  | $\pm 6,2$  | 11,5   | 1,37  | 0,19 |
| <b>AT (anos)</b>  | 4,8   | $\pm 2,5$  | 52,1   | 6,4   | $\pm 5,3$  | 82,8   | 0,83  | 0,42 |
| <b>VST (km)</b>   | 85,0  | $\pm 20,6$ | 24,2   | 92,2  | $\pm 16,4$ | 17,8   | 0,82  | 0,42 |

Na tabela 4, verificou-se que são semelhantes os parâmetros de MC, EST, idade,  $VO_{2m\acute{a}x}$ , AT e VST ( $p > 0,05$ ). As médias de MC para os GE's 1 e 2 são de  $56,6 \pm 11\text{kg}$  e  $61,7 \pm 11,5\text{kg}$ , respectivamente. A EST média para o GE1 foi de  $167,8 \pm 12,7\text{cm}$  e para o GE2 foi de  $172,5 \pm 12,3\text{cm}$ . O GE1 apresentou uma idade média de  $21,4 \pm 8,1$  anos e o GE2 de  $22,9 \pm 10,9$  anos. Os AT e VST para o GE1 foram, respectivamente de  $6,4 \pm 5,3$  anos e  $92,2 \pm 16,4\text{km}$ , para o GE2 as mesmas variáveis foram de  $4,8 \pm 2,5$  anos e VST de  $85,0 \pm 20,6$  km.

Na tabela 5, observa-se o comportamento da composição corporal, ou seja, os valores médios e de dispersão de MC, PER e DC, e a análise univariada com

medidas repetidas. A MC, PER e DC não foram modificadas devido à inclusão do treinamento de CPF.

Tabela 5 - Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis massa corporal (MC), perímetros (PER) e dobras cutâneas (DC) da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ ).

| Análise univariada (pré/pós versus tipo de treinamento) |        |             |       |        |             |       |       |      |
|---|--------|-------------|-------|--------|-------------|-------|-------|------|
| Variável  | GE1    |             |       | GE2    |             |       | Teste |      |
|   | Média  | $\sigma$    | CV(%) | Média  | $\sigma$    | CV(%) | F     | P    |
| MC-pré (kg)   | 61,66  | $\pm 11,46$ | 18,59 | 56,62  | $\pm 10,97$ | 19,37 | 1,18  | 0,30 |
| MC-pós (kg)   | 61,96  | $\pm 11,54$ | 18,62 | 56,63  | $\pm 9,47$  | 16,72 |       |      |
| PER-pré (cm)  | 156,65 | $\pm 11,51$ | 7,35  | 149,74 | $\pm 15,78$ | 10,54 | 3,87  | 0,07 |
| PER-pós (cm)  | 156,79 | $\pm 12,15$ | 7,75  | 146,96 | $\pm 13,10$ | 8,91  |       |      |
| DC-pré (mm)   | 57,58  | $\pm 18,76$ | 32,58 | 52,00  | $\pm 10,27$ | 19,75 | 0,12  | 0,73 |
| DC-pós (mm)   | 57,55  | $\pm 18,45$ | 32,00 | 51,75  | $\pm 10,55$ | 20,31 |       |      |

### 4.3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Este subcapítulo tem na primeira seção, os dados descritivos e comparativos de cada variável, apresentados em tabelas e gráficos. Nesta seção as comparações univariadas verificaram a interação da variável independente tipo de treinamento (GE1 e GE2) sobre a variável independente tempo (pré/pós). Enquanto que na segunda parte (análise multivariada), ao invés de apresentar os dados separados por variável, todas as variáveis são agrupadas em dois grandes grupos e analisadas em termos de comportamentos gerais (biomecânica e fisiologia), comparando os efeitos intra e inter grupo além de testar a interação do tipo de treinamento sobre a variável tempo.

#### 4.3.1 ANÁLISE UNIVARIADA

Analisando primeiramente os resultados separados por variável, pode-se afirmar que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para o  $VO_{2m\acute{a}x}$  devido à inclusão da CPF no programa de treinamento do GE1 (tabela 6). No pré-teste o  $VO_{2m\acute{a}x}$  foi para, o GE1  $49,3 \pm 8,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e para o GE2  $54 \pm 6,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , enquanto que no pós-teste o GE1 obteve  $VO_{2m\acute{a}x}$  de  $49,6 \pm 8,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e GE2,  $53,4 \pm 8,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (tabela 6 e figura 7).

Tabela 6 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis do teste de consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), velocidade durante o consumo máximo de oxigênio ( $VelVO_{2m\acute{a}x}$ ), frequência cardíaca máxima ( $FC_{m\acute{a}x}$ ), volume expiratório máximo ( $VE_{m\acute{a}x}$ ), primeiro limiar ventilatório (1LV), segundo limiar ventilatório (2LV), velocidade durante o primeiro limiar ventilatório ( $Vel1LV$ ), velocidade durante o segundo limiar ventilatório ( $Vel2LV$ ) ( $p < 0,05$ ).

| Análise univariada (pré/pós versus tipo de treinamento) |       |            |       |       |            |       |         |       |
|---|-------|------------|-------|-------|------------|-------|---------|-------|
| Variável  | GE1   |            |       | GE2   |            |       | Teste F | P     |
|   | Média | $\sigma$   | CV(%) | Média | $\sigma$   | CV(%) |         |       |
| $VO_{2m\acute{a}x}$ -pré<br>( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )   | 49,3  | $\pm 8,3$  | 16,84 | 54,0  | $\pm 6,2$  | 11,48 | 0,217   | 0,610 |
| $VO_{2m\acute{a}x}$ -pós<br>( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )   | 49,6  | $\pm 8,7$  | 17,54 | 53,4  | $\pm 8,8$  | 16,48 |         |       |
| $VelVO_{2m\acute{a}x}$ -pré<br>( $km.h^{-1}$ )          | 18,5  | $\pm 2,3$  | 12,43 | 19,2  | $\pm 1,8$  | 9,38  | 1,032   | 0,326 |
| $VelVO_{2m\acute{a}x}$ -pós<br>( $km.h^{-1}$ )          | 18,6  | $\pm 2,3$  | 12,37 | 19,6  | $\pm 1,8$  | 9,18  |         |       |
| $FC_{m\acute{a}x}$ -pré<br>bpm                          | 187   | $\pm 13,5$ | 6,95  | 189   | $\pm 17,5$ | 8,99  | 2,397   | 0,142 |
| $FC_{m\acute{a}x}$ -pós<br>Bpm                          | 186   | $\pm 7,0$  | 3,76  | 194   | $\pm 16,5$ | 8,25  |         |       |
| $VE_{m\acute{a}x}$ -pré<br>L.min <sup>-1</sup>          | 119,5 | $\pm 38,2$ | 31,97 | 114,6 | $\pm 29,2$ | 25,48 | 0,670   | 0,426 |
| $VE_{m\acute{a}x}$ -pós<br>L.min <sup>-1</sup>          | 130,9 | $\pm 35,1$ | 26,81 | 121,0 | $\pm 35,1$ | 29,01 |         |       |
| 1LV-pré<br>( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )                    | 33,3  | $\pm 3,1$  | 9,31  | 33,3  | $\pm 3,1$  | 9,31  | 0,059   | 0,811 |
| 1LV-pós<br>( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )                    | 33,2  | $\pm 3,1$  | 9,34  | 33,2  | $\pm 3,1$  | 9,34  |         |       |
| 2LV-pré<br>( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )                    | 48,2  | $\pm 6,0$  | 12,45 | 48,2  | $\pm 6,0$  | 12,45 | 1,409   | 0,254 |
| 2LV-pós<br>( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )                    | 46,7  | $\pm 8,0$  | 17,13 | 46,7  | $\pm 8,0$  | 17,13 |         |       |
| $Vel1LV$ -pré<br>( $km.h^{-1}$ )                        | 11,6  | $\pm 0,5$  | 4,31  | 11,6  | $\pm 0,5$  | 4,31  | 0,300   | 0,592 |
| $Vel1LV$ -pós<br>( $km.h^{-1}$ )                        | 11,6  | $\pm 0,5$  | 4,31  | 11,6  | $\pm 0,5$  | 4,31  |         |       |
| $Vel2LV$ -pré<br>( $km.h^{-1}$ )                        | 16,2  | $\pm 2,2$  | 13,58 | 16,2  | $\pm 2,2$  | 13,58 | 0,671   | 0,426 |
| $Vel2LV$ -pós<br>( $km.h^{-1}$ )                        | 16,3  | $\pm 1,6$  | 9,82  | 16,3  | $\pm 1,6$  | 9,82  |         |       |

A  $VelVO_{2m\acute{a}x}$  não se modificou estatisticamente entre o pré e o pós-teste e também não foi diferente entre os grupos experimentais (tabela 6 e figura 7). A  $VelVO_{2m\acute{a}x}$  durante o pré-teste para o GE1 foi  $18,5 \pm 2,3 km.h^{-1}$  e para o GE2 foi  $19,2 \pm 1,8 km.h^{-1}$ , no pós-teste a  $VelVO_{2m\acute{a}x}$  para o GE1 foi  $18,6 \pm 2,3 km.h^{-1}$  e para o GE2 foi  $19,6 \pm 1,8 km.h^{-1}$  (figura 7).

A  $FC_{m\acute{a}x}$  não se modificou de forma estatisticamente significativa para o GE1 (pré:  $187 \pm 13 bpm$ , pós:  $186 \pm 7 bpm$ ) e para o GE2 (pré:  $189 \pm 17 bpm$ , pós:  $194 \pm$

16 bpm). De forma similar, o 1LV não foi alterado para o GE1 (pré:  $32,5 \pm 3,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , pós:  $33 \pm 6,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e tampouco para o GE2 (pré:  $33,3 \pm 3,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , pós:  $33,2 \pm 3,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ). O 2LV obtido para o GE1 (pré:  $44,4 \pm 6,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , pós:  $45 \pm 8,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e para o GE2 (pré:  $48,2 \pm 6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , pós:  $46,7 \pm 8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), conforme tabela 6 e figura 7.

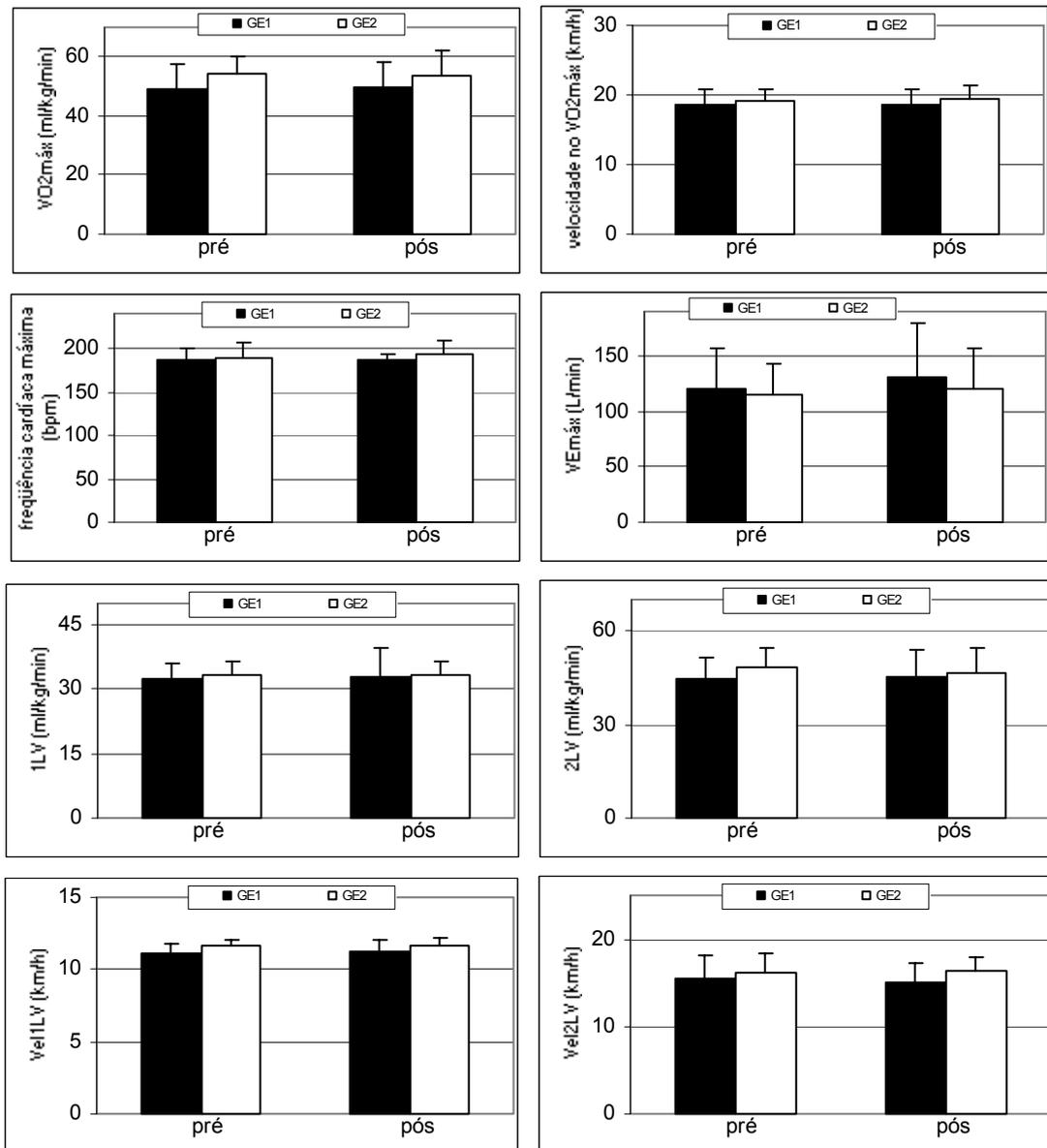


Figura 7 – Médias e  $\sigma$  das variáveis de  $VO_{2máx}$ ,  $VelVO_{2máx}$ ,  $FC_{máx}$ ,  $VE_{máx}$ , 1LV, 2LV,  $Vel1LV$ ,  $Vel2LV$ .

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os fatores intra e inter grupos, nas variáveis de  $VE_{máx}$ ,  $Vel1LV$ ,  $Vel2LV$  (tabela 6). O  $VE_{máx}$  no pré-teste foi  $119,5 \pm 38,2 \text{ l.min}^{-1}$  e  $130,9 \pm 35,1 \text{ l.min}^{-1}$  para os GE's 1 e 2, respectivamente. No pós-teste os valores de  $VE_{máx}$  foram  $114,6 \pm 29,2 \text{ l.min}^{-1}$  e  $121 \pm 35,1 \text{ l.min}^{-1}$  para os GE's 1 e 2, respectivamente (figura 7). Os GE's 1 e 2, tanto no

pré quanto no pós-teste, obtiveram um valor de Vel1LV de  $11,6 \pm 0,5 \text{ km.h}^{-1}$ . No pré-teste as Vel2LV's foram para os GE's 1 e 2 de  $16,2 \pm 2,2 \text{ km.h}^{-1}$ , durante o pós-teste os valores médios obtidos foram para ambos os GE's  $16,3 \pm 1,6 \text{ km.h}^{-1}$  (figura 7).

Tabela 7 - Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis do teste máximo de 500m (T500): tempo do T500 (TT500), tempo de passada nos 50m (TP50), tempo de passada nos 450m (TP450), tempo de voo nos 50m (TV50), tempo de voo nos 450m (TV450), tempo de suporte nos 50m (TS50), tempo de suporte nos 450m (TS450), comprimento de passada nos 50m (CP50), comprimento de passada nos 450m (CP450), frequência de passada nos 50m (FP50), frequência de passada nos 450m (FP450) ( $p < 0,05$ ).

| Análise univariada (pré/pós versus tipo de treinamento) |        |             |       |        |            |       |       |      |
|---|--------|-------------|-------|--------|------------|-------|-------|------|
| Variável  | GE1    |             |       | GE2    |            |       | Teste |      |
|   | Média  | $\sigma$    | CV(%) | Média  | $\sigma$   | CV(%) | F     | P    |
| TT500-pré (s)   | 83,63  | $\pm 12,32$ | 14,73 | 80,59  | $\pm 8,00$ | 9,93  | 0,11  | 0,75 |
| TT500-pós (s)   | 81,37  | $\pm 11,98$ | 14,72 | 78,61  | $\pm 6,37$ | 8,10  |       |      |
| TP50-pré (s)  | 0,58   | $\pm 0,05$  | 8,62  | 80,59  | $\pm 8,00$ | 9,93  | 0,77  | 0,39 |
| TP50-pós (s)  | 0,57   | $\pm 0,04$  | 7,02  | 78,61  | $\pm 6,37$ | 8,10  |       |      |
| TP450-pré (s)   | 0,64   | $\pm 0,03$  | 4,69  | 0,61   | $\pm 0,03$ | 4,92  | 0,01  | 0,94 |
| TP450-pós (s)   | 0,65   | $\pm 0,03$  | 4,62  | 0,58   | $\pm 0,02$ | 3,45  |       |      |
| TV50-pré (s)  | 0,46   | $\pm 0,04$  | 8,70  | 0,66   | $\pm 0,03$ | 4,55  | 1,05  | 0,32 |
| TV50-pós (s)  | 0,46   | $\pm 0,03$  | 6,52  | 0,65   | $\pm 0,02$ | 3,08  |       |      |
| TV450-pré (s)   | 0,48   | $\pm 0,08$  | 16,67 | 0,51   | $\pm 0,05$ | 9,80  | 1,45  | 0,25 |
| TV450-pós (s)   | 0,50   | $\pm 0,04$  | 8,00  | 0,50   | $\pm 0,04$ | 8,00  |       |      |
| TS50-pré (s)  | 0,12   | $\pm 0,03$  | 25,00 | 0,12   | $\pm 0,04$ | 33,33 | 4,02  | 0,06 |
| TS50-pós (s)  | 0,12   | $\pm 0,03$  | 25,00 | 0,12   | $\pm 0,03$ | 25,00 |       |      |
| TS450-pré (s)   | 0,15   | $\pm 0,05$  | 33,33 | 0,15   | $\pm 0,04$ | 26,67 | 2,02  | 0,18 |
| TS450-pós (s)   | 0,15   | $\pm 0,02$  | 13,33 | 0,15   | $\pm 0,03$ | 20,00 |       |      |
| FP50-pré (pas.s <sup>-1</sup> )                         | 103,98 | $\pm 7,70$  | 7,41  | 97,86  | $\pm 4,81$ | 4,92  | 0,08  | 0,78 |
| FP50-pós (pas.s <sup>-1</sup> )                         | 105,46 | $\pm 6,81$  | 6,46  | 102,82 | $\pm 4,36$ | 4,24  |       |      |
| FP450-pré (pas.s <sup>-1</sup> )                        | 94,65  | $\pm 5,17$  | 5,46  | 91,20  | $\pm 3,74$ | 4,10  | 2,14  | 0,16 |
| FP450-pós (pas.s <sup>-1</sup> )                        | 92,50  | $\pm 4,54$  | 4,91  | 92,08  | $\pm 2,92$ | 3,17  |       |      |
| CP50-pré (m)  | 4,20   | $\pm 0,44$  | 10,48 | 4,11   | $\pm 0,42$ | 10,22 | 1,04  | 0,32 |
| CP50-pós (m)  | 4,26   | $\pm 0,39$  | 9,15  | 4,15   | $\pm 0,34$ | 8,19  |       |      |
| CP450-pré (m)   | 3,68   | $\pm 0,41$  | 11,14 | 3,75   | $\pm 0,27$ | 7,20  | 3,78  | 0,07 |
| CP450-pós (m)   | 3,86   | $\pm 0,36$  | 9,33  | 3,80   | $\pm 0,31$ | 8,16  |       |      |

Os resultados de desempenho de corrida (TT500) e biomecânicos do T500 são apresentados na tabela 7 e 8. O TT500 não apresentou diferenças estatisticamente significativas devido à inclusão do treinamento complementar delineado neste estudo, contudo houve uma tendência de diminuição importante do

TT500 para os dois GE's (GE1: 2,26s; e GE2: 1,98s de diminuição do pré para o pós-teste). No pré-teste, o GE1 e GE2 obtiveram resultados de  $83,63 \pm 12,32s$  e  $80,59 \pm 8s$ , respectivamente, no pós-teste os valores foram  $81,37 \pm 11,98s$  e  $78,61 \pm 6,37s$ , para o GE1 e GE2, também respectivamente (figura 8).

