



# UNIVERSIDAD DE LEÓN

*Departamento de Educación Física y Deportiva*

**LA INFLUENCIA DEL TRABAJO DE FUERZA  
RESISTENCIA EN LOS FACTORES DE RENDIMIENTO  
DE LOS JUGADORES DE FUTBOL DEL ALTO NIVEL.**

***TESIS DOCTORAL***

***Luiz Delmar da Costa Lima.  
León, 2010***



**INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS  
(Art. 11.3 del R.D. 56/2005)**

El Dr. D. Gonzalo Cuadrado Sáenz y la Dra. D. Silvia Sedano Campo como Directores<sup>1</sup> de la Tesis Doctoral titulada “La influencia del trabajo fuerza-resistencia en los factores de rendimiento de los jugadores de fútbol del alto nivel” realizada por D. Luiz Delmar da Costa Lima en el Departamento de Educación Física y Deportiva, informa favorablemente el depósito de la misma, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al art. 11.3 del R.D. 56/2005, en León a    de  
de 200

Fdo: Dr. Gonzalo Cuadrado Sáenz

Fdo: Dra. Silvia Sedano Campo

---

<sup>1</sup> Si la Tesis está



***ADMISIÓN A TRÁMITE DEL DEPARTAMENTO***  
**(Art. 11.3 del R.D. 56/2005 y Norma 7ª de las Complementarias de la ULE)**

El Departamento de Educación Física y deportiva en su reunión celebrada el día \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ ha acordado dar su conformidad a la admisión a trámite de lectura de la Tesis Doctoral titulada “La influencia del trabajo fuerza-resistencia en los factores de rendimiento de los jugadores de futbol del alto nivel”, dirigida por el Dr. D. Gonzalo Cuadrado Sáenz y por Dra.Silvia Sedano Campo, elaborada por D. Luiz Delmar da Costa Lima.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al art. 11.3 del R.D. 56/2005, en León a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Vº Bº El Director del Departamento

El secretario,

Fdo.: José Gerardo Villa Vicente

Fdo.: Pedro Andrés Fernández

# ***AGRADECIMIENTO***

- ❖ Agradeço em especial ao Professor **Dr. Gonzalo Cuadrado Saézn** por todas as orientações dadas e, sobretudo pela paciência e lisura com que conduziu todo o processo.
- ❖ Do fundo do coração agradeço ao Professor de Educação Física **Paulo Mendonça**, doutorando pela Universidade de León, por tudo que fez por mim nestes cinco anos. A sua camaradagem contribuiu sobremaneira para o término desta grande etapa da minha vida.
- ❖ Aos acadêmicos do Curso de Educação Física do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná, hoje professores, **Marlon, Paraná, Schotten, Gláucia, Simone e Leandro**, pela forte contribuição que deram na fase de controle, urante o período das avaliações dos atletas envolvidos no trabalho.
- ❖ A acadêmica **Viviane Mota Duarte** pela contribuição dada na aplicação e controle dos testes de uma repetição máxima.
- ❖ Um agradecimento especial ao professor **Márcio dos Reis Rezende** pela disponibilidade da academia de sua propriedade, bem como do seu conhecimento em biomecânica e análise do movimento.
- ❖ Especial agradecimento ao Professor da disciplina de Medidas de Avaliação do Curso de Ed. Física do CEULJI/ULBRA, **César Ricardo Lamp** pela rigidez, transparência na aplicação dos testes e, sobretudo na disponibilidade em ceder horas do seu lazer com a família para junto comigo realizar todas as avaliações pertinentes a investigação.
- ❖ Ao Professor **João Goulart**, Preparador Físico do Sport Club ULBRA/Ji-Paraná pelo pronto atendimento, não medindo esforços para que as avaliações e o controle do treinamento fossem feitos dentro da normalidade, inclusive auxiliando na maioria das vezes na aplicação dos testes.
- ❖ Um especial agradecimento a **Professora Dra. Sílvia Sedano Campo** pelo seu pronto atendimento quanto do pedido do Dr. Gonzalo Cuadrado para ser co-orientadora da tese, bem como, pelo seu grande compromisso com a docência, principalmente quanto ao ensino quando se tratou da orientação reorientação do presente trabalho

Para minha esposa Veridiana Mota Moreira Lima.  
Para os meus filhos, Fabrício, Francisco, Letícia e Christian.  
Para o meu neto Davi.

Para meus pais Zenith da Costa Lima e Luiz Delmar Falkembach Lima  
*In memoriam*

Dedico essa obra afirmando que  
*nunca é tarde para se realizar algo extraordinário.*

# ***ÍNDICES***

## ÍNDICE

|   | Pag. |
|---|------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>  | 54   |
| 1.1 Objetivos .....   | 61   |
| 1.1.1 Objetivo General.....   | 62   |
| 1.1.2 Objetivos Específicos .....   | 62   |
| 1.2 Justificación.....  | 62   |
| 1.3 Definición .....  | 64   |
| <b>2. Revisión DE LITERATURA</b>  | 65   |
| 2.1 Sistema muscular y estructura de base .....   | 66   |
| 2.1.1 Contracción del músculo esquelético .....   | 72   |
| 2.1.2 Secuencia de eventos en la contracción muscular .....   | 72   |
| 2.1.3 Ciclo de los puentes cruzados .....   | 73   |
| 2.1.4 Tipos de fibras musculares .....  | 74   |
| 2.1.4.1 Fibras de contracción lenta .....   | 76   |
| 2.1.4.2 Fibras de contracción rápida .....  | 76   |
| 2.2 Bases biológicas de la fuerza .....   | 78   |
| 2.2.1 Control neural del Sistema Funcional.....   | 82   |
| 2.2.2 Propiedades motoras básicas .....   | 86   |
| 2.3 Entrenamiento deportivo .....   | 89   |
| 2.3.1 Principios científicos del entrenamiento deportivo .....  | 91   |
| 2.3.2 Principio de individualidad biológica .....   | 91   |
| 2.3.3 Principio de adaptación .....   | 91   |
| 2.3.4 Principio de sobrecarga .....   | 92   |
| 2.3.5 Principio de especificidad .....  | 93   |
| 2.3.6 Principio de reversibilidad .....   | 94   |
| 2.3.7 Detección y evaluación de las cualidades físicas intervinientes en los deportes acíclicos ..... | 95   |
| 2.3.8 Cualidades físicas intervinientes en fútbol de campo .....                                      | 99   |
| 2.3.9 Composición Corporal .....  | 103  |
| 2.3.10 Adaptación de la composición corporal al entrenamiento de fuerza .....                         | 106  |
| 2.4 Fútbol de campo y los indicadores de rendimiento .....  | 107  |
| 2. 5 Entrenamiento de la fuerza .....   | 113  |
| 2.5.1 Definiciones de fuerza.....   | 114  |
| 2.5.2 Tipos de fuerza.....  | 120  |
| 2.5.3 Métodos de entrenamiento de fuerza .....  | 130  |
| 2.5.3.1 Métodos de entrenamiento para fuerza resistencia .....  | 140  |
| 2.5.4 Periodización del entrenamiento de fuerza.....  | 142  |
| 2.6 Entrenamiento de resistencia.....   | 148  |
| 2.6.1 Adaptaciones fisiológicas al ejercicio.....   | 149  |
| 2.6.2 Resistencia y metodología para su perfeccionamiento .....                                       | 150  |
| 2.6.3 Resistencia de corta duración.....  | 153  |
| 2.6.4 Resistencia de media duración.....  | 155  |
| 2.6.5 Resistencia de larga duración.....  | 155  |

|   |     |
|---|-----|
| 2. Resistencia en el fútbol, metodología de entrenamiento.....              | 156 |
| 2.7.1 Métodos de entrenamiento de resistencia aeróbica y anaeróbica.....    | 157 |
| 2.7.2 La resistencia y su relación con los sistemas de energía .....        | 159 |
| 2.7.3 Índices fisiológicos determinantes del rendimiento aeróbico .....     | 162 |
| 2.7.4 Adaptaciones de la potencia aeróbica al entrenamiento de fuerza.....  | 164 |
| <b>3 METODOLOGIA</b>  | 166 |
| 3.1 Características de la investigación.....                                | 167 |
| 3.2 Población y muestra.....  | 167 |
| 3.3 Grupos experimentales.....  | 168 |
| 3.4 Programa de entrenamiento.....  | 169 |
| 3.5 Recursos materiales.....  | 176 |
| 3.6 Procedimientos experimentales.....                                      | 176 |
| 3.6.1 Test de repetición máxima .....                                       | 176 |
| 3.6.2 Medida indirecta del VO <sub>2</sub> máx .....                        | 180 |
| 3.6.3 Composición corporal.....   | 181 |
| 3.7 Procedimiento estadístico.....  | 186 |
| <b>4 ESTADÍSTICA</b>  | 188 |
| 4.1 Resultados .....  | 192 |
| <b>5 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>  | 212 |
| 5.1 Primera parte de la discusión.....                                      | 213 |
| 5.1.1 Variables antropométricas.....  | 213 |
| 5.2 Segunda parte de la discusión.....                                      | 219 |
| 5.2.1 Capacidades neuromusculares .....                                     | 219 |
| 5.2.2 Fuerza dinámica máxima .....  | 219 |
| 5.2.3 Variable funcional VO <sub>2</sub> máx .....                          | 230 |
| <b>6 CONCLUSIÓN</b>   | 233 |
| 6.1 Conclusión final .....  | 235 |
| 6.2 Sugerencias para futuras investigaciones.....                           | 235 |
| <b>7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                                   | 236 |
| <b>RESUMEN EN INGLÈS</b> .....  | 268 |
| <b>ANEXOS</b> .....   | 292 |
| Artículo extraído de la tesis.....  | 293 |
| Documento de conocimiento y participación voluntaria en el estudio<br>..... | 295 |
| <b>Apéndice</b>   |     |

## ***LISTA DE TABLAS***

## LISTA DE TABLAS

Pág.

|   |     |
|---|-----|
| TABLA 1: Peso corporal y porcentaje de grasa del Grupo Control: PB (período básico o preparatorio); PC (período competitivo).....                         | 193 |
| TABLA 2: Peso corporal y porcentaje de grasa del Grupo Experimental: PB (período básico o preparatorio); PC (período competitivo).....                    | 193 |
| TABLA 3: Peso corporal y porcentaje de grasa del Grupo Control (GC) y Experimental (GE) en el período básico o preparatorio (PB).....                     | 195 |
| TABLA 4: Datos de la prueba de 1RM del Grupo Control (GC): PB (período básico o preparatorio); PC (período competitivo).....                              | 197 |
| TABLA 5: Datos de la prueba de 1RM del Grupo Experimental (GE): PB (período básico o preparatorio); PC (período competitivo).....                         | 198 |
| TABLA 6: Datos de la prueba de 1RM del Grupo Control (GC) y Experimental (GE) en el período básico o preparatorio (PB).....                               | 200 |
| TABLA 07: Datos de la prueba de 1RM del Grupo Control (GC) y Experimental (GE) en el período competitivo (PC).....  | 203 |
| TABLA 8: Consumo máximo de O <sub>2</sub> (prueba de 3200 m) en el grupo control en el período básico y competitivo.....                                  | 208 |
| TABLA 9: Consumo máximo de O <sub>2</sub> (prueba de 3200 m) en el grupo experimental durante el período básico o preparatorio y período competitivo..... | 209 |
| TABLA 10: Datos de la prueba de VO <sub>2</sub> máx. de los Grupos Control y Experimental en el período básico o preparatorio y competitivo.....          | 210 |

## ***LISTA DE GRÁFICOS***

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |     |
|--|-----|
| GRÁFICO 1. El peso corporal de los atletas del grupo control (GC) y experimental (GE) en el período de base (PB) y competitivo (PC).....   | 194 |
| GRÁFICO 2 - Cambio en el porcentaje de grasa corporal de los atletas en el grupo experimental en los períodos básico y competitivo. * Indica una diferencia estadísticamente significativa (prueba t para muestras dependientes, $p < 0,05$ )  | 194 |
| GRÁFICO 3 - Porcentaje de grasa en el grupo control (GC) y experimental (GE) en el período base (PB). * Indica una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).....   | 195 |
| GRÁFICO 4 - Test de 1RM en el grupo control en el período de base (pre test) y competitivo (post-test) * Indica una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).....  | 197 |
| GRÁFICO 5 - Test de 1RM en el grupo experimental de base o de preparatoria y competitiva. * Indica una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).....   | 199 |
| Gráfico 6 - Datos de los test de 1RM en prensa de piernas, grupos control (GC) y experimental (GE) en el período básico (pre-test PB) y competitivo (post-test PC). * Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y GE en el período base (PB) ( $p < 0,05$ ).....                              | 201 |
| GRÁFICO 7 - Datos de la prueba de 1RM en el músculo femoral izquierdo del grupo control (GC) y experimental (GE) durante el básico (pre-test PB) y competitivo (post-test PC). * Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y GE en el período base (BP) (Manny Whitney Test).....             | 201 |
| Gráfico 8 - Datos de la prueba de 1RM en el músculo femoral derecho del grupo control (GC) y experimental (GE) en el período base (pre-test PB) y competitivo (post-test PC). * Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y GE en el período base (PB) (Manny Whitney Test).....              | 202 |
| GRÁFICO 9 - Datos de la prueba de 1RM de los músculos cuádriceps del grupo control (GC) y experimental (GE) en el período base (pre-test PB) y competitivo (post-test PC) . * Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y GE en el período competitivo (prueba t de Student $p < 0,05$ )..... | 203 |
| GRÁFICO 10 - Los datos del test de 1RM en prensa de piernas de los grupos control (GC) y experimental (GE) en el período base (pre-test PB) y competitivo (post-test PC). * Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y GE en el período competitivo (prueba t de Student $p < 0,05$ ).....   | 204 |
| Gráfico 11 - Datos de la prueba de 1RM en el músculo gastrocnemio (gemelos), de los grupos de control (GC) y experimental (GE) en el período base (pre-test  | 204 |

PB) y competitivo (post-test PC). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y GE en el período competitivo (prueba t de Student  $p < 0,05$ ).....

GRÁFICO 12 - Los datos del test de 1RM en el músculo femoral izquierdo del grupo control (GC) y experimental (GE) en el periodo básico (pre-test PB) y competitivo (post-test PC). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y EG en el período competitivo (prueba t de Student  $p < 0,05$ )..... 204

GRÁFICO 13 - Datos de la prueba de 1RM en el músculo femoral derecho del grupo control (GC) y experimental (GE) en el período base (pre-test PB) y competitivo (post-test PC). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y GE en el período competitivo (prueba t de Student  $p < 0,05$ )..... 206

GRÁFICO 14 – Consumo máximo de  $O_2$  (prueba de 3200 m) en el grupo control durante el período básico (PB) y período competitivo (PC). \* Indica diferencias estadísticamente significativas (test de Wilcoxon)..... 208

Gráfico 15 - El consumo máximo de oxígeno en el período experimental tras avanzar desde el entrenamiento básico para el período competitivo. \* Indica una diferencia estadísticamente significativa Manny Whitney,  $p < 0,05$ ..... 209

GRÁFICO 16 - Datos de la prueba de 3.200 metros de los Grupos de Control (GC) y experimental (GE) en los períodos básico (pre-test PB) y competitivo (post-test PC). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y GE en el período base (prueba t de Student,  $p < 0,05$ ) \*\*\* Indica diferencias estadísticamente significativas entre GC y GE durante el período competitivo (Manny Whitney Test)..... 211

## ***LISTA DE FIGURAS***

| <b>LISTA DAS DE FIGURAS</b>  | <b>Pag.</b> |
|--|-------------|
| FIGURA 1 – Músculo Esquelético (FOSS & KETEVIAN, 2000).....  | 66          |
| FIGURA 2: Sarcómero (BERNE & LEVY, 2000).....  | 68          |
| FIGURA 3 – Filamentos gruesos y finos (BERNE & LEVY, 2000). ....   | 69          |
| FIGURA 4 – Miosina, quinasa y fosfatasa de la miosina en la contracción del músculo liso (BERNE & LEVY, 2000).....   | 70          |
| FIGURA 5 – Disposición de los filamentos proteicos - actina y miosina. (FOSS & KETEVIAN, 2000).....  | 72          |
| FIGURA 6 - Características de las unidades motoras rápidas y lentas (BERNE & LEVY, 2000). ....   | 79          |
| FIGURA 7 – Relaciones entre el torque de una resistencia externa (TR) y el torque muscular (TM), diferenciación de las acciones musculares (adaptado de FRY et al., 2002). ....                              | 81          |
| FIGURA 8 - Un análisis del golpeo mostrando las partes del mismo y algunos ejemplos de capacidades perceptivo-motoras y físicas subyacentes al golpeo (Adaptado de forma simplificada de MAGILL, 2002). .... | 87          |
| FIGURA 9 - Esquema cibernético simplificado de los sistemas funcionales de los cuales depende el movimiento (Adaptado de Pittera & Violleta, 1980). ....   | 89          |
| FIGURA 10 - Curva de aplicación de la carga. Fuente: A Prática da Preparação Física (DANTAS, 1998, p. 49). ....  | 93          |
| FIGURA 11: Esquema de los grupos de factores determinantes de la fuerza (Adaptado de GARCIA MANSO et al. 1996). ....   | 119         |
| FIGURA 12: El músculo construido con fibras musculares lentas y rápidas (Adaptado de VERHEIJEN, 1998).....   | 120         |
| FIGURA 13 – Esquema de las tres formas de manifestación de la fuerza en el deporte. ....   | 121         |
| FIGURA 14 – Fuerza especial del futbolista (Adaptado de GOMES & SOUZA, 2008).....  | 128         |
| FIGURA 15 – Sentadilla isométrica. Con una carga de 60 a 90% manteniendo la posición con las rodillas flexionadas a 90 grados. La actividad muscular de la   | 131         |

|   |     |
|---|-----|
| derecha aumenta con la fatiga (Adaptado de COMETTI, 1988).....  |     |
| FIGURA 16 - Estático-dinámica (1tempo) en una sentadilla. Una carga de 60-70% para 6 repeticiones (Adaptado de COMETTI, 1988).....                            | 132 |
| FIGURA 17 - Ejemplo de ejercicio: Trabajo de acciones concéntricas (máquina de glúteo)..  | 133 |
| FIGURA 18 - Métodos concéntricos (Adaptado de COMETTI, 1988) .....  | 133 |
| FIGURA 19 - Régimen de contracción excéntrica (Adaptado de COMETTI, 1988).....  | 136 |
| FIGURA 20 - Influencia del trabajo excéntrico sobre el músculo. (Adaptado de COMETTI, 1988) .....   | 136 |
| FIGURA 21 – Métodos Excéntricos (Adaptado de COMETTI, 1988).....  | 137 |
| FIGURA 22 - Métodos Pliométricos (Adaptado de COMETTI, 1988) .....  | 139 |
| FIGURA 23 - Periodización clásica de Matveiev (adaptado de FORTEZA e FARTO, 2007).....  | 144 |
| FIGURA 24 - Esquema del proceso para la obtención de energía (Adaptado de FORTEZA & FARTO, 2007).....   | 150 |
| FIGURA 25 - Extensión de piernas (adaptado de DELAVIER, 2000).....  | 178 |
| FIGURA 26 - <i>Leg-press</i> inclinado (adaptado de EVANS, 2007).....   | 178 |
| FIGURA 27 - <i>Extensión de rodillas con aparato específico o leg-extension</i> (adaptado de EVANS, 2007) .....   | 179 |
| FIGURA 28 - Femoral izquierdo y derecho ( Aparato <i>apolete</i> adaptado para a la realización del ejercicio – Academia de musculación de CEULJI/ULBRA)..... | 180 |
| FIGURA 29 - Balanza antropométrica Mecánica Adulto 150.....   | 182 |
| FIGURA 30 - Estadiómetro de pared WCS com 220 cm.....   | 183 |
| FIGURA 31 – Plicómetro Científico CESCORF.....  | 183 |
| FIGURA 32 - Pliegue cutáneo de tríceps - Fuente: Fernandes Filho (2003).....  | 184 |
| FIGURA 33 - Pliegue cutáneo subescapular - Fuente: Fernandes Filho (2003).....  | 184 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 34 Pliegue cutáneo suprailíaco - Fuente: Fernandes Filho (2003)..... | 185 |
| FIGURA 35 – Pliegue cutáneo abdominal - Fuente:Fernandes Filho (2003).....  | 185 |

## ***LISTA DOS QUADROS***

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| QUADRO 1 - Aspectos funcionales,estructurales, enzimáticos, energéticos y neurales usados para definir los grupos de fibras musculares (adaptado de MAUGHAN et al., 2000)..... | 75          |
| QUADRO 2 - Capacidades Físicas. (Adaptado de GRECO & BENDA, 1998). .....   | 88          |
| QUADRO 3 – Modificaciones en el organismo como resultado del entrenamiento (Adaptado de NAVARRO, 2000). .....  | 90          |
| QUADRO 4 - Tests utilizados en la evaluación del rendimiento físico de atletas de alto nivel junto a las cualidades físicas que intervienen (Adaptado de DANTAS, 1998).....    | 98          |
| QUADRO 5 - Cualidades físicas en fútbol (Adaptado de DANTAS, 1998). .....  | 101         |
| QUADRO 6 - Contribución del metabolismo aeróbico y anaeróbico durante el ejercicio, por duración (MAC DOUGALL, 1995 apud VICENT et al., 1998). .....                           | 102         |
| QUADRO 7 – Perfil del jugador de fútbol (Adaptado de SHEPARD, 1999). .....   | 109         |
| QUADRO 8 - La entrenabilidad de la fuerza resistencia (Adaptado de Bompa, 1993). .....   | 125         |
| QUADRO 9 – Componentes básicos para el acondicionamiento de la fuerza resistencia (Adaptado de VERHEIJEN, 1998). .....   | 125         |
| QUADRO 10 - Protocolo con énfasis en la fuerza resistencia (Adaptado de Ide e Lopes, 2004).....  | 126         |
| QUADRO 11 - Métodos concéntricos en cuanto a intensidad, repeticiones, series, pausa y velocidad de ejecución (Adaptado de BADILLO & AYESTARÁN, 1999).....                     | 135         |
| QUADRO 12 – Aplicación básica del entrenamiento isocinético. (Adaptado de GARCIA MANSO, 1999 citado por FORTEZA & FARTO, 2007). .....  | 138         |
| QUADRO 13 – Aplicación básica del entrenamiento isocinético (Adaptado de EHLENZ et al., 1990 citado por FORTEZA & FARTO, 2007). .....  | 138         |
| QUADRO 14 – Métodos de entrenamiento de fuerza resistencia en función de la duración de los eventos. (Adaptado de BOMPA, 1999). .....  | 142         |
| QUADRO 15 - Diferentes Manifestaciones de la resistencia (NAVARRO, 1998, citado por HESPANHOL & ARRUDA, 2000). .....   | 151         |

|  |     |
|--|-----|
| QUADRO 16 - Características más significativas entre los tres tipos de resistencia de base (Adaptado de NAVARRO, 1998).....  | 152 |
| QUADRO 17 (A) – Microciclo de entrenamiento del Grupo Experimental para la 1ª Semana.....  | 170 |
| QUADRO 18 (A) – Microciclo de Entrenamiento del Grupo Experimental para la 2ª Semana.....  | 171 |
| QUADRO 19 (A) – Microciclo de Entrenamiento del Grupo Experimental para la 3ª Semana.....  | 172 |
| QUADRO 17 (B) – Microciclo de Entrenamiento del Grupo Control para la 1ª Semana.....   | 173 |
| QUADRO 18 (B) – Microciclo de Entrenamiento del Grupo Control para la 2ª Semana.....   | 175 |
| QUADRO 19 (B) – Microciclo de Entrenamiento del Grupo Control para la 3ª Semana.....   | 175 |
| QUADRO 20 – Resultados de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk en las variables analizadas .....  | 188 |
| QUADRO 21 - Resultados de las pruebas de normalidad de Z – Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk en todas las variables analizadas.....                               | 189 |
| QUADRO 22 Resultados de las pruebas de normalidad de Z – Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk en todas las variables analizadas cuando se compara el GE y el GC..... | 190 |
| QUADRO 23 - Características antropométricas, peso corporal, estatura y porcentaje de grasa de jugadores de fútbol de diferentes países.....                          | 218 |
| QUADRO 24 - Ganancias de fuerza de acuerdo a la progresión del entrenamiento. Adaptado de ACSM (2002).....   | 223 |
| QUADRO 25 - Valores de VO <sub>2</sub> máx. en futbolistas.....  | 232 |

## ***ABREVIATURAS***

**ABD:** Abdominal  
**Ach:** Acetilcolina  
**ACSM:** American College of Sports Medicine  
**ADP:** Adenosina Difosfato  
**ADP + PI:** Adenosina Difosfato + fosfato inorgânico  
**AEROBIO<sub>AI</sub>:** Aeróbio de alta intensidade  
**AST:** Área da sessão transversa  
**ATP:** Adenosina Trifosfato  
**ATPase:** Enzimas que catalisam a hidrólise do ATP (adenosina trifosfato) para originar ADP (adenosina difosfato) e fosfato inorgânico, com liberação de energia, que energiza o processo da contração muscular.  
**AERÓBIO<sub>BI</sub>:** Aeróbio de baixa intensidade  
**BM:** Body mass  
**Ca<sup>2+</sup>:** Cálcio  
**CBF:** Confederação Brasileira de Futebol  
**CL:** Cloro  
**CL:** Contração Lenta  
**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de Carbono  
**CON:** Concêntrico  
**CR:** Contração Rápida  
**CS:** Células Satélites  
**EXC:** Excêntrico  
**FC:** Frequência Cardíaca  
**FCF:** Fator de crescimento fibroblastos  
**FD:** Femoral Direita  
**FE:** Femoral Esquerda  
**FEFER:** Federação de Futebol do Estado de Rondônia  
**FF:** Contração Rápida Fatigável  
**FG:** Fast Glicolitics  
**FR:** Contração Resistente à fadiga  
**GC:** Grupo Controle  
**GE:** Grupo Experimental  
**HT:** Height  
**IM:** Imprescindível  
**IP:** Importante  
**ISO:** Isométrico  
**Kg:** Quilograma  
**LAer:** Limiar Aeróbico  
**MHC:** Isoformas de miosina de cadeia pesada  
**MICD:** Método Intervalado de Curta Duração  
**MILD:** Método Intervalado de Longa Duração  
**MCT:** Massa Corporal Total  
**MG:** Massa Magra  
**MIMD:** Método Intervalado de Média Duração  
**MInf.:** Membros inferiores  
**ml/Kg/min:** Mililitros por quilo de peso por minuto  
**MTA:** Microtrauma Adaptativo  
**NT:** Não treinável  
**OMS:** Organização Mundial da Saúde  
**PAM:** Potência aeróbia máxima

**PB:** Período Básico  
**PEPS:** Potencial Pós-simpático Excitatório  
**PC:** Preparação Complementar  
**PC:** Período competitivo  
**PCT:** Peso Corporal Total  
**PF:** Preparação Física  
**pH:** Potencial Hidrogênio Iônico  
**PMF:** Preparação Médico Fisioterápica  
**PN:** Preparação Nutricional  
**POC:** Planejamento, Orientação e Controle  
**PP:** Preparação Psicológica  
**PTT:** Preparação Técnico Tática  
**QD:** Quadríceps  
**RBI:** Resistência de Base I  
**RBII:** Resistência de Base II  
**RBIII:** Resistência de Base III  
**RCmáx.:** Ritmo Cardíaco Máximo  
**RDC:** Resistência de Curta Duração  
**RDL:** Resistência de Longa Duração  
**RDM:** Resistência de Média Duração  
**SAG:** Síndrome da Adaptação Geral  
**SB:** Subescapular  
**S:** Secundária  
**SI:** Supra-ilíaca  
**SNC:** Sistema Nervoso Central  
**SO:** Slow Oxidative  
**TECLE:** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
**TC:** Treinamento em Circuito  
**TM:** Torque Muscular  
**TR:** Tríceps  
**TR:** Torque de uma resistência externa  
**TREI:** Treinamento em Circuito Intensivo por Intervalos  
**UMs:** Unidades Motoras  
**μ:** Unidade de Micron  
**VO<sub>2</sub>máx:** Volume máximo de oxigênio que o corpo pode captar  
**% GORD:** Percentual de Gordura

# ***RESUMEN***

# **LA INFLUENCIA DEL TRABAJO DE FUERZA-RESISTENCIA EN LOS FACTORES DE RENDIMIENTO DE LOS JUGADORES DE FÚTBOL DE ALTO NÍVEL.**

LUIZ DELMAR DA COSTA LIMA<sup>1</sup>

Los estudios han indicado que un jugador de fútbol profesional, para mantener el nivel los 90 minutos de un partido tiene que permanecer activo físicamente durante todo el período. Sin embargo, esto tiene como consecuencia una disminución de la fuerza muscular a partir del inicio de la segunda mitad de los partidos. El desarrollo de la fuerza resistencia ha sido señalado en la literatura de este deporte, como uno de los factores determinantes para lograr el máximo rendimiento de estos atletas.