Tabela 8 - Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis do teste máximo de 500m (T500): comprimento de passada relativo nos 50m (CPR50), comprimento de passada relativo nos 450m (CPR450), ângulo do joelho no despregue nos 50m (AJD50), ângulo do joelho no despregue nos 450m (AJD450), ângulo do joelho no contato nos 50m (AJC50), ângulo do joelho no contato nos 450m (AJC450), velocidade horizontal nos 50m (VH50), velocidade horizontal nos 450m (VH450) ( $p < 0,05$ ).

| Análise univariada (pré/pós versus tipo de treinamento) |        |             |       |        |             |       |         |      |
|---|--------|-------------|-------|--------|-------------|-------|---------|------|
| Variável  | GE1    |             |       | GE2    |             |       | Teste F | P    |
|   | Média  | $\sigma$    | CV(%) | Média  | $\sigma$    | CV(%) |         |      |
| CPR50-pré (m.m <sup>-1</sup> )                          | 4,72   | $\pm 0,43$  | 9,11  | 4,70   | $\pm 0,53$  | 11,28 | 0,92    | 0,35 |
| CPR50-pós (m.m <sup>-1</sup> )                          | 4,80   | $\pm 0,45$  | 9,38  | 4,74   | $\pm 0,47$  | 9,92  |         |      |
| CPR450-pré (m.m <sup>-1</sup> )                         | 4,14   | $\pm 0,40$  | 9,66  | 4,28   | $\pm 0,37$  | 8,64  | 3,95    | 0,06 |
| CPR450-pós  | 4,91   | $\pm 0,73$  | 14,87 | 4,98   | $\pm 0,67$  | 13,45 |         |      |
| AJD50-pré(°)  | 148,53 | $\pm 9,87$  | 6,65  | 156,23 | $\pm 7,23$  | 4,63  | 0,28    | 0,60 |
| AJD50-pós(°)  | 145,91 | $\pm 9,00$  | 6,17  | 151,06 | $\pm 12,97$ | 8,59  |         |      |
| AJD450-pré(°)   | 151,06 | $\pm 8,28$  | 5,48  | 158,49 | $\pm 8,38$  | 5,29  | 0,53    | 0,48 |
| AJD450-pós(°)   | 150,52 | $\pm 11,12$ | 7,39  | 153,03 | $\pm 9,03$  | 5,90  |         |      |
| AJC50-pré(°)  | 150,99 | $\pm 5,62$  | 3,72  | 156,02 | $\pm 3,87$  | 2,48  | 0,42    | 0,52 |
| AJC50-pós(°)  | 155,10 | $\pm 6,89$  | 4,44  | 155,60 | $\pm 4,30$  | 2,76  |         |      |
| AJC450-pré(°)   | 147,44 | $\pm 7,52$  | 5,10  | 155,70 | $\pm 4,64$  | 2,98  | 3,58    | 0,08 |
| AJC450-pós(°)   | 153,55 | $\pm 6,70$  | 4,36  | 152,49 | $\pm 3,81$  | 2,50  |         |      |
| VH50-pré (m.s <sup>-1</sup> )                           | 6,72   | $\pm 0,85$  | 12,65 | 6,72   | $\pm 0,85$  | 12,65 | 2,05    | 0,19 |
| VH50-pós (m.s <sup>-1</sup> )                           | 7,12   | $\pm 0,72$  | 10,11 | 7,12   | $\pm 0,72$  | 10,11 |         |      |
| VH450-pré (m.s <sup>-1</sup> )                          | 5,70   | $\pm 0,56$  | 9,82  | 5,70   | $\pm 0,56$  | 9,82  | 1,66    | 0,09 |
| VH450-pós (m.s <sup>-1</sup> )                          | 5,84   | $\pm 0,49$  | 8,39  | 5,84   | $\pm 0,49$  | 8,39  |         |      |

O TP50, ou seja, o TP na fase dos 50m também não apresentou diferenças estatisticamente significativas, analisando a interação pré/pós (intra), e o efeito do tipo de treinamento (inter) (tabela 7). Os TP50's foram no pré-teste:  $0,58 \pm 0,05s$  e  $0,61 \pm 0,03s$  (GE1 e GE2), e no pós-teste:  $0,57 \pm 0,04s$  e  $0,58 \pm 0,02s$  (GE1 e GE2) (figura 8).

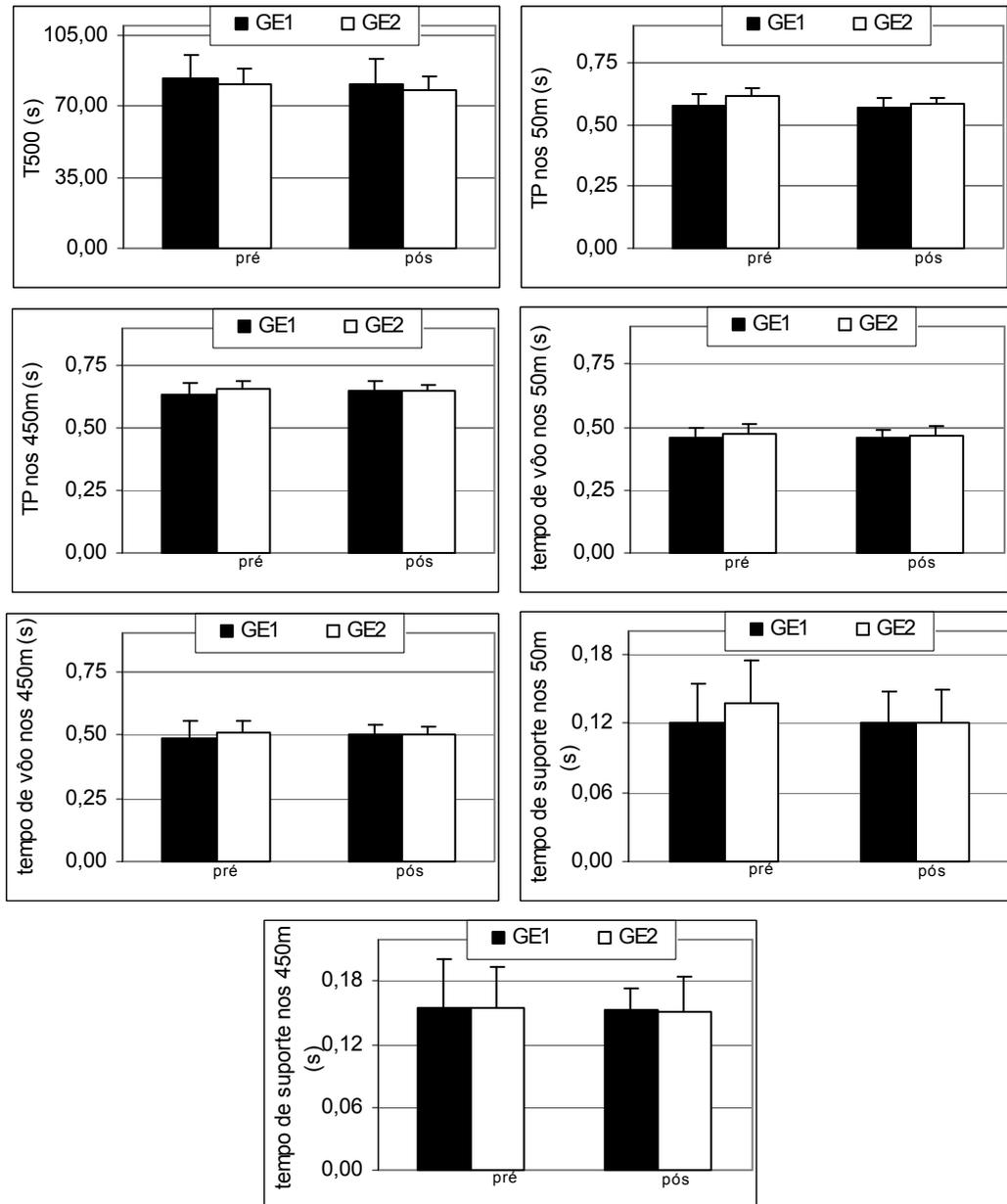


Figura 8 – Médias e  $\sigma$  das variáveis de T500, TP50, TP450, TV50, TV450, TS50, TS450.

O TP450 também não apresentou diferenças estatisticamente significativas com a interação entre o pré/pós, e o tipo de treinamento (tabela 7). Nesta variável os resultados do pré-teste apresentaram-se da seguinte forma:  $0,64 \pm 0,03s$  e  $0,66 \pm 0,03s$  (GE1 e GE2) e no pós-teste:  $0,65 \pm 0,03s$  e  $0,65 \pm 0,02s$ , respectivamente (figura 8).

Não houve influência do tipo de treinamento sobre a variável tempo (pré/pós) nas variáveis de TS50, TS450, TV50, TV450, CP50, CP450, CPR50, CPR450, AJD50, AJD450, AJC50, AJC450 (tabelas 7 e 8 e figuras 8 e 9). Os TS50's dos GE's 1 e 2 foram, respectivamente,  $0,12 \pm 0,03s$  e  $0,12 \pm 0,04s$  no pré-teste, e  $0,12 \pm$

0,03s e  $0,12 \pm 0,03$ s. Os TS450's foram para os GE's 1 e 2, respectivamente,  $0,15 \pm 0,05$ s e  $0,15 \pm 0,04$ s no pré-teste e  $0,15 \pm 0,02$ s e  $0,15 \pm 0,03$ s no pós-teste.

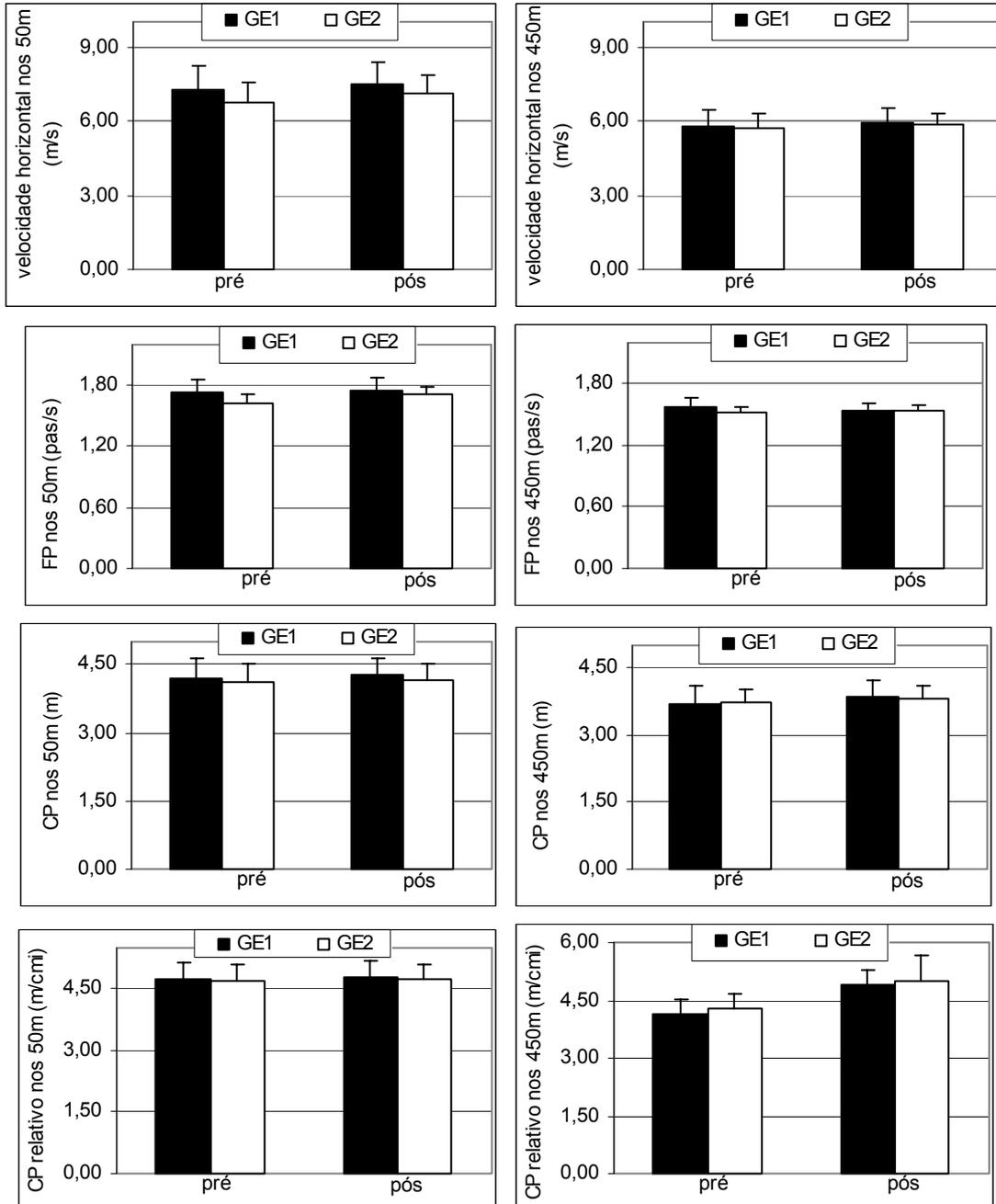


Figura 9 – Médias e  $\sigma$  das variáveis de VH50, VH450, FP50, FP450, CP50, CP450, CPR50, CPR450.

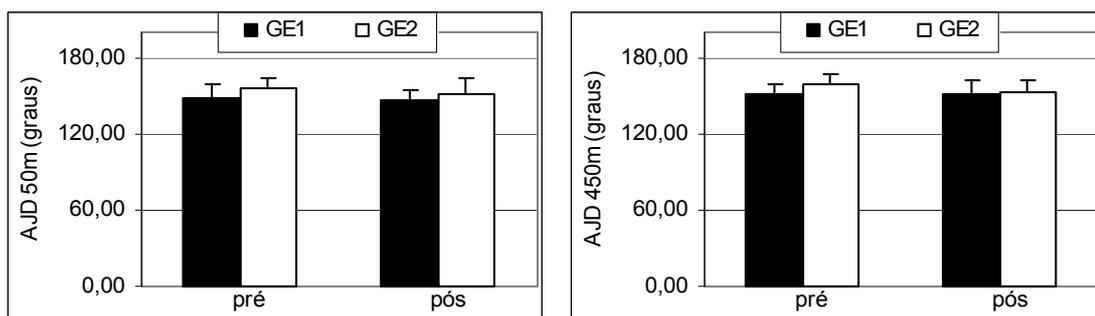
Os TV50's para os GE's 1 e 2 foram, respectivamente, os seguintes: pré:  $0,46 \pm 0,03$ s e  $0,66 \pm 0,03$ s; pós:  $0,46 \pm 0,03$ s e  $0,65 \pm 0,02$ s. O TV450 no pré-teste obteve valores de  $0,48 \pm 0,08$ s e  $0,51 \pm 0,05$ s no pré-teste e  $0,50 \pm 0,04$ s e  $0,50 \pm 0,04$ s para os GE's 1 e 2, respectivamente (tabela 7 e figura 8). Não foram

encontradas diferenças estatisticamente significativas inter grupos e intragrupos para o CPR50 (tabela 8). No pré-teste, o CPR50 foi para o GE1  $4,72 \pm 0,43$  m e para o GE2 foi de  $4,70 \pm 0,53$  m, enquanto que no pós-teste o GE1 obteve um CPR50 de  $4,80 \pm 0,45$  m e o GE2 de  $4,74 \pm 0,47$  m. Além disso, a CPR450 não apresentou diferenças estatisticamente significativas para o GE1 (pré:  $4,14 \pm 0,40$  m, pós:  $4,91 \pm 0,73$  m) e para o GE2 (pré:  $4,28 \pm 0,37$  m, pós:  $4,98 \pm 0,67$  m) (figura 9).