## **Objetivos**

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia del entrenamiento de fuerza resistencia en jugadores de fútbol de alto rendimiento en factores como la composición corporal, la potencia aeróbica máxima y la fuerza dinámica máxima en los grupos musculares que intervienen en el rendimiento del futbol.

## **Muestra:**

La población se compuso de treinta y siete jugadores de fútbol profesionales, todos varones, con una edad media de  $24 \pm 4$  años (18-31), un peso corporal de  $72,5 \pm 5,9$  Kg. y  $176,5 \pm 7,0$  cm de altura. Los sujetos fueron divididos en dos grupos. El primer grupo ( $n = 19$ ) fue sometido exclusivamente a la práctica de un programa sistemático e individualizado de entrenamiento con pesas, siendo denominado como el grupo experimental (GE). El segundo grupo ( $n = 18$ ), grupo control (GC), permaneció con su trabajo habitual de acondicionamiento físico. Ambos grupos realizaban juntos todos los calentamientos, el trabajo técnico-táctico, así como los partidos de entrenamiento.

## **Mediciones:**

### Variables antropométricas

Dentro de las variables antropométricas, se recogieron las mediciones que a continuación se enumeran:

-Masa corporal total (BM): Para su medición se utilizó una balanza antropométrica mecánica de adultos Welmy de fabricación brasileña, debidamente calibrada, con un rango de medición de 0 a 150 kg y una precisión de 100 gramos. El sujeto se situaba descalzo, con pantalones cortos de entrenamiento, colocado de espaldas a la escala de la balanza, los pies separados a la anchura de los hombros, de pie y mirando hacia adelante. El peso corporal se registró en kilogramos con una precisión de 100 g.

-Talla o altura (HT): Para su medición se empleó un estadiómetro de pared WCS 220 cm, que contiene una escala métrica graduada en centímetros con un rango de medición de 0 a 220 cm y una precisión de 0,1 cm . La evaluación se efectuó con los sujetos descalzos y vestidos con pantalones cortos de entrenamiento. Para ello se colocaban de pie con los pies juntos buscando el contacto del talón, la pelvis, la cintura escapular y la región occipital con el instrumento de medición. El registro se realizó con el individuo en apnea respiratoria y con la cabeza orientada en el plano de Frankfurt, en paralelo al suelo. El cursor se situaba en un ángulo de 90 grados con respecto a la escala.

- Porcentaje de grasa corporal: Para su estimación se midieron cuatro pliegues cutáneos: subescapular (SB), tríceps (TR), supra ilíaco (SI), abdominal (ABD). Se utilizó un plicómetro de marca CESCORF con un rango de medición de 0 a 40 mm y una precisión de 1 mm. El sujeto evaluado se colocó de pie efectuándose siempre las mediciones en el lado derecho. Se efectuaban tres mediciones de cada pliegue utilizando el valor promedio para el cálculo del porcentaje de grasa. Con estos cuatro pliegues se estimó el porcentaje de grasa corporal (% de grasa) mediante la fórmula matemática de Yuhasz, modificada por Faulkner. Dicha fórmula determina el porcentaje de grasa usando la siguiente ecuación:

$$\% G = [(TR + SE + SI + PR) * 0,153] + 5,783 \text{ (Faulkner, 1968, DE ROSE, 1973)}$$

-Peso de la masa grasa: Los valores de masa grasa se obtuvieron a partir del producto de la masa corporal total por el porcentaje de grasa dividido por cien tal y como se muestra en la siguiente fórmula

$$(100): MG = MC * (GORD/100\%).$$

- Peso de la masa magra (PMM): Este valor se calculó mediante la sustracción del valor de masa grasa (MG) (kg) de la masa corporal total :

$$PMM = MC - MG.$$

Todas las variables antropométricas se midieron siguiendo los protocolos de la Sociedad Internacional para la Promoción de Cineantropometría (ISAK).

Además de las variables de carácter antropométrico, se determinaron variables relacionadas con la fuerza, en concreto con la fuerza dinámica máxima siguiendo el protocolo que a continuación se describe:

#### Variables de fuerza dinámica máxima

Para determinar la fuerza dinámica máxima se utilizó la prueba de RM, es decir, el peso que un individuo puede levantar en una única repetición.

Todas las cargas empleadas en esta prueba fueron previamente calibradas con una balanza de la marca Welmy<sup>®</sup> modelo 110. En el estudio se utilizaron los siguientes aparatos de la marca Reinforce<sup>®</sup>, que serán los que posteriormente se utilicen en el propio entrenamiento:

- Máquina de gemelos de pie.
- Prensa inclinada.
- Leg extensión o máquina de extensión de cuádriceps.
- Máquina de flexión coxofemoral para una sola pierna.

Para el incremento progresivo de la carga, además de las propias placas contenidas en cada máquina, se emplearon barras y discos diseñados para ser fácilmente añadidos o eliminados. De esta manera se facilitaba la adaptación progresiva del sujeto, tanto en las evaluaciones como en las sesiones de entrenamiento. En concreto se utilizaron las cargas adicionales que se enumeran a continuación:

- 2 barras de 250 gramos.
- 2 barras de 500 gramos.

- 2 barras de 1 kg.
- 2 barras de 2 kg.

La prueba de RM es quizá la prueba de campo más utilizada para evaluar la fuerza muscular (Brzycki, 1993). En primer lugar, los sujetos evaluados realizaron un calentamiento específico sobre el aparato con una carga cómoda para realizar 15 repeticiones. Posteriormente y tras un período de recuperación se incrementó la carga progresivamente hasta conseguir aquel peso con el cual el sujeto podía realizar un mínimo de 8 repeticiones y un máximo de 12.

Después de obtener la carga de 1RM en el ejercicio de los gemelos con la extensión de los pies, se realizó el test de 1RM, utilizando los mismos criterios, en el ejercicio de extensión de la rodilla (leg extension), en la prensa y en la flexión de la cadera (izquierda y derecha).

Con el objetivo de reducir el margen de error en el test de 1RM se adoptó la siguiente estrategia (Monteiro et al., 2005):

- a) Se informó a los individuos del procedimiento de recopilación de datos.
- b) Se instruyó a los mismos sobre la técnica de ejecución, efectuando ejercicios de familiarización con el equipo sin carga para reducir el efecto de la fatiga,
- c) Se prestó especial atención a la posición adoptada por el sujeto en el momento de la medición.
- d) Las pruebas se realizaron siempre en el mismo horario.
- e) Se garantizó que los individuos no habían efectuado ningún entrenamiento con esos grupos musculares durante un mínimo de 48 horas antes de la realización de las evaluaciones.

#### Medición indirecta del $VO_{2m\acute{a}x}$

Para el análisis indirecto del  $VO_2$  máx., se utilizó la prueba de 3.200 m en pista, utilizando la siguiente fórmula, donde T = tiempo invertido en recorrer los 3.200 (Weltman et al. 1989; Pitanga, 2004).

$$VO_2 \text{ máx.}, (\text{ml.kg.min.}) = 118,4 - 4,774 (T)$$

La prueba de evaluación de consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx) se realizó por la mañana (09h30/11h30) utilizando para ello la pista de 400 m de piedra arenisca del Batallón de Policía Militar de la ciudad de Ji-Paraná, en el

Estado de Rondônia. Se informó a los futbolistas de que el día anterior a las pruebas no debían realizar actividad física intensa, ni ingerir alcohol. Antes del inicio de la carrera, los sujetos llevaron a cabo un calentamiento estandarizado bajo la supervisión del entrenador. Se les dividió aleatoriamente en dos grupos y el tiempo obtenido en la carrera fue registrado usando un cronómetro digital marca ITCD resistente Modelo 3000 con una precisión de 0,01 segundos.

La prueba en cuestión consistió en recorrer 3200 metros en el menor tiempo posible. Posteriormente se utilizó la ecuación anteriormente mencionada para la predicción del consumo máximo de oxígeno.

118,4 - 4.774 (tiempo empleado para completar el 3200m).

### **Procedimiento (intervención en el entrenamiento):**

Durante las tres semanas que duró la intervención directa en el proceso de entrenamiento ambos grupos continuaron realizando los calentamientos, el trabajo técnico-táctico y los partidos de entrenamiento en conjunto. Por otro lado, los jugadores del GC permanecieron con su trabajo habitual de acondicionamiento físico, trabajo que fue sustituido por un programa de entrenamiento de fuerza (circuito extensivo con intervalos) centrado en el tren inferior en el caso del GE. Tras las tres semanas de intervención, ambos grupos continuaron con su entrenamiento habitual, realizando todas las tareas en conjunto. El programa de entrenamiento de fuerza al que se ha hecho referencia se llevaba a cabo tres días a la semana en días alternos, utilizando para ello un circuito extensivo por intervalos que constaba de 5 ejercicios específicos de las extremidades inferiores- los gemelos (extensión de pie), extensión de la rodilla (leg extension), cuádriceps (prensa inclinada) y la flexión de la cadera (izquierda y derecha).

Las sesiones de musculación tuvieron lugar en el gimnasio del Centro de la Universidad Luterana de Ji-Paraná, siguiendo el protocolo que a continuación se describe:

- Semana número 1: 3 series de 15 repeticiones con el 50% de 1RM.
- Semana número 2: 3 series de 15 repeticiones con el 60% de 1RM,
- Semana número 3: 3 series de 12 repeticiones con 70 % de 1RM.

El intervalo entre las series fue siempre de 60 segundos y de 90 segundos entre ejercicios.

### **Análisis estadístico**

Para comparar la normalidad de la distribución de la muestra se utilizó la prueba no paramétrica de Shapiro-Wilk aplicada en grupos pequeños.

Con el fin de analizar las diferencias entre los mismos grupos antes y después de la prueba se utilizó la prueba *t* para muestras relacionadas cuando los datos de distribución eran paramétricos, y de lo contrario, se utilizó la prueba de Wilcoxon para los datos de distribución no paramétricos.

Los datos del estudio comparativo entre los dos grupos fueron analizados mediante la prueba *t* de Student para muestras independientes cuando los datos de distribución eran paramétricos, y de lo contrario, se utilizó la prueba de Manny Whitney cuando la distribución fue no paramétrica.

Los resultados se expresan como media y desviación estándar. La significación estadística se fijó siempre en  $p < 0,05$ . El análisis se realizó mediante SPSS para Windows, versión 7.

### **Resultados de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk en todas las variables.**

#### **Tests of Normality**

| GRUPO EXPERIMENTAL - PRÉ E PÓS-<br>TESTE<br>GRUPOS (PB) (PC) |                     | SHAPIRO-WILK |    |        |
|--|---------------------|--------------|----|--------|
|  |                     | Statistic    | df | Sig.   |
| Femoral Esquerda -   | P. Básico           | ,741         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,892         | 19 | ,038   |
| Femoral Direita -  | P. Básico           | ,538         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,910         | 19 | ,080   |
| Gêmeos -   | P. Básico           | ,653         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,787         | 19 | ,010** |
| Quadríceps -   | P. Básico           | ,938         | 19 | ,314   |
|  | Período Competitivo | ,884         | 19 | ,027   |
| Leg-Press -  | P. Básico           | ,333         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,895         | 19 | ,041   |

|                         |                     |      |    |        |
|-------------------------|---------------------|------|----|--------|
| Porcentaje de Gordura - | P. Básico           | ,979 | 19 | ,917   |
|                         | Período Competitivo | ,986 | 19 | ,981   |
| Peso Corporal -         | P. Básico           | ,981 | 19 | ,940   |
|                         | Período Competitivo | ,944 | 19 | ,370   |
| VO2                     | P. Básico           | ,952 | 19 | ,447   |
|                         | Período Competitivo | ,860 | 19 | ,010** |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of true significance.

**Resultados de las pruebas de normalidad de Z - Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk-en todas las variables.**

Tests of Normality

| GRUPO CONTROLE – PRÉ<br>E PÓS-TESTE<br>GRUPOS (PB) e (PC) | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |       | SHAPIRO-WILK |    |        |
|---|---------------------------------|----|-------|--------------|----|--------|
|   | Statistic.                      | df | Sig.  | Statistic    | Df | Sig.   |
| Cuadriceps – P. Básico                                    | ,320                            | 1  | ,000  | ,724         | 18 | ,010** |
|   | ,165                            | 18 | ,200* | ,898         | 18 | ,054   |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

Tests of Normality

| GRUPO CONTROLE - PRÉ<br>E PÓS-TESTE<br>GRUPOS (PB) e (PC) | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |      | SHAPIRO-WILK |    |      |
|---|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|   | Statistic.                      | df | Sig. | Statistic    | Df | Sig. |
| P. Corporal – P. Básico                                   | ,202                            | 19 | ,039 | ,913         | 19 | ,087 |
|   | ,180                            | 19 | ,107 | ,935         | 19 | ,275 |
| P. de Gordura – P. Básico                                 | ,142                            | 19 | 200* | ,952         | 19 | ,451 |
|   | ,182                            | 19 | ,104 | ,919         | 19 | ,120 |

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

Tests of Normality

| GRUPO CONTROLE – PRÉ<br>E PÓS-TESTE<br>GRUPOS (PB) e (PC) | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |       | SHAPIRO-WILK |    |      |
|---|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|   | Statistic.                      | Df | Sig.  | Statistic    | Df | Sig. |
| Leg-Press – P. Básico                                     | ,108                            | 18 | ,200* | ,969         | 18 | ,738 |

|               |                |      |    |      |      |    |        |
|---------------|----------------|------|----|------|------|----|--------|
|               | P. Competitivo | ,203 | 18 | ,048 | ,940 | 18 | ,345   |
| F. Direita –  | P. Básico      | ,285 | 18 | ,000 | ,792 | 18 | ,010** |
|               | P. Competitivo | ,314 | 18 | ,000 | ,791 | 18 | ,010** |
| F. Esquerda – | P. Básico      | ,352 | 18 | ,000 | ,748 | 18 | ,010** |
|               | P. Competitivo | ,258 | 18 | ,003 | ,791 | 18 | ,010** |
| Gêmeos –      | P. Básico      | ,256 | 18 | ,003 | ,836 | 18 | ,010** |
|               | P. Coopetitivo | ,242 | 18 | ,006 | ,884 | 18 | ,033   |
| VO2 -         | P. Básico      | ,241 | 18 | ,007 | ,852 | 18 | ,010** |
|               | P. Competitivo | ,230 | 18 | ,013 | 854  | 18 | ,010** |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

**Resultados de las pruebas de normalidad de Z - Kolmogorv-Smirnov y prueba de Shapiro-Wilk para todas las variables en comparación con GE CG.**

Tests of Normality

| GE X GC<br>PERÍODO BÁSICO E<br>COMPETITIVO | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |      |       | SHAPIRO-WILK |      |        |
|--|---------------------------------|------|-------|--------------|------|--------|
|  | Statistic.                      | Df   | Sig.  | Statistic    | Df   | Sig.   |
| F. Direita - GE - P. Básico                | ,360                            | 19   | ,000  | ,538         | 19   | ,010** |
|  | GC - P. Básico                  | ,307 | 18    | ,000         | ,791 | 18     |
| F. Direita - GE - P. Comp.                 | ,177                            | 19   | ,118  | ,910         | 19   | ,080   |
|  | GC - P. Comp.                   | ,314 | 18    | ,000         | ,792 | 18     |
| F. Esquerda - GE - P. Básico               | ,287                            | 19   | ,000  | ,742         | 19   | ,010** |
|  | GC - P. Básico                  | ,385 | 18    | ,000         | ,717 | 18     |
| F. Esquerda GE - P. Comp.                  | ,173                            | 19   | ,137  | ,892         | 19   | ,038   |
|  | GC - P. Comp.                   | ,253 | 18    | ,000         | ,786 | 18     |
| Gêmeos - GE - P. Básico                    | ,280                            | 19   | ,000  | ,653         | 19   | ,010** |
|  | GC - P. Básico                  | ,277 | 18    | ,002         | ,749 | 18     |
| Gêmeos - GE - P. Comp.                     | ,299                            | 19   | ,000  | ,787         | 19   | ,010** |
|  | GC - P. Comp.                   | ,246 | 18    | ,011         | ,892 | 18     |
| P. Corporal - GE - P. Básico               | ,082                            | 19   | ,200* | ,981         | 19   | ,940   |
|  | GC - P. Básico                  | ,176 | 18    | ,200*        | ,925 | 18     |
| P. Corporal GE - P. Comp.                  | ,166                            | 19   | ,175  | ,944         | 19   | ,370   |
|  | GC - P. Comp.                   | ,192 | 18    | ,119         | ,935 | 18     |
| L. Press - GE - P. Básico                  | ,518                            | 19   | ,000  | ,333         | 19   | ,010** |
|  | GC - P. Básico                  | ,145 | 18    | ,200*        | ,957 | 18     |

|              |                |      |    |       |       |    |        |
|--------------|----------------|------|----|-------|-------|----|--------|
| L. Press     | GE - P. Comp.  | ,155 | 19 | ,200* | ,895  | 19 | ,041   |
|              | GC - P. Comp.  | ,203 | 18 | ,077  | ,0942 | 18 | ,411   |
| P. Gordura - | GE - P. Básico | ,115 | 19 | ,200* | ,979  | 19 | ,917   |
|              | GC - P. Básico | ,168 | 18 | ,200* | ,936  | 18 | ,358   |
| P. Gordura - | GE - P. Comp.  | ,122 | 19 | ,200* | ,986  | 19 | ,981   |
|              | GC - P. Comp.  | ,184 | 18 | ,149  | ,892  | 18 | ,063   |
| Quadríceps - | GE - P. Básico | ,201 | 19 | ,042  | ,938  | 19 | ,314   |
|              | GC - P. Básico | ,320 | 18 | ,000  | ,724  | 18 | ,010** |
| Quadríceps - | GE - P. Comp.  | ,231 | 19 | ,009  | ,884  | 19 | ,027   |
|              | GC - P. Comp.  | ,187 | 18 | ,136  | ,900  | 18 | ,085   |
| VO2 -        | GE - P. Básico | ,157 | 19 | ,200* | ,952  | 19 | ,447   |
|              | GC - P. Básico | ,240 | 18 | ,015  | ,853  | 18 | ,015   |
| VO2 -        | GE - P. Comp.  | ,284 | 19 | ,000  | ,860  | 19 | ,010** |
|              | GC - P. Comp.  | ,246 | 18 | ,011  | ,832  | 18 | ,010** |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

**Resultados de las pruebas de normalidad de Z - Kolmogorv-Smirnov y prueba de Shapiro-Wilk para todas las variables en comparación con GE CG.**

Tests of Normality

| GE X GC<br>PERÍODO BÁSICO E<br>COMPETITIVO | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |      |      | SHAPIRO-WILK |      |      |        |
|--|---------------------------------|------|------|--------------|------|------|--------|
|  | Statistic.                      | Df   | Sig. | Statistic    | Df   | Sig. |        |
| F. Direita -                               | GE - P. Básico                  | ,360 | 19   | ,000         | ,538 | 19   | ,010** |
|  | GC - P. Básico                  | ,307 | 18   | ,000         | ,791 | 18   | ,010** |
| F. Direita -                               | GE - P. Comp.                   | ,177 | 19   | ,118         | ,910 | 19   | ,080   |
|  | GC - P. Comp.                   | ,314 | 18   | ,000         | ,792 | 18   | ,010** |
| F. Esquerda -                              | GE - P. Básico                  | ,287 | 19   | ,000         | ,742 | 19   | ,010** |
|  | GC - P. Básico                  | ,385 | 18   | ,000         | ,717 | 18   | ,010** |
| F. Esquerda                                | GE - P. Comp.                   | ,173 | 19   | ,137         | ,892 | 19   | ,038   |
|  | GC - P. Comp.                   | ,253 | 18   | ,000         | ,786 | 18   | ,010** |
| Gêmeos -                                   | GE - P. Básico                  | ,280 | 19   | ,000         | ,653 | 19   | ,010** |
|  | GC - P. Básico                  | ,277 | 18   | ,002         | ,749 | 18   | ,010** |
| Gêmeos -                                   | GE - P. Comp.                   | ,299 | 19   | ,000         | ,787 | 19   | ,010** |
|  | GC - P. Comp.                   | ,246 | 18   | ,011         | ,892 | 18   | ,064   |
| P. Corporal -                              | GE - P. Básico                  | ,082 | 19   | ,200*        | ,981 | 19   | ,940   |
|  |                                 |      | 18   |              |      | 18   |        |

|              |                |      |    |       |       |    |        |
|--------------|----------------|------|----|-------|-------|----|--------|
|              | GC - P. Básico | ,176 |    | ,200* | ,925  |    | ,268   |
| P. Corporal  | GE - P. Comp.  | ,166 | 19 | ,175  | ,944  | 19 | ,370   |
|              | GC - P. Comp.  | ,192 | 18 | ,119  | ,935  | 18 | ,352   |
| L. Press -   | GE - P. Básico | ,518 | 19 | ,000  | ,333  | 19 | ,010** |
|              | GC - P. Básico | ,145 | 18 | ,200* | ,957  | 18 | ,582   |
| L. Press     | GE - P. Comp.  | ,155 | 19 | ,200* | ,895  | 19 | ,041   |
|              | GC - P. Comp.  | ,203 | 18 | ,077  | ,0942 | 18 | ,411   |
| P. Gordura - | GE - P. Básico | ,115 | 19 | ,200* | ,979  | 19 | ,917   |
|              | GC - P. Básico | ,168 | 18 | ,200* | ,936  | 18 | ,358   |
| P. Gordura - | GE - P. Comp.  | ,122 | 19 | ,200* | ,986  | 19 | ,981   |
|              | GC - P. Comp.  | ,184 | 18 | ,149  | ,892  | 18 | ,063   |
| Cuadriceps - | GE - P. Básico | ,201 | 19 | ,042  | ,938  | 19 | ,314   |
|              | GC - P. Básico | ,320 | 18 | ,000  | ,724  | 18 | ,010** |
| Cuadriceps - | GE - P. Comp.  | ,231 | 19 | ,009  | ,884  | 19 | ,027   |
|              | GC - P. Comp.  | ,187 | 18 | ,136  | ,900  | 18 | ,085   |
| VO2 -        | GE - P. Básico | ,157 | 19 | ,200* | ,952  | 19 | ,447   |
|              | GC - P. Básico | ,240 | 18 | ,015  | ,853  | 18 | ,015   |
| VO2 -        | GE - P. Comp.  | ,284 | 19 | ,000  | ,860  | 19 | ,010** |
|              | GC - P. Comp.  | ,246 | 18 | ,011  | ,832  | 18 | ,010** |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

## Resultados

### Grupo Control en el período básico y competitivo:

A diferencia del grupo experimental (GE), el grupo control (GC) fue sometido a otro tipo de programa, aunque con los mismos objetivos, el programa de entrenamiento tuvo una diferencia de contenido, sin embargo fueron constatadas diferencias estadísticas.

El peso corporal y porcentaje de grasa corporal (Tabla 1) de los atletas en el grupo control no mostró diferencias significativas entre el período básico y el competitivo (pre-test y post-test) peso corporal (PB = 77,3±7,9Kg; PC = 75,9 ± 6,4Kg; Teste T Pareado); porcentaje de grasa (PB = 12,7 ± 2,0 %; PC = 12,5 ± 1,5 %; Teste T Pareado).

**TABLA 1: Peso corporal y porcentaje de grasa del Grupo Control: PB (período básico o preparatorio); PC (período competitivo)**

| Período Básico<br>Peso (Kg) | Período Competitivo<br>Peso (Kg) | Período Básico<br>% grasa | Período Competitivo<br>% grasa |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 77,3±7,9<br>(n=19)          | 75,9±6,4<br>(n=19)               | 12,7±2,0<br>(n=19)        | 12,5±1,5<br>(n=19)             |

La ausencia de asteriscos indica la inexistente de diferencias estadísticas de las variables analizadas.

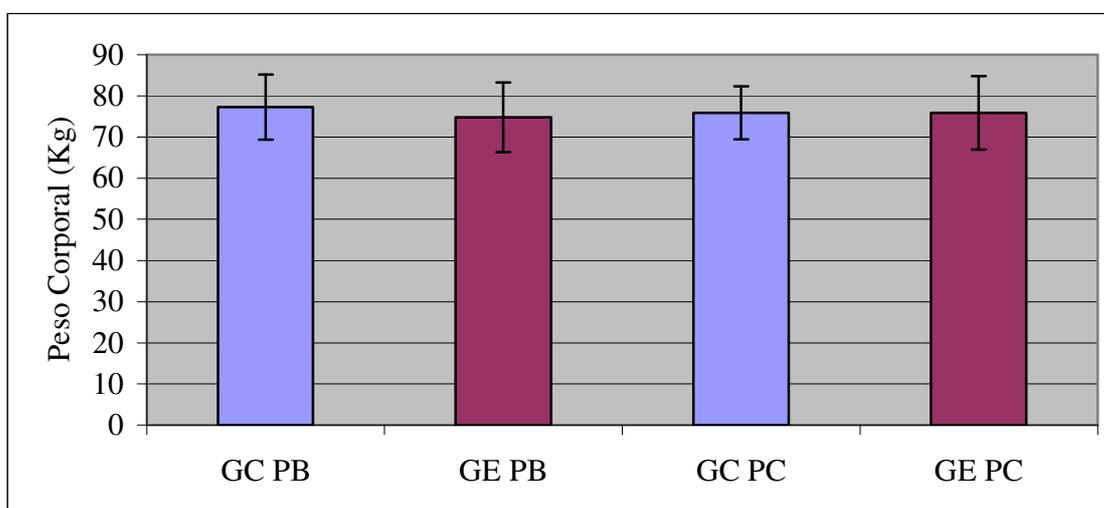


GRÁFICO 1. El peso corporal de los atletas del grupo control (GC) y experimental (GE) en el de base (PB) y competitivo (PC).

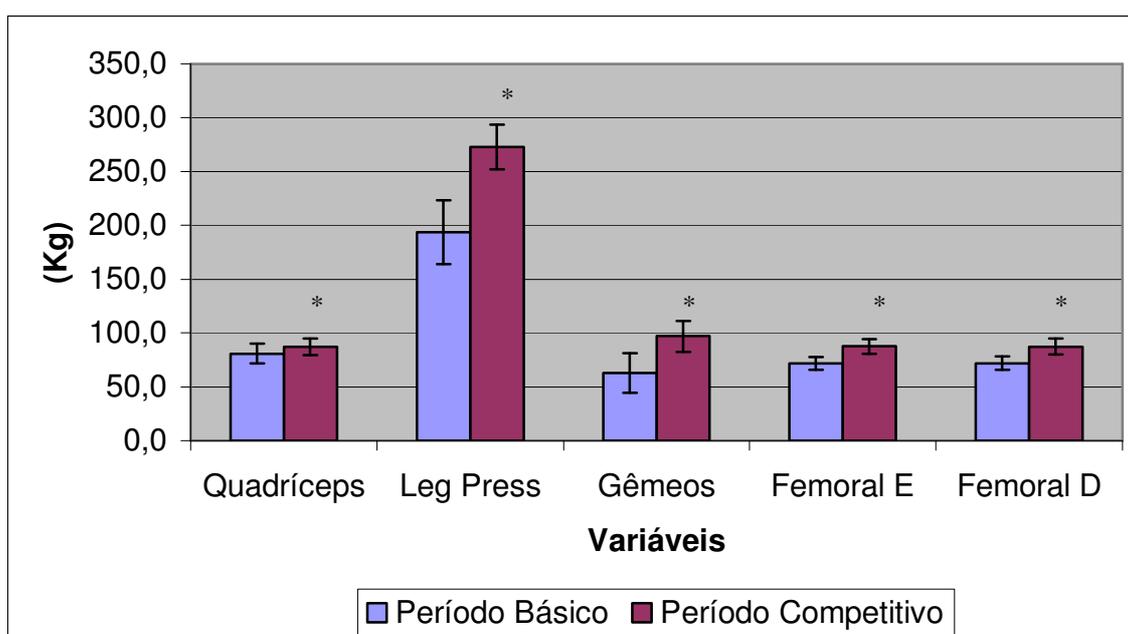
Con respecto a las variables de fuerza dinámica máxima (tabla 4 y 5) la prueba de 1RM mostró una mejoría significativa cuando los atletas fueron evaluados durante el período básico (pre test) y competitivo (post-test). El test t pareado reveló 1) un aumento en la fuerza muscular del cuádriceps: (PB = 80,8±9,4; PC = 87,8±7,7). 2) aumento en la fuerza de los músculos extensores de las piernas: (PB = 193,8±29,7; PC = 273,1±20,9) 3) el aumento de la fuerza de los músculos gemelos: (PB = 62,8±18,4; PC = 96,9±14,3).

El test de Wilcoxon reveló un aumento en la musculatura de flexión de la cadera izquierda: (PB = 71,7±5,9; PC = 87,4±6,9). También reveló un aumento en la musculatura de la flexión de la cadera derecha: (PB = 71,9±6,1; PC = 87,2±7,3).

**TABLA 4: Datos de la prueba de 1RM del Grupo Control (GC): PB (periodo básico o preparatorio); PC (periodo competitivo)**

|       | Cuadríceps          | Prensa                | Gemelos              | Femoral E            | Femoral D            |
|-------|---------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| GC PB | 80,8±9,4<br>(n=18)  | 193,8±29,7<br>(n=18)  | 62,8±18,4<br>(n=18)  | 71,7±5,9<br>(n=18)   | 71,9±6,1<br>(n=18)   |
| GC PC | 87,8±7,7*<br>(n=18) | 273,1±20,9*<br>(n=18) | 96,9±14,3*<br>(n=18) | 87,4±6,9**<br>(n=18) | 87,2±7,3**<br>(n=18) |

\*Teste T pareado para muestras dependientes; \*\*Wilcoxon Test. Nivel de significancia empleado  $p < 0,05$ .



**GRÁFICO 4** - test de 1RM en el grupo control en el período de base (pre test) y competitivas (post-test) \* Indica una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

De acuerdo con el test de Wilcoxon para datos no paramétricos, el grupo de control tuvo un valor significativamente más alto de consumo máximo de oxígeno (Tabla 8 y Gráfico 14) en el período competitivo, como lo demuestran los resultados: (PB =  $53,6 \pm 6,4$  ml / Kg./min.; PC =  $54,9 \pm 56,4$  ml/Kg./min.; PC > PB).

**TABLA 8: Consumo máximo de O<sub>2</sub> (prueba de 3200 m) en el grupo control in el periodo básico y competitivo**

| Grupos   | Período Básico     | Período Competitivo  |
|----------|--------------------|----------------------|
| Controle | 53,6±6,4<br>(n=18) | 54,9±5,4**<br>(n=18) |

\*\*Wilcoxon Test

**Grupo Experimental en el período básico y competitivo:**

En relación al Grupo Experimental (GE), se constató que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el peso corporal (tabla 2 y Gráfico 1) cuando se comparó un período con otro. Sin embargo al comparar los resultados de las pruebas antes (Período Básico = 10,9 ± 1,13 %G tabla 3 e gráfico 2) y después en el porcentaje de grasa se encontró en el período competitivo (post-test) (11,6 ± 1,4 %G; Teste t pareado, p < 0,05) un aumento inesperado y significativo del volumen.

**TABLA 2: Peso corporal y porcentaje de grasa del Grupo Experimental: PB (período básico o preparatorio); PC (período competitivo)**

| Período Básico<br>Peso (Kg) | Período Competitivo<br>Peso (Kg) | Período Básico<br>% gordura | Período Competitivo<br>% gordura |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 74,8±8,44<br>(n=19)         | 75,9±8,9<br>(n=19)               | 10,9±1,13<br>(n=19)         | 11,6±1,4*<br>(n=19)              |

\*Teste T pareado para muestras dependientes. Nivel de significancia empegado p<0,05.

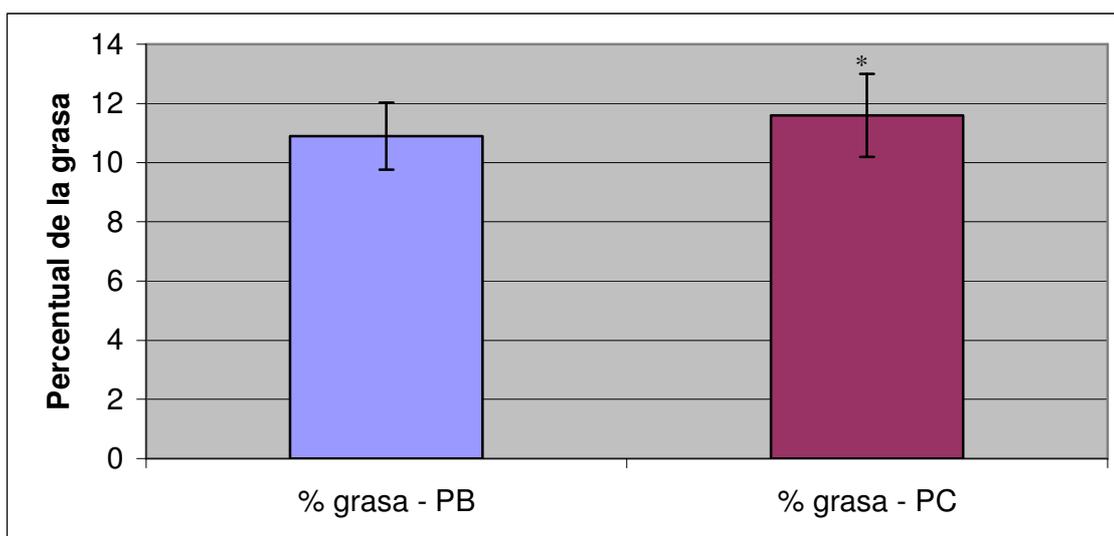


GRÁFICO 2 - Cambio en el porcentaje de grasa corporal de los atletas en el grupo experimental en los períodos básico y competitivo. \* Indica una diferencia estadísticamente significativa (prueba t de parejas para muestras dependientes,  $p < 0,05$ ).

Con respecto a las variables del músculo (Tabla 5 y Gráfico 5) la prueba de 1RM mostró una mejoría significativa cuando los atletas fueron evaluados durante el período básico (pre-test) y competitivo (post-test). El test t pareado reveló 1) un aumento en la fuerza de los músculos cuádriceps: (PB =  $85,3 \pm 12,5$ Kg; PC =  $106,3 \pm 9,4$ Kg). 2) aumento de la fuerza de los músculos extensores de las piernas: (PB =  $287,9 \pm 11,8$ Kg; PC =  $323,9 \pm 13,0$ Kg). 3) aumento de la fuerza muscular en la flexión de la cadera izquierda: (PB =  $100,2 \pm 9,2$ Kg; PC =  $134,2 \pm 11,1$ Kg). 3) aumento de la fuerza muscular en la flexión de la cadera derecha: (PB =  $95,5 \pm 24,8$ Kg; PC =  $134,5 \pm 11,5$ Kg).

**Tabla 5: Datos de la prueba de 1RM del Grupo Experimental (GE): PB (período básico o preparatorio); PC (período competitivo)**

|       | Cuádriceps                  | Prensa                       | Gemelos                        | Femoral E                    | Femoral D                    |
|-------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| GE PB | $85,3 \pm 12,5$<br>(n=19)   | $287,9 \pm 11,8$<br>(n=19)   | $69,5 \pm 19,4$<br>(n=19)      | $100,2 \pm 9,2$<br>(n=19)    | $95,5 \pm 24,8$<br>(n=19)    |
| GE PC | $106,3 \pm 9,4^*$<br>(n=19) | $323,9 \pm 13,0^*$<br>(n=19) | $93,9 \pm 14,0^{**}$<br>(n=19) | $134,2 \pm 11,1^*$<br>(n=19) | $134,5 \pm 11,5^*$<br>(n=19) |

\*Teste T pareado para muestras dependientes; \*\*Wilcoxon Test. Nivel de significancia empagado  $p < 0,05$ .

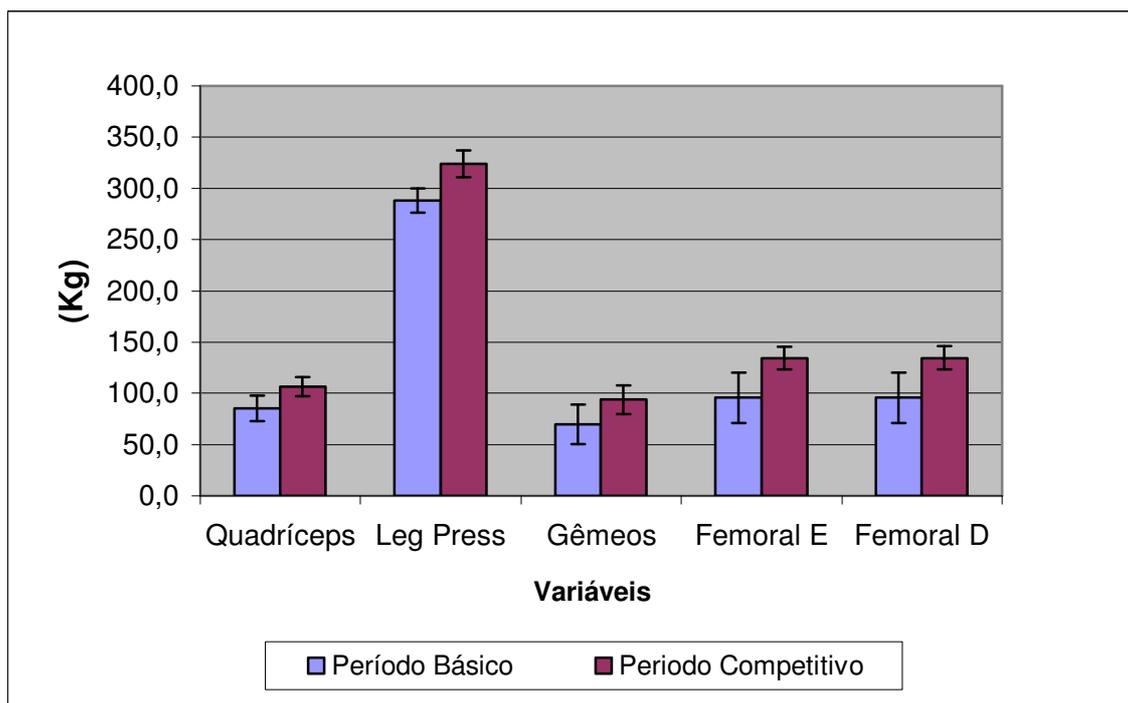


GRÁFICO 5 - test de 1RM en el grupo experimental de base o de preparatoria y competitiva. \* Indica una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Para el análisis del aumento de la fuerza muscular de los gemelos se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ), conforme los resultados obtenidos de la normalidad de la prueba aplicada en pequeños grupos (Shapiro-Wilks,  $n = 19$ ). Se demostró una evolución positiva en relación a los diferentes períodos de entrenamiento, es decir, en el período básico (pre test) los atletas tenían  $69,5 \pm 19,4\text{Kg}$  y en el periodo competitivo (post test)  $93,9 \pm 14,0\text{Kg}$  ( $PC > PB$ ), indicando así un aumento en la ganancia de fuerza.

**TABLA 9: Consumición máximo de O<sub>2</sub> (prueba de 3200 m) en el grupo experimental durante período básico o preparatorio y período competitivo**

| Grupos       | Período Básico       | Período Competitivo  |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Experimental | 59,4±2,03<br>(n= 19) | 61,9±1,4*<br>(n= 19) |

\*Teste T pareado para muestras dependientes. Nivel de significancia empegado  $p < 0,05$ .

**Grupo Control y Experimental en el periodo básico (pré-test).**

Con respecto al peso corporal el test t de Student no reveló diferencias estadísticas entre los grupos en el período básico: (GE = 74,8±8,44; GC = 73,3±7,9). En este mismo período, sin embargo, es test t de Student reveló diferencias significativas entre los grupos en el porcentaje de grasa (GE = 10,9±13; GC = 12,7±2,0).

**TABLA 3: Peso corporal y porcentaje de grasa del Grupo Control (GC) y Experimental (GE) in el período básico o preparatorio (PB)**

| Grupos       | Período Básico<br>Peso (Kg) | Período Básico<br>% grasa | Período Competitivo<br>Peso (Kg) | Período Competitivo<br>% grasa |
|--------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Control      | 77,3±7,9<br>(n=19)          | 12,7±2,0<br>(n=19)        | 75,9±6,4<br>(n=19)               | 12,5±1,5<br>(n=19)             |
| Experimental | 74,8±8,44<br>(n=19)         | 10,9±1,13*<br>(n=19)      | 75,9±8,9<br>(n=19)               | 11,6±1,4<br>(n=19)             |

\*Teste T pareado para muestras dependientes. Nivel de significancia empegado  $p < 0,05$

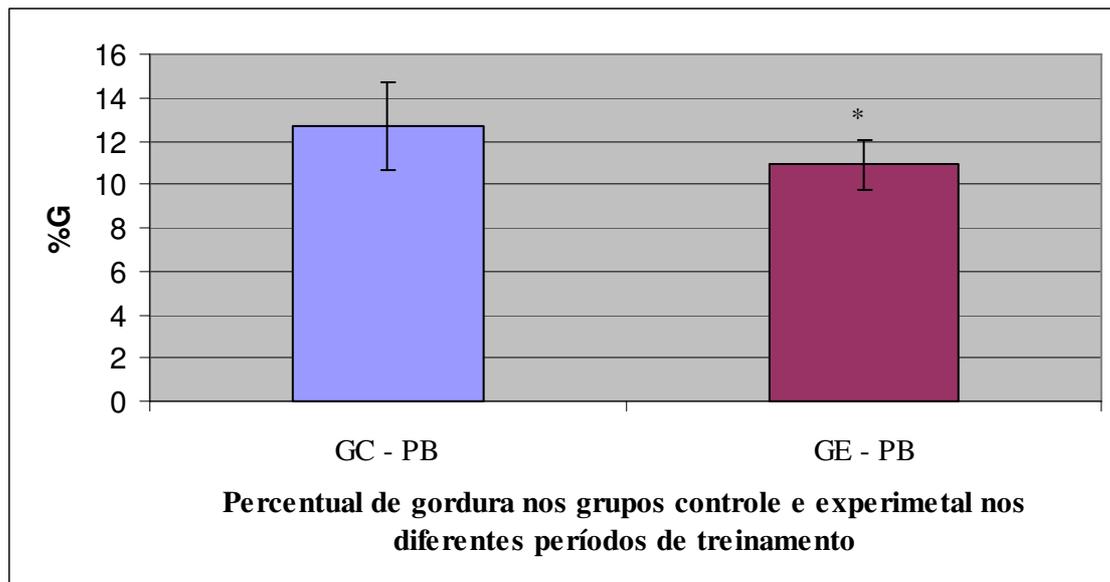


GRÁFICO 3 - Porcentaje de grasa en el grupo control (GC) y experimental (GE) en el período base (BP). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Cuando los grupos experimental y control (GC y GE) fueron comparados en diferentes periodos de entrenamiento, se observó que los datos se presentan muy interesantes. Durante el período básico (pre test), o sea, antes de cualquier interferencia con el plano motor y/o fisiológico, la siguiente variable no presentaba diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados: la fuerza de los cuádriceps (GC =  $80,8 \pm 9,4\text{Kg}$ ; GE =  $85,3 \pm 12,5\text{Kg}$ ). Test t de Student para muestras independientes - Tabla 6).

**Tabla 6: Datos de la prueba de 1RM del Grupos Control (GC) y Experimental (GE) in el período básico o preparatorio (PB)**

|       | Cuádriceps                | Prensa                       | Gemelos                   | Femoral E                       | Femoral D                       |
|-------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| GC PB | $80,8 \pm 9,4$<br>(n=18)  | $193,8 \pm 29,7$<br>(n=18)   | $62,8 \pm 18,4$<br>(n=18) | $71,7 \pm 5,9$<br>(n=18)        | $71,9 \pm 6,1$<br>(n=18)        |
| GE PB | $85,3 \pm 12,5$<br>(n=19) | $287,9 \pm 11,8^*$<br>(n=19) | $69,5 \pm 19,4$<br>(n=19) | $100,2 \pm 9,2^{***}$<br>(n=19) | $95,5 \pm 24,8^{***}$<br>(n=19) |

\*Teste T de Student para muestras independientes. \*\*\* Manny Whitney Test. Nivel de significancia empregado  $p < 0,05$

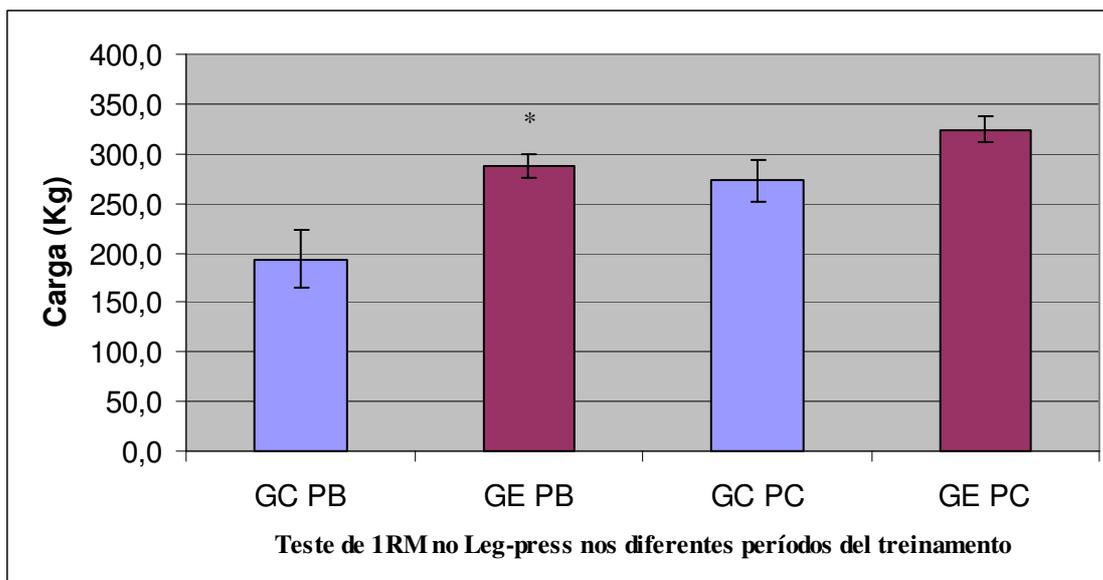


Gráfico 6 - Datos de los test de 1RM prensa de la pierna grupos control (GC) y experimental (GE) en el período, Básico (pre-test PB) y competitivo (PC después de la prueba). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y EG en el período base (BP) ( $p < 0,05$ ).

Con respecto a los datos no paramétricos, se utilizó la prueba de Manny Whitney, a fin de identificar en el período básico la ausencia de diferencias significativas entre los grupos en la variable fuerza de los gemelos (GC =  $62,8 \pm 18,4\text{Kg}$ ; GE =  $69,5 \pm 19,4\text{Kg}$ ; tabla 6).

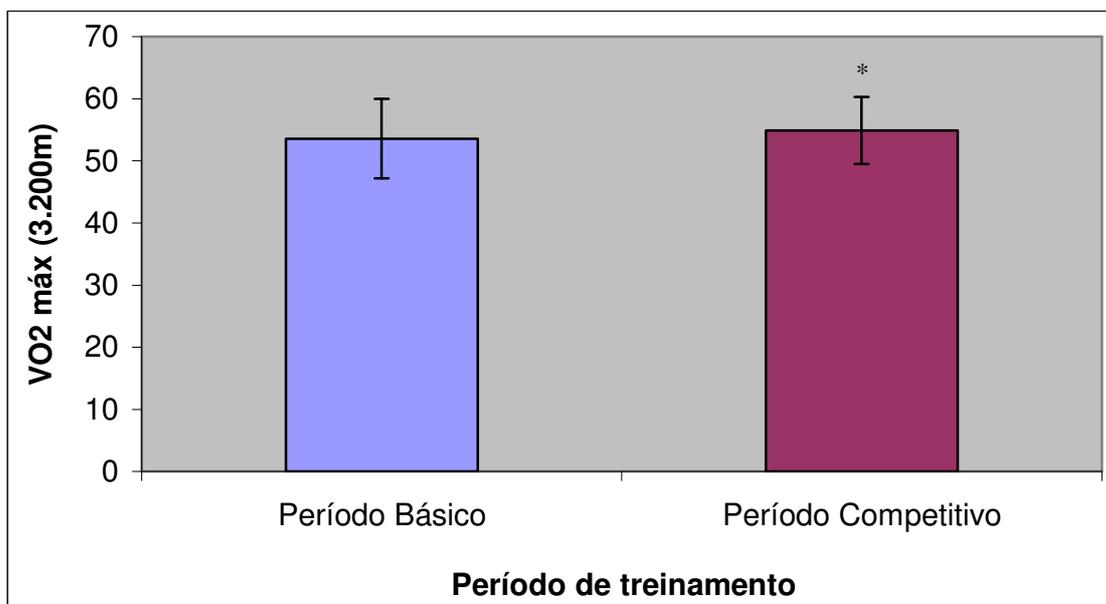
En cuanto a las demás variables analizadas en el período de básico (pre-test) aparecieron diferencias estadísticamente significativas: prensa de piernas (GC =  $193,8 \pm 29,7\text{Kg}$ ; GE =  $287,9 \pm 11,8\text{Kg}$ ; test t de Student para muestras independientes,  $p < 0,05$ , tabla 6 y gráfico 5); flexión de la cadera derecha (GC =  $71,9 \pm 6,1\text{Kg}$ ; GE =  $95,5 \pm 24,8\text{Kg}$ ; Mann-Whitney Test. -  $p < 0,05$  - tabla 6 y gráfico 7); flexión de la cadera izquierda (GC =  $71,7 \pm 5,9\text{Kg}$ ; GE =  $100,2 \pm 9,2\text{Kg}$ ; Mann-Whitney Test  $p < 0,05$  tabla 6 y gráfico 8) .

La prueba t de Student reveló también diferencias significativas entre los grupos en el período básico en la variable  $\text{VO}_2\text{máx}$ : (GC =  $53,6 \pm 6,1 \text{ ml/Kg./min.}$ ; GE =  $59,4 \pm 2,0 \text{ ml/Kg./min.}$ ; Teste t de Student para muestras independientes,  $p < 0,05$ , tabla 10, grafico 16).

**Tabla 10: Datos de la prueba de VO2 máx. de los Grupos Control y Experimental in el período básico o preparatorio y competitivo**

| Grupos       | Período Básico        | Período Competitivo    |
|--------------|-----------------------|------------------------|
| Controle     | 53,6±6,4<br>(n=18)    | 54,9±5,4<br>(n=18)     |
| Experimental | 59,4±2,03*<br>(n= 19) | 61,9±1,4***<br>(n= 19) |

\*Teste T de Student para muestras independientes. \*\*\* Manny Whitney Test. Nivel de significancia empegado  $p < 0,05$



**GRÁFICO 14 – Consumo máximo O2 (la prueba de 3200 m) en el grupo control durante los períodos básicos y competitivo.\* Indica diferencias estadísticamente significativas (test de Wilcoxon).**

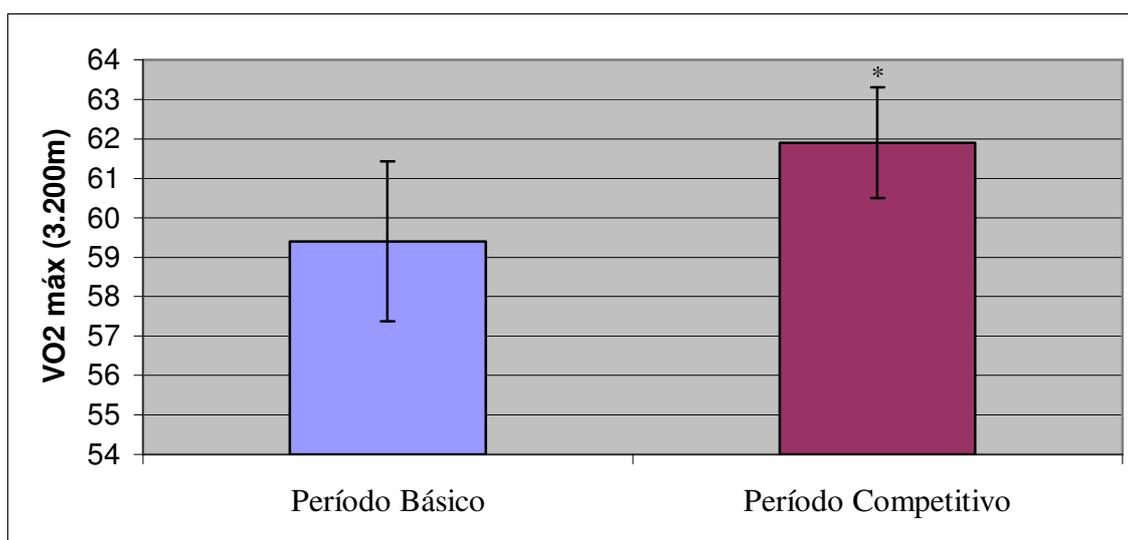


Gráfico 15 - El consumo máximo de oxígeno en el período experimental tras avanzar desde el entrenamiento básico para el período competitivo. \* Indica una diferencia estadísticamente significativa Manny Whitney,  $p < 0,05$ .

### Grupo Control y Experimental en el periodo competitivo (post-test)

La prueba  $t$  apareado reveló la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el control de las variables de peso corporal y porcentaje de grasa en el período competitivo o post-test.

La misma prueba también reveló diferencias significativas entre el grupo experimental y el control de las siguientes variables: 1) fuerza de los músculos del cuádriceps (GE=  $106,3 \pm 9,4$  Kg; GC=  $87,8 \pm 7,7$  Kg.,  $p < 0,05$ ); 2) fuerza de los músculos extensores de las piernas (GE =  $323,9 \pm 13,0$  Kg.; GC=  $273,1 \pm 20,9$  Kg.,  $p < 0,05$ ), 3) fuerza de la musculatura de flexión de la cadera izquierda (GE= $134,2 \pm 11,1$  Kg.; GC  $87,4 \pm 6,9$  Kg.;  $p < 0,05$ ); 4) fuerza de la musculatura de flexión de la cadera derecha (GE=  $134,5 \pm 11,5$  Kg.; GC=  $87,2 \pm 7,3$  Kg.;  $p < 0,05$ ).

Wilcoxon test también reveló diferencias significativas entre el grupo experimental y el control en el periodo competitivo de la variable fuerza de los músculos gastrocnemius (GE=  $93,9 \pm 14,0$  Kg.; GC=  $96,9 \pm 14,3$  Kg.;  $p < 0,05$ ). La diferencia se muestra favorable al grupo control en comparación con el grupo experimental.

Además de las variables neuromusculares, el test  $t$  apareado reveló también una diferencia significativa en los niveles de  $VO_2$ max., variable funcional (GE=  $61,9 \pm 1,4$  ml / Kg. / min.; GC=  $54,9 \pm 5,4$  ml / Kg. / min.;  $p < 0,05$ ).

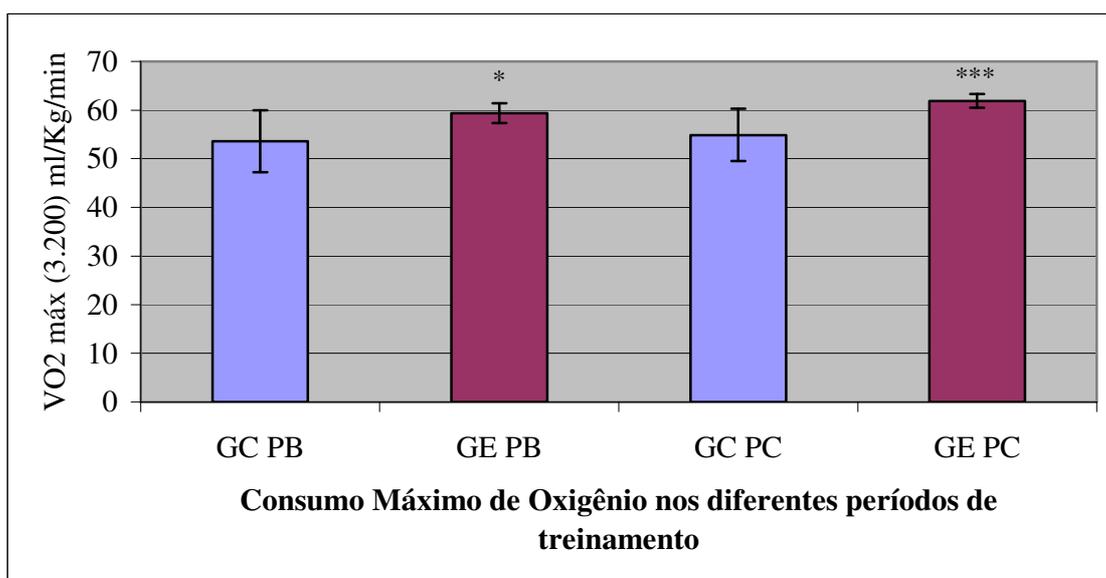


GRÁFICO 16 - Datos de la prueba de 3.200 metros de los Grupos de Control (GC) y experimental (GE) en los períodos básico (pre-test PB) y competitivo (PC después de la prueba). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y EG en el período base (prueba t de Student,  $p < 0,05$ ) \*\*\* Indica diferencias estadísticamente significativas entre GC y GE durante el período competitivo (Manny Whitney Test).