A FP50 não apresentou diferenças estatisticamente significativas no GE1 (pré:  $1,73 \pm 0,13$  passadas.s<sup>-1</sup>, pós:  $1,76 \pm 0,11$  passadas.s<sup>-1</sup>) e no GE2 (pré:  $1,63 \pm 0,08$  passadas.s<sup>-1</sup>, pós:  $1,71 \pm 0,07$  passadas.s<sup>-1</sup>). Da mesma forma, a FP450 não foi alterada de forma estatisticamente significativa para o GE1 (pré:  $1,58 \pm 0,09$  passadas.s<sup>-1</sup>, pós:  $1,54 \pm 0,08$  passadas.s<sup>-1</sup>) e tampouco para o GE2 (pré:  $1,52 \pm 0,06$  passadas.s<sup>-1</sup>, pós:  $1,53 \pm 0,05$  passadas.s<sup>-1</sup>) (tabela 8 e figura 9).

O GE1 apresentou um CP50 de  $4,20 \pm 0,44$ m e um CP450 de  $3,68 \pm 0,41$ m durante o pré-teste, enquanto que no pós-teste o GE1 demonstrou um CP50 de  $4,26 \pm 0,39$ m e um CP450 de  $3,86 \pm 0,36$ m. A variável CPR50 do GE1 apresentou um valor médio de  $4,72 \pm 0,43$ m.m<sup>-1</sup> e do GE2 um valor médio de  $4,70 \pm 0,53$ m.m<sup>-1</sup> durante o período de pré-teste. Na fase de pós-teste os valores de CPR50 do GE1 foi  $4,80 \pm 0,45$ m.m<sup>-1</sup> e do GE2 foi de  $4,74 \pm 0,47$ m.m<sup>-1</sup>. O CPR450 dos GE's 1 e 2 consistiram de valores de  $4,14 \pm 0,40$ m.m<sup>-1</sup> e  $4,28 \pm 0,37$ m.m<sup>-1</sup> no pré-teste; e de  $4,91 \pm 0,73$ m.m<sup>-1</sup> e de  $4,98 \pm 0,67$ m.m<sup>-1</sup> no pós-teste, respectivamente (tabela 7 e figura 9).

O AJD50 e AJD450, durante o pré-teste, para o GE1 foram, respectivamente, de  $148,53 \pm 9,87^\circ$  e  $151,06 \pm 8,28^\circ$  e para o GE2 foram  $156,23 \pm 7,23^\circ$  e  $158,49 \pm 8,38^\circ$ . No pós-teste os valores de AJD50 e AJD450 foram, respectivamente, para o GE1  $145,91 \pm 9^\circ$  e  $150,52 \pm 11,12^\circ$ , e para o GE2  $151,06 \pm 12,97^\circ$  e  $153,03 \pm 9,03^\circ$ , respectivamente (tabela 8 e figura 10).



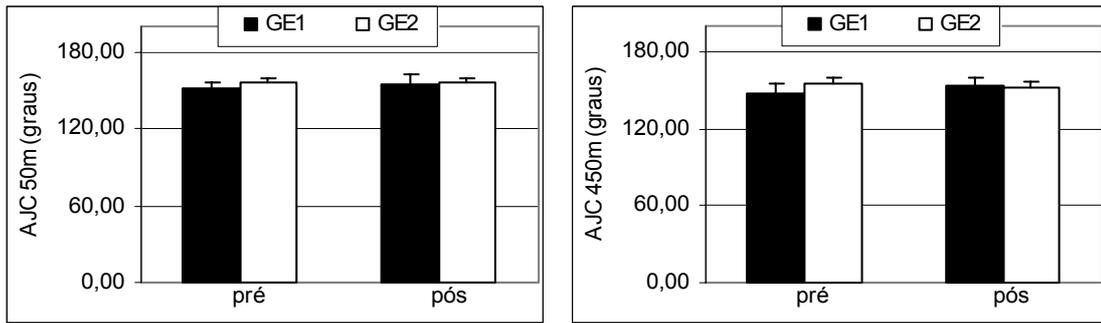


Figura 10 – Médias e  $\sigma$  das variáveis de AJD50, AJD450, AJC50, AJC450.

Os AJC50's obtidos para os GE's 1 e 2 foram, respectivamente,  $150,99 \pm 5,62^\circ$  e  $156,02 \pm 3,87^\circ$  durante o pré-teste. No pós-teste os valores de AJC50 para os GE's 1 e 2 foram, respectivamente,  $155,10 \pm 6,89^\circ$  e  $155,60 \pm 4,30^\circ$ . Os GE's 1 e 2, obtiveram, respectivamente, valores de AJC450 de  $147,44 \pm 7,52^\circ$  e  $155,70 \pm 4,64^\circ$  no pré-teste. No pós-teste os dados de AJC450 para os GE's 1 e 2 foram  $153,55 \pm 6,70^\circ$  e  $152,49 \pm 3,81^\circ$  (tabela 8 e figura 10).

As análises univariadas do teste de Eco estão apresentadas na tabela 9. A Eco, isto é, o valor de consumo de oxigênio na velocidade de  $14 \text{ km.h}^{-1}$  não demonstrou diferenças estatisticamente significativas, com a mudança do tipo de treinamento em relação à variável tempo (pré/pós, ou fator intragrupo). Os valores foram, para o GE1 (pré:  $43,4 \pm 5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , pós:  $42,6 \pm 3,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e para o GE2 (pré:  $43,9 \pm 2,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , pós:  $42,6 \pm 2,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) (figura 11).

As variáveis de TPeco, FPeco, TSeco, TVeco, CPeco e CPReco não foram modificadas com a inclusão da CPF no treinamento dos atletas, conforme tabela 9.

Os TPeco's durante o pré-teste foram para os GE's 1 e 2, de  $0,72 \pm 0,06\text{s}$  e  $0,72 \pm 0,03\text{s}$ , respectivamente. No pós-teste os TPeco's para os GE's 1 e 2 foram  $0,72 \pm 0,07\text{s}$  e  $0,71 \pm 0,04\text{s}$ , respectivamente. A FPeco do GE1 obteve um valor médio de  $1,40 \pm 0,12 \text{ passadas.s}^{-1}$  no pré-teste e  $1,41 \pm 0,14 \text{ passadas.s}^{-1}$  no pós-teste. O GE2 apresentou uma FPeco média de  $1,41 \pm 0,06 \text{ passadas.s}^{-1}$  no pré-teste e  $1,42 \pm 0,08 \text{ passadas.s}^{-1}$  no pós-teste.

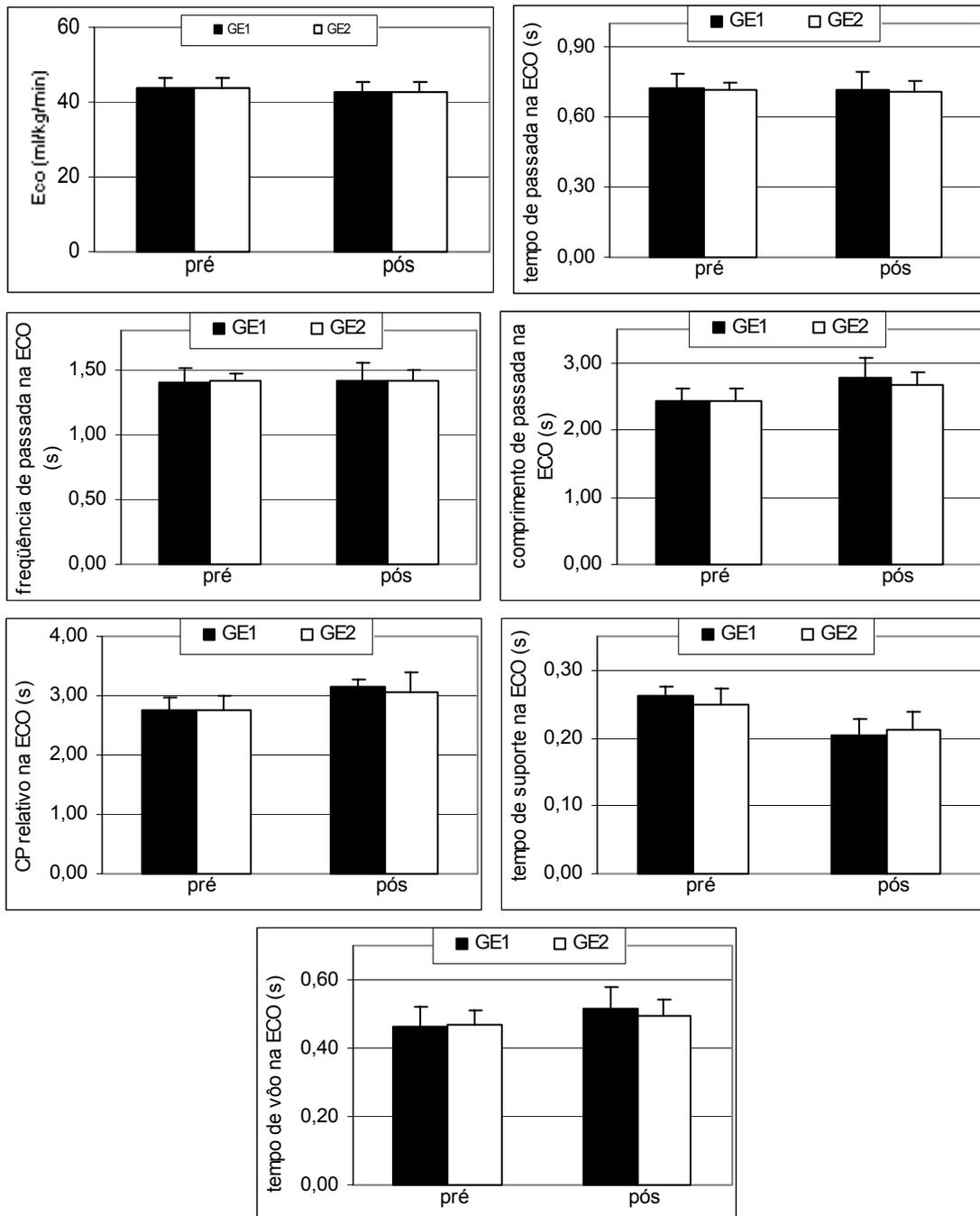


Figura 11 – Médias e  $\sigma$  das variáveis de Eco, TSeco, FPeco, CPeco, CPReco, TSeco, TVeco.

Os TSeco's no pré-teste foram  $0,26 \pm 0,01s$  e  $0,25 \pm 0,02s$  nos GE's 1 e 2, respectivamente. Os TSeco's no pós-teste foram  $0,20 \pm 0,03s$  e  $0,21 \pm 0,03s$  para os GE's 1 e 2. Os TVeco's durante o pré-teste, para os GE's 1 e 2 foram, respectivamente  $0,46 \pm 0,06s$  e  $0,47 \pm 0,04s$ , respectivamente. Durante o pós-teste os TVeco's para os GE's 1 e 2 foram, respectivamente  $0,52 \pm 0,06s$  e  $0,50 \pm 0,04s$  (figura 11).

Tabela 9 - Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis economia de corrida (Eco), tempo de passada no teste de economia (TPeco), frequência de passada no teste de economia (FPeco), tempo de suporte no teste de economia (TSeco), tempo de vôo no teste de economia (TVeco), comprimento de passada no teste de economia (CPeco), comprimento de passada relativo no teste de economia (CPReco) ( $p < 0,05$ ).

| Variável   | GE1   |          |       | GE2   |          |       | Teste F | P    |
|--|-------|----------|-------|-------|----------|-------|---------|------|
|  | Média | $\sigma$ | CV(%) | Média | $\sigma$ | CV(%) |         |      |
| Eco-pré<br>(ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 43,4  | ± 5,00   | 11,52 | 43,9  | ± 2,5    | 5,69  | 0,13    | 0,73 |
| Eco-pós<br>(ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 42,6  | ± 3,85   | 8,92  | 42,6  | ± 2,6    | 6,10  |         |      |
| TPeco-pré<br>(s)                                     | 0,72  | ± 0,06   | 8,33  | 0,72  | ± 0,03   | 4,17  | 0,00    | 1,00 |
| TPeco-pós<br>(s)                                     | 0,72  | ± 0,07   | 9,72  | 0,71  | ± 0,04   | 5,63  |         |      |
| FPeco-pré<br>(pas.s <sup>-1</sup> )                  | 1,40  | ± 0,12   | 8,57  | 1,41  | ± 0,06   | 4,26  | 0,01    | 0,98 |
| FPeco-pós<br>(pas.s <sup>-1</sup> )                  | 1,41  | ± 0,14   | 9,93  | 1,42  | ± 0,08   | 5,63  |         |      |
| TSeco-pré<br>(s)                                     | 0,26  | ± 0,01   | 3,85  | 0,25  | ± 0,02   | 8,00  | 4,52    | 0,05 |
| TSeco-pós<br>(s)                                     | 0,20  | ± 0,03   | 15,00 | 0,21  | ± 0,03   | 14,29 |         |      |
| TVeco-pré<br>(s)                                     | 0,46  | ± 0,06   | 13,04 | 0,47  | ± 0,04   | 8,51  | 0,75    | 0,40 |
| TVeco-pós<br>(s)                                     | 0,52  | ± 0,06   | 11,54 | 0,50  | ± 0,04   | 8,00  |         |      |
| CPeco-pré<br>(m)                                     | 2,43  | ± 0,21   | 8,64  | 2,44  | ± 0,18   | 7,38  | 1,38    | 0,26 |
| CPeco-pós<br>(m)                                     | 2,79  | ± 0,28   | 10,04 | 2,67  | ± 0,19   | 7,12  |         |      |
| CPReco-pré<br>(m.m <sup>-1</sup> )                   | 2,75  | ± 0,21   | 7,64  | 2,77  | ± 0,23   | 8,30  | 0,79    | 0,39 |
| CPReco-pós<br>(m.m <sup>-1</sup> )                   | 3,14  | ± 0,14   | 4,46  | 3,05  | ± 0,33   | 10,82 |         |      |

Os CPeco's dos GE's 1 e 2 foram  $2,43 \pm 0,21m$  e  $2,44 \pm 0,18m$  respectivamente, no pré-teste. No pós-teste os CPeco's dos GE's 1 e 2 foram  $2,79 \pm 0,28m$  e  $2,67 \pm 0,19m$ , respectivamente. Os CPReco's no pré-teste foram  $2,75 \pm 0,21m.m^{-1}$  e  $2,77 \pm 0,23m.m^{-1}$  para os GE's 1 e 2, respectivamente. Os CPReco's foram  $3,14 \pm 0,14m.m^{-1}$  e  $3,05 \pm 0,33m.m^{-1}$  para os GE's 1 e 2, respectivamente, no pós-teste (figura 11).

Na tabela 10, se observam os valores do TT500, antes e após as 8 semanas de treinamento para cada GE e, é possível verificar que o treinamento foi capaz de modificar o desempenho nesta prova, nos atletas avaliados, independente do GE ( $P < 0,05$ ). Houve uma melhora estatisticamente significativa no desempenho do GE1

(pré:  $83,63 \pm 12,32$  s; pós:  $81,37 \pm 11,98$  s) e do GE2 (pré:  $80,59 \pm 8$  s; pós:  $78,61 \pm 6,37$  s).

Tabela 10 - Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e testes t para amostras dependentes, da variável tempo do teste de 500m (TT500) ( $p < 0,05$ ).

|            | pré   |          |       | pós   |          |       | T    | P     |
|------------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|------|-------|
|            | Média | $\sigma$ | CV    | Média | $\sigma$ | CV    |      |       |
|            | s     | s        | %     | s     | s        | %     |      |       |
| <b>GE1</b> | 83,63 | 12,32    | 14,73 | 81,37 | 11,98    | 14,72 | 6,24 | 0,000 |
| <b>GE2</b> | 80,59 | 8,00     | 9,93  | 78,61 | 6,37     | 8,10  | 2,47 | 0,039 |

#### 4.3.2 ANÁLISE MULTIVARIADA

Os resultados dos testes multivariados estão apresentados nas tabelas 11, 12 e 13. Para facilitar a análise dos dados os testes multivariados foram divididos em dois grupos: comportamento fisiológico e biomecânico.

O comportamento fisiológico incluiu as variáveis  $VO_{2máx}$ ,  $VelVO_{2máx}$ , 1LV,  $Vel1LV$ , 2LV,  $Vel2LV$ , Eco, FC,  $VE_{máx}$ . O comportamento biomecânico foi compreendido das seguintes variáveis: T500, TP50, TP450, TV50, TV450, TS50, TS450, VH50, VH450, FP50, FP450, CP50, CP450, CPR50, CPR450, AJD50, AJD450, AJC50, AJC450, TPeco, FPeco, CPeco, CPReco, TSeco e TVeco.

Tabela 11 - Análise multivariada com medidas repetidas do fator intra-sujeito (pré/pós), do comportamento fisiológico e biomecânico ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise multivariada (pré/pós)</b> |         |       |
|---------------------------------------|---------|-------|
| Variável                              | Teste F | P     |
| Fisiologia                            | 1,859   | 0,213 |
| Biomecânica                           | 1,471   | 0,577 |

O efeito intra-sujeito (tabela 11) não apresentou diferenças estatisticamente significativas para os dois grupos de variáveis, isto é, os comportamentos fisiológico e biomecânico não foram modificados ( $p > 0,05$ ) entre o pré e o pós-teste, independente do GE.