**TABLA 07: Datos de la prueba de 1RM del Grupos Control (GC) y Experimental (GE) in el período competitivo (PC)**

|       | Cuadríceps           | Prensa                | Gemelos              | Femoral E             | Femoral D             |
|-------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| GC PC | 87,8±7,7<br>(n=18)   | 273,1±20,9<br>(n=18)  | 96,9±14,3<br>(n=18)  | 87,4±6,9<br>(n=18)    | 87,2±7,3<br>(n=18)    |
| GE PC | 106,3±9,4*<br>(n=19) | 323,9±13,0*<br>(n=19) | 93,9±14,0*<br>(n=19) | 134,2±11,1*<br>(n=19) | 134,5±11,5*<br>(n=19) |

\*Teste T de Student para muestras independientes. Nivel de significancia empegado  $p < 0,05$

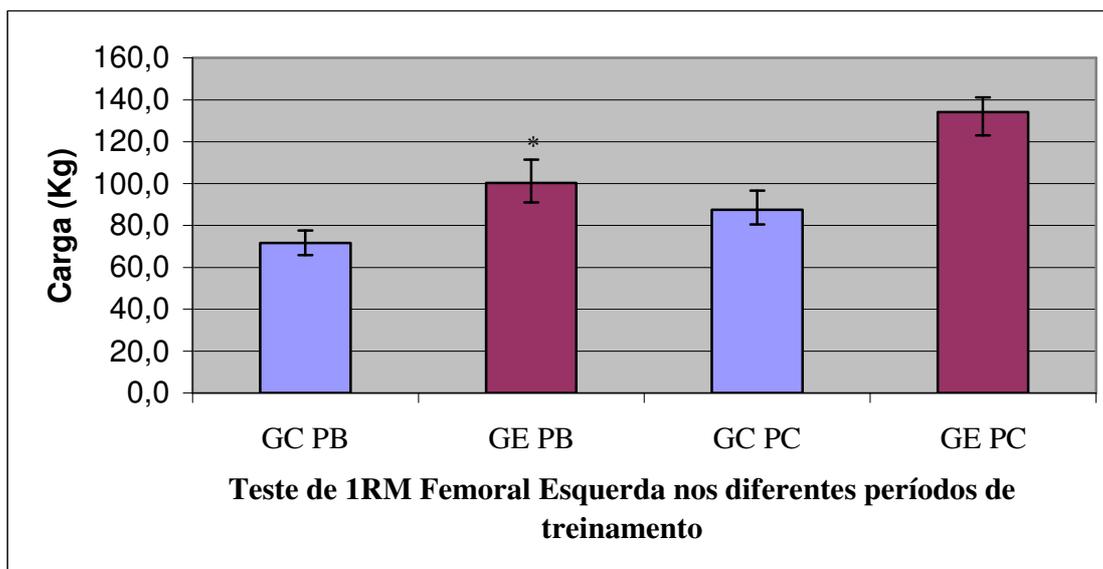


GRÁFICO 7 - Datos de la prueba de 1RM en el músculo femoral izquierda del grupo control (GC) y experimental (GE) durante el básico (pre-test PB) y competitivo (PC después de la prueba). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y EG en el período base (BP) (Manny Whitney Test).

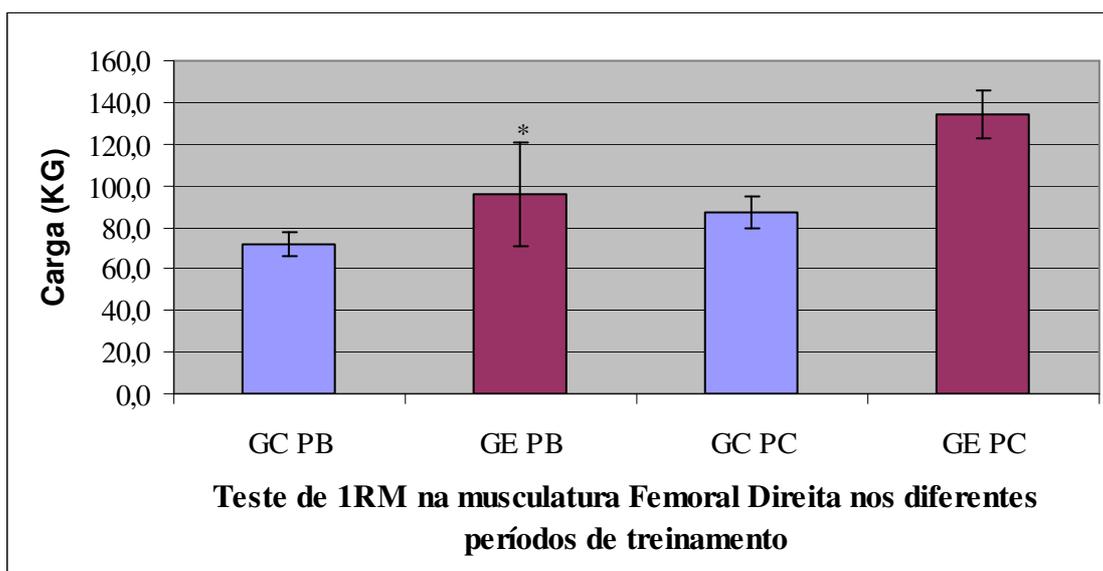


Gráfico 8 - Datos de la prueba de 1RM en el músculo femoral derecha del grupo control (GC) y experimental (GE) en el período base (pre-test PB) y competitivo (PC después de la prueba). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y EG en el período base (BP) (Manny Whitney Test).

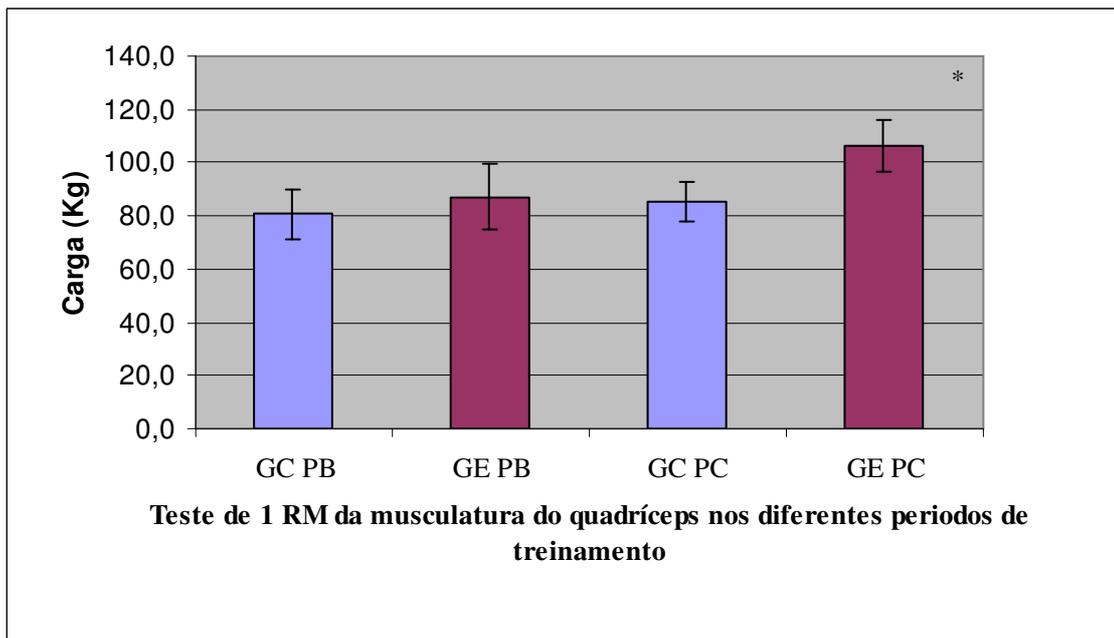


GRÁFICO 9 - Datos de la prueba de 1RM de los músculos cuádriceps del grupo control (GC) y experimental (GE) en el período base (pre-test PB) y competitivo (PC después de la prueba). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y EG en el período competitivo (prueba t de Student  $p < 0,05$ ).

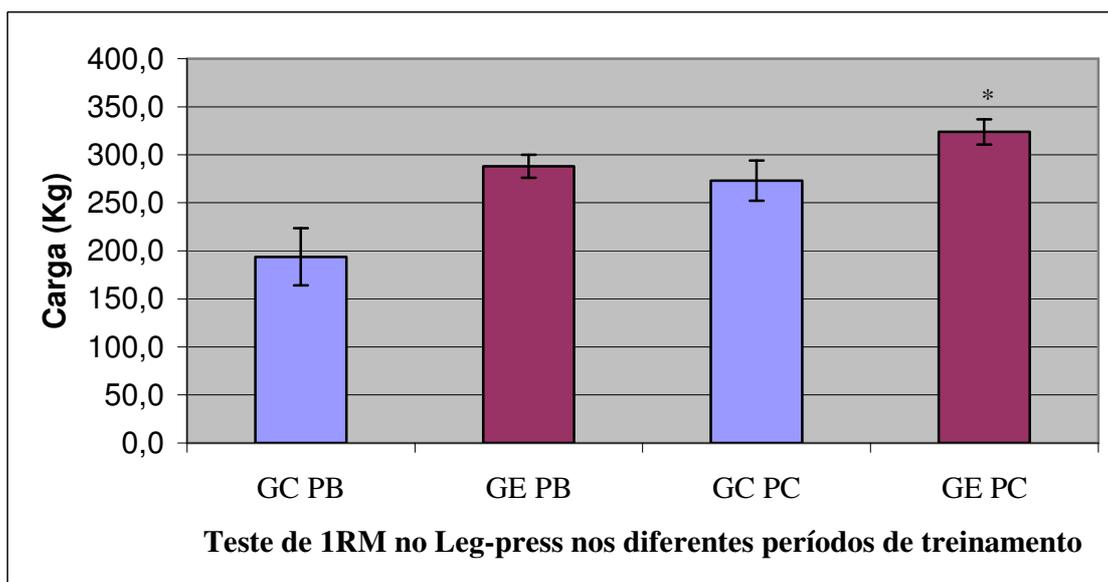


GRÁFICO 10 - Los datos del test de 1RM pierna-prensa de los grupos control (GC) y experimental (GE) en el período base (pre-test PB) y competitivo (PC después de la prueba). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y EG en el período competitivo (prueba t de Student  $p < 0,05$ ).

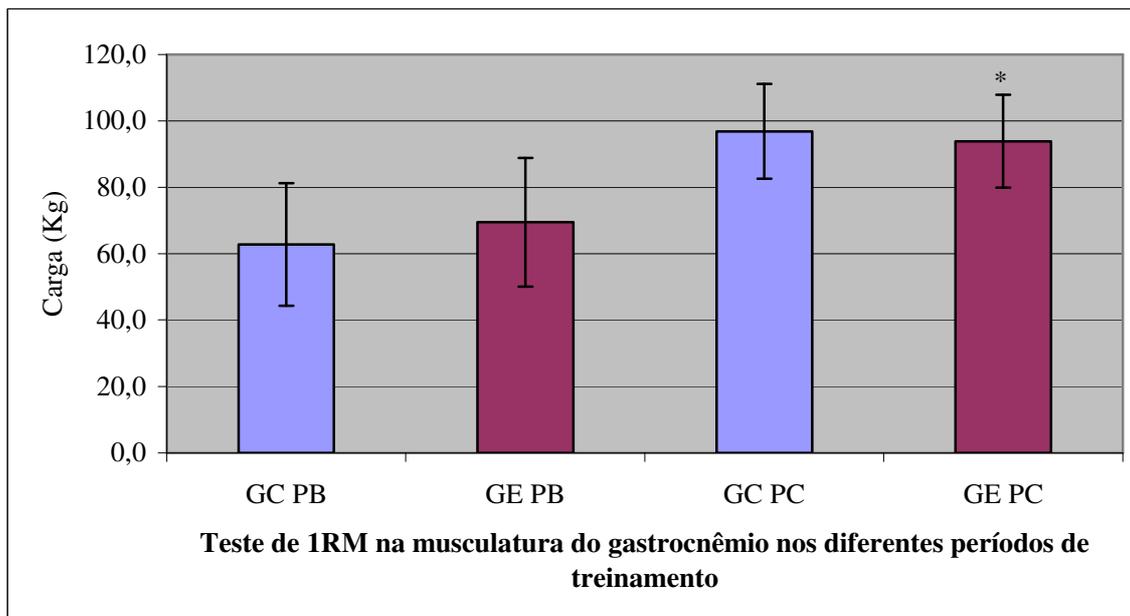


Gráfico 11 - Dados de la prueba de 1RM en el músculo gastrocnemio (gemelos), de los grupos de control (GC) y experimental (GE) en el período base (pre-test PB) y competitivo (PC después de la prueba). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y EG en el período competitivo (prueba t de Student  $p < 0,05$ ).

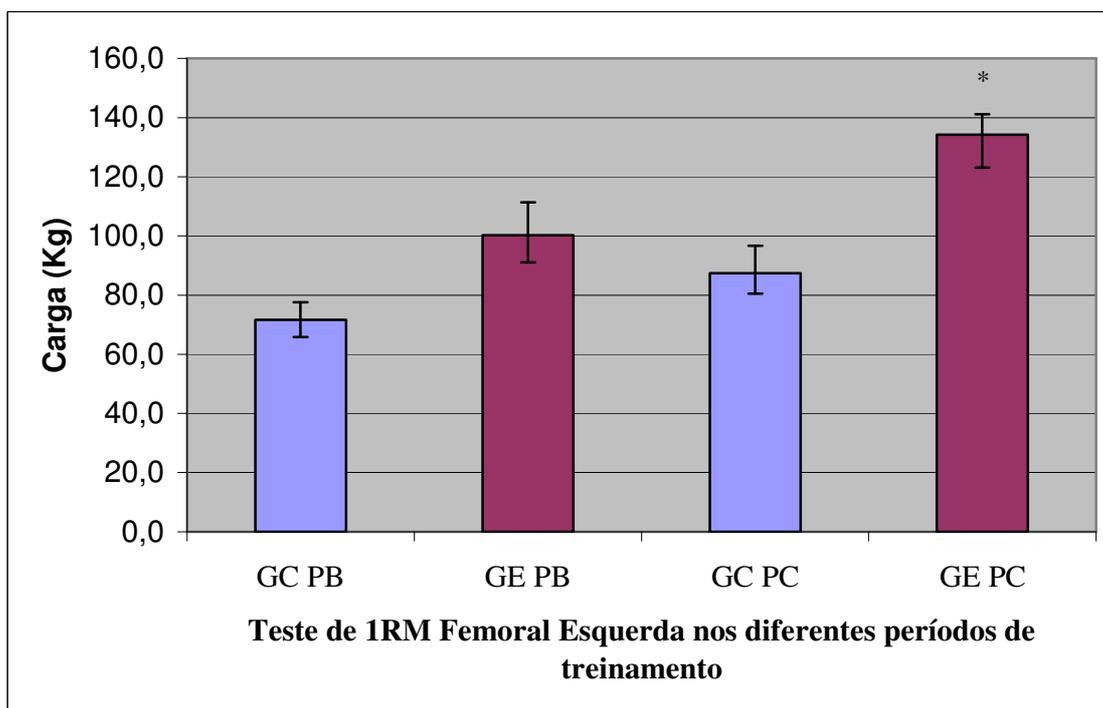


GRÁFICO 12 - Los datos del test de 1RM en el músculo femoral izquierda del grupo control (GC) y experimental (GE) en el básico (pre-test PB) y competitivo (PC después de la prueba). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y EG en el período competitivo (prueba t de Student  $p < 0,05$ ).

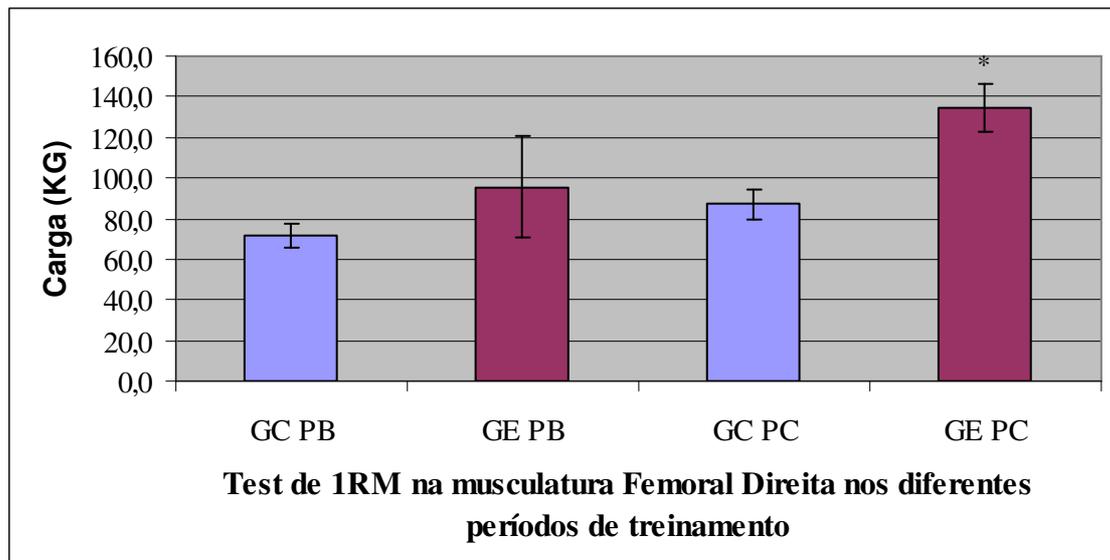


GRÁFICO 13 - Datos de la prueba de 1RM en el músculo femoral derecha del grupo control (GC) y experimental (GE) en el período base (pre-test PB) y competitivo (PC después de la prueba). \* Indica una diferencia estadísticamente significativa entre el CG y EG en el período competitivo (prueba t de Student  $p < 0,05$ ).

### Conclusiones:

1 - Hubo un aumento de la fuerza en las cinco variables neuromusculares evaluadas, así como en la variable funcional ( $VO_2$  máx.), en un período de tres semanas de entrenamiento de fuerza resistencia, a través del entrenamiento en circuito extensivo por intervalos.

2- Cuando atendemos a cada uno de los grupos musculares por separado, se observa que el entrenamiento de fuerza resistencia resulta ser más eficaz en el entrenamiento de la fuerza máxima dinámica en la musculatura relacionada con el ejercicio de cuádriceps. Sin embargo ocurre lo contrario cuando se observan los cambios provocados en la musculatura relacionada con la flexión plantar del tobillo, puesto que en ese caso el trabajo habitual de acondicionamiento físico parece ser más eficaz. En relación al resto de variables de fuerza máxima, hubo incrementos estadísticamente significativos en ambos grupos siendo mayor el porcentaje de incremento en el grupo experimental en los músculos relacionados con la flexión de la cadera y en el grupo control en el ejercicio de prensa.

3- Algo similar ocurre con el  $VO_2$  máx, puesto que tanto uno como otro entrenamiento provocan ganancias estadísticamente significativas en ambos

grupos siendo mayor el porcentaje de mejora en el grupo experimental en relación con el grupo control. Por tanto la diferencia estadísticamente significativa que ya existía antes de iniciarse el entrenamiento se ve incrementada.

4- En este sentido es importante destacar el corto período de tiempo en el que se logran la aparición de adaptaciones neuromusculares y de rendimiento cardiovascular, al aplicar dicho programa sistematizado de fuerza resistencia, lo que ha de ser valorado a la hora de integrar este tipo de trabajo en la planificación anual de una temporada de fútbol.

5- En relación a las variables antropométricas, se puede indicar que el entrenamiento de fuerza resistencia aplicado provoca un ligero aumento del porcentaje de grasa de los futbolistas, aumento que no aparece en el grupo que continúa con su entrenamiento habitual.

### **Conclusión final**

También vale la pena mencionar que entre los factores que intervienen en el control del entrenamiento, la metodología adoptada y debidamente orientado trae resultados eficaces, tales como los mostrados aquí. Frente a una serie de estudios fisiológicos y de investigación llevada a cabo en la actualidad, de carácter científico apoyado casi exclusivamente por la ingeniería genética con altos costos financieros, podemos rescatar los estudios clásicos que muestran el efecto del ejercicio rigurosamente aplicados y supervisados, y la aplicación de pruebas objetivas y de fácil acceso a las entidades deportivas, que pueden aumentar tanto la participación del campo profesional de la Educación Física en este mercado cuanto mejorar el rendimiento de los equipos para soportar los 90 minutos por el tipo de trabajo realizado, incluso sin grandes patrocinadores y / o inversión de negocio que apoya este tipo de control en el alto rendimiento.

### **Sugerencias para futuras investigaciones.**

1) La aplicación del trabajo con un grupo control (GC) que no realizan ejercicios generales para el trabajo de la fuerza para determinar la magnitud de la diferencia

entre los grupos ya que con toda probabilidad no ha sido del todo evidente en este estudio.

2) Supervisar, en paralelo, el número de lesiones que se produjeron en ambos grupos, así como sustratos metabólicos indicadores de la fatiga y el exceso de entrenamiento, para el mismo protocolo propuesto en esta investigación.

3) Se sugiere que esta metodología sea aplicada en otros deportes de equipo con la característica intermitente a fin de obtener resultados similares, o sea, aumento del rendimiento orgánico y localizado, la calidad técnico y táctico, la reducción de la aparición de lesiones y fenómenos como sobreentrenamiento como se evidencia en alto los equipos de rendimiento que buscan la máxima importancia en el ámbito deportivo.

Palabras clave: entrenamiento, rendimiento, fuerza resistencia; fuerza dinámica; composición corporal;  $VO_2$  máximo.

# ***INTRODUÇÃO***

## 1. INTRODUÇÃO

A história do futebol de campo, que é considerado o esporte mais popular e que desperta o interesse no mundo, pode ser representada e dividida em cinco fases distintas: Antiguidade, Idade Média, Escolas Públicas Inglesas, Futebol Moderno e Internacionalização (BORSARI e MESQUITA, 1974; CABRAL, 1978; GRECO, 1998; FRISSELLI & MANTOVANI, 1999). Cada uma destas fases caracteriza-se por passagens e acontecimentos marcantes em sua evolução.

Oliveira (1995) faz menções à pintura em um túmulo egípcio onde as pessoas estariam em uma atitude de jogo, e também encontrou registro de jogos com bola na Babilônia. Provavelmente a conotação dada ao objeto esférico, nessas pinturas e registros, fosse religiosa representando o sol para os egípcios e a lua para os babilônicos. Na Grécia antiga, já por volta de 1.500 a. C, encontram-se alguns jogos precursores do futebol. Na Itália, o jogo denominado Cálcio era praticado desde a metade do século XIV em terreno de 137x50 metros com dois postes de cada lado, assemelhando-se ao gol da atualidade e desenvolvido dentro de um espírito coletivo, ou seja, com funções definidas e um mínimo de organização tática. Alguns anos mais tarde, em 1850, Giovanni di Bardi estabeleceu regras para o “Cálcio” e com a instauração destas regras o jogo ficou menos brutal (CABRAL, 1978). O nascimento do futebol moderno é datado, de forma unânime pelos historiadores, em 26 de outubro de 1863. Nessa época foi importante o apoio do jornalista John Cartwright que escreveu uma série de artigos em jornais, incentivando uma reunião entre instituições e pessoas que estavam envolvidas com o futebol, para que fosse discutida a unificação das regras do jogo. Nessa ocasião formaram a *The Football Association*, nome que é até hoje mantido pela liga inglesa. A partir desta mobilização o esporte difundiu-se por toda a Inglaterra e, conseqüentemente, para outros países. Há registros que indicam que o futebol foi introduzido no Brasil em 1870 através de marinheiros holandeses. Mas é a partir de Charles Miller que o futebol começa a ser, de fato difundido (HISTÓRIA DO FUTEBOL BRASILEIRO, 1968; BORSARI E MESQUITA, 1974; CABRAL, 1978; MACK, 1980; GOLDMAN & DUNK, 1990; OLIVEIRA, 1995).

Os documentos que retratam o passado do futebol de campo revelam que nos anos 70 imperou o futebol que se destacava a habilidade dos atletas (técnica), porém, a partir de 1974 a Copa da Alemanha trouxe o futebol força, e em 1994

(EUA), somando-se a força, a velocidade passou a ser uma das principais armas das grandes equipes mundiais para o êxito nas competições. Esta mudança na forma de jogar levou as comissões técnicas a revisar e atualizar constantemente a metodologia utilizada nos dias atuais, tanto em termos táticos e técnicos quanto à preparação física (PALOMARES, 2004).

A evolução, portanto, abrangeu todos os seus segmentos e o desempenho atlético surge de uma forma decisiva dentre os demais na medida em que o atleta, visando alcançar resultados surpreendentes, passou a treinar várias horas por dia, exigindo a par disso uma intervenção mais contundente do especialista desportivo e de cientistas de várias áreas. O resultado trouxe um amplo conhecimento, que nos dias atuais se reflete em modernos e sofisticados procedimentos metodológicos. Tanto é assim que o crescente desempenho em competições é alcançado através de um processo de treino projetado para induzir a eficiência na tomada de decisões, aprimoramento de habilidades motoras e a melhora na estrutura ósteo-muscular-articular, bem como nas funções fisiológicas e metabólicas. O treinamento promove também a autoconfiança e uma tolerância para níveis mais elevados de exigência no próprio programa de trabalho, assim como nas competições (SMITH, 2003).

Além disso, o futebol de campo moderno, por um lado, exige que os profissionais envolvidos, na elaboração e aplicação do treinamento, busquem constantemente soluções adequadas, as quais possam rever e trazer novos métodos e formas de periodização do treinamento. Porém, escassos são os estudos que levam em conta os fatores intervenientes e as especificidades do futebol, o qual teve uma grande evolução nos últimos anos e, segundo Weineck (2000), o maior reflexo desta evolução se encontra no condicionamento físico do atleta. Este fator exigiu uma reestruturação no método de periodização, buscando um constante aprimoramento do atleta dentro das qualidades físicas necessárias e um maior tempo de carreira do profissional junto a sua modalidade esportiva.

Por outro, a reestruturação proposta pela exigência atual produz diversas dúvidas a respeito da estruturação do treinamento no futebol. Os maiores agravantes para essa dificuldade dizem respeito ao adaptar e/ou enquadrar o processo de treinamento junto ao calendário, onde o período preparatório da maioria das equipes brasileiras é curto e, aliado a esse fator, surge à necessidade de um bom desempenho nas primeiras partidas. Ainda se apresenta conjuntamente

o problema de pressão psicológica sofrida pelos profissionais quanto à manutenção de bons resultados, e de oportunizar que nesse breve período de tempo o atleta seja reincorporado as competições com um baixo índice de lesões mantendo-se saudáveis durante o decorrer das competições. Esse fator é determinante uma vez que o período competitivo no futebol é muito longo variando entre 08 e 10 meses de competições, muitas vezes com dois jogos por semana (GOMES, 2002).

Bangsbo et al. (1991) Bangsbo (1994); Garret Jr. & Kirkendal (2003) e Weineck (2004) orientam que o futebol envolve duas equipes de 11 jogadores cada, sendo 10 atletas na linha e um goleiro e descrevem o futebol como sendo um esporte de grande esforço físico, entretanto, a distância total percorrida em média durante jogos competitivos é de 10,80 km., e a diferença entre a média individual é de 0,92 km., com nenhuma diferença quanto a atividade de alta intensidade. Esta distância é percorrida em uma partida de 90 minutos, sendo que 17,1% deste tempo o atleta fica parado, 39,8% caminhando, 29,8% trotando em baixa velocidade e correndo para trás; 10,5% com corrida em velocidade moderada, 2,1% correndo em alta velocidade e 0,7% em *sprint* máximo. Arnason et al. (2004) complementam o transcrito acima quando caracterizam o futebol por *sprints* curtos, rápida aceleração ou desaceleração, giros, saltos, chutes, e marcação. Em face ao exposto o jogo tem sido, ao contrário de outrora, desenvolvido com intuito de torná-lo mais rápido, mais intenso e com muito mais agressividade.

O futebol de campo, portanto, se caracteriza, conforme descrevem Reilly (1990); Bangsbo (1994); Weineck (2004), Bompa (2005) e Bangsbo et al. (2006) como uma atividade intermitente por alternar corridas de alta e média intensidade; com períodos de recuperação, em que há corridas contínuas de baixa intensidade. Afirmam, também, que neste trabalho várias fontes energéticas são solicitadas (14% alático, 14% láctico e 72% aeróbio) e que os jogadores executam atividades por mais de 70% do jogo o que causa um consumo médio de aproximadamente 70% do  $VO_2^{máx}$ .