Tabela 12 - Análise multivariada com medidas repetidas, do fator inter-sujeito (tipo de treinamento), do comportamento fisiológico e biomecânico ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise multivariada (tipo de treinamento)</b> |  |  |
|---|--|--|
|---|--|--|

| <b>Variável</b> | <b>Teste F</b> | <b>P</b> |
|-----------------|----------------|----------|
| fisiologia      | 4,097          | 0,038    |
| biomecânica     | 2,309          | 0,205    |

O efeito inter sujeito, ou seja, a comparação do comportamento fisiológico e biomecânico entre os GE's 1 e 2, independente da fase do estudo (pré/pós), (tabela 12) não apresentou diferenças estatisticamente significativas para o comportamento biomecânico, contudo apresentou diferenças estatisticamente significativas para o comportamento fisiológico demonstrando uma diferença geral no perfil fisiológico entre o GE1 e GE2. Não obstante, quando analisado o efeito da interação do tipo de treinamento e o efeito pré/pós (tabela 13) não se apresentam diferenças estatisticamente significativas. Esta última resposta também se reflete para o comportamento biomecânico.

Tabela 13 - Análise multivariada com medidas repetidas, do fator intra-sujeito contra o inter sujeito (pré/pós versus tipo de treinamento), do comportamento fisiológico e biomecânico ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise multivariada (pré/pós versus tipo de treinamento)</b> |                |          |
|--|----------------|----------|
| <b>Variável</b>  | <b>Teste F</b> | <b>P</b> |
| Fisiologia   | 1,442          | 0,322    |
| Biomecânica  | 1,109          | 0,643    |

## 5 DISCUSSÃO

A proposta deste trabalho foi determinar os efeitos fisiológicos e biomecânicos de um treinamento complementar de CPF no desempenho de corredores de rendimento.

Este capítulo está dividido em três subcapítulos: 1) fisiologia, 2) biomecânica, 3) Efeitos fisiológicos e biomecânicos no rendimento.

### 5.1 FISILOGIA

A resposta principal da presente investigação foi de que não houve uma influência estatisticamente significativa do tipo de treinamento na variável pré/pós nos parâmetros fisiológicos determinantes de rendimento:  $VO_{2máx}$ , a Eco e os LV's, possibilitando afirmar que a CPF pode ser usada como complemento de treinamento em até 30% do volume semanal de treinamento de corredores de rendimento. O  $VO_{2máx}$  não foi modificado com a substituição de 30% do volume de treinamento de corrida em terra para a CPF. Este achado está em conformidade com os resultados de EYESTONE et al. (1993), MORROW (1995) e WILBER et al. (1996). EYESTONE et al. (1993) que analisaram corredores treinados ( $VO_{2máx} = 57,4 \pm 1,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e afirmaram que o  $VO_{2máx}$  em esteira rolante não foi diferente para o grupo que correu em piscina funda em relação aos que correram apenas em terra, apesar de que ambos diminuíram o  $VO_{2máx}$  em, aproximadamente 4% do início ao fim do treinamento. Os dados de MORROW (1995) indicam que tanto o grupo que treinou apenas CPF quanto o que treinou apenas em terra obtiveram semelhantes resultados de  $VO_{2máx}$  em esteira rolante. O grupo que correu somente na água aumentou o  $VO_{2máx}$  em 5,6%, e o grupo de corredores que treinaram somente em

terra aumentaram 7% o  $VO_{2m\acute{a}x}$ . Com um desenho experimental parecido, WILBER et al. (1996) encontrou uma diminuição de 2% no  $VO_{2m\acute{a}x}$  nos primeiros 21 dias de treinamento para os dois grupos, seguidos de um aumento de 3% até o dia 42, contudo estas diferenças, que não foram estatisticamente significativas, provavelmente refletem uma variação normal diária na capacidade aeróbia máxima (KATCH et al., 1982). De forma diferente, QUINN et al. (1994), relataram que 4 semanas (4 dias.semana<sup>-1</sup> com 30 min.dia<sup>-1</sup>) de CPF, após 10 semanas de corrida em terra, foi ineficiente na manutenção do  $VO_{2m\acute{a}x}$ , em colegiais do sexo feminino não treinadas no início do estudo ( $VO_{2m\acute{a}x} = 39,9 \pm 3,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ). Contudo para MAGEL et al. (1975), GERGLEY et al. (1984) e WENGER & BELL (1986) o treinamento só será efetivo para a manutenção do  $VO_{2m\acute{a}x}$  se este empregar um padrão de treinamento que seja equivalente em intensidade e duração entre o trabalho em terra e na água. No estudo de QUINN et al. (1994), os autores afirmam que a intensidade durante o treinamento de CPF não foi suficiente para manter o  $VO_{2m\acute{a}x}$ .

Além de estudar amostras de corredores treinados, a literatura também reserva atenção para as adaptações crônicas do treinamento de CPF em indivíduos destreinados, MICHAUD et al.(1995) verificaram que 8 semanas de treinamento em piscina funda produziu um aumento de 11% no teste de  $VO_{2m\acute{a}x}$  em esteira rolante, em sujeitos destreinados ( $VO_{2m\acute{a}x} = 2,25 \pm 0,57 \text{ l.min}^{-1}$ ). Este acréscimo substancial pode ser devido ao fato de que a possibilidade de um indivíduo aumentar o  $VO_{2m\acute{a}x}$  seja relacionado inversamente com seu nível de aptidão física inicial (SALTIN, 1969).

Além do  $VO_{2m\acute{a}x}$ , os LV's do mesmo modo são considerados como preditores de desempenho (FARREL et al., 1979; CONLEY & KRAHENBUHL, 1980; POWERS et al., 1983; MADER & HECK, 1986). Ambos os GE's obtiveram LV's altos, tanto no pré quanto no pós-teste. Este comportamento demonstra o alto nível dos corredores analisados, que geralmente apresentam valores de LV's de no mínimo 75% do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (FARREL et al., 1979). No presente estudo o 2LV para os corredores do GE1 foi de 89 e 87% do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (pré/pós) e GE2 de 89 e 90% do  $VO_{2m\acute{a}x}$ . Estes altos limiares ventilatórios refletem a alta capacidade do organismo dos corredores de ressintetizar adenosina trifosfato (ATP) através de uma rota metabólica aeróbia durante intensidades semelhantes às de prova dos atletas analisados.

O treinamento de 8 semanas aplicado neste estudo, nos dois GE's, não modificaram os níveis de 1LV e 2LV (figura 7). Este resultado está em concordância com os achados de WILBER et al. (1996) que examinaram os efeitos de 6 semanas de CPF em indivíduos treinados ( $VO_{2máx} = 58,6 \text{ ml. Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e BUSHMAN et al. (1997) que verificaram os efeitos de 4 semanas de CPF em indivíduos também treinados ( $VO_{2máx} = 63,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ). Nos dois estudos anteriormente citados também foi possível utilizar a CPF sem um decréscimo dos LV's.

Da mesma forma que os LV's, a Eco também exerce um papel preditor de desempenho em provas de meia e longa distância (FOSTER et al., 1977; DANIELS et al., 1978; CONLEY & KRAHENBUHL, 1980; WILLIAMS & CAVANAGH, 1987; DALLEAU et al., 1998, BASSET & HOWLEY, 2000). As 8 semanas do presente estudo também não modificaram a Eco, confirmando a possibilidade de um complemento de CPF para a manutenção da Eco em corredores de rendimento. Os fatores que influenciam a Eco são vários, incluindo FP e CP (CAVANAGH & WILLIAMS, 1982; CAVANAGH & KRAM, 1985; WILLIAMS & CAVANAGH, 1987; MARTIN & MORGAN, 1992; HEISE et al., 1996, TARTARUGA et al., 2002), variáveis analisadas em conjunto com a Eco no presente estudo, nas quais também não foram modificadas.

## 5.2 BIOMECÂNICA

Devido ao fato que existem pouquíssimos estudos que comparem a biomecânica da CPF contra a corrida em terra, e a menor quantidade de estudos relacionados às adaptações biomecânicas de um treinamento de CPF na corrida em terra, torna-se difícil a discussão dos resultados do presente estudo com a literatura.

Para o treinamento complementar ser efetivo na manutenção do  $VO_{2máx}$  é necessário que este reflita a intensidade e duração semelhantes com os do treinamento original (McARDLE et al., 1978; HEWSON & HOPKINS, 1996; TANAKA & SWENSEN, 1998). Além disso, o treinamento complementar deve ainda replicar as amplitudes articulares e padrão de recrutamento do músculo esquelético durante o movimento do atleta. No presente estudo, a intensidade e duração das sessões de treinamento do GE1 foram semelhantes às do GE2. Apesar dos estudos de NILSSON et al. (2001), TARTARUGA et al. (2001a,b) e LARRONDA et al. (2002), que abordaram questões da mecânica da CPF, o conhecimento sobre o padrão de

movimento e ativação muscular durante a CPF, todavia é escasso. Não obstante, os referidos autores afirmam que tanto o padrão de ativação muscular quanto o movimento dos segmentos inferiores da CPF são diferentes da corrida em esteira rolante. Apesar da diferença observada entre a mecânica da CPF e corrida em esteira rolante, os resultados do presente estudo demonstraram que as variáveis biomecânicas não se modificaram com o complemento do treinamento de CPF, apontando para a possibilidade de utilização da CPF como parte do treino, com uma diminuição do volume de treinamento em terra de até 30% durante um período de até 8 semanas. AMBROSINI et al. (2002) encontraram resultados que vão ao encontro dos dados do presente estudo.

Autores como VAN MECHELEN (1992) e HOEBERIGS, (1992) afirmam que uma das principais causas para a alta incidência de lesões em corredores é o volume exacerbado de treinamento semanal destes. Portanto, apesar de serem necessárias mais investigações neste aspecto, a inclusão da CPF nos programas de treinamento de corredores de meia e longa distância, e a conseqüente diminuição do volume de treinamento semanal de corrida em terra, pode ser uma forma de diminuição da incidência de lesões, principalmente, nos membros inferiores destes atletas. Portanto o problema da falta de especificidade devido ao diferente padrão de ativação elétrica do músculo (NILSSON et al., 2001), as diferentes amplitudes articulares (NILSSON et al., 2001; TARTARUGA et al. 2001a,b) e ao diferente padrão de coordenação motora (LARRONDA et al., 2002) entre a CPF e corrida em terra, não modificaram a técnica dos atletas, comportamento este, evidenciado pela ausência de diferenças no comportamento biomecânico entre o pré e o pós-teste e entre o GE1 e GE2. Além disso, no presente estudo observou-se uma tendência de aumento do CPR para o GE1 em relação ao GE2. TARTARUGA et al. (2001a) relataram que na CPF, há a possibilidade de aumento de mobilidade articular, devido às maiores amplitudes angulares da coxa durante a CPF quando confrontada com a corrida em terra e, para COE & MARTIN (1991), uma característica de um bom estilo de corrida de meia e longa distância é um alto grau de mobilidade articular de quadril. Estudos testando os efeitos da CPF sobre a flexibilidade e suas repercussões no CP de corredores são necessários para confirmar estas suposições.

### **5.3 EFEITOS FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS NO RENDIMENTO**

Neste subcapítulo objetiva-se discutir os efeitos fisiológicos e biomecânicos aplicados para os resultados de desempenho dos atletas. Para esse fim, utilizar-se-á dos resultados advindos das análises multivariadas, que com o propósito de facilitar a discussão, foi dividida em duas análises: fisiológica e biomecânica.

Através da análise multivariada, pode-se avaliar o comportamento fisiológico de uma forma geral nos seus efeitos intra e inter sujeitos e o efeito do tipo de treinamento (GE1/GE2) sobre o tempo (pré/pós). A partir dessa análise verificou-se que o perfil fisiológico não foi modificado com substituição de 30% de CPF no treinamento. Este resultado está em concordância com os estudos sobre as possibilidades da CPF para corredores de rendimento (EYESTONE et al., 1993; MORROW, 1995; WILBER et al., 1996; BUSHMAN et al., 1997; WILDER & BRENNAN, 2001).

McCONNEL et al. (1993), encontraram uma manutenção do  $VO_{2máx}$  após 4 semanas de treinamento com volume de treinamento reduzido (44%), frequência de treinamento reduzida (50%), e intensidade de treinamento (menor do que 70% do  $VO_{2máx}$ ) em corredores de rendimento de longa distância. O desempenho destes atletas igualmente não foi modificado. As reduções de volume, frequência e intensidade do treinamento, parecem não haver sido suficientes para ocasionar diminuição na capacidade aeróbia e desempenho, contudo esta manutenção pode ser devida ao limitado tempo de treinamento (4 semanas). HOUMARD et al. (1989) não encontraram diferença estatisticamente significativamente na Eco durante um programa de treinamento de 10 semanas com diminuição no volume de treinamento. Confirmando os resultados de McCONNEL et al. (1993), HICKSON & ROSENKOETTER, (1981), do mesmo modo, encontraram uma manutenção do  $VO_{2máx}$  durante um treinamento de 15 semanas, entretanto estes reduziram apenas a frequência de treinamento (de 6 dias.semana<sup>-1</sup> para 2-4 dias.semana<sup>-1</sup>). No presente estudo diminuímos o volume de treinamento (30%) em terra, e estes 30% foram transferidos para a CPF, onde foi possível manter as três variáveis fisiológicas mais explicativas do rendimento ( $VO_{2máx}$ , Eco e LV). Desta forma a CPF responde a um dos grandes objetivos da utilização de um treinamento complementar (*cross-training*) para atletas de rendimento, que é manter ou auxiliar nas adaptações centrais, principalmente cardiovasculares (O'TOOLE, 1992) do treinamento.

O comportamento biomecânico também não foi alterado antes e após as 8 semanas de treinamento entre o GE1 e GE2. Como posto anteriormente, o problema

da falta de especificidade hipotetizada pela literatura (FRANGOLIAS & RHODES, 1996; RITCHIE & HOPKINS, 1991) e testada por alguns autores (NILSSON et al., 2001; TARTARUGA et al., 2001a,b, LARRONDA et al., 2002) não foi capaz de modificar o padrão biomecânico da corrida. Além disso, vários estudos epidemiológicos estimam que, entre corredores competitivos, de 24% a 65% destes apresentam lesões devido ao uso excessivo durante o período de um ano (HOEBERIGS, 1992). Não são totalmente esclarecidas as causas destas lesões, entretanto sabe-se que a etiologia destas lesões são multifatorial e diversificada (MARTI et al., 1988; VAN MECHELEN, 1992; HRELJAC et al., 2000). Um dos fatores mais citados na literatura é o excessivo volume (distância) de corrida dentro do programa de treinamento de corredores de rendimento (JACOBS & BERSON, 1986; JAMES & JONES, 1990; VAN MECHELEN, 1992; FREDERICSON, 1996). O mecanismo para a alta incidência de lesões devido ao excessivo volume de treinamento se dá em consequência da falha de algum componente do sistema osso-tendão-músculo de se adaptar as cargas repetitivas desenvolvidas durante a corrida. Os corredores tocam o pé no solo aproximadamente 600 vezes por km (CAVANAGH & LAFORTUNE, 1980) e, em cada passo, de 1,5 a 4 vezes o peso corporal é aplicado aos membros inferiores (JAMES et al., 1978; CAVANAGH & LAFORTUNE, 1980; CROSSLEY et al. 1999; DISS, 2001). Estas cargas mecânicas possuem dois aspectos importantes: primeiro a intensidade da carga, neste caso o estresse local durante um ciclo da passada, e segundo, o volume da carga, ou seja, o número de repetições destas cargas, ou ainda a FP e o tempo de duração com esta frequência de estresses (NIGG & GRIMSTON, 1998). As estruturas músculo-esqueléticas necessitam de estímulos de estresse ou deformação para seu desenvolvimento. Contudo, este estímulo possui um parâmetro específico. Para os autores citados anteriormente, é uma tarefa difícil encontrar este parâmetro. Porém, com as informações sobre lesão por esforço excessivo na corrida, relatadas na literatura, é possível afirmar que corredores de rendimento, nos dias atuais, ultrapassam o limite entre as cargas mecânicas que auxiliam na manutenção e desenvolvimento do sistema músculo-esquelético e as que deterioram o referido sistema. Duas estratégias de prevenção destas lesões podem ser tomadas. Uma, diminuindo a intensidade das cargas pela diminuição da velocidade de corrida (HRELJAC et al., 2000) ou pela diminuição do volume de corrida do treinamento. Qualquer diminuição num destes parâmetros pode ocasionar uma diminuição no

desempenho, principalmente a intensidade do treinamento (WENGER & BELL, 1986). Portanto a diminuição do estresse mecânico sem a diminuição do estresse fisiológico proposto por este estudo, parece ser um caminho para a resolução deste questionamento. Apesar de poucos dados empíricos, outros autores também defendem a utilização da CPF como um treinamento complementar (*cross-training*) para atletas de rendimento (O'BRYAN, 1991; MICHAUD et al., 1995; WILBER et al., 1996; BUSHMAN et al., 1997). Com a presumível diminuição de incidência de lesões com a introdução da CPF, é possível esperar efeitos secundários devido à inibição dos aspectos desfavoráveis da lesão no atleta, como diminuição da carga de treinamento, aspectos psicológicos como ansiedade, medo e desmotivação (HOGG & HAYDEN, 1997). Evitando estes aspectos nocivos da presença de lesão, torna-se possível a garantia do princípio da continuidade, do treinamento esportivo. Este princípio se refere à necessidade de melhora de desempenho ou manutenção dos níveis de desempenho atingidos através da continuidade do trabalho, sendo os fatores intervenientes as lesões, doenças ou fatores sociais (MATVEIEV, 1986; OZOLIN, 1989).

Outro fator que pode explicar as causas da manutenção do rendimento, apesar da falta de especificidade citada na literatura (NILSSON et al. 2001; TARTARUGA et al., 2001a,b; LARRONDA et al, 2002), é a possibilidade de exercitar os segmentos inferiores com maiores cargas devido a maior densidade da água. A possibilidade de aumento de força dentro d'água, já havia sido levantada em estudos anteriores (McWATERS, 1988; NAKAZAWA et al., 1994), principalmente nos músculos extensores do quadril. McWATERS (1988) afirma que a CPF pode aumentar a força muscular de extensores e flexores de quadril, aumentando a FP dentro d'água. No estudo de NAKAZAWA et al. (1994) foram comparados os sinais eletromiográficos de grupos musculares flexores e extensores 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 do quadril foram maiores do que no movimento terrestre. Contudo, os resultados são contraditórios, pois, no estudo desenvolvido por HERTLER et al. (1992), foi possível apenas manter a força isotônica concêntrica e excêntrica de extensores e flexores de joelho e dorso-flexores e flexores plantares do tornozelo, dentro de um programa de CPF, num período de quatro semanas para corredores enquanto que KRUEL et al. (2003b) observaram uma melhora de força muscular em mulheres não atletas.

Ainda assim, a possibilidade de aumento de força pode ser uma hipótese para explicar a manutenção do rendimento, desta forma, compensando a falta de especificidade. Para PAAVOLAINEN et al. (1999) e MILLET et al. (2002) é possível melhorar a Eco através de um treinamento de resistência aeróbia em conjunto com um treinamento de força. PAAVOLAINEN et al. (1999) demonstrou que o desempenho em uma prova de 5km, a Eco e potência muscular de atletas bem treinados, aumentaram após 9 semanas de treinamento de força explosiva, enquanto que no grupo controle treinando apenas resistência não houve mudanças nas variáveis analisadas. No estudo de MILLET et al. (2002), o treinamento realizado em conjunto com o treinamento normal de resistência foi o de força pura durante 14 semanas. Na referida pesquisa, foi possível melhorar a força pura e Eco dos atletas enquanto que o grupo controle treinando apenas resistência não apresentou melhoras. Estas possíveis melhoras podem ser explicadas por vários fatores. Um deles seria pelo aumento da força e utilização maior de fibras de contração lenta durante uma passada de corrida devido à diminuição do pico de tensão relativo [de 35 a 50% da força pura (HICKSON et al, 1988)] durante a passada da corrida. Outra explicação para a relação entre treinamento de força e desempenho em provas de resistência é a regulação do ciclo encurtamento-alongamento com a diminuição das propriedades de armazenamento de energia elástica devido à fadiga diminuindo assim a Eco (KOMI, 2000). Apesar destas evidências, no presente estudo não foi avaliada a força muscular, portanto estudos que avaliem a força muscular são necessários para confirmar estas hipóteses. Outro possível mecanismo que justifique a manutenção do desempenho, com a inclusão da CPF no treinamento de corredores de rendimento, se refere ao fato de que durante o exercício no meio aquático, as contrações musculares são predominantemente concêntricas (NILSSON et al., 2001), desta forma, empregando mais os componentes contráteis do músculo do que em exercícios com ações excêntricas (KNUTTGEN, 1971) , por exemplo, a corrida em terra, e por conseguinte, os atletas do GE1, possivelmente, fizeram uso dos componentes contráteis com mais intensidade do que os atletas do GE2, durante os 30% do treinamento, nos quais a CPF foi desenvolvida.

Em relação ao desempenho, determinados através do TT500, é importante salientar que esta variável apresentou uma melhora significativa entre o pré e pós testes nos dois GE's (GE1: 3s, GE2: 2,8s de diminuição), valores estes bastante significativos para uma prova de 500m.

Portanto, com base nesta discussão com a literatura, é possível afirmar que a CPF pode ser um complemento de treinamento de até 30% do volume de treinamento semanal, pois além de confirmar os indícios de manutenção das características fisiológicas preditivas de desempenho em corredores de meia e longa distância, foi possível demonstrar que a inclusão da CPF no treinamento de corredores de rendimento não acarreta prejuízos à técnica de corrida destes, seja em situação de esforço submáximo (Eco), ou seja em situação de fadiga (T500). Estes dados apresentam uma informação útil ao técnico de corredores de meia e longa distância para o planejamento e periodização do treinamento de alto nível. Através da inclusão da CPF, novas perspectivas de otimização das cargas fisiológicas se tornam possíveis para corredores de rendimento, diminuindo a influência da inconveniente limitação no planejamento de treinamento, devido à possibilidade de ocorrência de lesões por uso excessivo.

## 6 CONCLUSÃO, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

### 6.1 CONCLUSÃO

O principal objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos biomecânicos e fisiológicos da inclusão da CPF, no desempenho de corredores de rendimento. A partir da apresentação e discussão dos resultados, chegou-se às seguintes conclusões:

**a) quanto aos efeitos da CPF sobre os parâmetros fisiológicos:**

- ♦ verificou-se que não ocorreram mudanças estatisticamente significativas nas variáveis de  $VO_{2máx}$ ,  $VelVO_{2máx}$ ,  $FC_{máx}$ ,  $VE_{máx}$ , 1LV,  $Vel1LV$ , 2LV,  $Vel2LV$ , entre o pré e pós-testes e entre os GE's 1 e 2.

**b) Quanto aos efeitos da CPF sobre os parâmetros biomecânicos:**

- ♦ verificou-se que não ocorreram mudanças estatisticamente significativas nas variáveis de FP50, FP450, CP50, CP450, CPR50, CPR450, TP50, TP450, TS50, TS450, TV50, TV450, VH50, VH450, FPeco, CPeco, CPReco, TPeco, TSeco, TVeco, entre o pré e pós-testes e entre os GE's 1 e 2.

**c) Quanto aos efeitos da CPF sobre o desempenho de corrida:**

- ♦ verificou-se que não ocorreram modificações estatisticamente significativas no tempo de 500 (T500) entre o pré e pós-testes e entre os GE's 1 e 2.

O presente estudo vem demonstrar que corredores de rendimento quando submetidos a um treinamento de 8 semanas com complemento de CPF, em até 30% do volume de treinamento, não modificam seu desempenho de corrida, nem tampouco os parâmetros fisiológicos e biomecânicos da corrida.

Este resultado vem confirmar a possibilidade da utilização da CPF para o treinamento normal de corredores de rendimento de meia e longa distância, com o

objetivo de diminuir os riscos de lesão por uso excessivo, sem o decréscimo do desempenho, e desta forma, contribuindo para o princípio da continuidade do treinamento esportivo.

## 6.2 LIMITAÇÕES

O presente estudo apresentou informações sobre o comportamento de parâmetros fisiológicos e biomecânicos antes e após um treinamento de 8 semanas, no qual um grupo de corredores realizou um treinamento de 70% de corrida em terra e 30% de CPF (GE1) e outro grupo de corredores realizou o treinamento somente de corrida em terra (GE2). Entretanto, como todo estudo, este apresenta limitações. Algumas, derivadas da metodologia adotada, outras, decorrentes da visão unilateral do pesquisador, e outras, influenciadas por condições externas.

Assim, dentre outras, podem-se apontar as seguintes limitações:

- a) a falta de trabalhos nas áreas das adaptações crônicas do treinamento de CPF, impossibilitando maior discussão destes resultados encontrados, principalmente em relação as variáveis biomecânicas;
- b) o tempo de 8 semanas, que não possibilita generalizar os resultados do estudo para mais do que 8 semanas.
- c) a impossibilidade de aleatoriedade na divisão dos grupos experimentais, tornando o estudo quase-experimental.
- d) a fase de treinamento, pois os resultados deste estudo se limitam ao período de base de treinamento dos atletas.

## 6.3 SUGESTÕES

Em função dos resultados encontrados, dos conhecimentos adquiridos, bem como das limitações do estudo, sugerem-se futuras linhas de pesquisas:

- ◆ desenvolver estudos semelhantes com amostras de não atletas ou atletas de outras especialidades, e populações especiais (obesos, cardíacos, etc);
- ◆ desenvolver estudos semelhantes por um tempo superior a 8 semanas;

- ◆ verificar os efeitos de diferentes tipos de treinamento (contínuo *versus* intervalado), e também com diferentes freqüências, intensidades e duração de treinamento;
- ◆ analisar o efeito do nível de habilidade na CPF nas respostas agudas e adaptações crônicas ao treinamento de corredores de rendimento;
- ◆ analisar a freqüência de incidência de lesões em atletas corredores com a inclusão da CPF;
- ◆ verificar a possibilidade de ganhos de flexibilidade e força muscular em atletas corredores com a inclusão da CPF.

## 5 BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO, E. O.; GOLDFARB, A. H. Increased training intensity effects on plasma lactate, ventilatory threshold, and endurance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 21(5): 563-568, 1989.

ALBERTON, C. L.; TARTARUGA, L. A. P.; TURRA, N. A.; PETKOWICZ, R.; MÜLLER, F. G.; KRUEL, L. F. M. Efeitos do peso hidrostático na frequência cardíaca durante imersão no meio aquático. **Anais do XIV SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS**, Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 518, 2002.

AMBROSINI, A. B.; TARTARUGA, L. A.; TARTARUGA, M. P.; COERTJENS, M.; BLACK, G. L.; RIBEIRO, J. L., RIBAS, L. R., KRUEL, L. F. M. Efeitos biomecânicos do treinamento complementar de corrida em piscina funda no desempenho de corredores de rendimento. **Anais do XIV Salão de Iniciação Científica da UFRGS**, p. 515, 2002.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, **Guidelines for exercise testing and prescription**, 4. edi., Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.

ANDRIACCHI, T.P.; ALEXANDER, E.J. Studies of human locomotion: past, present and future. **Journal of Biomechanics**, 33(10): 1217-1224, 2000.

ARAMPATZIS, A. KNICKER, A.; METZLER, V.; BRÜGGEMANN, G. P. Mechanical power in running: a comparison of different approaches. **Journal of Biomechanics**, 33: 457-463, 2000.

ARBORELIUS, M.; BALLDIN, U.I.; LILJA, B.; LUNDGREN, C.E.G. Hemodynamic changes in man during immersion with the head above water. **Aerospace Environmental Medicine**. 43 (6):592-598, 1972a.

ARBORELIUS, M.; BALLDIN, U.I.; LILJA, B.; LUNDGREN, C.E.G. Regional lung function in man during immersion with the head above water. **Aerospace Environmental Medicine**. 43 (6): 43:701-707, 1972b.

ASTRAND, P.O.; RODAHL, K. **Textbook of Work Physiology**. New York: McGraw-Hill. 1986.

AVELLINI, B.A.; SHAPIRO, Y.; PANDOLF, K.B. Cardio-respiratory physical training in water and on land. **European Journal of Applied Physiology**. 50: 255-263, 1983.

BAETA, A.; MACKENZIE, J. **Middle and Long Distance Training**. In: GAMBETTA, V. (Ed). Track and Field Coaching. T.A.C. USA, 1989.

BASSET, D. R.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 32(1): 70-84, 2000.

BATES, B. T.; HAVEN, B. H. Effects of fatigue on the mechanical characteristics of highly skilled female runners. **Biomechanics on Series**, IV: 121-125, 1974.

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**, 11:328-331, 1979.

BEAVER, W.; WASSERMAN, K.; WHIPP, B. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. **Journal of Applied Physiology** 60: 2020-27. 1986.

BEGIN, R.; EPSTEIN, M.; SACKNER, M.A.; LEVINSON, R.; DOUGHERTY, R.; DUNCAN, D. Effects of water immersion to the neck on pulmonary circulation and tissue volume in man **Journal of Applied Physiology**, 40:293-299, 1976.

BENNETT, M.R. The early history of the synapse: from plato to sherrington, **Brain Research Bulletin**, 50(2): 95-118, 1999.

BILLAT, V.; FLECHET, B.; PETIT, B.; MURIAUX, G.; KORALSZTEIN, J. P. Interval training at  $VO_{2max}$  : effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 31: 156-163, 1999.

BISHOP, P.A.; FRAZIER, S.; SMITH, J.; JACOBS, D. Physiological responses to treadmill and water running. **Physical Sportsmedicine**, 17:87-94, 1989.

BLOOM, M. Special section: Cross training. **Runner's World**, 25: 46-58, 1990

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, n.3: 307-314, 1990.

BULBULIAN, R.; WILCOX, A.; DARABOS, B. Anaerobic contribution to distance running performance of trained cross-country athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise** 18: 107-13. 1986.

BUSHMAN, B.A.; FLYNN, M.G.; ANDRES, F.F.; LAMBERT, C.P, TAYLOR, M.S.; BRAUN, W.A. Effect of 4 weeks of deep water run training on running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 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**, 19:612-614, 1991.

CAIOZZO, V.J.; DAVIS, J.A.; ELLIS, J.F.; AZUS, J.L.; VANDAGRIFF, R.; PRIETTO, C.A.; McMASTER, W.C. A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. **Journal of Applied Physiology**, 53: 1184-1189, 1982.

CAMPBELL, D.T.; STANLEY, J.C. **Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa**. São Paulo: EPU: Ed. Universidade de São Paulo, 1979.

CARTER, H.; JONES, A. M.; BARSTOW, T. J.; BURNLEY, M.; WILLIAMS, C.; DOUST, J. H. Effect of endurance training on oxygen uptake kinetics during treadmill running. **Journal of Applied Physiology**, 89: 1744-1752, 2000.

CASPERSEN, C.J. Physical activity epidemiology: concepts, methods, and application to exercise science. In PANDOLF (ed). **Exercise and Sport Science Review**. Vol. 17, American College of Sports Medicine Series, p, 423-473, Williams e Wilkins, Baltimore, 1989.

CAVANAGH, P.R.; KRAM, R. The efficiency of human movement-a statement of the problem. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 17(3): 304-308, 1985.

CAVANAGH, P.R.; LAFORTUNE, M. A. Ground reaction forces in distance running. **Journal of Biomechanics**, 13(5): 397-406, 1980.

CAVANAGH, P.R.; WILLIAMS, K.R. The effect of stride length variation on oxygen uptake during distance running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 14(1): 30-35, 1982.

CAVANAGH, P.R. **The mechanics of distance running: A historical perspective**. In: Biomechanics of distance running. CAVANAGH, P. R.(Editor). Champaign: Human Kinetics, p. 1-31, 1990.

CHIRTEL, S. J.; BARBEE, R.W.; STAINSBY, W. N. Net O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, lactate, and acid exchange by muscle during progressive working contractions. **Journal of Applied Physiology**, 56(1): 161-165, 1984.

CHOUKROUN, M.L.; VARENE, P. Adjustments in oxygen transport during head-out immersion in water at different temperatures. **Journal of Applied Physiology**, 68(4):1475-1480, 1990.

CHRISTIE, J.L.; SHELDAHL, L.M.; TRISTANI, F.E.; WANN, L.S.; SAGAR, K.B.; LEVANDOSKI, S. G.; PTACIN, M.J.; SOBOCINSKI, K.A.; MORRIS, R.D. Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. **Journal of Applied Physiology**, 69(2):657-664, 1990.

CLOUGH, P.J.; SHEPHERD, J.; MAUGHAM. R.J. Marathon finishers and pre-race drop-outs. **British Journal of Sports Medicine**, 23: 97-101, 1989.

COE, D.; MARTIN, D. Fix your form. **Runner's World**, 26 (9): 38-43, 1991.

COE, D.; MARTIN, D. **Middle Distance Training**. In: GAMBETTA, V. (Ed). Track and Field Coaching. T.A.C. USA, 1995.

COERTJENS, M.; KRUEL, L. F. M.; TARTARUGA, L. A. P.; DIAS, A. B. C.; SILVA, R. C.; RANGEL, A. C. B.; PICANÇO, P. P. Determinação da bradicardia durante imersão vertical no meio líquido. **Anais do XII Salão de Iniciação Científica**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 341, 2000.

CONLEY, D.L.; KRAHENBUHL, G.S. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 12: 357-360, 1980.

CONNELLY, T.P.; SHELDAHL, L.M.; TRISTANI, F.E.; LEVANDOSKI, S.G.; KALKHOFF, R.K.; HOFFMAN, M.D.; KALBFLEISH, J.H. Effect of increased central

blood volume with water immersion on plasma catecholamines during exercise. **Journal of Applied Physiology**, 69(2):651-656, 1990.

COSTILL, D.L.; CAHILL, P.J.; EDDY, D. Metabolic responses to submaximal exercise in three water temperatures. **Journal of Applied Physiology**, 22:628-632, 1967.

COSTILL, D.L. Physiology of marathon running. **The Journal of the American Medical Association**, 221:1024-1029, 1972.

CRAIG, A.B.; DVORAK, M. Thermal regulation during water immersion. **Journal of Applied Physiology**, 21:1577-1585, 1966.

CREWS, D.J. Psychological state and running economy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 24(4): 475-482, 1992.

CROSSLEY, K.; BENNELL, K.L.; WRIGLEY, T.; OAKES, B. W. Ground reaction forces, bone characteristics, and tibial stress fracture in male runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 31(8): 1088-1093, 1999.

DALLEAU, G. BELLI, A.; BOURDIN, M.; LACOUR, J.-R. The spring-mass model and the energy cost of treadmill running. **European Journal of Physiology**, 77: 257-263, 1998.

DAGG, A.I. Running, walking and jumping. In: CAPPOZZO, A.; MARCHETTI, M.; TOSI, V. (Eds.), **Biocomotion: A century of Research Using Moving Pictures**. Promograph, Rome, p. 19, 1977.

DANIELS, J.T.; YARBROUGH, R.A.; FOSTER, C. Changes in  $VO_{2max}$  and running performance with training. **European Journal of Physiology**, 39: 249-254, 1978.

DANIELS, J.; DANIELS, N. Running economy of elite male and elite female runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 24(4): 483-489, 1992.

DENISON, D.M.; WAGNER, P.D.; KINGABY, G.L.; WEST, J.B. Cardiorespiratory responses to exercise in air and underwater. **Journal of Applied Physiology**, 33:426-430, 1972.

DENIS, C.; FOUGET, T.; POTY, P.; GEYSSANT, A.; LACOUR, I.R. Effect of 40 weeks of endurance training on the anaerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine**, 3: 208-214, 1982.