De acordo com Dantas (2003), no futebol de campo, as qualidades físicas intervenientes consideradas imprescindíveis no programa de treinamento são resistência aeróbia e força explosiva, considera ainda a resistência anaeróbia, a velocidade de movimentos, a resistência muscular localizada e a coordenação como importantes. Platonov (2004) ressalta que a resistência aeróbia no desporto

se manifesta na capacidade do atleta para manter durante bastante tempo os índices de produtividade aeróbia determinada pela duração da manutenção da grandeza de consumo máximo de oxigênio para um dado trabalho. De acordo com Reilly (1990); Bangsbo (1994); Weineck (2004) e Bangsbo et al. (2006) se observa, ainda, uma diferença de resposta entre os 15 minutos iniciais do primeiro tempo e os 15 finais do jogo. No momento inicial da partida o atleta está motivado respondendo com qualidade frente as exigência do jogo, entretanto, no segundo período, após o intervalo de descanso, o jogador se revela como se tivesse perdido capacidade funcional, devido, provavelmente aos 15 minutos de descanso, por esta razão o jogador procura reservar suas energias para as ações críticas que estão próximas do final do jogo.

Weineck (2004) afirma que o desempenho do jogador de futebol é determinada por várias habilidades, capacidades e qualidade que se completam de modo interdependente e que as qualidades físicas possuem um caráter condicional, representam um pré-requisito para a performance técnica, tática e psíquica na competição. Wisloff et al. (2004) e Bompa (2005) por sua vez esclarecem que os fatores limitantes do desempenho são potência de aceleração e desaceleração, agilidade na forma de trabalho rápido dos pés, mudanças rápidas de direção, velocidade de reação e tempo de movimento. Sobretudo por que essas ações se repetem durante todo o jogo, por conseguinte, os desempenhos funcionais são requeridos que o atleta mantenha mais próximo de seu rendimento máximo na manifestação da força, velocidade, coordenação, mobilidade e resistência no primeiro e no segundo tempo de uma partida. Se necessário, nos dois tempos da prorrogação. Estes movimentos repetidos várias vezes durante uma partida geram a fadiga, que é um fator que interfere no desempenho do jogador ao longo dos 90 minutos de um jogo de futebol. Nesta mesma direção, Mohr et al. (2003) revelam que em uma partida de futebol os atletas de alta performance realizam suas ações em alta intensidade e que a fadiga ocorre no final e temporariamente durante o jogo, independentemente do padrão de competitividade e em qual posição o atleta joga.

O entendimento da fadiga é compreendido como a diminuição transitória dos resultados da capacidade funcional dos atletas, evidenciada pela falha no desempenho das variáveis que intervêm no esporte como a força, a velocidade e a potência (FITTS, 1994; KIRKENDAL, 2003) e a resistência, segundo Vitassalo et al

(1987) é um componente que contribui para a manutenção desse desempenho, mantendo o atleta mais próximo possível do desempenho máximo.

Reilly (1990); Bangsbo (1994); Weineck (2004), Harold et al., (2003); Bompá (2005), Bangsbo et al. (2006) ressaltam ainda, que o jogador para sustentar os 90 minutos de uma partida precisa se manter fisicamente ativo por todo o período, contudo essa condição provoca conseqüências que levam a partir do início do segundo tempo do jogo o músculo gerador da força a declinar. A causa deste fenômeno é conhecida como fadiga e ocorrem em virtude de que as reservas de glicogênio muscular são depletadas durante a partida, especialmente quando não houver um ajustamento do treinamento com carga. O declínio da força muscular pode aumentar a predisposição para lesões nos membros inferiores. A fadiga central também pode ocorrer com implicações para o desempenho muscular. Além disso, Hoff (2005) aponta que a elite futebolista gasta um montante substancial de tempo tentando melhorar a capacidade física, incluindo a resistência aeróbica e força e a força derivada de velocidade e potência.

Weineck (2004) por sua vez esclarece que a força explosiva faz parte de um conjunto de formas de força relevantes ao desempenho no futebol que são: resistência de força e suas subcategorias de formas mistas (resistência de força máxima e de força rápida), força rápida, força explosiva e força máxima. Além disso, considera a resistência de força, objeto de nosso estudo, como sendo a terceira categoria de força necessária ao futebolista tendo em vista ter um papel importante no condicionamento físico geral do jogador, especialmente em relação à musculatura auxiliar. A resistência de força é expressa pela capacidade do sistema neuromuscular em retardar o aparecimento do processo de fadiga (HESPANHOL e ARRUDA, 2000) e tem como característica específica sustentar as ações de jogo.

Portanto, o futebol é um esporte complexo e o desempenho depende de uma série de fatores, dentre eles se destacam a preparação técnico-tática (PTT), a preparação física (PF), a preparação psicológica (PP), a médica fisioterápica (PMF), a preparação nutricional (PN) e a complementar (PC). Estes fatores, por um lado são dependentes entre si, estão interligados e precisam, portanto, de uma equipe multidisciplinar para o completo desenvolvimento de todos eles. Por outro, o objeto desta pesquisa focaliza a aplicação de novos procedimentos envolvendo o treinamento físico durante um período de três semanas, uma vez sabido que preparação física tem implicações importantes para o sucesso do jogador de

futebol, refletindo, portanto, em um desafio para os treinadores e jogadores frente a mudanças na forma de conduzir o treinamento (FRISSELI & MANTOVANI, 1999; WEINECK, 2003, 2004). Aspectos como a experiência, a composição corporal, resistência, força, equilíbrio entre potência anaeróbia e potência aeróbica, entre outros fatores, são de primordial importância na avaliação da elite jogadores (EKBLUM, 1986; TUMILTY, 1993; RICO-SANZ, 1998; SHEPHARD, 1999; OSTOJIC & ZIVANIC, 2001; OSTOJIC, 2003).

O desenvolvimento da resistência de força tem sido apontado na literatura desportiva como sendo um dos fatores determinantes para o alcance do desempenho máximo. A resistência de força é avaliada durante a execução dos movimentos de imitação, semelhantes aos exercícios competitivos na sua forma e nas particularidades do funcionamento do sistema neuromuscular, entretanto, deve ser aumentada a parcela dos componentes de força (VERKHOSHANSKI, 2001; PLATONOV, 2004). Para aumentar a qualidade e controle da resistência de força são utilizados equipamentos de musculação e de diagnósticos específicos para todos os esportes que permitam controlar a qualidade da força levando em consideração as particularidades de sua manifestação na atividade de treinamento e competição especial. A avaliação da resistência de força é realizada mediante diferentes métodos: duração do trabalho programado e padronizado; volume global do trabalho realizado durante a execução do programa de testes e índices de relação do impulso da força com o final do trabalho previsto por um teste correspondente ao seu nível máximo. Além disso, para aumentar a qualidade do controle da resistência de força, são utilizados equipamentos de musculação e de diagnósticos específicos para cada desporto que permitam controlar as qualidades de força, levando em consideração as particularidades de sua manifestação na atividade de treinamento e competição especial (PLATONOV, 2004).

De acordo com o autor supracitado a ênfase do trabalho de resistência de força se encontra em relatos com diferentes metodologias em esportes como o Ciclismo, Corredores, Lutadores, Boxeadores, Nadadores e Remadores. Levando-se em consideração a popularidade mundial do futebol de campo se faz necessário estudos que apontem dados sobre a influência do treinamento de resistência de força em atletas de alta performance e que sirvam como indicadores para a melhora do desempenho em atletas de futebol. Além disso, o universo das ciências do esporte tem demonstrado interesse crescente pelo futebol, contudo, aqui no

Brasil, apesar do título de país do futebol, infelizmente, muito pouco tem sido realizado no sentido de produção de pesquisas científicas aplicadas. Portanto a proposta deste estudo é avaliar a influência do treinamento da resistência de força em atletas de futebol de alta performance.

## ***OBJETIVOS***

## **1. 1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Avaliar a influência do treinamento da resistência de força em atletas de futebol de alta performance.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Determinar a composição corporal;

Determinar a potência aeróbica máxima;

Avaliar a força dinâmica máxima (1RM) no exercício do quadríceps;

Avaliar a força dinâmica máxima (1RM) no exercício no leg-press;

Avaliar a força dinâmica máxima (1RM) no exercício de femorais em pé;

Avaliar a força dinâmica máxima (1RM) no exercício dos gastrocnêmios.

## **1.2 Justificativa**

Levando-se em consideração:

- A finalidade de conhecer melhor as capacidades fisiológicas dos jogadores e poder ajustar a preparação física e o planejamento da temporada de acordo com os dados;
- Que os testes de campo e de laboratório permitem medir alguns dos fatores fundamentais específicos do rendimento esportivo de forma que o rendimento humano possa ser definido no término de trabalhos de potência e força;
- Que o futebol é reconhecido internacionalmente como um dos esportes mais populares do mundo, se fazendo necessário estudos que apontem dados que sirvam como indicadores para a melhora do desempenho em atletas da respectiva modalidade coletiva;

Justifica-se a realização desta pesquisa.

### **1.3 Definições das variáveis**

#### **Treinamento de Força**

Tipo de exercício que exige que os músculos se movam ou tentem se mover contra uma força de oposição, normalmente representada por algum tipo de equipamento (FLECK & KRAEMER, 1999; 2009).

Meio planejado e progressivo de exercícios, com carga apropriada, que se deve aumentar gradualmente, à medida que o sistema musculoesquelético fica mais forte (FAIGENBAU & WESTCOTT, 2001)

#### **Capacidades de Força**

Capacidade de o homem superar a resistência externa à custa de esforços musculares (VERKHOSHANSKI, 2001).

#### **Resistência de Força**

Capacidade resistir à fadiga em execuções prolongadas de força com cargas submáximas (FLECK & KRAEMER, 1999; 2009).

É a capacidade do organismo de resistir à fadiga (distanciá-la) durante o trabalho de força prolongado (FORTEZA & FARTO, 2007).

#### **Potência Aeróbia**

Representada pelo Consumo Máximo de Oxigênio ( $VO_2$ máx), a potência aeróbia se define como sendo a mais alta captação de oxigênio que o indivíduo pode alcançar durante um trabalho físico, respirando ao nível do mar. Representa a maior produção de energia por processos aeróbios e capacidade funcional da circulação, pois existe uma alta correlação entre o débito cardíaco máximo e a potência aeróbia máxima (ASTRAND, 1952).

Capacidade máxima de cada indivíduo em captar, fixar, transportar e consumir oxigênio (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2001)

#### **Resistência Aeróbia**

Capacidade psicofísica do desportista para resistir à fadiga (BOMPA, 1986; ZINTL, 1991; NEUMAM, 1990; GOMES e TEIXEIRA, 1998; WEINECK, 2005).

Frisselli & Mantovani (1999); Weineck (2003); Platonov (2004); Hollmann & Hettinger (2005) descrevem que a resistência é uma capacidade revelada pelo sistema muscular que permite realizar esforços de longa duração, resistindo à fadiga e permitindo uma rápida recuperação depois dos esforços, evitando a perda de eficácia motora

### **Composição Corporal**

Marins & Giannichi (1996) descrevem que o acompanhamento da composição corporal representa um meio importante de controle de um treinamento tanto para atletas quanto para não atletas.

# ***REVISÃO DE LITERATURA***

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O sistema neuromuscular e a estrutura de base

O músculo esquelético (FIGURA 1) é o principal agente responsável pela conversão de energia química (potencial) em energia cinética, ou seja, movimento (McARDLE et al., 2003; PEREIRA & SOUZA JR., 2004) e as fibras musculares, células do músculo esquelético, possuem uma função principal: gerar força (KOMI, 2006). Portanto, os músculos são as unidades contráteis da estrutura corporal, responsáveis pelo movimento que executamos durante toda e qualquer atividade motora. Todos os músculos esqueléticos são controlados por fibras nervosas que tem origem na medula espinhal. No corpo humano, existem três tipos de músculos: músculo liso, estriado e cardíaco. O músculo esquelético e cardíaco são músculos estriados, e têm mecanismos contráteis similares. O músculo liso, que é o tipo de músculo encontrado na maioria dos órgãos internos, possui organização intracelular diferente, mas a base química da contração ainda é semelhante (GUYTON, 1988; GUYTON & HALL, 2006).

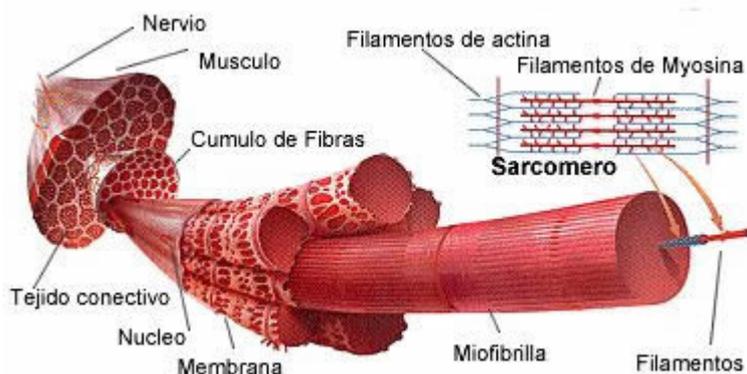


FIGURA 1. Músculo Esquelético (FOSS & KETEVAN, 2000).

Murphy (2000) descreve que um músculo esquelético é composto de feixes de células multinucleadas, extremamente longas, acima de 80 $\mu$  (mícron) de diâmetro e, algumas vezes, com muitos centímetros de comprimento. Essas células exibem notável padrão de bandas, responsável por sua classificação como músculo estriado. As estriações originam-se de arranjo altamente organizado de estruturas

subcelulares e estudos cuidadosos utilizando a eletromiografia revelam feixes de filamentos, chamados **miofibrilas**, passando ao longo do eixo da célula. Cerca de 80% da sua constituição são formadas por organelas contráteis, as miofibrilas. Essas miofibrilas têm diâmetro de 1 a 2  $\mu$  e, geralmente, estendem-se ao longo do comprimento total da fibra muscular (KOMI, 2006). O padrão de bandas, evidente no músculo esquelético, se origina de dois filamentos nas miofibrilas: filamentos grossos e filamentos delgados, este último ligado a uma estrutura transversal densamente corada, a qual é parte do citoesqueleto transmissor de força. Os arranjos de filamentos grossos e delgados formam o sistema contrátil (MURPHY, 2000).

A estrutura básica envolvida na contração consiste de grupamentos organizados de proteínas estruturais insolúveis. Um conjunto dessas proteínas forma um citoesqueleto que serve como ponto de fixação e como unidade transmissora de força para as proteínas contráteis dos miofilamentos. A unidade contrátil mais simples é o sarcômero, (FIGURA 2) que consiste de um arranjo de filamentos grossos, localizados centralmente, que se interdigitam com filamentos delgados, ligados ao citoesqueleto de cada extremidade do sarcômero (GUYTON, 1988; MURPHY, 2000; VANDER et al, 2001). Os elementos longitudinais principais do citoesqueleto são duas proteínas gigantes: titina e nebulina (McARDLE et al., 2003).

A **titina** é um filamento elástico que ajuda a manter o filamento espesso centralizado entre duas linhas Z durante a contração. Admite-se que controla o número de miosinas contidas no filamento espesso (SILBERNAGL & DESPOPOULOS, 2001; McARDLE et al. 2003). Já a **nebulina** está presente próxima da actina e é considerada capaz de controlar o número de sarcômeros da actina unidos reciprocamente em um filamento fino (SILBERNAGL & DESPOPOULOS, 2001).

A **Actina** é uma proteína globular, actina G, onde se encontra três sítios de ligação principais: um para a miosina, um para outra actina e outro para a tropomiosina. Um filamento fino é composto por várias moléculas de actina interligadas entre si (VANDER et al., 2001; SILBERNAGL & DESPOPOULOS, 2001; McARDLE et al. 2003).

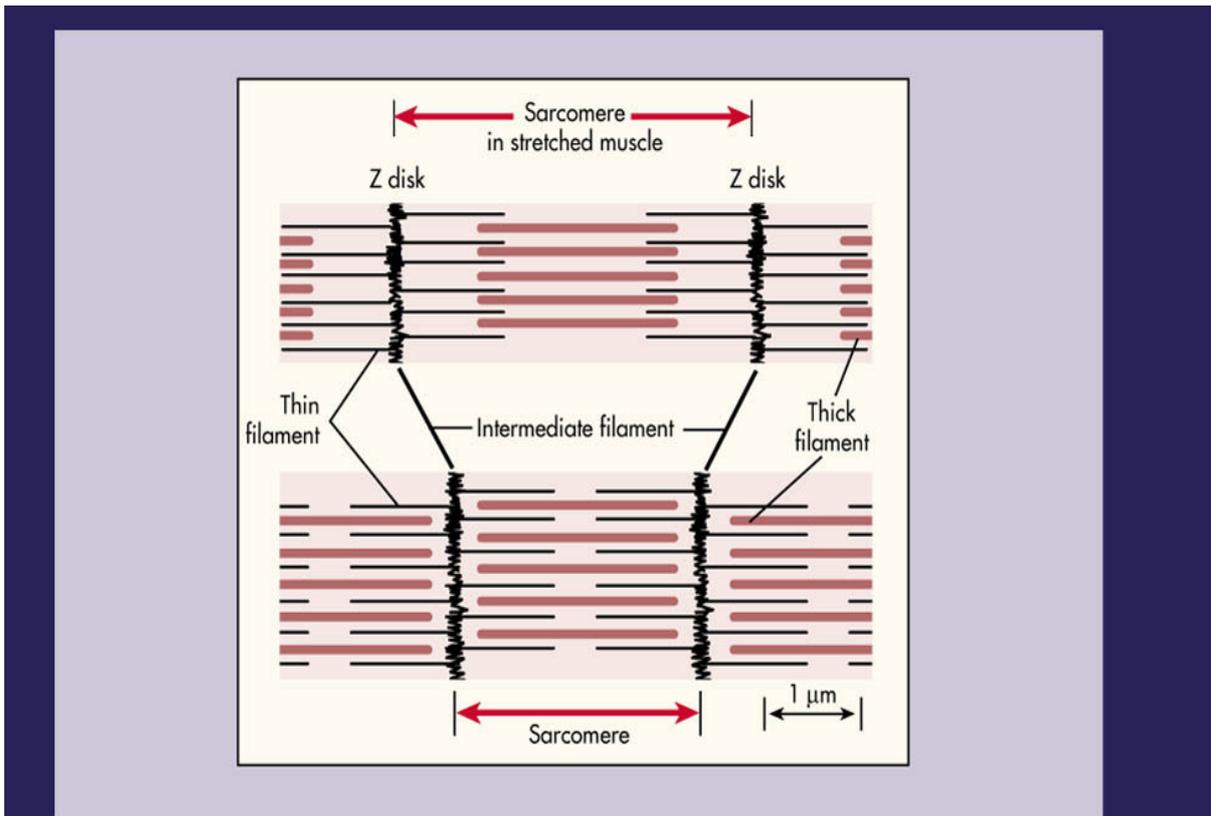


FIGURA 2: Sarcômero (BERNE & LEVY, 2000).

Murphy (2000); Foss & Keteyan (2000) afirmam que apesar de o filamento fino ser denominado filamento de actina contém duas outras proteínas importantes, a tropomiosina e a troponina. A **tropomiosina** (Figura 3) é uma proteína filamentosa que se dispõe sobre a actina, bloqueando os sítios de ligação com a miosina (GUYTON, 1988; FOSS & KETEVAN, 2000). Quando a actina está ligada à tropomiosina, não ocorre a ligação com a miosina. Desta forma, a tropomiosina pode ser considerada uma inibidora da contração muscular (MURPHY, 2000). Por sua vez a **troponina** é uma proteína globular composta por três subunidades, cada qual com um sítio de ligação: um para o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), outro para a actina e, finalmente, um para a tropomiosina. Quando o  $\text{Ca}^{2+}$  liga-se à troponina, esta desloca a tropomiosina, liberando os sítios de ligação para miosina da actina, permitindo assim, a união entre actina e miosina (GUYTON, 1988; FOSS & KETEVAN, 2000; MURPHY, 2000; SILVERTHORN, 2003).

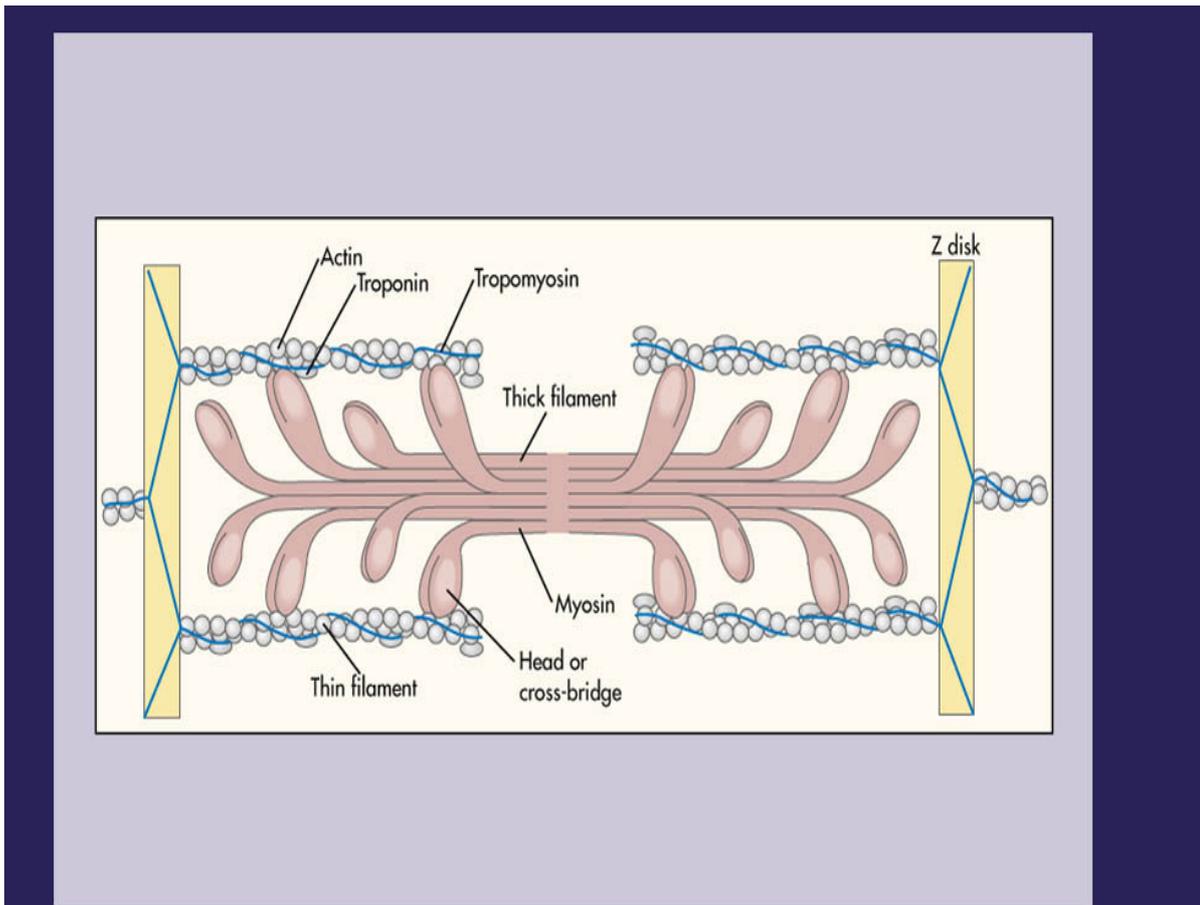


FIGURA 3 – Filamentos grossos e finos (BERNE & LEVY, 2000).

A **miosina** (Figura 4) é uma proteína em forma de taco de golfe, apresentando uma região alargada ou cabeça e uma região alongada ou cauda. As caudas se agregam para dar origem aos filamentos grossos, com o colo e a cabeça projetando-se lateralmente para formar a ponte cruzada. Na cabeça da miosina encontram-se dois sítios de ligação: um para a adenosina trifosfato (ATP) e outro para a actina (proteína do filamento fino). Cada cabeça contém um sítio de fixação para a actina e um local enzimático que pode hidrolisar o ATP, a adenosina difosfato (ADP) e o fosfato inorgânico (Pi). O sítio de ligação do ATP tem atividade ATPásica, clivando o ATP em adenosina difosfato mais fosfato inorgânico (ADP + Pi). Quando o ATP está ligado à miosina, não ocorre ligação com actina. Para ocorrer a ligação actina – miosina, o ATP deve ser quebrado, liberando energia. As pontes cruzadas e os filamentos finos se interagem puxando os filamentos finos em direção ao centro do sarcômero, fazendo com que esse se encurte, à medida que os discos Z vão se aproximando (SILVERTHORN, 2003; SILBERNAGL & DESPOPOULOS, 2003; BERNE et al., 2004; GUYTON & HALL, 2006).

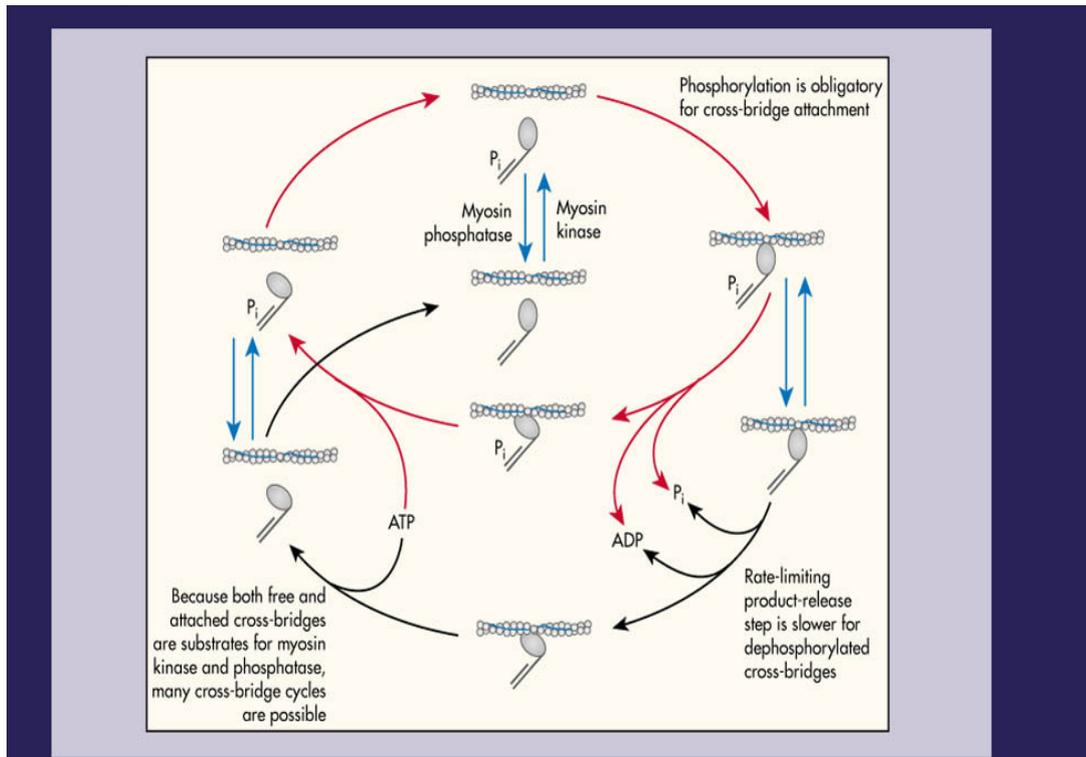


FIGURA 4 – Miosina quinase e fosfatase da miosina na contração do músculo liso (BERNE & LEVY, 2000).

Quando o músculo está em repouso, os níveis de  $Ca^{2+}$  são mínimos, pois na membrana do retículo sarcoplasmático existe uma bomba de  $Ca^{2+}$ , que a captura contra sua gradiente de concentração. Assim, o retículo funciona como um local de armazenamento de  $Ca^{2+}$ . O  $Ca^{2+}$  somente será liberado quando a membrana do retículo sofrer uma despolarização. Para que isto aconteça, a **sarcolema** deve despolarizar também (SILVERTHORN, 2003; SILBERNAGL & DESPOPOULOS, 2003; BERNE et al., 2004; GUYTON & HALL, 2004).

A **sarcolema** é sensível a uma variedade de estímulos, que podem ser principalmente térmicos, químicos ou mecânicos. Porém, em um organismo intacto, a contração do músculo esquelético é controlada pelos motoneurônios dos nervos espinais. Os motoneurônios são neurônios com axônios muito longos, que saem da medula espinal e dirigem-se ao músculo esquelético, sem fazer sinapses ao

longo do caminho. O motoneurônio é estimulado pelos centros motores do Sistema Nervoso Central (SNC) e na sequência o potencial de ação propaga-se pelo axônio do motoneurônio até chegar aos botões terminais. Inicia então a exocitose das vesículas com acetilcolina (Ach). Esta se difunde pela fenda sináptica e se liga a receptores nicotínicos na membrana do músculo (placa motora). Dando início, portanto ao potencial pós-sináptico excitatório (PEPS), também chamado “potencial de placa” o qual atinge o limiar e inicia um potencial de ação. A partir daí o potencial de ação se propaga ao longo da sarcolema até atingir os túbulos T (SILVERTHORN, 2003).