- DERRICK, T.R.; DEREU, D.; McLEAN, S.P. Impacts and kinematic adjustments during an exhaustive run. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 34(6): 998-1002, 2002.
- DI PRAMPERO, P. The energy cost of human locomotion on land and on water. **International Journal of Sports Medicine**, 7: 55-72, 1986.
- DISS, C. E. The reliability of kinetic and kinematic variables used to analyse normal running gait. **Gait and Posture**, 14: 98-103, 2001.
- DONOVAN, C. M.; BROOKS, G. A. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. **American Journal of Physiology**, 244 (1): E83-92, 1983.
- DOUARD, J.W. E.-J Marey's Visual Rhetoric and Graphic Decomposition of the Body. **Studies in History and Philosophy of Science**, 26(2): 175-204, 1995.
- DOWZER, N.D.; REILLY, T.; CABLE, N.T.; NEVILL, A. Maximal physiological responses to deep and shallow water running. **Ergonomics**, 42 (2): 275-281, 1999.
- ECHT, M.; LANGE, L.; GAUER, O.H. Changes of peripheral venous tone and central transmural venous pressure during immersion in a thermoneutral bath. **Pflügers Archives**, 352:211-217, 1974.
- ELLIOT, B.; ACKLAND, T. Biomechanical effects of fatigue on 10.000 meter running technique. **Research Quarterly for exercise and sport**. 52: 160-166, 1981.
- ENOKA, R.M.. **Neuromechanical Basis of Kinesiology**. Champaign: Human Kinetics, 1988.
- EPSTEIN, M.; LEVINSON, R.; LOUZENHISER, R. Effects of water immersion on renal hemodynamics in normal man. **Journal of Applied Physiology**, 41:230-233, 1976.
- ESTON, R.; REILLY, T. **Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: Tests, procedures and data**. Chapman & Hall : London. 1996.
- EYESTONE, E.; FELLINGHAM, G.; GEORGE, J.; FISHER, A.G. Effect of water running and cycling on maximum oxygen consumption and 2-mile run performance. **American Journal of Sports Medicine**, 21:41-44, 1993.
- EYESTONE, E. Careful cross-training. **Runner's World**, 34(10): 36, 1999.

- FARREL, P.A. WILMORE, J.H.; COYLE, E.F.; BILLINGS, J.E.; COSTILL, D.L. Asma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 11:338-44. 1979.
- FITTS, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. **Physiological Reviews**, 74(1): 49-85, 1994.
- FLYNN, M. G.; CARROLL, K. K.; HALL, H. L.; BUSHMAN, B. A.; BROLINSON, P. G.; WEIDEMAN, C. A. Cross training: indices of training stress and performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 30(2): 294-300, 1998.
- FOLINSBEE, L. Cardiovascular response to apneic immersion in cool and warm water. **Journal of Applied Physiology**, 36:226-232, 1974.
- FOSTER, C.; DANIELS; YARBROUGH, R.A. Physiological and training correlates of marathon running performance. **Australian Journal of Sports Medicine**, 9: 58-62, 1977.
- FRANGOLIAS, D.D.; RHODES, E.C. Maximal and Ventilatory Threshold Responses to Treadmill and Water Immersion Running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 27 (7): 1007-1013. 1995.
- FRANGOLIAS, D.D.; RHODES, E.C. Metabolic Responses and Mechanisms During Water Immersion Running and Exercise. **Sports Medicine**, 22 (1) 38-53. 1996.
- FRANGOLIAS, D.D.; RHODES, E.C.; TAUNTON, J.E. The effect of familiarity with deep water running on maximal oxygen consumption. **Journal of Strength and Conditioning Research** 10:215-219, 1996.
- FRANGOLIAS, D.D.; TAUNTON, J.E.; RHODES, E.C.; McCONLEY, J.P.; MOON, M. Maintenance of aerobic capacity during recovery from right foot Jones fracture: a case report. **Clinical Journal of Sports Medicine**, 7 (1): 54-58, 1997.
- FREDERICSON, M. Common Injuries in Runners. Diagnosis, Rehabilitation and Prevention. **Sports Medicine**. 21 (1): 49-72, 1996.
- 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**, 29(10): 1374-1378, 1997.

GERGLEY, T. J.; McARDLE, W. D.; DeJESUS, P.; TONER, M. M. JACOBOWITZ, S.; SPINA, R. J. Specificity of arm training on aerobic power during swimming and running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 16:349-354, 1984.

GIBSON, H.; EDWARDS, H. T. Muscular exercise and fatigue. **Sports Medicine**, 2: 120-132, 1985.

GLASS, B.; WILSON, D.; BLESSING, D.; MILLER, E. A Physiological comparison of suspended deep water running to hard surface running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 9(1): 17-21, 1995.

GRIFFIN, L. A. **A biomechanical comparison of running between media**. Unpublished thesis. University of Oregon. 1993.

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

HARRISON, G.G.; BUSKIRK, E.R.; CARTER, J.E.L.; JOHNSTON, F.E. LOHMAN, T.G.; POLLOCK, M.L.; ROCHE, A.F.; WILMORE, J. **Skinfold thicknesses and measurement technique**. In: LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. (Eds.). Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics, p. 55-70, 1988.

HARRISON, R.A.; HILLMAN, M.; BULSTRODE, S. Loading of the lower limb when walking partially immersed: Implications for clinical practice. **Physiotherapy**, 78(3): 164-166, 1992.

HAY, J.G.; NIGG, B.M. Sports Biomechanics: from descriptions to prediction. **Proceedings of XXVIII World Congress of International Society of Biomechanics**, Sports Biomechanics Section(Keynote Lecture): 22-24, 2001.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MÜCKE, S.; MÜLLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4 mmol.l<sup>-1</sup> lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, 6:117-130, 1985.

HEISE, G.D.; MARTIN, P.E.; CARROLL, P.S. Ground reaction force characteristics and running economy. **Proceedings of 20th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics**, ASB, 1996.

- 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.
- HEWSON, D.J.; HOPKINS, W.G. Specificity of training and its relation to the performance of distance runners. **International Journal of Sports Medicine**, 17(3): 199-204, 1996.
- HICKSON, R. C.; ROSENKOETTER, M. A. Reduced training frequencies and maintenance of increased aerobic power, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 13: 13-16, 1981.
- HICKSON, R. C.; DVORAK, B.A.; GOROSTIAGA, E.M. KUROWSKI, T. T.; FOSTER, C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. **Journal of Applied Physiology**, 65: 2285-2290, 1988.
- HOCHMUTH, Gerhard. **Biomecánica de los Movimientos Deportivos**. Madrid: Instituto Nacional de Educacion Fisica. 1973.
- HOEBERIGS, J. H. Factors Related to the Incidence of Running Injuries. A Review. **Sports Medicine**, 13 (6): 408-422, 1992.
- HOGG, J. M.; HAYDEN, M. A. Pain perceptions among competitive runners. **New Studies in Athletics**, 12(2-3): 95-99, 1997.
- HOLLOSZY, J.O. Biochemical adaptations to exercise: aerobic metabolism. **Exercise and Sports Science Reviews**, 1: 46-71, 1973.
- HÖLMER, L.; BERGH, V. Metabolic and thermal response to swimming in water at varying temperatures. **Journal of Applied Physiology**, 37:702-705, 1974.
- HOUARD, J.; KIRWAN, J.; FLYNN, M.; MITCHELL, J. Effects of reduced training on submaximal and maximal running responses. **International Journal of Sports Medicine**, 10: 30-33, 1989.
- HRELJAC, A.; MARSHALL, R. N.; HUME, P. A. Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 32(9): 1635-1641, 2000.
- HSI, W. -L.; LAN, C.; LAI, J. -S. Normal standards for cardiopulmonary responses to exercise using a cycle ergometer test. **Jornal of the Formosan Medical Association**, 97: 315-322, 1998.

JACOBS, S.J.; BERSON, B.L. Injuries to runners: a study of entrants to a 10 000 meter race. **American Journal of Sports Medicine**, 14:151-155, 1986.

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

JAMES, S. L.; JONES, D. C. **Biomechanics aspects of distance running injuries**. In: Biomechanics of distance running. CAVANAGH, P. R.(Editor). Champaign: Human Kinetics, p. 249-269, 1990.

JOHANSEN, L.B.; JENSEN, T.U.S.; PUMP, B.; NORSK, P. Contribution of abdomen and legs to central blood volume expansion in humans during immersion. **Journal of Applied Physiology**, 83(3): 695-699, 1997.

JONES, A. M. A five year physiological case study of an Olympic runner. **British Journal of Sports Medicine**, 32: 39-43, 1998.

KANG, J.; CHALOUPKA, E. C.; MASTRANGELO, M. A.; BIREN, G.B.; ROBERTSON, R. J. Physiological comparisons among three maximal treadmill exercise protocols in trained and untrained individuals. **European Journal of Applied Physiology**, 84(4): 291-295, 2001.

KATCH, V.L.; SADY, S.S.; FREEDSON, P. Biological variability in maximum aerobic power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 14 (1): 21-25, 1982.

KAWAKAMI, Y.; NATELSON, B.H.; DUBORS, A.B. Cardiovascular effects of face immersion and factors affecting diving reflex in man. **Journal of Applied Physiology**, 23:964-970, 1967.

KEATINGE, W.R.; EVANS, M. The respiratory and cardiovascular response to immersion in cold and warm water. **Quarterly Journal of Physiology**, 46:83-94, 1961.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition. **European Journal of Applied Physiology and Occupation Physiology**, 42(1): 25-34, 1979.

KNUTTGEN, H. G. Human performance in high-intensity exercise with concentric and eccentric muscle contractions. **International Journal of Sports Medicine**, Suppl.: 6-9, 1986.

KOMI, P. V. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. **Journal of Biomechanics**, 33: 1197-1206, 2000.

KRAHENBUHL, G.S.; WILLIAMS, T.J. Running economy: changes with age during childhood and adolescence. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 24 (4): 462-466, 1992.

KRUEL, L.F.M. **Peso hidrostático e frequência cardíaca em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano) – Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, 1994.

KRUEL, L. F. M.; TARTARUGA, L. A. P. Estudo do percentual de redução no peso hidrostático através do método de imersão vertical em pessoas do sexo feminino em distintas faixas etárias. **Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica**, 1: 186-191, 2001.

KRUEL, L. F. M.; TARTARUGA, L. A. P.; DIAS, A. B. C.; SILVA, R. C.; RANGEL, A. C. B.; PICANÇO, P. P. Frequência cardíaca durante imersão no meio aquático. **Fitness & Performance Journal**, (aceito para publicação), 2003a.

KRUEL, L. F. M.; CARDOSO, A. S.; BRENTANO, M.; FIGUEIREDO, P. P. de; BARELLA, R.; TARTARUGA, L. A. P. Efeitos de um programa de treinamento de corrida em piscina funda na força muscular de mulheres. Dados não publicados, 2003b.

KUMAGAI, S.; TANAKA, K.; MATSUURA, Y.; MATSUZAKA, A.; HIRAKOBA, K.; ASANO, K. Relationships of the anaerobic threshold with the 5 km, 10 km and 10 mile races. **European Journal of Applied Physiology**, 49: 13-23, 1982.

KYRÖLÄINEN, H.; BELLI, A.; KOMI, P. V. Biomechanical factors affecting running economy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 33(8): 1330-1337, 2001.

LAPUENTE, M.; OLASO, S.; ENSENYAT, A.; GARCÍA-FOJEDA, A.; BLANCO, A.; CALVO, F. Efectos de la frecuencia de zancada en el coste energético de la carrera. **Apunts en Educación y Deportes**, 57: 38-44, 2001.

LARRONDA, A.C.C.; TARTARUGA, L.A.P.; PETERSEN, R.D.S. Efeitos das restrições do ambiente e da tarefa na coordenação intra-membro durante a corrida

em piscina funda. **Anais do III Seminário de Comportamento Motor**, Seção de controle motor, 2002.

LEE, D.T.; TONER, M. M.; McARDLE, W.D.; VRABAS, J.S.; PANDOLF, K.B. Thermal and metabolic responses to cold-water immersion at knee, hip, and shoulder levels. **Journal of Applied Physiology**, 82(5): 1523:1530, 1997.

LONDEREE, B. The use of laboratory test results with long distance runners. **Sports Medicine**, 3:201-13, 1986.

LONDEREE, B. R. Effect of training on lactate/ventilatory thresh-olds: a meta analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 29: 837-843, 1997.

MADER, A.; HECK, H. A theory of the metabolic origin of "Anaerobic Threshold". **International Journal of Sports Medicine**, 7: 46-65, Supplement, 1986.

MAGEL, J. R.; FOGLIA, G. F.; McARDLE, W. D.; GUTIN, B.; PECHAR, G. S. Specificity of swim training on maximum oxygen uptake. **Journal of Applied Physiology**, 38:151-155, 1975.

MARTI, B.; VADER, J.P.; MINDER, C.E.; ABELIN, T. On the epidemiology of running injuries. **American Journal of Sports Medicine**. 16: 285-294, 1988.

MARTIN, P.E.; MORGAN, D.W. Biomechanical considetations for economical walking and running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 24 (4): 467-474, 1992.

MARTIN, R.B. **A genealogy of biomechanics**. Presidential Lecture presented at the 23<sup>rd</sup> Annual Conference of the American Society of Biomechanics, <http://www.asb-biomech.org/historybiomech/index.html>, 1999.

MARTIN, D. E.; VROON, D. M.; MAY, A.F.; PILBEAM, S. P. Physiological changes in elite male distance runners training for olympic competition. **Physician Sportsmedicine**, 14: 152-171, 1986.

MATVEIEV, L. **Fundamentos do treino desportivo**. Lisboa: Horizonte.; 1986.

McARDLE, W.D.; MAGEL, J.R.; LESMES, G.R.; PECHAR, G.S. (1976). Metabolic and cardiovascular adjustmente to work in air and water at 18, 25 and 33°C. **Journal of Applied Physiology**, 40:85-90.

McARDLE, W.D.; MAGEL, J.R.; DELIO, D.J.; TONER, M.; CHASE, J.M. Specificity of run training on  $VO_{2max}$  and heart rate changes during running and swimming. **Medicine and Science in Sports**, 10(1): 16-20, 1978.

McCONNEL, G. K.; COSTILL, D. L.; WIDRICK, J. J.; HICKEY, M. S.; TANAKA, H.; GASTIN, P. B. Reduced training volume and intensity maintain aerobic capacity but not performance in distance runners. **International Journal of Sports Medicine**, 14: 33-37, 1993.

McLEAN, J.R.; NELSON, A.X. **Mecânica**. Rio de Janeiro: McGraw-Hill. 1972.

McMURRAY, R.G.; HORVATH, S.M. Thermoregulation in swimmers and runners. **Journal of Applied Physiology**, 46:1086-1092, 1979.

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

MERCER, J. A. **Reliability of a graded exercise test during deep water running and comparison of peak metabolic responses to treadmill running**, Tese (Mestrado em Cinesiologia) – University of North Texas, 1994.

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 Strength and Conditioning Research**, 5 (4), pp. 55-60, 1997.

MICHAUD, T.J.; BRENNAN, D.K.; WILDER, R.P.; ET AL. Aquarun Training and Changes in Treadmill Running Maximal Oxygen Consumption. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 9: 78-84, 1995.

MILLET, G. P.; JAQUEN, B.; BORRANI, F.; CANDAU, R. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and  $VO_2$  kinetics. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 34(8): 1351-1359, 2002.

MILLIRON, M.J.; CAVANAGH, P.R. **Sagittal plane kinematics of the lower extremity during distance running**. In: Biomechanics of distance running. CAVANAGH, P.R.(Editor). Champaign: Human Kinetics, p. 65-100, 1990.

MOENING, D.; SCHEIDT, A.; SHEPARDSON, L.; DAVIES, G.J. Biomechanical comparison of water running and treadmill running. **Isokinetics and Exercise Science I**, 3(4), 207-215. 1994.

MOREIRA, A. **Física Básica**. São Paulo: Fundação Gulgenkian, 1971.

- MORGAN, D.W. Factors affecting running economy. **Sports Medicine**, 7: 310-330, 1989.
- MORGAN, D.W.; CRAIB, M. Physiological aspects of running economy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 24(2): 456-461, 1992.
- MORROW, M. J. **Effects of ten weeks of deep water running or land based run training**. Tese (Dissertação em Cinesiologia) – University of North Texas, 1995.
- MÜLLER, F. I. G. **Comportamento da frequência cardíaca em indivíduos imersos em diferentes temperaturas de água**. Monografia (Especialização em Atividades Aquáticas) – Centro de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2000.
- MUYBRIDGE, E. Complete human and animal locomotion. In: Cappozzo, A.; Marchetti, M.; Tosi, V. (Eds.), **Biocomotion: A century of Research Using Moving Pictures**. Promograph, Rome, p. 69, 1977.
- 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**. Med Sport Sci. Basel, Karger, vol. 39, p. 28-34, 1994.
- NIGG, B.M. Introduction: Selected historical highlights. In: NIGG, B.M.; HERZOG, W.(Eds.) **Biomechanics of the musculo-skeletal system**. 2. ed.; Londres: John Wiley & Sons, 1998.
- NIGG, B. M.; GRIMSTON, S. K. Bone. In: NIGG, B.M.; HERZOG, W.(Eds.) **Biomechanics of the musculo-skeletal system**. 2. ed.; Londres: John Wiley & Sons, 1998.
- 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**. Orthopaedic Biomechanics & Rehabilitation I Section, P241, 2001.
- NOVACHEK, T.F. The biomechanics of running. **Gait & Posture**, 7(1): 77-95, 1998.
- NUNES, V.G.S. **Parâmetros bioquímicos, fisiológicos e da condição física em obesos com diferentes padrões de tolerância à glicose submetidos a um programa de exercícios e dieta**. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento

Humano) – Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, 1996.

O'BRYAN, R. Indoor Workouts. A terrific change of pace. **Triathlete**, vol. 80, p. 32-33, 97, 1991.

OKUNO, E.; CALDAS, I.L.; CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Editora Harbra, 1982.

O'TOOLE, M.L. Prevention and treatment of injuries to runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 24 (9 Suppl.): 360-363, 1992.

OZOLIN, P.V. **Sistema contemporâneo de treinamento deportivo**. La Havana: Científico-técnica, 1989.

PAAVOLAINEN, L, HÄKKINEN, K.; HÄMÄLÄINEN, I.; NUMMELA, A.; RUSKO, H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. **Journal of Applied Physiology**, 86(5): 1527-1599, 1999.

PEREZ, H.R. Specificity of training: selective aspects of running. **Journal of Sports Medicine**, 21: 68-73, 1981.

PESTANA, M. H; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS**. Edições Sílabo: Lisboa, 1998.

POWELL, K.E.; PAFFENBARGER, E.S. Workshop on epidemiologic and public health aspects of physical activity and exercise, a summary. **Public Health Reports**. 100: 118-126, 1985.

POWERS, S.; DODD, S.; DEASON, R.; BYRD, R. e McKNIGHT, T. Ventilatory threshold, running economy, and distance running performance of trained athletes. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 54: 179-182, 1983.

PUGH, L.G.C.E. The influence of wind resistance in running and walking and the mechanical efficiency of work against horizontal or vertical forces. **Journal of Physiology**, 213: 255-276, 1971.

QUINN, T. J.; SEDORY, D. R.; FISHER, B. S. Physiological effects of deep-water running following a land-based training program. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 65:386-389, 1994.

- RENNIE, D.W.; DiPRAMPERO, P.; CERRETELLI, P. Effects of water immersion on cardiac output, heart rate and stroke volume of men at rest and during exercise. **Medicine in Sport (Turin)**, 24:223-228, 1971.
- RISCH, W.D.; KOUBENEC, H.J.; BECKMANN, U. The effect of graded immersion on heart volume, central venous pressure, pulmonary blood distribution, and heart rate in man. **Pflügers Archives**, 374:115-118, 1978.
- RITCHIE, S.E.; HOPKINS, W.G. The intensity of exercise in deep water. **International Journal of Sports Medicine**, 12:27-29, 1991.
- ROSE, J.; GAMBLE, J.G. **Human Walking**, 2. ed.; Baltimore: Williams & Wilkins, 1994.
- SAKURAI, S.; MIYASHITA, M. Energetics of running in humans. **Biomechanics on Series**, 5-B: 629-634, 1976.
- SALTIN, B. Physiological effects of physical conditioning. **Medicine and Science in Sports**, 1(1): 50-56, 1969.
- SHELDAHL, L.M.; WANN, L.S.; CLIFFORD, O.S.; TRISTANI, F.E.; WOLF, L.G. KALBELEISH, J.H. Effect of central hypervolemia on cardiac performance during exercise. **Journal of Applied Physiology**, 52:1662-1667, 1984.
- SIMON, J.; YOUNG, J. L.; BLOOD, D. K.; SEGEL, K. R.; CASE, R. B.; GUTIN, B. Plasma lactate and ventilation thresholds in trained and untrained cyclists. **Journal of Applied Physiology**, 60: 777-781, 1986.
- SJODIN, B.; SVEDENHAG, J. Applied Physiology of Marathon running. **Sports Medicine** 2:83-99, 1985.
- SPRAGUE, P.; MANN, R. V. The effects of muscular fatigue on the kinetics of sprint running. **Research quarterly for exercise and sport**, 54(1): 60-66, 1983.
- SRÁMEK, P.; SIMECKOVÁ, M.; JANSKÝ, L.; SAVLÍKOVÁ, J.; VYBÍRAL, S. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. **European Journal of Applied Physiology**, 81: 436-442, 2000.
- STACOFF, A.; NIGG, B.M.; REINSCHMIDT, C.; VAN DEN BOGERT, A.J.; LUNDBERG, A. Tibiocalcaneal kinematics of barefoot versus shod running. **Journal of Biomechanics**, 33: 1387-1395, 2000.

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

SVEDENHAG, J.; SEGER, J. Running on land and in water: Comparative exercise physiology. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 24:1155-1160, 1992.

TANAKA, K.; MATSUURA, Y.; KUMAGAI, S.; MATSUZAKA, A.; HIRAKOBA, K.; ASANO, K. Relationships of anaerobic threshold and onset of blood lactate accumulation with endurance performance. **European Journal of Applied Physiology**, 52: 51-56. 1983.

TANAKA, H. Effects of cross-training. **Sports Medicine**, 18 (5): 330-339, 1994.

TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of resistance training on endurance performance: A new for of cross-training? **Sports Medicine**, 25 (3): 191-200, 1998.

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, pp. 172-179, 2001a.

TARTARUGA, L.A.P.; LARRONDA, A.C.C.; TARTARUGA, M.P.; KRUEL, L.F.M. Importance of the lower limbs for the horizontal velocity on treadmill running and on deep water running. **Proceedings of XVIII Congress of The International Society of Biomechanics**. Sport Biomechanics I Section, P109, 2001b.

TARTARUGA, L. A. P.; BLACK, G. L.; TARTARUGA, M. P.; COERTJENS, M.; KRUEL, L. F. M. Objetividade e fidedignidade do sistema de digitalização manual para o movimento de corrida. **Revista Perfil**, 5: 67-71, 2001c.

TARTARUGA, L. A. P.; RIBAS, L. R.; BLACK, G. L.; COERTJENS, M.; TARTARUGA, M. P.; OLIVEIRA, A. R.; KRUEL, L. F. M. Efeitos da fadiga na cinemática de corredores. **Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica**. 1: 204-208, 2001d.

TARTARUGA, M. P.; TARTARUGA, L. A. P., RIBAS, L. R.; RANGEL, A. B.; MORAES, L. F. R.; CARRAVETTA, H.; KRUEL, L. F. M. Sistema computacional de avaliação da técnica de corredores meio-fundistas. **Anais do XIII Salão de Iniciação Científica da UFRGS**, p. 122, 2001e.

TARTARUGA, M. P.; RIBEIRO, J. L.; RIBAS, L. R.; TARTARUGA, L. A. P.; KRUEL,

L. F. M. Relação entre economia de corrida e variáveis biomecânicas da técnica de corrida. **Anais do XIV Salão de Iniciação Científica da UFRGS**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 519, 2002.

THEIN, J.M.; BRODY, L.T. Aquatic-based rehabilitation and training for the elite athlete. **The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, 27 (1): 32-41, 1997.

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.

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**. 23: 238-241, 1991.

VAN HALL, G. Lactate as a fuel for mitochondrial respiration. **Acta Physiologica Scandinavica**, 168: 643-656, 2000.

VAN MECHELEN, W. Running Injuries. A Review of the epidemiological literature. **Sports Medicine**, 14 (5): 320-335, 1992.

VAN MECHELEN, W.; HLOBIL, H.; KEMPER, H.C.G. Incidence, severity. Aetiology and prevention of sports injuries: a review of concepts. **Sports Medicine**, 14: 82-89, 1992.

WALTER, S.D.; HART, L.E.; McINTOSH, J.M.; SUTTON, J.R. The Ontario cohort study of running-related injuries. **Archives of Internal Medicine**, 149: 2561-2564, 1989.

WASSERMANN, K.; McILROY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **American Journal of Cardiology**, 14: 844-852, 1964.

WATENPAUGH, D.E.; PUMP, B.; BIE, P.; NORSK, P. Does gender influence human cardiovascular and renal responses to water immersion? **Journal of Applied Physiology**, 89: 621:628, 2000.

WENGER, H.A.; BELL, G.J. The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. **Sports Medicine**, 3: 346-356, 1986.

- WHITTLE, M.W. **Gait analysis: An introduction**. New York: Butterworth-Heinemann, 1996.
- 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.
- WILDER, R.P.; BRENNAN, D.K. **Aqua Running**. In: O'CONNOR, F.; WILDER, R. (Eds.) Nova lorque: McGraw-Hill, 579-588, 2001.
- WILLIAMS, K.R. Biomechanics of running. **Exercise and Sports Science Reviews**, 13, 389-441, 1985.
- WILLIAMS, K. R. **Relationships between distance running biomechanics and running economy**. Em: CAVANAGH, P. R. Biomechanics of distance running. p. 271-305, 1990.
- WILLIAMS, K. R.; CAVANAGH, P. R. Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. **Journal of Applied Physiology**, 63(3): 1236-1245, 1987.
- WILLIAMS, K. R.; CAVANAGH, P. R.; ZIFF, J. L. Biomechanical studies of elite female distance runners. **International Journal of Sports Medicine**, 8 Suppl. 2: 107-118, 1987.
- WINTER, D.A. A new definition of mechanical work done in human movement. **Journal of Applied Physiology**, 46:79-83, 1979.
- WINTER, D.A. **Biomechanics and Motor Control of Human Movement**, Waterloo: Human Kinetics, 1990.
- YAMAJI, K.; GREENLEY, M.; NORTHEY, D. R.; HUGHSON, R. L. Oxygen uptake and heart rate responses to treadmill and water running. **Canadian Journal of Sports Science**, 15: 296-298, 1990.

YOSHIDA, T.; CHIDA, M.; ICHIOKA, M.; SUDA, Y. Blood lactate parameterers related to aerobic capacity and endurance performance. **European Journal of Applied Physiology**, 56: 7-11, 1987.

YU, E.; KITAGAWA, K.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. Cardiorespiratory Responses to Walking in Water. **Medicine and Science in Aquatic Sports**, p. 35-41. 1994.

ZATSIORSKY, V.M. **Kinematics of human motion**. Indianapolis: Human Kinetics, 1998.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A

#### DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ATLETAS PARA A PESQUISA

Determinou-se o número de atletas para a composição da amostra através do processo estatístico desenvolvido a partir dos resultados encontrados no tempo de 500m, através da seguinte fórmula:

$$n = [(Z^{p/2})^2 \times (CV)^2] / (e)^2$$

Onde: (NUNES, 1996)

n = tamanho da amostra

Z = área sob a curva normal

p = índice de significância (5%)

CV = coeficiente de variação

er = erro de amostragem (10%)

Selecionou-se por voluntariedade, 21 atletas corredores de rendimento, um ano antes do presente estudo e verificou-se o tempo de um teste máximo de 500m através de um cronômetro. Obtiveram-se os seguintes tempos (s): 68,9 - 84,2 - 73,6 - 70,31 - 104,6 - 98,4 - 84,1 - 92,6 - 75,4 - 74 - 81 - 89,3 - 80,2 - 70 - 73,5 - 72,1 - 90 - 77,6 - 90,3 - 87,9 - 69,9.

O CV utilizado na determinação do número de atletas para a amostra foi de 0,0986s.

O nível de significância foi de 0,05, determinando assim um percentual de frequência total associada aos 1,96 desvio-padrão contado a partir da média aritmética.

O erro de amostragem foi de 10%.

Tem-se então:

$$n = [(1,96)^2 \times (0,0986)^2] / (0,1)^2 \Rightarrow n = 3,735 \approx \mathbf{4 \text{ atletas}}$$

Nesta pesquisa, cada GE deveria ser composto por 4 atletas corredores, pois os resultados encontrados oferecem suporte para esta afirmação, com um erro amostral de 10%.

Procurando trabalhar com o maior número possível de atletas, a amostra foi constituída de 9 atletas no GE1 e 9 atletas no GE2, escolhidos por voluntariedade.

## APÊNDICE B

### PROJETO PILOTO REALIZADO UM ANO ANTES DO PRESENTE ESTUDO

A amostra foi composta por 23 atletas corredores de provas de meia e longa distância do atletismo. Onze atletas participaram do GE1, cujo 30 % do volume de treinamento foi substituído pelo treinamento de CPF e doze atletas fizeram parte do GE2, no qual todo o treinamento foi realizado em terra. Houve uma bateria de testes antes do treinamento (pré-teste) e após o treinamento (pós-teste). Os testes foram os seguintes:  $VO_{2máx}$  (LV e  $FC_{máx}$ ), Eco, e T500 na pista. Utilizou-se teste-t de student para amostras dependentes para comparar as médias das variáveis estudadas entre o pré-teste e o pós-teste dentro de cada GE. O teste-t para amostras independentes foi realizado para comparar os GE's dentro do pré-teste e pós-teste. Além disso, foi usado o teste de normalidade de Shapiro-Wilks para testar a normalidade da distribuição dos grupos.

Primeiramente, com a proposta de caracterizar a amostra, apresenta-se a seguinte tabela com os resultados médios e  $\sigma$  de MC, EST e idade dos atletas. Observa-se que as MC's e EST's médias são semelhantes entre os GE 1 e 2, contudo a idade média do GE2 é superior ao do GE1, esta diferença deve ser levada em consideração na análise dos resultados fisiológicos a seguir.

Para avaliarmos a possibilidade de utilização de testes paramétricos nas variáveis de análise realizou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilks, o qual é indicado para amostras com menos de 50 indivíduos.

Tabela – Médias e  $\sigma$ 's e comparações (teste-t para amostras independentes) de MC, EST e idade entre os GE1 e GE2.

|            | MC (kg) |             | EST (cm) |            | Idade (anos) |             |
|------------|---------|-------------|----------|------------|--------------|-------------|
|            | Média   | $\sigma$    | Média    | $\sigma$   | Média        | $\sigma$    |
| <b>GE1</b> | 62,86   | $\pm 10,90$ | 170,94   | $\pm 9,87$ | 18,40        | $\pm 4,88$  |
| <b>GE2</b> | 62,20   | $\pm 10,56$ | 172,30   | $\pm 7,76$ | 30,80        | $\pm 10,80$ |
| <b>P</b>   | 0,346   |             | 0,736    |            | 0,004*       |             |

\* Diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Os resultados apresentaram uma distribuição normal (tabela a seguir), com exceção da  $FC_{máx}$  no pós-teste do GE1 e TS no pré-teste do GE1 também. Além disso, no GE2 os dados de Eco não apresentaram uma distribuição normal.

Tabela – Teste de normalidade da distribuição dos grupos de Shapiro-Wilks ( $p < 0,05$ ).

| Variáveis                          | Shapiro-Wilks |       |
|------------------------------------|---------------|-------|
|                                    | GE1           | GE2   |
| <b>VO<sub>2</sub>máx pré-teste</b> | 0,487         | 0,845 |
| <b>VO<sub>2</sub>máx pós-teste</b> | 0,737         | 0,489 |
| <b>FC<sub>máx</sub> pré-teste</b>  | 0,386         | 0,088 |
| <b>FC<sub>máx</sub> pós-teste</b>  | 0,018         | 0,165 |
| <b>Eco 11/14 pré-teste</b>         | 0,681         | 0,047 |
| <b>Eco 11/14 pós-teste</b>         | 0,501         | 0,034 |
| <b>Eco 13/16 pré-teste</b>         | 0,525         | 0,021 |
| <b>Eco 13/16 pós-teste</b>         | 0,651         | 0,123 |
| <b>T500 pré-teste</b>              | 0,081         | 0,630 |
| <b>T500 pós-teste</b>              | 0,461         | 0,411 |
| <b>TP50 pré-teste</b>              | 0,435         | 0,573 |
| <b>TP450 pré-teste</b>             | 0,255         | 0,872 |
| <b>TP50 pós-teste</b>              | 0,894         | 0,721 |
| <b>TP450 pós-teste</b>             | 0,477         | 0,845 |
| <b>TV50 pré-teste</b>              | 0,475         | 0,432 |
| <b>TV450 pré-teste</b>             | 0,332         | 0,447 |
| <b>TV50 pós-teste</b>              | 0,412         | 0,388 |
| <b>TV450 pós-teste</b>             | 0,578         | 0,061 |
| <b>TS50 pré-teste</b>              | 0,234         | 0,455 |
| <b>TS450 pré-teste</b>             | 0,027         | 0,091 |
| <b>TS50 pós-teste</b>              | 0,327         | 0,558 |
| <b>TS450 pós-teste</b>             | 0,080         | 0,485 |
| <b>FP50 pré-teste</b>              | 0,094         | 0,649 |
| <b>FP450 pré-teste</b>             | 0,273         | 0,278 |
| <b>FP50 pós-teste</b>              | 0,843         | 0,134 |
| <b>FP450 pós-teste</b>             | 0,486         | 0,432 |
| <b>CP50 pré-teste</b>              | 0,742         | 0,200 |
| <b>CP450 pré-teste</b>             | 0,084         | 0,326 |
| <b>CP50 pós-teste</b>              | 0,791         | 0,492 |
| <b>CP450 pós-teste</b>             | 0,734         | 0,756 |
| <b>CPR50 pré-teste</b>             | 0,218         | 0,214 |
| <b>CPR450 pré-teste</b>            | 0,470         | 0,548 |
| <b>CPR50 pós-teste</b>             | 0,469         | 0,323 |
| <b>CPR450 pós-teste</b>            | 0,513         | 0,734 |
| <b>AJD50 pré-teste</b>             | 0,590         | 0,629 |
| <b>AJD450 pré-teste</b>            | 0,398         | 0,808 |
| <b>AJD50 pós-teste</b>             | 0,349         | 0,434 |
| <b>AJD450 pós-teste</b>            | 0,206         | 0,501 |
| <b>AJC50 pré-teste</b>             | 0,553         | 0,425 |
| <b>AJC450 pré-teste (graus</b>     | 0,116         | 0,333 |
| <b>AJC50 pós-teste</b>             | 0,544         | 0,232 |

Nota: TT500 – tempo do T500, TP – tempo de passada, TV – tempo da fase de voo, TS – tempo da fase de suporte, FP – frequência de passada, CP – comprimento de passada, AJD – ângulo do joelho no momento de despregue, AJC – ângulo do joelho no momento de contato.