Quando o axônio chega ao músculo, ramifica-se e, os seus ramos terminais formam sinapses com o músculo, conhecidas como junção neuromuscular. Nestas sinapses, o neurotransmissor liberado é sempre a acetilcolina (Ach) que irá provocar um PEPS (potencial excitatório pós-sináptico), estimulando a contração muscular. Os eventos que descrevem passo a passo os mecanismos moleculares da estimulação e da contração muscular são conhecidos como “acoplamento excitação – contração” e serão descritos a seguir (SILVERTHORN, 2003; SILBERNAGL & DESPOPOULOS, 2003; BERNE et al., 2004; GUYTON & HALL, 2006).

A contração de um músculo resulta do encurtamento de suas fibras, o que por sua vez resulta do encurtamento dos filamentos de actina e miosina, que ativamente deslizam e se encaixa um entre o outro. Na figura 5 a **zona H** representa apenas os filamentos de **miosina**, pois na fibra descontraída os miofilamentos de actina penetram parcialmente na faixa A. A **linha Z** corresponde a várias uniões entre dois filamentos de actina. O segmento entre duas linhas Z consecutivas é chamado de **sarcômero** e corresponde à unidade contrátil da fibra muscular. Durante a contração muscular o sarcômero diminui, devido à aproximação das duas linhas Z, e a zona H chega a desaparecer. Cada sarcômero pode contrair-se independentemente. Quando muitos sarcômeros se contraem juntos, eles produzem a contração do músculo como um todo. O **retículo sarcoplasmático** serve como local de reserva de **íons  $Ca^{2+}$** , que participa do complexo molecular formado pela actina/miosina permitindo que ocorra a contração muscular. A célula muscular quando relaxada tem baixos níveis de cálcio no citoplasma. Quando um impulso nervoso estimula uma célula muscular, ocorrem

alterações na permeabilidade da membrana do retículo sarcoplasmático e o cálcio difunde-se para o citoplasma. No citoplasma, o cálcio forma um complexo com as proteínas contráteis permitindo a contração das miofibrilas uma vez cessado o estímulo, restabelece-se o sistema de transporte ativo do retículo sarcoplasmático e o excesso de  $\text{Ca}^{2+}$  é "bombeado" para o interior do retículo, cessando assim a contração muscular (HUXLEY, 1969; KENNETH & GEEVES, 2000; SILVERTHORN, 2003; SILBERNAGL & DESPOPOULOS, 2003; BERNE et al., 2004; GUYTON & HALL, 2006).

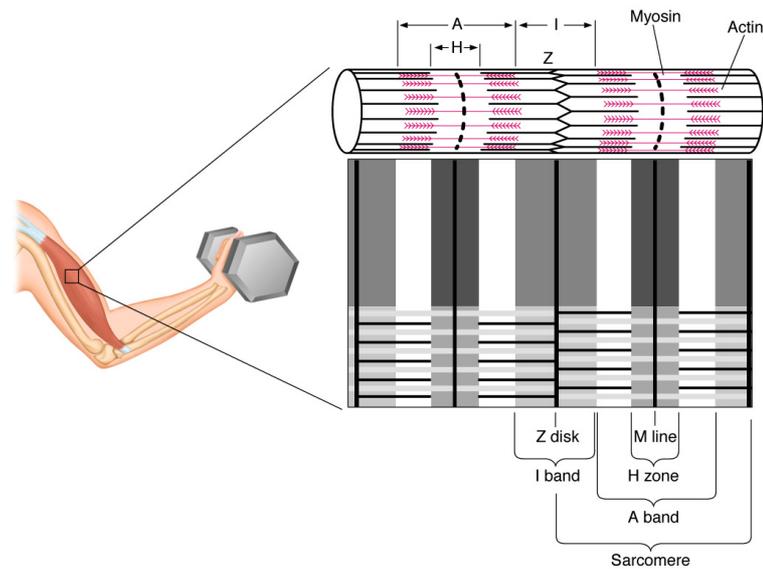


FIGURA 5 – Disposição dos filamentos protéicos - actina e miosina. (FOSS & KETEVAN, 2000).

### 2.1.1 Contração no músculo esquelético

#### 2.1.2. Seqüência de Eventos da Contração:

A despolarização do túbulo T causa a despolarização da membrana do retículo sarcoplasmático e a cisterna do retículo libera íons  $\text{Ca}^{2+}$  para o citoplasma, causando um aumento na concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  intracelular. Paralelamente, a despolarização da sarcolema ativa a ATPase da miosina, formando  $\text{ADP} + \text{P}_i$ , liberando energia e desinibindo a miosina. Com isso o  $\text{Ca}^{2+}$  irá se ligar a troponina

C, causando o deslocamento da tropomiosina. Conseqüentemente, os sítios de ligação da miosina na actina ficam liberados. Retirados os dois bloqueios, fornecida a energia, inicia o ciclo das pontes cruzadas, no qual os filamentos finos são “empurrados” pelos grossos. Quando a energia acaba, um novo ATP se liga à miosina e a ligação entre os filamentos é desfeita. Imediatamente após, a ATPase entra em ação de novo, iniciando uma nova ligação. Este ciclo de ligamento/desligamento entre as moléculas de actina e miosina irá persistir enquanto a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  no citoplasma for elevada. Porém existe uma bomba de  $\text{Ca}^{2+}$  na membrana do retículo que o recaptura de volta até sua concentração diminuir novamente, o que ocasionará o relaxamento (SILVERTHORN, 2003; MOREIRA et al, 2004; CANTO, 2008).

### **2.1.3. O ciclo das pontes cruzadas**

Apesar de mais de 50 anos de trabalho desde a descoberta do mecanismo de deslizamento filamentos contração muscular, os detalhes estruturais do engate do movimento cíclico da ponte cruzada na hidrólise de ATP ainda não são totalmente compreendidos (HARUO et al., 2004). No entanto, o ciclo das pontes cruzadas pode ser representado em quatro etapas: O ATP se liga à miosina e é hidrolisado para formar o complexo miosina-ADP-Pi. Este complexo tem grande afinidade pela actina e se liga rapidamente ao filamento fino (1ª etapa). O ADP e o Pi são liberados após a miosina ter se ligado ao filamento fino e a cabeça da miosina sofrer alteração de conformação (2ª etapa). O complexo actina-miosina se liga ao ATP e faz com que a ponte cruzada se dissocie do filamento fino, devido à baixa afinidade de fixação actina-miosina-ATP (3ª etapa). A hidrólise interna do ATP fixado regenera o complexo rico em energia miosina-ADP-Pi (4ª etapa). A grande liberação de energia que acontece neste processo é perdida como calor.

A conversão desta energia em trabalho mecânico depende da estrutura sarcomérica das células musculares. A orientação das cabeças miosínicas incorporadas a um filamento grosso é forçada. A orientação perfeita dos complexos ricos em energia (miosina-ADP-Pi e actina-miosina-ADP-Pi) é perpendicular ao filamento grosso. Entretanto, a melhor conformação é quando o complexo actina-miosina está a 45 graus em relação aos filamentos grossos. Essa inclinação gera forças que puxam os filamentos finos para o centro do sarcômero, passando por

entre os filamentos grossos. A força é transmitida pelo citoesqueleto às extremidades da célula, onde ela exerce uma força sobre o esqueleto, encurtando o sarcômero e efetuando a contração (HILL, 1922; YU & BRENNER, 1989).

#### **2.1.4 Tipos de Fibras Musculares**

Os órgãos anatômicos chamados músculos estão sob controle voluntário, embora sua função possa tornar-se semi-automática com a repetição e com o treino. São estes músculos que realizam os movimentos do corpo humano. As estruturas que compõem os músculos são denominadas fibras musculares. São elas que, através de um intrincado processo bioquímico e mecânico, se encurtam, produzindo movimentos. No entanto, a musculatura esquelética não possui apenas um único tipo de fibra muscular. Através de uma técnica de biópsia que "colore" histoquimicamente as fibras musculares, pesquisadores puderam diferenciar dois tipos de fibras musculares: as de contração lenta (CL) e as de contração rápida (CR). As fibras CL são também denominadas vermelhas, pois, ao serem "coloridas", se mostram avermelhadas, pois tem alta concentração de mioglobina, já as fibras CR não alteram a sua coloração e, portanto, são também denominadas fibras brancas, pois estas são pobres em mioglobina (GUYTON, 1988; DREWS, 1999; VANDER et al., 2001; FOSS & KETEVAN, 2000; BERNE et al., 2004; SILBERNAGL & DESPOPOULOS, 2003; McARDLE et al., 2003).

O músculo esquelético é composto por fibras que possuem propriedades contráteis e metabólicas diferentes. Essas propriedades que podem ser diferenciadas por suas características histoquímicas, imunohistoquímicas, bioquímicas, morfológicas e fisiológicas definem que tipo de fibra exerce papel dominante em cada trabalho muscular específico. Embora fibras musculares possam ser separadas em grandes grupos, um espectro de tipos de fibra existe devido à expressão de várias proteínas isoformas. Além disso, fibras musculares são dinâmicas estruturas com capacidade para mudar a expressão isoforma que se alteram em resposta as exigências funcionais, na entrada neural, hormonais ou sinais (PETTE & STARON, 1993; BOSCO, 2007). A maneira histoquímica clássica de estabelecer os tipos de fibras baseia-se no reconhecimento de três diferentes isoformas de miosina, classificadas de acordo com a sensibilidade de sua atividade da ATPase a soluções ácidas e alcalinas (TATTE et al., 1989; SCHIAFFINO & REGGIANI, 1994; GALLERA et al., 1997; PEREIRA & SOUZA JR, 2004; KOMI,

2006; BOSCO, 2007). Recentemente, a correlação de atividade ATPásica, com específicas isoformas de miosina de cadeia pesada (MHC), levou ao reconhecimento de três principais tipos de fibras (I, IIA e IIX) conforme se observa no QUADRO 1 abaixo (BOTTINELLI et al., 2000).

|                                    | I         | IIA                   | IIX         |
|------------------------------------|-----------|-----------------------|-------------|
| <b>Aspectos Neurais</b>            |           |                       |             |
| Tamanho do neurônio motor          | Pequeno   | Grande                | Grande      |
| Freqüência de recrutamento         | Baixa     | Média                 | Alta        |
| <b>Aspectos enzimáticos</b>        |           |                       |             |
| Atividades de enzimas glicolíticas | Baixa     | Alta                  | Alta        |
| Atividades de enzimas oxidativas   | Alta      | Alta                  | Baixa       |
| Atividade ATPase da miosina        | Baixa     | Alta                  | Alta        |
| <b>Aspectos energéticos</b>        |           |                       |             |
| Conteúdo de Glicogênio             | Baixo     | Alto                  | Alto        |
| Conteúdo de triglicérides          | Alto      | Médio                 | Baixo       |
| Conteúdo de fosfocreatina          | Baixo     | Alto                  | Alto        |
| <b>Aspectos estruturais</b>        |           |                       |             |
| Densidade capilar                  | Alta      | Média                 | Baixa       |
| Densidade Mitocondrial             | Alta      | Média                 | Baixa       |
| Conteúdo da mioglobina             | Alta      | Média                 | Baixa       |
| <b>Aspectos funcionais</b>         |           |                       |             |
| Produção de força                  | Baixa     | Alta                  | Alta        |
| Velocidade de contração            | Lenta     | Rápida                | Rápida      |
| Velocidade de relaxamento          | Lenta     | Rápida                | Rápida      |
| Resistência à fadiga               | Alta      | Média                 | Baixa       |
| Caráter metabólico dominante       | Oxidativo | Oxidativo/Glicolítico | Glicolítico |

QUADRO 1: Aspectos funcionais, estruturais, enzimáticos, energéticos e neurais usados para definir os grupos de fibras musculares (adaptado de MAUGHAN et al., 2000).

#### **2.1.4.1 Fibras de Contração Lenta (CL):**

*In vitro* quando uma secção de um músculo é incubada em pH 4,3 antes da reação ATPase, somente as fibras contendo a miosina lenta demonstram reação e, então, atividade da ATPase. Essas fibras são lentas, de contração lenta ou tipo I (figura 6). As fibras musculares do tipo I *slow oxidative* (SO) têm uma densidade alta de mitocôndrias e são altamente aeróbias e resistentes à fadiga. Essas fibras têm uma taxa de desenvolvimento de tensão lenta e são menores em diâmetro, dessa forma, sua tensão máxima é mais baixa. As fibras do tipo I (oxidativas de abalo lento, músculo vermelho) contraem-se e fadigam-se lentamente. São encontradas nos músculos posturais dos mamíferos. Podem ser utilizadas para manter a postura e em movimentos cíclicos moderadamente rápidos. A resistência à fadiga é devida ao fato de possuírem muitas mitocôndrias, excelente suprimento sanguíneo devido ao aumento na capilarização, elevadas concentrações de mioglobina, bem como de enzimas aeróbias. Por isto, possuem uma alta capacidade para oxidar gorduras, carboidratos e ácido láctico (GUYTON, 1988; McGINNIS, 2002; McARDLE et al., 2003; PEREIRA & SOUZA JR, 2004; KOMI, 2006).

#### **2.1.4.2 Fibras de Contração Rápida (CR):**

Quando um secção de músculo colocada em criostato é incubada em uma solução de pH 10,6 antes da reação da miosina ATPase ser realizada, apenas as fibras com miosinas predominantemente rápidas demonstram reação de coloração e, portanto, atividade ATPase. Tais fibras são as rápidas, de contração rápida ou do tipo IIa (figura 6). As fibras musculares do tipo II *fast glycolitics* (FG) são ricas em glicogênio e pobres em oxigênio. Tem uma capacidade aeróbia baixa, portanto fadigam rapidamente, mas sua taxa de desenvolvimento de tensão é rápida. Estas são maiores em diâmetro que as do tipo I, portanto podem produzir maior tensão, mas não por longas durações. Essas fibras (oxidativas de abalo rápido, músculo branco) contraem-se rapidamente, mas fadigam lentamente. Possuem muitas mitocôndrias podendo produzir ATP rapidamente pela fosforilação oxidativa e por isso fadigam rapidamente. Estes músculos são especializados em movimentos cíclicos rápidos, como os músculos do vôo das aves selvagens (McGINNIS, 2002; PEREIRA & SOUZA JR, 2004; KOMI, 2006).

As fibras CR podem ser subdivididas em dois principais subtipos, embora um terceiro tipo também seja relacionado: fibras CR tipo A (IIA) e fibras CR tipo B (IIB). Fibras IIA possuem características contráteis rápidas, ou seja, se contraem rapidamente (40-90 milissegundos), mas são dotadas de características metabólicas semelhantes às fibras CL. Possuem uma capacidade oxidativa razoável, inferior à CL, mas que pode aumentar consideravelmente. No entanto, seu verdadeiro potencial está no metabolismo anaeróbio de média duração (1-3 minutos). As fibras IIA são capazes de gerar energia independentemente da presença de oxigênio, produzindo como subproduto de seu trabalho o ácido láctico. Fibras IIB são chamadas de verdadeiras fibras de contração rápida, pois sua velocidade de contração é rápida (40-90 milissegundos) e suas propriedades metabólicas possuem um baixo caráter oxidativo e um alto potencial para o fornecimento de energia de curta (1-50 segundos) e média (1-3 minutos) duração (GUYTON, 1988; DREWS, 1999; VANDER et al., 2001; FOSS & KETEVAN, 2000; BERNE et al., 2004; SILBERNAGL & DESPOPOULOS, 2003; McARDLE et al., 2003).

A pré-incubação em pH 4,6 revela que a miosina ATPase de algumas fibras do tipo II demonstra resistência contra esse pH, as miosinas de outras não. As fibras com ligeira coloração após incubação em pH 4,6 são do tipo IIb ou, alguns autores, IIX; as fibras brancas são do segundo tipo IIa. As fibras do tipo IIa, intermediárias, oxidativas glicolíticas (FOG) têm características das fibras do tipo I e do tipo IIb. Elas têm capacidades aeróbias e anaeróbias relativamente altas, portanto desenvolvem tensão rapidamente e podem mantê-la por longas durações. As do Tipo IIb ou IIX (glicolítica de abalo rápido, músculo branco) contraem-se e fadigam prontamente. Possuem poucas mitocôndrias, dependendo da Glicólise anaeróbica para gerar ATP e, por isso, não possuem resistência à fadiga. Essas fibras são utilizadas quando há necessidade de contração muito rápida. São encontradas no peito das aves domésticas e em vertebrados ectodérmicos, como anfíbios e répteis (McGINNIS, 2002; PEREIRA & SOUZA JR, 2004; KOMI, 2006).

As fibras CL são recrutadas em primeiro lugar, independentemente da intensidade do exercício. Caso haja necessidade de um fornecimento rápido e potente de energia, fibras adicionais do tipo IIA serão recrutadas. Somente em níveis máximos ou quase máximos é que recrutamos as fibras IIB. A existência de diferentes tipos de fibras musculares nos permite que executemos as mais diversas

atividades motoras de uma maneira mais eficiente. Por exemplo, quando se corre em velocidade máxima recruta-se todos os tipos de fibras, principalmente as do tipo IIB. No entanto, as fibras IIB entram rapidamente em fadiga e caso queira continuar correndo, seríamos obrigados a reduzir a velocidade, pois as fibras IIA passariam a ser preferencialmente recrutadas. Apesar de possuírem um alto potencial energético, este é ainda assim inferior à potência das fibras IIB. Não demoraria muito e rapidamente o indivíduo sentiria uma enorme sensação de fadiga, obrigando-o a reduzir ainda mais a velocidade. Neste caso, as fibras CR passariam a ser recrutadas preferencialmente. Inteligentemente, estas fibras utilizam seu alto potencial oxidativo para oxidar preferencialmente as gorduras e ácido láctico que foi produzido durante os momentos anteriores do exercício. Somente assim seria possível continuar correndo sem esgotar as reservas limitadas de carboidratos que se encontram estocadas em nossos músculos (GUYTON, 1988; DREWS, 1999; VANDER et al., 2001; FOSS & KETEVAN, 2000; BERNE et al., 2004; SILBERNAGL & DESPOPOULOS, 2003; McARDLE et al., 2003).

**\*Obs.:** os três tipos de fibras podem ser encontrados em um mesmo músculo, o que varia é a quantidade de cada tipo de fibra em cada músculo. Os parâmetros podem variar conforme a espécie. Por exemplo, as fibras de abalo lento de um camundongo são mais rápidas que as fibras oxidativas de abalo rápido de um cavalo.

## **2.2. Bases Biológicas da Força**

O sistema neuromuscular humano evolui constantemente para enfrentar uma grande diversidade de demandas internas e externas. Tais divergências incluem regulação da força em movimentos estáticos e dinâmicos de extrema potência, a locomoção, a manipulação precisa, a postura em pé e mesmo repertório de gestos (KOMI, 2006). Quaisquer que sejam os movimentos a serem realizados pelo homem, todos eles deverão ser realizados por meio e com a ajuda de mecanismos de trabalho especializados de seu aparelho locomotor (VERKHOSHANSKI, 2001).

A força e a velocidade produzidas pelo músculo esquelético do homem são muito difíceis de serem distinguidas uma da outra. Ambas são produzidas com a ajuda do mesmo mecanismo de controle e guia. Além disso, a mecânica muscular e

as dimensões da carga externa determinam com qual velocidade e força muscular o movimento é executado. Na medula espinhal, o neurônio motor descendente forma uma sinapse com o neurônio motor, formando a unidade motriz juntamente com as miofibrilas que excita (figura 7).

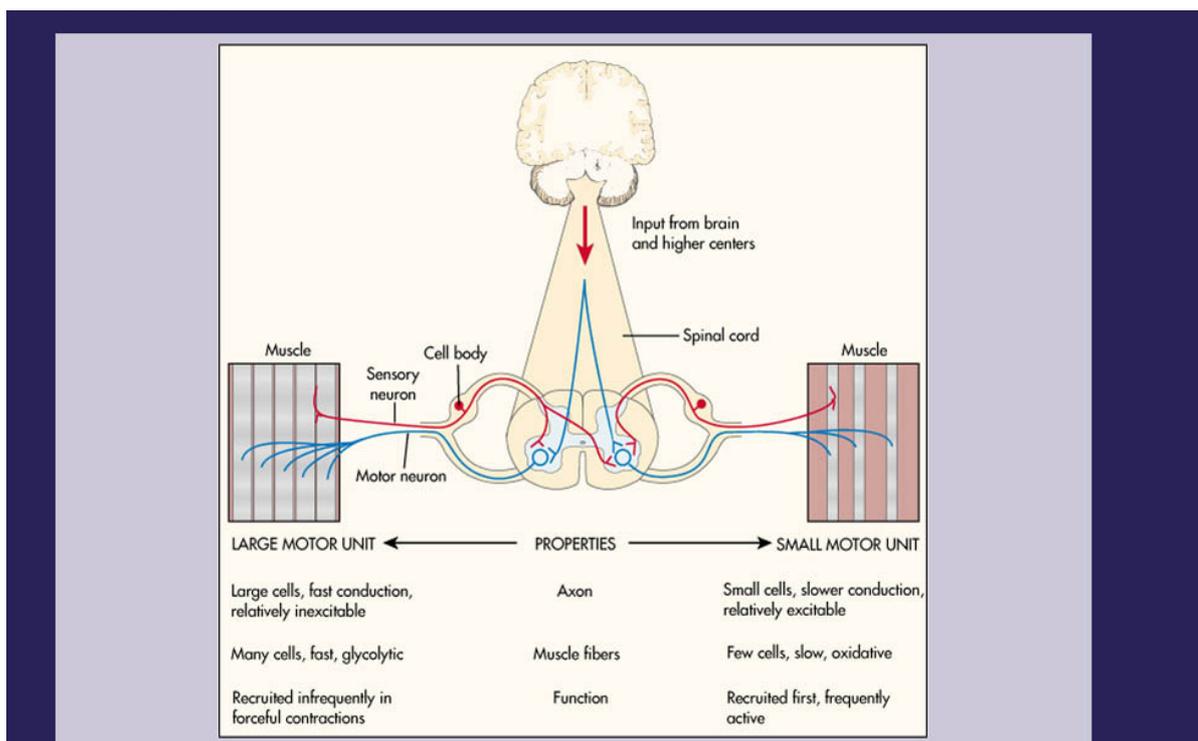


FIGURA 6 - Características das unidades motoras rápidas e lentas (BERNE & LEVY, 2000).

Na estrutura da célula muscular, a miofibrila é a parte na qual a verdadeira contração acontece (BOSCO, 2007). Verkhoshanski (2001) descreve que na avaliação da característica exterior da atividade é racional partir do critério mecânico e distinguir quatro tipos básicos de trabalho muscular:

- Trabalho de força máxima (total)
- Trabalho de força submáxima
- Trabalho de força de resistência
- Trabalho combinado

Complementa o autor afirmando que a tensão muscular é considerada um critério fisiológico, e existem três regimes básicos denominados “clássicos”:

- Isotônico – quando se mede o comprimento fisiológico e existem três regimes básicos;
- Isométrico – quando a tensão se desenvolve sem alterar o comprimento muscular;
- Auxotônico – quando com a alteração do comprimento dos músculos é alterada a sua tensão.

A característica distinta do músculo é a sua capacidade de contrair-se. O desenvolvimento de tensão dentro de um músculo faz com que ele tracione suas inserções (McGINNIS, 2002). Em resposta à imposição de resistências externas o músculo esquelético possui a capacidade de exercer tensões distintas, gerando em consequência disso um torque sobre os ossos e as articulações, levando ou não a produção de movimento, de modo a suportar a sobrecarga imposta. As relações entre o torque de uma resistência externa (TR) e o torque muscular (TM) leva a diferenciação do que se chamam ações musculares concêntricas (CON) e excêntricas (EXC) como podem ser observadas na FIGURA 8. As ações concêntricas ocorrem quando o músculo produz um torque maior que o da resistência externa, levando, conseqüentemente, ao seu encurtamento (RASCH, 1991; FOSS & KETEVAN, 2000; McGINNIS, 2002) As excêntricas, também denominadas alongamento ativo do músculo, ocorrem quando o torque produzido pelo músculo for menor que a resistência externa, levando ao seu alongamento ((RASCH, 1991; FOSS & KETEVAN, 2000; McGINNIS, 2002). As chamadas ações musculares estáticas ou isométricas (ISO) ocorrem quando o torque produzido pelo músculo é igual ao da resistência externa, acontecendo uma geração de tensão sem que ocorra o descolamento angular das articulações envolvidas, ou seja, o encurtamento ou alongamento do músculo (GREGOR, 1991; VERKHOSHANSKI, 2001; McGINNIS, 2002; FRY et al., 2002).

Nos programas de treinamento de força se observa com freqüência movimentos com encurtamento muscular, chamado também de movimento dinâmico concêntrico (CON), e movimentos com alongamento muscular, também chamado de movimento dinâmico excêntrico (EXC). Observa-se também, porém bem menos utilizada, a contração muscular isométrica, sem encurtamento ou alongamento (KRAEMER et al., 2002). Nesta mesma direção estudos têm

mostrado que ambos os movimentos CON e EXC quando utilizados nos exercícios de força, a força muscular dinâmica e as alterações morfológicas nos músculos são maiores (COLLIANDER & TESCH, 1990; 1991; DUDLEY et al., 1991; O'HAGAN et al., 1995).

Komi et al. (1987) e Jones (1992) ressaltam, comparando a ação muscular concêntrica com a excêntrica, que esta última quando se trata de gerar mais força é mais eficiente no nível neuromuscular do que a primeira (ELORANTA e KOMI 1980, KOMI et al., 1987), refletindo, em função disso, um menor custo metabólico (DUDLEY et al., 1991, SMITH e RUTHERFORD, 1995). A ação muscular excêntrica causa inclusive um dano muscular mais significativo (EBBELING & CLARKSON, 1989), além de poder também causar maior hipertrofia muscular (HATHER et al., 1991). Discutindo essa questão, Jones e Rutherford (1987), Mayhew et al. (1995), Smith e Rutherford (1995) relatam existir controvérsia, uma vez que alguns estudos encontraram que o treinamento concêntrico é tão eficaz na melhoria da força, ou seja, provoca a hipertrofia como as ações excêntricas. Nesta mesma direção Durand et al. (2003) complementam afirmando que as contrações concêntricas estão associados a uma maior resposta hormonal quando comparadas a uma contração excêntrica realizados com a mesma carga absoluta.

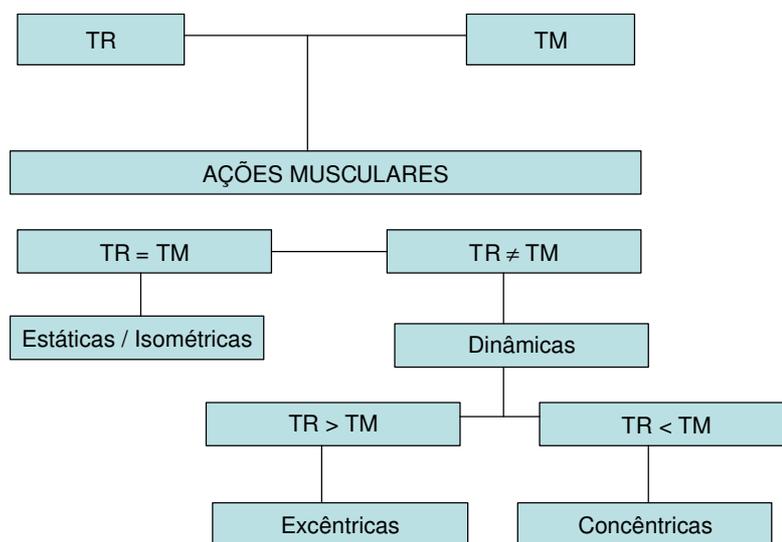


FIGURA 7 - Relações entre o torque de uma resistência externa (TR) e o torque muscular (TM), levando à diferenciação das ações musculares (adaptado de FRY et al., 2002).