Os dados fisiológicos estão apresentados na tabela a seguir. Através da análise da tabela abaixo se pode verificar que as medidas de tendência central e variabilidade descritas estão de acordo com valores encontrados na literatura, portanto oferecendo mais um subsídio para a escolha do número da amostra utilizada neste estudo (apêndice B). Na análise comparativa dos dados fisiológicos, realizada através de testes t de student, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os GE's dentro de cada fase (pré e pós-teste) com exceção da  $FC_{máx}$  à qual obteve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) na fase do pós-teste. Além disso, para verificar o efeito dos treinamentos em cada GE, comparou-se as variáveis dependentes entre o pré-teste e o pós-teste em cada GE. Os dois tipos de treinamento foram capazes de manter as variáveis fisiológicas nos GE's ( $p > 0,05$ ).

Tabela – Médias e  $\sigma$  de variáveis fisiológicas antes e após do período de treinamento, divididos em GE1 e GE2.

|                | $VO_{2máx}$                               |          | $FC_{máx}$ |          | Eco 11/14                                 |          | Eco 13/16                                 |          |
|----------------|---|----------|------------|----------|---|----------|---|----------|
|                | Média                                     | $\sigma$ | Média      | $\sigma$ | Média                                     | $\sigma$ | Média                                     | $\sigma$ |
|                | (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) |          | bpm        |          | (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) |          | (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) |          |
| <b>GE1 pré</b> | 49,96                                     | ± 7,38   | 183,22     | ± 7,63   | 35,99                                     | ± 4,51   | 41,91                                     | ± 5,60   |
| <b>GE1 pós</b> | 48,84                                     | ± 5,15   | 192,33     | ± 10,26  | 36,73                                     | ± 4,81   | 42,50                                     | ± 5,61   |
| <b>GE2 pré</b> | 52,36                                     | ± 8,96   | 186,89     | ± 8,37   | 34,25                                     | ± 6,13   | 40,27                                     | ± 6,44   |
| <b>GE2 pós</b> | 50,60                                     | ± 6,51   | 181,37     | ± 7,13   | 34,32                                     | ± 4,26   | 40,07                                     | ± 4,47   |

GE1– GE1, GE2 – GE2, pré – pré-teste, pós – pós-teste.

Os dados biomecânicos e de desempenho no T500 estão apresentados na tabela a seguir. Nesta tabela pode-se observar, que tanto o GE1 quanto o GE2 não sofreram modificação no TT500 do pré-teste para o pós-teste, no qual pode ser explicado em vista de que os atletas no pré-teste estavam saindo da fase competitiva e entrando na fase de base e a fase de pós-teste foi realizada no intermédio da fase de base. Apesar de se esperar por um decréscimo no rendimento, este não sofreu modificação. Na análise comparativa dos dados biomecânicos, realizada através de testes t de student, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os GE's dentro de cada fase (pré e pós-teste) com exceção da CPR na fase dos 50m do teste de 500m no pré-teste à qual obteve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) na fase do pós-teste. Além disso, para verificar o efeito dos treinamentos em cada GE, comparou-se as variáveis dependentes entre o pré-teste e o pós-teste em cada GE. Nenhuma variável biomecânica obteve modificação com o treinamento ( $p > 0,05$ ) dentro de cada GE.

Tabela – Médias e  $\sigma$  das variáveis biomecânicas divididas nas faixas de 50m e 450m do T500 e TT500.

|                   | GE1 pré |            | GE1 pós |            | GE2 pré |            | GE2 pós |            |
|-------------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
|                   | Média   | ± $\sigma$ |
| <b>TT500 (s)</b>  | 80,08   | 8,61       | 78,66   | 6,79       | 85,46   | 12,24      | 82,30   | 12,52      |
| <b>TP 50m (s)</b> | 0,59    | 0,028      | 0,59    | 0,025      | 0,60    | 0,047      | 0,58    | 0,042      |
| <b>TP450m (s)</b> | 0,65    | 0,029      | 0,64    | 0,030      | 0,63    | 0,044      | 0,62    | 0,031      |
| <b>TV 50m (s)</b> | 0,42    | 0,056      | 0,48    | 0,031      | 0,44    | 0,054      | 0,46    | 0,016      |
| <b>TV450m (s)</b> | 0,47    | 0,087      | 0,52    | 0,045      | 0,42    | 0,087      | 0,48    | 0,047      |

|   |        |       |        |       |        |       |        |       |
|---|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| <b>TS 50m (s)</b>                       | 0,15   | 0,072 | 0,11   | 0,022 | 0,16   | 0,059 | 0,12   | 0,04  |
| <b>TS450m (s)</b>                       | 0,18   | 0,075 | 0,13   | 0,018 | 0,21   | 0,095 | 0,14   | 0,036 |
| <b>FP 50m<br/>(pas.s<sup>-1</sup>)</b>  | 103,23 | 6,15  | 101,92 | 4,31  | 102,15 | 8,58  | 103,60 | 7,01  |
| <b>FP 450m<br/>(pas.s<sup>-1</sup>)</b> | 92,90  | 4,81  | 93,67  | 4,31  | 100,28 | 8,83  | 96,82  | 4,82  |
| <b>CP 50m (m)</b>                       | 4,32   | 0,42  | 4,07   | 0,59  | 3,87   | 0,56  | 3,71   | 0,45  |
| <b>CP450m (m)</b>                       | 3,84   | 0,34  | 3,84   | 0,42  | 3,56   | 0,49  | 3,43   | 0,56  |
| <b>AJD 50m (°)</b>                      | 154,26 | 11,82 | 145,97 | 10,19 | 150,99 | 10,36 | 144,57 | 8,07  |
| <b>AJD450m (°)</b>                      | 154,50 | 12,56 | 154,47 | 12,28 | 156,27 | 9,79  | 148,01 | 3,13  |
| <b>AJC 50m (°)</b>                      | 154,78 | 6,28  | 156,47 | 5,86  | 151,22 | 4,23  | 156,47 | 5,86  |
| <b>AJC450m (°)</b>                      | 149,78 | 9,75  | 152,79 | 4,15  | 153,39 | 5,59  | 151,67 | 5,96  |

TT500 – tempo do teste de 500m, TP – tempo de passada, TV – tempo da fase de vôo, TS – tempo da fase de suporte, FP – frequência de passada, CP – comprimento de passada, AJD – ângulo do joelho no momento de despregue, AJC – ângulo do joelho no momento de contato.

## APÊNDICE C - Testes univariados inter e intragrupos

### Testes univariados inter e intragrupos

TESTES INTRAGRUPOS – Estes testes possibilitam visualizar as modificações ocorridas nos comportamentos biomecânico, fisiológico e de composição corporal entre o pré e pós-teste, independente do GE.

Tabela - Análise univariada com medidas repetidas, do fator intragrupos das variáveis do teste de  $VO_{2máx}$  ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise univariada (pré/pós)</b> |                |          |
|-------------------------------------|----------------|----------|
| <b>Variável</b>                     | <b>Teste F</b> | <b>P</b> |
| $VO_{2máx}$                         | 1,282          | 0,275    |
| $VelVO_{2máx}$                      | 0,702          | 0,415    |
| $FC_{máx}$                          | 3,305          | 0,089    |
| $VE_{máx}$                          | 5,872          | 0,029    |
| 1LV                                 | 3,199          | 0,094    |
| 2LV                                 | 5,500          | 0,033    |
| Vel1LV                              | 0,600          | 0,451    |
| Vel2LV                              | 0,272          | 0,610    |

Tabela - Análise univariada com medidas repetidas, do fator intragrupos das variáveis do T500 ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise univariada (pré/pós)</b> |                |          |
|-------------------------------------|----------------|----------|
| <b>Variável</b>                     | <b>Teste F</b> | <b>P</b> |
| T500                                | 0,764          | 0,396    |
| TP50                                | 0,538          | 0,475    |
| TP450                               | 0,237          | 0,633    |
| TV50                                | 0,000          | 1,000    |
| TV450                               | 2,425          | 0,140    |
| TS50                                | 1,475          | 0,243    |
| TS450                               | 2,323          | 0,148    |
| FP50                                | 0,076          | 0,786    |
| FP450                               | 2,222          | 0,157    |
| CP50                                | 1,401          | 0,255    |
| CP450                               | 0,630          | 0,440    |
| CPR50                               | 1,564          | 0,230    |
| CPR450                              | 0,785          | 0,390    |
| AJD50                               | 2,625          | 0,126    |
| AJD450                              | 10,282         | 0,006    |
| AJC50                               | 0,162          | 0,693    |
| AJC450                              | 3,336          | 0,088    |
| VH50                                | 0,498          | 0,162    |
| VH450                               | 5,872          | 0,524    |

Tabela - Análise univariada com medidas repetidas, do fator intragrupos das variáveis do teste de Eco ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise univariada (pré/pós)</b> |                |          |
|-------------------------------------|----------------|----------|
| <b>Variável</b>                     | <b>Teste F</b> | <b>P</b> |
| Eco                                 | 3,441          | 0,083    |
| TPeco                               | 2,342          | 0,147    |
| FPeco                               | 1,608          | 0,224    |
| CPeco                               | 0,000          | 1,000    |
| CPReco                              | 0,048          | 0,829    |
| TSeco                               | 9,918          | 0,007    |
| TVeco                               | 0,038          | 0,849    |

Tabela - Análise univariada com medidas repetidas, do fator intragrupos das variáveis da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise univariada (pré/pós)</b> |                |          |
|-------------------------------------|----------------|----------|
| <b>Variável</b>                     | <b>Teste F</b> | <b>P</b> |
| MC                                  | 1,438          | 0,249    |
| PER                                 | 0,461          | 0,508    |
| DC                                  | 0,015          | 0,903    |

TESTES INTER GRUPOS – Estes testes possibilitam visualizar as modificações ocorridas nos comportamentos biomecânico, fisiológico e de composição corporal entre o GE 1 e 2, independente da fase pré/pós.

Tabela - Análise univariada com medidas repetidas, do fator inter grupos das variáveis do teste de  $VO_{2máx}$  ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise univariada (tipo de treinamento)</b> |                |          |
|---|----------------|----------|
| <b>Variável</b>                                 | <b>Teste F</b> | <b>P</b> |
| $VO_{2máx}$                                     | 53,816         | 0,000    |
| Vel $VO_{2máx}$                                 | 55,240         | 0,000    |
| $FC_{máx}$                                      | 0,190          | 0,669    |
| $VE_{máx}$                                      | 17,116         | 0,001    |
| 1LV   | 4,314          | 0,055    |
| 2LV   | 29,673         | 0,000    |
| Vel1LV  | 6,528          | 0,022    |
| Vel2LV  | 14,958         | 0,002    |

Tabela - Análise univariada com medidas repetidas, do fator inter grupos das variáveis do T500 ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise univariada (tipo de treinamento)</b> |                |          |
|---|----------------|----------|
| <b>Variável</b>                                 | <b>Teste F</b> | <b>P</b> |
| T500  | 31,037         | 0,000    |
| TP50  | 4,980          | 0,041    |
| TP450   | 0,306          | 0,589    |
| TV50  | 2,359          | 0,145    |
| TV450   | 1,260          | 0,279    |
| TS50  | 0,120          | 0,734    |
| TS450   | 1,318          | 0,269    |
| FP50  | 6,420          | 0,023    |
| FP450   | 1,420          | 0,252    |
| CP50  | 20,646         | 0,000    |
| CP450   | 9,495          | 0,008    |
| CPR50   | 2,212          | 0,158    |
| CPR450  | 0,614          | 0,446    |
| AJD50   | 0,253          | 0,622    |
| AJD450  | 0,242          | 0,630    |
| AJC50   | 2,272          | 0,153    |
| AJC450  | 4,395          | 0,053    |
| VH50  | 1,845          | 0,764    |
| VH450   | 0,633          | 0,882    |

Tabela - Análise univariada com medidas repetidas, do fator inter grupos das variáveis do teste de Eco ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise univariada (tipo de treinamento)</b> |                |          |
|---|----------------|----------|
| <b>Variável</b>                                 | <b>Teste F</b> | <b>P</b> |
| Eco   | 4,813          | 0,044    |
| TPeco   | 2,978          | 0,105    |
| FPeco   | 3,556          | 0,079    |
| CPeco   | 3,969          | 0,065    |
| CPReco  | 1,646          | 0,219    |
| TSeco   | 1,071          | 0,317    |
| TVeco   | 1,980          | 0,180    |

Tabela - Análise univariada com medidas repetidas, do fator inter grupos das variáveis da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ ).

| <b>Análise univariada (tipo de treinamento)</b> |                |          |
|---|----------------|----------|
| <b>Variável</b>                                 | <b>Teste F</b> | <b>P</b> |
| MC  | 1,438          | 0,249    |
| PER   | 0,461          | 0,508    |
| DC  | 0,015          | 0,903    |

## ANEXOS

### ANEXO A – Termo de consentimento

#### Termo de consentimento

Eu aceito participar como sujeito em um estudo de treinamento de 3 meses. Eu entendo que os testes são parte de um estudo intitulado "EFEITOS FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS DO TREINAMENTO COMPLEMENTAR DE CORRIDA EM PISCINA FUNDA NO DESEMPENHO DE CORREDORES DE RENDIMENTO". O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos fisiológicos ( $VO_{2máx}$ , Economia de Corrida e Limiar Ventilatório) e biomecânicos (cinemática do movimento durante Economia de corrida e durante o teste de pista) a partir da inclusão da corrida em piscina funda como complemento de treinamento no desempenho de corredores.

Eu por meio desta autorizo Luiz Fernando Martins Krueel e bolsistas ou assistentes selecionados por ele para realizar os seguintes procedimentos:

- a. Fazer-me exercitar duas vezes na esteira, com a intensidade de esforço aumentando a cada minuto até que eu não possa continuar mais.
- b. Fazer-me correr duas corridas submáximas por dez minutos na esteira.
- c. Fazer-me correr duas vezes 500 metros na pista de atletismo da UFRGS.
- d. Treinar por 8 semanas em um dos programas de treinamento: Treinamento somente em terra e treinamento com 70% do volume em terra e 30% em piscina funda.

Eu entendo que durante o teste de esforço máximo:

1. Eu irei estar respirando através de um bocal, no qual estará anexado a um analisador de gases, e que meu nariz estará fechado.

2. Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim por Luiz Fernando Martins Krueel ou algum bolsista.

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 do coração 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.

4. Eu tenho sido orientado que minha participação neste estudo e conseqüentemente a melhora de conhecimentos sobre testes aeróbicos não me darão qualquer vantagem educacional.

5. Eu entendo que Luiz Fernando Martins Krueel, e/ou os bolsistas irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a estes procedimentos.

6. 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.

7. Eu entendo que não há compensação monetária pela minha participação neste estudo.

8. 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 disribilador presente durante os testes. Apesar disso, estará disponível no laboratório uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência (331-0212). Durante todos os testes haverá a presença de uma pessoa com o curso de Reanimação Cardiorespiratória.

9. Eu entendo que eu posso fazer contato com o Orientador do estudo Professor Doutor Luiz Fernando Martins Krueel, 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.

Assinatura do sujeito:

Data:

**ANEXO B – Escala de sensação subjetiva**

Neste estudo foi utilizada a escala de sensação subjetiva de WILDER & BRENNAN (1993), validada para a utilização de atletas corredores especificamente para o treinamento de CPF.

|   | Intensidade | ritmo de corrida         |
|---|-------------|--------------------------|
| 1 | muito fraco | trote ou relaxamento     |
| 2 | fraco       | rodagem ou aeróbio longo |
| 3 | moderado    | tiro de 5 ou 10km        |
| 4 | forte       | tiro de 400 ou 800m      |
| 5 | muito forte | tiro de 100 ou 200m      |

## ANEXO C – Ficha de Dados

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

## FICHA DE DADOS

DADOS GERAIS

|                               |  |                  |       |
|-------------------------------|--|------------------|-------|
| Nome:                         | _____  | Código Numérico: | _____ |
| Endereço:                     | _____  |                  |       |
| Cidade                        | Bairro: _____  | Cep:             | _____ |
| Telefone:                     | E-mail:  | _____            |       |
| Data de Nascimento:           | _____  | Idade:           | _____ |
| Categoria:                    | Sexo: ( ) m ( ) f  |                  |       |
|                               | <input type="checkbox"/> Velocista<br><input type="checkbox"/> Meio Fundista Curto (800m)<br><input type="checkbox"/> Meio Fundista Longo (1500m)<br><input type="checkbox"/> Fundista |                  |       |
| Massa (kg):                   | _____  |                  |       |
| Estatura (m)                  | _____  |                  |       |
| CMIEsq. (m):                  | _____  |                  |       |
| Calçado (kg):                 | _____  |                  |       |
| Anos de Treino (anos):        | _____  |                  |       |
| Volume de Treino (km/semana): | _____  |                  |       |

DADOS ANTROPOMÉTRICOS

|                       |                    |       |       |       |
|-----------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| Perímetros (cm):      | Braço relaxado:    | _____ | _____ | _____ |
|                       | Braço contraído:   | _____ | _____ | _____ |
| Dobras Cutâneas (mm): | Antebraço:         | _____ | _____ | _____ |
|                       | Coxa superior:     | _____ | _____ | _____ |
|                       | Coxa medial:       | _____ | _____ | _____ |
|                       | Coxa anterior:     | _____ | _____ | _____ |
|                       | Abdômen:           | _____ | _____ | _____ |
|                       | Supra-ilíaca:      | _____ | _____ | _____ |
|                       | Subescapular:      | _____ | _____ | _____ |
|                       | Peitoral (homens): | _____ | _____ | _____ |
|                       | Bíceps (mulheres): | _____ | _____ | _____ |
|                       | Tríceps:           | _____ | _____ | _____ |

TESTE ERGOMÉTRICO

|   |       |                  |       |
|---|-------|------------------|-------|
| Velocidade Máxima de Corrida (km):      | _____ |                  |       |
| Consumo Máximo de Oxigênio (ml/kg/min): | _____ |                  |       |
| Primeiro Limiar:                        | _____ | Velocidade (km): | _____ |
| Segundo Limiar:                         | _____ | Velocidade (km): | _____ |
| Consumo de Oxigênio Predito (Polar):    | _____ |                  |       |

OBSERVAÇÕES

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