### 2.2.1. Controle Neural do Sistema Funcional

O Sistema Nervoso Central (SNC) é organizado de forma hierárquica e a programação motora ocorre no córtex pré-motor, na área motora suplementar e em outras áreas de associação do córtex. Os *inputs* dessas áreas convergem ao córtex motor primário e excitam ou inibem os vários neurônios do córtex motor primário, fornecendo controle cortical direto da atividade muscular (KOMI, 2006). O SNC é, portanto, de extrema importância para a realização e o desenvolvimento da força muscular. A força muscular não é determinada somente pela quantidade de massa muscular envolvida, mas também pela magnitude de ativação voluntária de cada fibra em um músculo (coordenação intramuscular), para tanto o (SNC) possui três alternativas para variar a produção de força muscular, incluem neste caso o recrutamento de unidades motoras (UMs), sendo que cada unidade motora consiste em um motoneurônio na medula espinhal e nas fibras musculares que ele inerva. Constitui-se também, de um axônio longo que vai do motoneurônio até o músculo, onde se ramifica e inerva fibras musculares individuais (FIGURA 9). Quando um motoneurônio está ativo são distribuídos impulsos a todas as fibras na unidade motora (ZATSIORSKY & KRAEMER, 2004).

O número de unidades motoras por músculo em humanos pode variar de cerca de 100 nos músculos pequenos das mãos até 1000 ou mais nos músculos dos grandes membros. Cada unidade motora que vem da medula espinhal inerva muitas fibras musculares. As fibras de uma unidade motora não ficam agrupadas no músculo, mas sim dispersas por todo o músculo. E estão intercalados entre si com microfibras de diversas unidades motoras, e isso faz com que unidades distintas se contraiam uma em apoio à outra. As unidades motoras fásicas são constituídas por fibras rápidas, que são pobres em capilares e não resistentes à fadiga. O motoneurônio "A alfa 1" que tem velocidade de condução alta é que inerva estas unidades motoras. É necessária uma frequência um pouco mais alta. As unidades motoras tônicas são compostas por fibras musculares lentas ricas em capilares e resistentes à fadiga. Sua inervação é pelo motoneurônio "A alfa 2" cuja velocidade de condução do estímulo é lenta (HENNEMAN, 1957; HENNEMAN et al., 1965; HENNEMAN & OLSON, 1965).

As unidades motoras com base nos primeiros estudos feitos por Burke et al (1973); Burke (1981) foram identificadas em três tipos de acordo com as propriedades fisiológicas tais como velocidade de ação e sensibilidade à fadiga: (I) contração rápida, fatigável (FF); (II) contração rápida, resistente à fadiga (FR) e (III)

contração lenta, resistente à fadiga. Komi (2006) por sua vez relata que as unidades motoras do tipo (FF) são predominantemente encontradas no músculo pálido, visto que estes apresentam elevado conteúdo de ATPase para utilização de energia anaeróbica, baixa capilarização, menor hemoglobina, mioglobina e mitocôndria para o suprimento energético oxidativo.

Não obstante, em função de suas propriedades contráteis Zatsiorsky & Kraemer (2004) esclarecem que as unidades motoras podem ser classificadas como rápidas ou lentas. Uma unidade motora lenta ou unidades motoras de contração lenta (CL), de forma similar são especializadas no uso prolongado em velocidades relativamente baixas. Elas consistem de pequenos motoneurônios com baixo limiar e com baixas taxas de frequência de descarga, axônios com relativamente baixa condução de velocidade e fibras motoras adaptadas a atividades anaeróbicas ou explosivas e fibras motoras adaptadas às demandas das atividades aeróbicas. Unidades motoras rápidas ou unidades de contração rápida (CR) são especializadas em períodos relativamente breves de atividade e caracterizadas por uma alta produção de potência, altas velocidades e altas taxas de desenvolvimento de força. Elas consistem de grandes motoneurônios com alto limiar e com altas taxas de frequência de descarga, axônios com alta condução de velocidade e fibras motoras adaptadas a atividades anaeróbicas ou explosivas.

Como visto anteriormente no sub capítulo “o sistema muscular e a estrutura de base” que trata dos tipos de fibras musculares, essas innervadas por determinado tipo de motoneurônios manifestam características bioquímica, histoquímicas e contráteis quase idênticas. Desta forma, as fibras musculares e unidades motoras se assemelham na descrição de suas características podem ser também classificadas em três tipos: fibra de contração rápida, glicolítica (FG, ou equivalente humano do tipo IIb); de contração rápida, glicolítica-oxidativa (FOG, tipo IIa); e a de contração lenta, oxidativa (SO, tipo I) (WEINECK, 2003; ZATSIORSKY & KRAEMER, 2004; KOMI, 2006).

Zatsiorsky & Kraemer, (2004) consideram o ajustamento de um organismo ao seu meio ambiente como um dos conceitos básicos da teoria do treinamento e complementam descrevendo que na Biologia, este ajustamento (adaptação) é considerada uma das principais leis das espécies vivas. Ide & Lopes (2004) destacam alguns tipos de adaptações básicas do treinamento de força: as de ordem neural, metabólica e fisiológica e as de ordem morfológicas. Ressaltam que

dependendo da metodologia empregada (força, resistência de força ou potência), certas adaptações serão mais enfatizadas que outras, associando ênfase adaptativa à capacidade biomotora treinada.

O desempenho de força representa o produto de uma parceria entre os músculos e o sistema nervoso. Os músculos são o motor que gera a força, enquanto o sistema nervoso atua como o controle motor. O aumento na força observado em um programa de treinamento poderia ser o resultado de alterações nos músculos, o motor, ou no sistema nervoso, o controlador do motor (SALE, 2006).

As ações neurais predominam no início do treinamento, posteriormente, quando alcançam o platô, ocorre adaptação muscular – hipertrofia, ou seja, o conceito de adaptação neural surge da observação de um aumento de força no início do treinamento com ausência mensurável de hipertrofia (SALE, 2003). Häkkinen (2002) relata que as adaptações neurais envolvem o aumento da velocidade de condução e freqüência dos estímulos nervosos, bem como, a sincronização de unidades motoras intra e intergrupamentos musculares sinergistas ao movimento. Já as adaptações de ordem metabólicas e fisiológicas em atletas treinados envolvem diminuição na densidade mitocondrial (TESCH & LARSSON, 1982; Mac DOUGALL et al., 1982; IDE & LOPES, 2004) bem como, envolvem também, melhora na capacidade de tamponamento intramuscular; aumento no conteúdo de fosfocreatina e glicogênio; aumento da atividade de enzimas da via glicolítica e aumento no número de transportadores de monocarboxilato, mais especificamente os transportadores de lactato (MAUGHAN et al., 2000; IDE & LOPES, 2004; KOMI, 2006).

Quanto à adaptação morfológica o treinamento de força normalmente induz aumento no tamanho (hipertrofia) e na força muscular. O incremento no tamanho muscular poderia resultar do aumento no tamanho da fibra muscular, no número de fibras (hiperplasia) e/ou na quantidade de tecido conjuntivo no músculo, o que significa dizer que uma sessão de treinamento de força de alta intensidade produz rápido aumento na síntese protéica miofibrilar dos músculos exercitados.

Muito embora os mecanismos celulares responsáveis pela hipertrofia muscular ainda não estejam totalmente esclarecidos, sabe-se que este processo adaptativo resulta em um aumento da área de secção transversa (AST) do músculo (GOLDBERG et al., 1975), assim como em um aumento da AST da fibra muscular

(GOLDBERG et al, 1975; GOLLNICK et al, 1981), como resposta ao aumento da síntese protéica, aumento do número e tamanho das miofibrilas, assim como a adição de sarcômeros no interior da fibra muscular (DENNY-BROWN, 1961; GOLDSPINK, 1964). A hipertrofia observada em atletas de força, como fisiculturistas e basistas, vem sendo atribuída a um aumento anormal no tamanho das fibras musculares (EDSTRÖM & EKBLÖM, 1972). Portanto, define-se como hipertrofia muscular esquelética a adaptação morfológica decorrente do aumento da área fisiológica em corte transversal do músculo (FOSS & KETEVAN, 2000).

Todavia, alguns relatos têm proposto a hiperplasia das fibras musculares como um mecanismo alternativo à hipertrofia muscular esquelética induzida pelo treinamento de força (ROWE, 1968; REITSMA, 1969). Hiperplasia se traduz por um aumento no número de células, neste caso as células (ou fibras) musculares em relação ao original. Sobrecargas crônicas, impostas ao músculo esquelético de várias espécies animais, parecem estimular o surgimento de novas fibras através de dois mecanismos: A partir das células satélites (SALLEO et al., 1980) e por meio da cisão longitudinal da fibra muscular (GONYEA et al. 1986). As células satélites (CS) são estruturas de reserva não funcionais e especializadas, também conhecidas por células tronco miogênicas. Estas células ficam localizadas na periferia da fibra muscular, mais especificamente entre a lâmina basal e a membrana plasmática, também conhecida por plasmalema. Estas células são mioblastos que se encontram normalmente em estado quiescente. Sabe-se que as CS exercem um papel primário no processo regenerativo do tecido muscular esquelético lesionado, e em resposta aos possíveis processos adaptativos estimulados pelo treinamento de força (PUTMAN et al., 1999; YAN, 2000). Após a hipertrofia inicial da fibra muscular, uma grande demanda mecânica, como a imposta pelo treinamento de força, estimularia a formação de novas fibras, uma vez que os danos à fibra, provocados por este estímulo, resultariam na liberação de fatores miogênicos de crescimento, como os fatores de crescimento fibroblastos (FCF) e subseqüentemente as CS (MIKESKY et al., 1991). De fato verificou-se um aumento na ativação das CS necessárias para reparação das fibras que sofreram micro-traumatismos, ou danos, induzidos pelo exercício físico (DARR & SCHULTZ, 1987). Estes danos induzem a ativação e proliferação das CS que podem tanto substituir as fibras que foram danificadas (caso a extensão do dano tenha provocado a necrose deste tecido), ou fundir-se à estas fibras (caso o dano seja

extenso, mas não chegue a provocar a necrose tecidual). Entretanto, a hiperplasia poderá não acontecer caso a necrose da fibra muscular, provocada pelo exercício, ocorrer na mesma proporção da proliferação das CS (KADI, 2000). As células satélites possuem, portanto um importante papel no processo de hipertrofia em virtude da manutenção da relação volume citoplasmático-núcleo normal quando a fibra aumenta em tamanho (KOMI, 2006).

### 2.2.2. Propriedades Motoras Básicas

Para a aprendizagem de habilidades motoras é importante a variabilidade de experiências práticas, no entanto, se sabe que uma diversidade de capacidades está subjacente ao sucesso na aprendizagem e no desempenho motores. Portanto a identificação dos níveis de capacidades motoras pode ajudar o profissional a prever o potencial da pessoa para a aprendizagem e o desempenho bem sucedido de habilidades motoras (MAGILL, 2002).

Fleishman & Quintance (1984) desenvolveram uma taxonomia das capacidades perceptivo-motoras humanas: a) coordenação de múltiplos membros; b) precisão de controle; c) orientação da resposta; d) tempo de reação; e) velocidade de movimento do braço; f) controle do grau de velocidade; g) destreza manual; h) destreza dos dedos; i) estabilidade da mão e braço; j) rapidez de pulso e dedos e k) pontaria. Desenvolveram também, outras capacidades que denominou de capacidade de proficiência física. Estas são diferentes que as anteriores porque estão relacionadas mais genericamente com o desempenho esportivo e o desempenho físico global: 1) **força estática**, a força máxima que uma pessoa pode exercer sobre objetos externos; 2) **força dinâmica**, a resistência muscular usada ao exercer a força repetidamente; 3) **força explosiva**, a capacidade de mobilizar energia efetivamente para explosões de esforço muscular; 4) **força de tronco**, a força dos músculos do tronco; 5) **flexibilidade de extensão**, a capacidade de flexionar ou distender os músculos do tronco e das costas; 6) **flexibilidade dinâmica**, a capacidade de executar movimentos rápidos e repetidos de flexão de tronco; 7) **coordenação geral do corpo**, a capacidade de coordenar a ação de várias partes do corpo enquanto este se movimenta; 8) **equilíbrio geral do corpo**, a capacidade de manter o equilíbrio sem pistas visuais; e 9) **stamina**, a capacidade manter o esforço cardiovascular máximo.

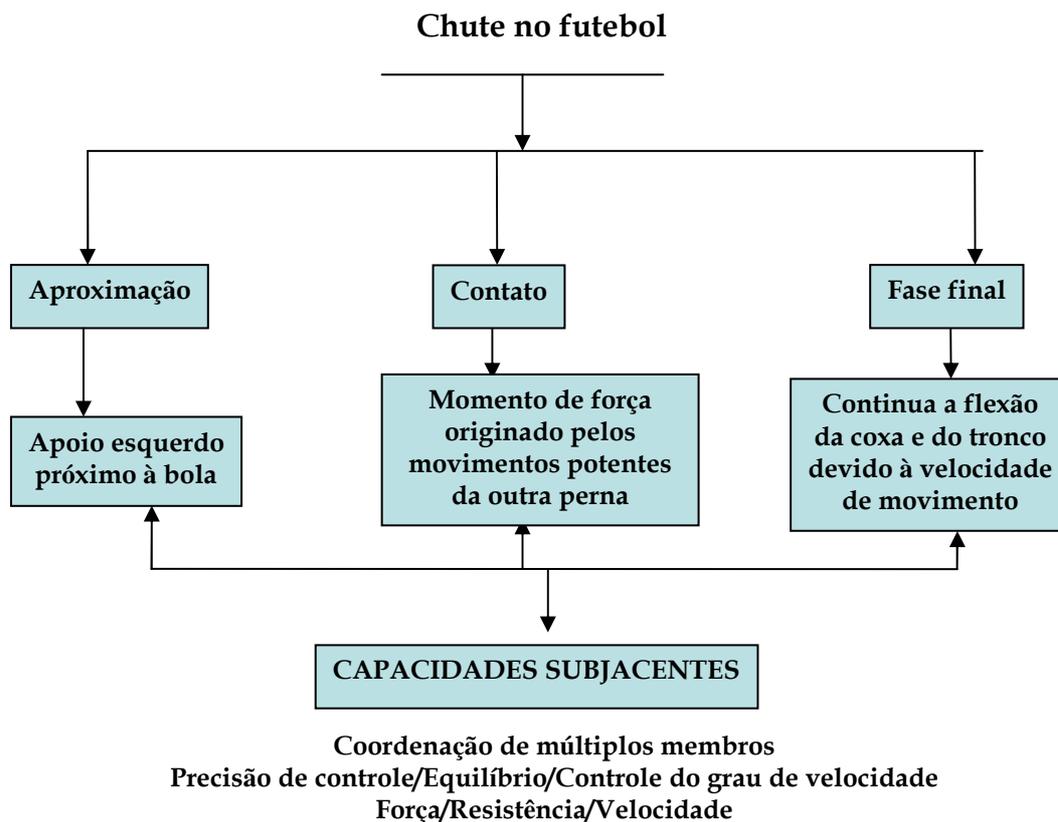


FIGURA 8 - Uma análise da tarefa para o chute mostrando as partes componentes deste fundamento e alguns exemplos de capacidades perceptivo-motoras e físicas subjacentes ao chute (Adaptado de forma simplificada de MAGILL, 2002).

Greco & Benda (1998) adaptaram e modificaram algumas estruturas e divisões das capacidades físicas já existentes, com o intuito de diferenciação entre elas, mediante a incorporação de conceitos modernos. Segundo eles o ato motor é o resultado da ação e da interação de uma série de capacidades físicas, em adequação com os demais componentes do rendimento esportivo. Envolve fatores de:

- Execução: força e resistência centradas sob o aspecto energético;
- Controle: representado pelo sistema nervoso central que coordena e regula o sistema muscular e de nutrição.

| Capacidades   | Designação  | Características   |
|---------------|---|---|
| Motoras       | Resistência<br>Força  | Determinadas fundamentalmente pelos processos energéticos.  |
| Coordenativas | Condução de movimentos<br>Adaptação de movimentos<br>Aprendizagem de movimentos | Determinadas fundamentalmente pelos processos psicomotores de condução e regulação do movimento.                    |
| Mistas        | Velocidade<br>Flexibilidade   | Onde os dois elementos anteriormente citados integram, sendo até hoje difícil determinar um nível de predominância. |

QUADRO 2 - Capacidades Físicas. (Adaptado de GRECO & BENDA, 1998).

Greco & Benda, (1998) definem **tarefas motoras** em esportes, como sendo aquelas atividades que solicita do indivíduo a simples reprodução de programas motores, ou seja, são tarefas “fechadas”, em que as condições de execução são constantes. Por **problemas motores**, no entanto, se compreendem aquelas atividades que exigem do indivíduo a adaptação da técnica na busca da solução (motora) para uma situação específica, se apresentam nos esportes abertos.

Pittera & Violetta (1980) descrevem os esportes que se enquadram nesta categoria não podem, portanto, estar restringido unicamente aos gestos técnicos, como é possível para algumas especialidades como a corrida no atletismo. Um conceito de movimento adequado aos esportes de situação (abertos) deve, em efeito, considerar o ato motor como uma resposta de adaptação aos estímulos que o indivíduo recebe do ambiente, no qual se baseia para elaborar um programa. O movimento, entendido como uma ação motora de adaptação as situações ambientais, se pode considerar como dependente da cooperação dos três sistemas funcionais:

- Sistema perceptivo
- Sistema de elaboração tática ou de tomada de decisão
- Sistema efector neuromuscular

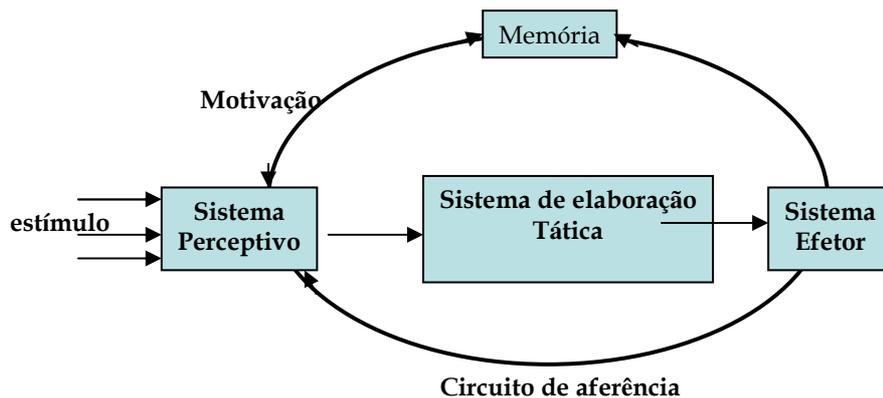


FIGURA 9 - Esquema cibernético simplificado dos sistemas funcionais dos quais depende o movimento (Adaptado de PITTEIRA & VIOLLETA, 1980).

A condição física básica para o desempenho do desportista inclui, além da flexibilidade e da coordenação, outras propriedades motoras fundamentais: força, velocidade e resistência. Essas três últimas estão interligadas. O jogador de futebol precisa usar a combinação destas três propriedades, ou seja, da mesma forma que precisa da força pura, da velocidade e da resistência, precisa, também, da resistência de velocidade, da força-velocidade e da resistência de força.

### 2.3. Treinamento Desportivo

O treinamento esportivo é definido como sendo o processo ativo complexo regular planejado e orientado para a melhoria do aproveitamento e desempenho esportivos (CARL, 1989 apud WEINECK, 2003). O principal objetivo do treinamento consiste em promover adaptações específicas destinadas a aprimorar o desempenho em uma determinada tarefa. A resposta ao treinamento fornece o grau de adaptação ao estresse do treinamento. Platonov (2004) orienta que se deve definir o conceito de adaptação tanto como um processo como um resultado, para tanto, segundo ele a adaptação determina o processo durante o qual o organismo se acomoda e se ajusta aos fatores ambientais externos e internos, além disso, determina o equilíbrio relativo que se estabelece entre o organismo e o ambiente e por último, a adaptação é o resultado do processo de adaptação.

A adaptação ao treinamento é a soma das transformações estruturais e fisiológicas ocorridas em virtude da repetição sistemática de exercícios, que resultam de uma exigência específica que os atletas impõem aos seus organismos, dependendo do volume, da intensidade e da frequência do treinamento (BOMPA,

2002). O aumento da massa não do número das fibras musculares (hipertrofia) se deve ao treinamento de força não a treinamento puramente da resistência. O aumento do diâmetro da seção transversa e do volume da fibra muscular obedece a leis conhecidas, podendo o aumento ser superior a 100%, entretanto, só há aumento do número de miofibrilas, com ligeiro aumento do diâmetro (GOLDSPINK et al., 1964). Se a hipertrofia é acentuada, existe a possibilidade de que haja divisão de fibras musculares, neste caso, hiperplasia (LINGE, 1962; REITSMA, 1965); de moléculas de actina e miosina; de núcleos periféricos. O aumento do tamanho e do número de mitocôndrias incluindo a superfície interior e exterior de sua membrana e das organelas responsáveis pelo metabolismo oxidativo é de importância fundamental na atividade muscular prolongada (GOLLNICK & KING, 1969).

Navarro (2000), por sua vez, quando relata sobre os efeitos do treinamento descreve afirmando que estes efeitos são as mudanças que ocorrem no organismo como resultado do treinamento e apresenta os tipos de efeitos e suas características conforme mostra o quadro 3:

| Tipos de Efeitos     | Características  |
|----------------------|--|
| Efeitos parciais     | Produzidos por meios simples de treinamento (mudanças produzidas por cargas de força, resistência, velocidade, etc.).        |
| Efeitos imediatos    | Produzidos como resultado de uma única sessão de treinamento.  |
| Efeitos retardados   | São os que produzem durante a adaptação compensatória.   |
| Efeitos acumulativos | Ocorrem como resultado de uma somatória de sessões de treinamento ou inclusive temporadas do mesmo.                          |
| Efeito residual      | É a retenção das mudanças físicas após o cessar do treinamento, além do tempo possível para que ainda produza uma adaptação. |

QUADRO 3 – Mudanças no organismo como resultado do treinamento (Adaptado de NAVARRO, 2000).

### **2.3.1. Princípios Científicos Do Treinamento Esportivo**

Cada vez mais embasado na ciência em detrimento do empirismo, o planejamento, a orientação e o controle do treinamento atualmente são responsáveis pelo nivelamento do futebol mundial. Para tanto, Bompa (2002) descreve que a teoria e a metodologia do treinamento desportivo, unidade distinta da Educação Física e dos desportos, têm princípios baseados nas ciências biológicas, psicológicas e pedagógicas. Essas diretrizes e regras, que norteiam o treinamento desportivo sistematicamente, são conhecidas como princípios do treinamento. Esses princípios fornecem uma base sistemática a todas as fases e passos dos processos de adaptação, de acordo com as metodologias de treinamento. Nos últimos tempos, o contexto científico do treinamento esportivo teve um crescimento notável de investigação. O treinamento já é aceito há algum tempo como ciência, tem sua posição científica reforçada como referências consideradas essenciais para todos que buscam o alto rendimento. McArdle et al. (2003) sustentam que para se elaborar um programa de treinamento físico deve-se respeitar e observar alguns princípios básicos. Apesar de parecerem óbvios, o sucesso do treinamento depende da observação e aplicação destes princípios.

### **2.3.2. Princípio da Individualidade Biológica**

Diversos fatores extrínsecos e intrínsecos estão relacionados à variação apresentada em resposta ao treinamento. É contra produtivo submeter os indivíduos de uma mesma equipe ao mesmo tipo de treinamento, Dependendo da condição inicial de cada um, o estímulo do exercício provocará respostas diferentes. Nesta fase a sobrecarga deve ser relativa ao nível de aptidão física inicial do atleta (TUBINO, 1979; FERNANDES, 1994; COSTA, 1998; AOKI, 2002; BOMPA, 2001 e 2002; DANTAS, 2003).

### **2.3.3. Princípio da Adaptação**

Ou princípio da adaptabilidade provoca a “quebra” da homeostase através de estresses físicos (estímulos de treinamento) aplicados ao organismo, desencadeando a par disso um processo chamado de Síndrome de Adaptação

Geral (SAG). O princípio da adaptação se preocupa com a intensidade destes estímulos uma vez que eles provocam adaptações em três fases distintas. A primeira fase é a de excitação, nesta os estímulos provocam uma reação de alarme no organismo; a segunda é a fase de resistência provocando adaptações do organismo e a terceira fase é a de exaustão, provocando, neste caso, danos no organismo, portanto, o treinamento tem por objetivo desencadear essa SAG até a segunda etapa, evitando os processos de “over training”, ou seja, os excessos de treinamento (TUBINO, 1979; FERNANDES, 1994; COSTA, 1998; AOKI, 2002; BOMPA, 2001 e 2002; DANTAS, 2003).

#### **2.3.4. Princípio da Sobrecarga**

O princípio da sobrecarga tem por objetivo estimular em um maior nível os músculos ou órgãos envolvidos, o que lhes permite adaptar-se e alcançar um maior potencial de energia máxima dentro de cada célula, ou seja, a adaptação do treinamento é adequada somente se magnitude da sobrecarga de treinamento for maior do que o nível habitual (ZATSIORSKY & KRAEMER, 2006). O resultado final do treinamento com sobrecarga, aplicado aos músculos ou órgãos que entram em ação para realizar uma tarefa específica, pode ser um movimento mais rápido, um movimento mais vigoroso ou uma maior capacidade de resistir à fadiga (endurance aprimorada), mais especificamente, desempenho aprimorado (FOSS & KETEVIAN, 2000). McArdle et al. (2003) descrevem que aplicação regular de uma sobrecarga na forma de um exercício específico aprimora a função fisiológica a fim de induzir uma resposta do treinamento e que o exercício realizado com intensidade acima dos níveis normais induz uma ampla variedade de adaptações altamente específicas que permitem ao organismo funcionar mais eficientemente (FIGURA 10). O estabelecimento da sobrecarga ideal para cada indivíduo deve respeitar os parâmetros de intensidade, duração e frequência do exercício físico e a mesma deve ser ajustada periodicamente, com o objetivo de continuar promovendo as adaptações desejadas (TUBINO, 1979; FERNANDES, 1994; COSTA, 1998; AOKI, 2002; BOMPA, 2001; 2002 DANTAS, 2003).

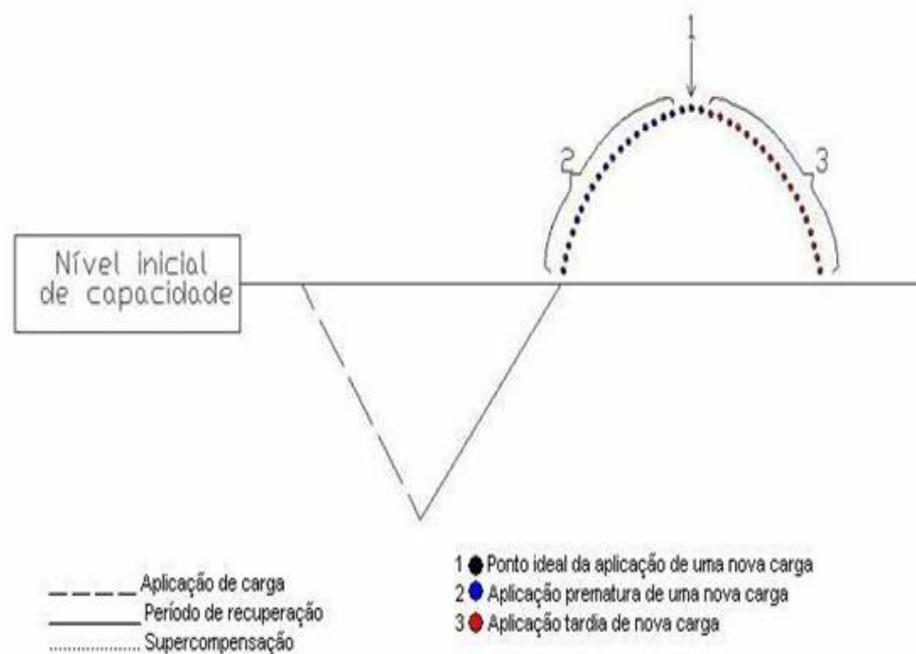


FIGURA 10 - Curva de aplicação da carga. Fonte: A Prática da Preparação Física (DANTAS, 1998, p. 49).

### 2.3.5. Princípio da Especificidade

Segundo Foss & Keteyian, (2000) & McArdle et al. (2003), a especificidade do treinamento com exercícios refere-se às adaptações nas funções metabólicas e fisiológicas que dependem do tipo de sobrecarga imposta. Um estresse com exercícios anaeróbios específicos induz adaptações específicas de força-potência, enquanto um estresse com exercícios de endurance específicos produz adaptações nos sistemas aeróbios específicos, com um intercâmbio limitado dos benefícios derivados entre o treinamento de força-potência e aeróbio (HICKSON et al., 1980; HURLEY et al., 1984; MORRISSEY et al., 1995; TABATA et al., 1996). Entretanto, McArdle et al. (2003) explicam que o princípio da especificidade vai além desta ampla demarcação e, exemplifica mostrando que o treinamento aeróbio não representa uma entidade singular que requer apenas uma sobrecarga cardiovascular. Complementando, afirma ainda, que o treinamento aeróbio que utiliza os músculos específicos no desempenho desejado aprimora mais efetivamente a aptidão aeróbia para atividades como natação, ciclismo, corrida, ou

exercícios realizados com os braços, dando a entender que o exercício específico desencadeia adaptações específicas que criam efeitos específicos do treinamento. No caso do futebol, em virtude da falta de tempo de uma preparação ideal, tem levado os preparadores físicos a serem objetivos, tornando o treinamento extremamente específico em detrimento do desenvolvimento de algumas capacidades básicas menos relevantes. Portanto, o treinamento deve ser planejado tornando-o mais semelhante as condições de jogo, o seja, a tendência é adotar estratégias mais específicas nas quais as capacidades trabalhadas são as requeridas durante o jogo (AOKI, 2002, WEINECK, 2004).

### **2.3.6. Princípio da Reversibilidade**

A perda das adaptações fisiológicas e de desempenho (destreinamento) ocorre rapidamente quando uma pessoa encerra sua participação em exercício regular, portanto, o princípio da reversibilidade diz que todos os benefícios do treinamento podem ser transitórios ou reversíveis (MUJIKI et al., 2000; 2001). Quando um músculo deixa de ser estimulado perde parte de sua massa, ou seja, se hoje um atleta consegue pedalar 35 Km em 1 hora e resolver parar de treinar, daqui a 6 meses, por exemplo, não conseguirá realizar essa distância nesta mesma velocidade, pois a condição física que tinha para realizá-la perdeu, uma vez que os benefícios do treinamento só serão permanentes se o atleta se mantiver treinando. Portanto, ao cessar o treinamento, as adaptações promovidas pelo mesmo são rapidamente revertidas. Em questão de semanas, já é possível se observar redução em algumas capacidades físicas. McArdle et al. (2003) complementam descrevendo que até mesmo entre atletas altamente treinados, os efeitos benéficos de muitos anos de treinamento prévio com exercícios continuam sendo transitórios e reversíveis e por essa razão, a maioria das atletas começa um programa de recondicionamento vários meses antes do início da estação competitiva ou mantém algum nível moderado de exercício desporto - específico fora da temporada a fim de reduzir o declínio na função fisiológica devido ao descondicionamento.

Frisselli & Mantovani (1999); Verkhoshanki (2001); Bompa (2001; 2002); Dantas, (2003); Platonov (2004); Weineck (2003; 2004) afirmam que o passo seguinte, após de ter em mente estes princípios é a elaboração do planejamento, organização e avaliação do treinamento, para tanto consideram três etapas

fundamentais: avaliação do desempenho, estabelecimento dos objetivos e periodização do treinamento.

A avaliação do desempenho é um requisito para o direcionamento do treinamento, uma vez que visa assegurar a otimização ideal do desempenho em um treinamento a curto, médio ou longo prazo. O desempenho momentâneo, por sua vez deve ser continuamente avaliado através de procedimentos adequados de modo que os dados obtidos sejam levados em consideração para alterar ou manter o treinamento (WEINECK, 2003). No início da temporada se avalia (*screening*) qual o nível de condicionamento dos atletas através de testes específicos para as capacidades físicas envolvidas na modalidade, ou seja, é primordial que se identifique as qualidades físicas intervenientes no esporte, sobretudo a predominante (DANTAS, 2003).

### **2.3.7. Detecção e avaliação das qualidades físicas intervenientes nos esportes acíclicos com característica intermitente**

Dantas (2003) e Pitanga (2004) consideram dentro de uma metodologia geral, no que diz respeito à avaliação e prescrição do treinamento, os testes que avaliam a flexibilidade, a força dinâmica, a força explosiva, a resistência de força, a resistência muscular localizada, a resistência anaeróbia, a resistência aeróbia, a velocidade de movimentos, a velocidade de reação, a coordenação, o equilíbrio dinâmico e a agilidade como sendo os testes a serem aplicados em atletas de futebol. Foss e Keteyian (2000) e McArdle et al. (2003) descreveram que o  $VO_2max.$ , é um dos indicadores mais fiáveis da capacidade aeróbia do sujeito e é considerado como o índice padrão na avaliação da resistência do organismo. Já Vicente et al. (1998) acrescenta os seguintes aspectos a serem perseguidos quando da avaliação funcional: (1) perfil cineantropométrico: composição corporal, somatotipo e proporcionalidade. (2) Qualidades aeróbias: potência aeróbia ( $VO_2máx$ ) e resistência aeróbica (limiar anaeróbio). (3) Qualidade anaeróbia: Potência alática ou força anaeróbia nas suas diversas formas (menos de 20 segundo de esforços), potência anaeróbia láctica (esforços de 30-40 segundos) e capacidade anaeróbia láctica (mais de 40 segundos) (VICENTE et al., 1998).

Marins e Giannichi (1996) descrevem que a avaliação funcional representa a mensuração e interpretação da capacidade de mobilização metabólica

(bioenergética) a partir do resultado obtido de um protocolo (teste) específico. Existe um grande número de protocolos que apresentam pontos positivos e negativos, porém a escolha de um determinado teste deverá necessariamente ter como orientação à interferência envolvendo os objetivos do teste, população a ser testada e disponibilidade de material. Além disso, afirmam que cada um dos testes apresenta características específicas. As diferenças entre os protocolos emergem do amplo espectro de variações existentes que permitem um grande número de combinações. Estes autores descrevem, também, os fatores que envolvem um teste: (1) as formas de operacionalização, ou seja, o grau de utilização de recursos materiais durante a realização do teste indica o nível de complexidade; (2) a fonte energética, que dependendo do teste empregado é possível avaliar as diferentes fontes energéticas existentes; (3) a demanda metabólica pode refletir uma intensidade máxima ou submáxima; (4) duração total do teste, de 8 a 15 minutos é a faixa de tempo que permite a obtenção de dados fisiológicos suficientes para uma análise do comportamento físico durante o exercício; (5) o tipo de carga podendo ser aplicada de forma única ou variada; (6) o tempo de duração dos estágios pode permitir ou não o aparecimento do *steady state*; (7) a existência de pausas dividindo os procedimentos de execução dos testes em dois grupos, contínuos e descontínuos.

Os laboratórios de ensaios permitem medir alguns dos fatores-chave específicos para o desempenho desportivo, de modo que o desempenho da máquina humana pode ser definido em termos de trabalho, poder e força (BOSCO, 1991; MAC DOUGALL et al., 1988 apud VICENTE et al., s/d). No entanto, os testes de campo são realizados dentro do terreno desportivo, no intuito de obter informações sobre a capacidade funcional ou sobre a participação das diferentes vias metabólicas. Tais testes podem ser introduzidos como exercício de treino e sua maior validade justifica-se pelo princípio da "especificidade". Os testes de laboratório são realizados em uma atmosfera muito mais controlada quanto às condições atmosféricas e eventual interferência do ambiente na sua execução (VICENTE et al., 1998). Esses mesmos autores sinalizam ainda que a maior parte dos testes é concebida como uma função do tempo (duração e tempo), desta forma a maximizar em particular a contribuição de uma fonte de energia. Os testes funcionais foram diferenciados como "testes diretos", onde são capazes de estabelecer "medida", ou "testes indiretos" quanto a sentir o comportamento das

variáveis fisiológicas para o qual estamos referenciando: teste direto tem sido associado a testes laboratoriais, ambos requerem um material muito sofisticado que permite "medir" essas variáveis; testes indiretos têm sido associados a testes de campo, podendo-se usar materiais mais fáceis, bem como procedimentos para permitir "estimar" as variáveis a serem avaliadas.

Weineck (2003) orienta que na execução de testes em laboratório ou em campo para avaliação de desempenho, deve-se estar atento à qualidade, mas também à facilidade de execução dos mesmos (praticidade, custos para organização e outros custos adicionais). Afirma, por um lado que a grande vantagem dos exames laboratoriais reside basicamente em sua padronização e reprodutibilidade, contudo, sua desvantagem reside na falta de especificidade para as diversas modalidades esportivas e na avaliação que se estende apenas a alguns componentes do desempenho desportivo. Por outro, que a grande vantagem da avaliação de campo se encontra, por sua vez, na especificidade para a modalidade esportiva, na qual se avaliam as alterações do desempenho esportivo ao longo do processo de treinamento. Sua desvantagem, no entanto, está na sua difícil padronização, na sua reprodutibilidade, bem como em sua execução. Complementa descrevendo que com o auxílio de uma avaliação detalhada do desempenho, acompanhada de um treinamento sob orientação médica, podem-se obter informações precisas e minuciosas sobre o estado de desempenho atual geral e específico de um atleta e sobre o desenvolvimento do mesmo, assim como informações específicas para o estabelecimento de um treinamento ideal, no qual se pode até mesmo prognosticar o desempenho quando é feita com concordância de ambas as partes, treinador e atleta. Além disso, Barbero & Barbero (2007) descrevem que a avaliação de aptidão ou habilidade de um atleta para um determinado esporte exige que a prova que avalia seja o mais semelhante possível com a modalidade em questão.

A demanda de energia dos esportes coletivos, como futebol, basquete ou futebol de salão são complexos e difíceis de quantificar, daí a escolha e desenvolvimento de testes específicos que se assemelham a realidade.

O quadro 4 aponta os diferentes testes que são empregados na avaliação do desempenho de atletas de alto rendimento frente às qualidades físicas intervenientes.

| Preparação            |                      | Qualidade Física                | Treinabilidade       | Testes de Laboratório  | Testes de Campo   |
|-----------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|--|---|
| Cardiopulmonar        | Forma Física         | Resistência Aeróbica            | P.F.                 | Testes dos Bancos de Balke e Astrand<br>Testes ergométricos com bicicletas, esteiras, etc. Balke; Astrand – Rhythming – Cureton; Faulkner. PWC – 170. Bruce                            | Testes de corrida de 12 minutos (Cooper); 3200m   |
|                       |                      | Resistência Anaeróbica          | P. F.                | Teste de curva de Fadiga de Carlson, Teste de Foster, Teste de Banco de Harvard, Testes Ergométricos (Margaria, BRUYN – Previst; Georgesco; Jonjson – Brouha – Darling), Lactacidemia. | Teste de corrida de 40 segundos (Matsudo); Probst   |
| Neuromuscular         | Forma Física         | Resistência muscular localizada | P. F.                | –  | Teste de repetições máximas   |
|                       |                      | Força dinâmica                  | P.F.                 | Tensiômetro ou Toniciômetro  | Teste de peso máximo de 1 RM  |
|                       |                      | Força estática                  | P.F.                 | Teste de força tensora de cabo (Clarke); dinamômetro   | Teste de tempo máximo de concentração suspensão na barra (resist. Força isométrica)             |
|                       |                      | Força explosiva                 | P.F.                 | Teste de potência de Margaria – Kalamen, plataforma de força.  | Teste de lançamento de medicine-ball (potência de braços); Teste de saltos (potência de pernas) |
|                       |                      | Flexibilidade                   | P.F.                 | Flexômetros, Goniômetros, Eletrogoniômetros.   | Flexiteste (Gil), Teste de sentar e alcançar de Wells   |
|                       | Habilidade de Motora | Velocidade de movimento         | P.F.                 | Crono – Opto, aparelhos medidores de velocidade.   | Teste de corrida de 50 m, teste máximo de repetições em 30 segundos (TMR 30)                    |
|                       |                      | Velocidade de reação            | N.T.                 | Teste de tempo de reação (Cureton)   | Teste de tempo de reação  |
|                       |                      | Coordenação                     | P.T.                 | Teste de coordenação motora  | Testes desportivos específicos  |
|                       |                      | Descontração total              | P.P.                 | Eletromiograma Psigalvanômetro   | –   |
|                       |                      | Descontração diferencial        | P.T.                 | Eletromiograma   | –   |
|                       |                      | Agilidade                       | P.T.                 | –  | Burpee test, Shuttle run, Sudestep test   |
|                       |                      | Equilíbrio estático             | N.T.                 | Teste com estabilômetro  | Teste de equilíbrio estático  |
|                       |                      | Equilíbrio dinâmico             | P.T.                 | –  | Teste de caminhar sobre a barra   |
| Equilíbrio recuperado | P.T.                 | –                               | Teste de recuperação |  |   |

QUADRO 4 - testes que são empregados na avaliação do desempenho de atletas de alto rendimento frente às qualidades físicas intervenientes (Adaptado de DANTAS, 1998). LEGENDA: P.F. Preparação Física; P.T. Preparação Técnica; P.P. Preparação Psicológica; N. T. Não treinável.

### **2.3.8. Qualidades físicas intervenientes no Futebol**

Weineck (2003; 2004) descreve que o passo inicial e fundamental para o planejamento da preparação física é a familiarização com o desporto com o objetivo de definir claramente às qualidades físicas intervenientes necessárias a sua prática. A partir desta definição determina-se a forma de avaliar e medir cada um dos componentes que influem na performance do rendimento desportivo. Observa-se que para poder avaliar é necessário tomar determinadas decisões sobre os testes que se vai seleccionar. É muito importante que estes testes sejam os adequados para medir a qualidade física e aquele aspecto chave que estabelecemos como determinante do rendimento de um desportista.

Weineck (2005), Pellegrinotti (1997), Dantas (2003) afirmam que as qualidades físicas são de fundamental importância para a prática esportiva, pois as mesmas serão a base para o desenvolvimento das habilidades específicas de cada esporte. Os programas que tem por objetivo a alta performance priorizam uma qualidade física em primeiro plano, porém, sabe-se que as demais, embora em dimensões menos acentuadas estarão também presentes. O desenvolvimento das qualidades físicas oferece reais possibilidades de apreciação objetiva do progresso do atleta e da qualidade do trabalho realizado pelo mesmo. Para acompanhar com objetividade o desenvolvimento das mesmas exige-se da comissão de treinadores o conhecimento do nível de preparação dos atletas e de qual estágio ele parte; o estabelecimento de testes e normas específicas a cada qualidade física interveniente no esporte, e que os apliquem periodicamente; a elaboração de programas que respeite a maturação de cada indivíduo e a manutenção de um sistema de registros dos dados obtidos.

Verkhoshanski (2001) e Weineck (2005) definem as principais formas de exigência motora dividindo-as em duas áreas: as condicionantes que são a resistência, força e velocidade, e as coordenativas que são agilidade e mobilidade. Tubino (1979), Dantas (1998) crêem que o melhor seria a apreciação das qualidades físicas sobre dois aspectos: O primeiro refere-se às que são preponderantemente desenvolvidas ou obtidas por meio de treinamento, as chamadas qualidades da forma física cujos parâmetros seriam, portanto, a força dinâmica, estática e explosiva, resistência aeróbica, a anaeróbica e a muscular localizada, e a flexibilidade. O segundo refere-se às qualidades inatas e que seriam

tão somente aperfeiçoadas pelo treinamento – as denominadas qualidades das habilidades motoras cujos parâmetros viram a ser coordenação, a descontração total e diferencial, a agilidade, a velocidade de reação e de movimento e o equilíbrio dinâmico, estático e recuperado.

Diferente dos autores supracitados, Hollmann e Hettinger (1989;2005) distinguem 5 formas principais de solicitação motora: Coordenação, Flexibilidade, Força, Velocidade e Resistência. Destas definições a força, velocidade e resistência representam de certa maneira as formas “clássicas” de solicitação principal. Grantin (1940) e Farfel (1960) apud Bompa (2002) descrevem outra classificação amplamente aceita destacando as capacidades bio-motoras (força, velocidade, resistência e coordenação) como um critério muito útil para os técnicos. As habilidades esportivas, segundo Bompa (2002), podem ser classificadas em três grupos de exercícios: Cíclicos (marcha, corrida, cross country, esqui, natação, remo, ciclismo, canoagem) tendo como característica principal o ato motor realizado com movimentos repetitivos. As habilidades acíclicas surgem em desportos como arremesso de peso, lançamento de disco, ginástica artística e rítmica, desportos coletivos, luta greco-romana, boxe e esgrima, consistindo em ações completas realizadas em um movimento. As habilidades combinadas consistem em movimentos cíclicos seguidos por movimentos acíclicos. Embora todas as ações sejam interligadas, podemos facilmente distinguir os movimentos acíclicos dos cíclicos.

Tubino (1979) e Dantas (1998, 2003) apontam as qualidades físicas intervenientes no futebol de campo, conforme quadro 5, e afirmam que uma vez feita a detecção destas qualidades é imprescindível definir os testes que serão aplicados. Nesta mesma direção Weineck (2004) mostra que as qualidades imprescindíveis para o condicionamento físico do atleta de futebol são: força, resistência, velocidade e mobilidade.

| Qualidades físicas intervenientes |                                | Não treináveis                         | Treináveis        |               |                    |                    |           | IP        |              |
|-----------------------------------|--------------------------------|--|-------------------|---------------|--------------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|
|                                   |                                |  | Prep. Psicológica | Prep. Técnica | Preparação Física  |                    |           |           | Generalizada |
|                                   |                                |  |                   |               | Membros superiores | Membros inferiores | Tronco    |           |              |
| <b>FORMA FÍSICA</b>               | Preparação neuromuscular       | Flexibilidade                          |                   |               |                    |                    |           | <b>S</b>  | <b>S</b>     |
|                                   |                                | Força Dinâmica                         |                   |               |                    |                    |           |           |              |
|                                   |                                | Força Explosiva                        |                   |               |                    |                    | <b>IM</b> |           | <b>IM</b>    |
|                                   |                                | <b>Resistência Muscular Localizada</b> |                   |               |                    |                    | <b>IP</b> |           | <b>IP</b>    |
|                                   |                                | Força Estática                         |                   |               |                    |                    |           |           |              |
|                                   | Preparação Cardiorrespiratória | <b>Resistência Anaeróbica</b>          |                   |               |                    |                    |           | <b>IP</b> | <b>IP</b>    |
|                                   |                                | <b>Resistência Aeróbica</b>            |                   |               |                    |                    |           | <b>IM</b> | <b>IM</b>    |
| <b>HABILIDADE MOTORA</b>          | <b>Velocidade de movimento</b> |  |                   |               |                    |                    | <b>IP</b> | <b>IP</b> |              |
|                                   | Velocidade de reação           |  |                   | <b>S</b>      |                    |                    |           |           |              |
|                                   | <b>Agilidade</b>               |  |                   | <b>IP</b>     |                    |                    |           | <b>IP</b> |              |
|                                   | Equilíbrio estático            |  |                   | <b>S</b>      |                    |                    |           | <b>S</b>  |              |
|                                   | Equilíbrio dinâmico            |  |                   | <b>S</b>      |                    |                    | <b>IP</b> |           |              |
|                                   | Equilíbrio recuperado          |  |                   | <b>S</b>      |                    |                    |           | <b>S</b>  |              |
|                                   | Descontração diferencial       |  |                   | <b>S</b>      |                    |                    |           | <b>S</b>  |              |
|                                   | Descontração total             |  |                   | <b>S</b>      |                    |                    |           |           |              |
|                                   | <b>Coordenação</b>             |  |                   | <b>IP</b>     |                    |                    |           | <b>IP</b> |              |

QUADRO 5 - Qualidades Físicas Intervenientes no Futebol de Campo. (Adaptado de DANTAS, 1998). Legenda: (IM) Imprescindível (IP) Importante (S) Secundária.

Bompa (2005) por sua vez define o sistema de energia dominante no futebol de campo (14% alático, 14% lático e 72% aeróbio) como sendo lático e aeróbio.

Isso ocorre devido a altas demandas energéticas para ambos os períodos do jogo, intercalando com fortes acelerações e desacelerações e mudanças rápidas de direção; os períodos de recuperação ocorrem durante as interrupções de jogo, de 5 a 15 segundos, como também para defesa imediata, ou ataque, quando o jogo está sendo feito no final do campo adversário. Acrescenta, ainda que os fatores limitantes de performance são potência de aceleração/desaceleração. Agilidade na forma de trabalho rápido dos pés, mudanças rápidas de direção, velocidade de reação e tempo de movimento. Finaliza definindo os objetivos do treinamento: desenvolver todos os sistemas de energia sobre uma boa específica resistência aeróbia; desenvolver pernas e tronco potentes, como base para alta aceleração/desaceleração e mudanças de direção; desenvolver a força de saída e a potência de salto; desenvolver agilidade específica para o complexo trabalho de pé, a velocidade de reação e o tempo de movimento.

No que diz respeito às vias metabólicas empregadas o QUADRO abaixo mostra que não existe uma única via metabólica para cada exercício, e independentemente da sua duração e intensidade todas as vias são envolvidas, que é o que é comumente conhecido como continuum de energia (VICENTE et al. 1998).

| <b>Tempo de trabalho e esforço máximo láctico.</b> | <b>Anaeróbio Alático (%)</b> | <b>Anaeróbio Láctico (%)</b> | <b>Aeróbio (%)</b> |
|--|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| 5s   | 85                           | 10                           | 5                  |
| 10s  | 50                           | 35                           | 15                 |
| 30s  | 15                           | 65                           | 20                 |
| 1 min  | 8                            | 62                           | 30                 |
| 2 min  | 4                            | 46                           | 50                 |
| 4 min  | 2                            | 28                           | 70                 |
| 10 min   | 1                            | 9                            | 90                 |
| 30 min   | 1                            | 5                            | 95                 |
| 1 h  | 1                            | 2                            | 98                 |

QUADRO 6 - Contribuição do metabolismo aeróbio e anaeróbio durante o exercício, pela duração (MAC DOUGALL, 1995 apud VICENT et al., 1998)

### **2.3.9. Composição Corporal**

O desporto de alto rendimento exige constante aprimoramento do nível de conhecimento sobre suas variáveis intervenientes tais como: morfológicas, fisiológicas, psicológicas, biomecânicas, cognitivas, entre outras (FONSECA, 2007). Caetano et. al. (2005) descrevem que várias modalidades esportivas exigem a estruturação de programas de treinamento que combinem a força e a resistência aeróbia para aperfeiçoar seu rendimento em jogos e competições. Esse aperfeiçoamento depende do tipo, da intensidade, da duração e da frequência do treinamento. No entanto, além dessas variáveis de carga de treinamento, o desenvolvimento específico da resistência aeróbia ou da força também depende se elas estão combinadas no mesmo período de treinamento. O futebol, por sua condição específica, envolve um grupo elevado de atletas e é disputado em diferentes condições climáticas, com alternativas técnicas, táticas e físicas variadas, constituindo, portanto, um desporto de elevada complexidade de interpretação e estudo.

Tendo em vista esse conjunto de variáveis, o estudo da composição corporal representa um dos elementos importante para identificar o perfil do atleta de futebol. Os trabalhos publicados em periódicos e que descrevem as características morfológicas dos atletas de futebol, em sua grande maioria, utilizam-se de um método que é denominado antropometria. Esse método usa a quantificação da medida no estudo do tamanho, da forma, da proporcionalidade, da composição e da maturação do corpo humano (THORLAND et al., 1981).

A antropometria surgiu, conforme descrevem Petroski (1995); Fernandes Filho (2003); Sousa; Sousa (2006), através da biometria que se constitui uma ciência que estuda o tamanho, peso e forma de todos os seres vivos, portanto, consideram, também como uma ciência que se propõe a estudar o tamanho, o peso, a forma, a proporção de componentes do corpo humano. Além disso, pode ser também referenciada como uma ciência que procura traduzir numericamente os fenômenos biológicos, estabelecendo relações entre dados assim obtidos, com o fim de determinar as leis que o regem. Após a obtenção dos valores da medida, estes são empregados em equações e, por meio de cálculos, é possível fracionar a composição do corpo humano em massa gorda, muscular, óssea e residual analisando o valor relativo em percentual com o valor da massa corporal total, sendo este o resultado normalmente analisado pelos técnicos (FONSECA, 2007).

Gobbo e Cols. (2004) descrevem que o avanço da ciência e da tecnologia tem favorecido sobremaneira o desenvolvimento de estudos na área da composição corporal e que a gordura corporal é o componente mais modificável do corpo humano. Está associada à saúde e ao desporto de rendimento. Por conseguinte, várias técnicas têm sido desenvolvidas e aperfeiçoadas para estimar este componente, bem como os demais, a massa óssea e a muscular. Desse modo, o tradicional modelo de avaliação baseado em métodos bicompartimentais vem sendo gradativamente substituído, sobretudo na área da pesquisa científica, por modelos mais robustos, que incluem a combinação de diferentes métodos e que, portanto, propiciam uma análise multicompartimental. Todavia a antropometria, especificamente as medidas de espessura das dobras cutâneas e das circunferências, é o método clínico usado mais freqüentemente para se estimar a composição corporal de atletas (BOILEAU & HORSWILL, 2003).

Sousa & Sousa (2006) revelam que o primeiro cientista que se projetou para os estudos em antropometria foi Quetelet, quando passou a fazer relações entre proporções de características do corpo humano com doenças crônico-degenerativas. Trischler (2003) também cita os estudos de Quetelet, referenciando o índice de massa corporal ou índice de Quetelet, que é um cálculo matemático simples que permite verificar o estado nutricional dos indivíduos e relações com excesso e má distribuição de gordura corporal associadas a doenças cardiovasculares, apenas através da razão entre massa corporal e o quadrado da estatura.

No entanto a literatura aponta o Dr. Albert Behnke como a maior autoridade em composição corporal, o qual, a partir de estudos em atletas de futebol americano, constatou que, de acordo com a relação peso-altura, os indivíduos cuja gordura corporal fosse superior a 15%, seguindo padrões militares, eram considerados obesos. Estes jogadores foram submetidos, porém, a avaliação mais cuidadosa: verificou que o peso corporal entre 72,3kg e 118,2kg, indicativo de obesidade e inaptidão para o serviço militar, também podia associar-se a desenvolvimento de massa muscular, não se adequando, assim, para discriminar no sentido desejado (KATCH & MCARDLE, 2003). Outra forma de mensuração de percentual de gordura e massa magra é através das equações de predição, quase sempre baseada na densidade corporal e medidas antropométricas (SMITH & MANSFIELD, 1984).

De Rose (1984) & Rizzo (1977) afirmam que as formas de determinação da quantidade de gordura são as diretas: dissecação de cadáveres e as indiretas: procedimentos químicos, ultra-som, raios-X, a técnica laboratorial, pesagem hidrostática, medição de dobras cutâneas e de circunferências corporal, densimetria e os métodos de ultra-som, análise de bioimpedância elétrica (BIA), tomografia computadorizada (TC) e imagem por ressonância magnética (IRM)

Na literatura da área, existem centenas de equações com esta finalidade. No Brasil, a conhecida “equação de Faulkner” (FAULKNER, 1968) para estimar o percentual de gordura (G%) foi amplamente utilizada, principalmente nas décadas de 70-80. Seu uso continua sendo muito freqüente, com diferentes propósitos: caracterizar nadadores de competição de ambos os sexos (SOARES et al., 1994); avaliação nutricional de triatletas (BASSIT & MALVERDI, 1998); caracterização de culturistas de elite (SILVA et al., 2003); e, verificar a evolução da capacidade física em atletas profissionais de futebol (RAYMUNDO et al., 2005).

Nesta perspectiva de peso de gordura isento de massa magra Franchini et al., (1997) descrevem percentuais de gordura e massa muscular elevadas para atletas de judô. Desse modo, podem ser aceitas como absolutamente legítimas as repetidas e freqüentes iniciativas registradas na literatura do âmbito das Ciências do Esporte referentes à percentual de gordura em diferentes modalidades. A apreciação destes aspectos do percentual de gordura identifica-se, portanto, relevante não apenas pelas suas implicações para melhor compreensão do QUADRO de determinantes da saúde, mas encerra igualmente, destaque para finalidades atléticas e desportivas.

Neste sentido, Gomes & Pereira Filho (1992) comentam que Matiegka fez a primeira tentativa de fracionar o peso corporal e para isto considerou quatro componentes: gordura, ossos, músculo e resíduos (órgãos, pele, sangue, cabelos, etc), porém tornou-se mais comum a utilização de dois destes elementos: a massa corporal isenta de gordura ou massa magra e o percentual de gordura.

Souza et al (1998) ao estudarem o percentual de gordura de um grupo de atletas brasileiros profissionais de futebol de campo observaram diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de Guedes e Faulkner (dobras cutâneas) e Dotson & Davis (circunferências). O protocolo de Faulkner (DE ROSE, 1984) descreve o procedimento do somatório das quatro dobras cutâneas, a partir da utilização da fórmula de Yuhasz: % de Gordura =  $\Sigma 4\text{medidas} \times 0,153 + 5,783$ . O

percentual de gordura apresentado pela mensuração através de dobras cutâneas tende a ser menor do que o dos métodos de circunferência que não possibilitam observar, na redução do peso total frente ao treinamento, se isto ocorreu sobre a gordura subcutânea ou massa muscular.

Neste mesmo estudo, houve uma equiparação entre os resultados de percentual de gordura frente aos métodos de Faulkner ( $10,60 \pm 1,03$  %G) e Dotson & Davis ( $11,56 \pm 4,24$  %G), embora o primeiro se refira apenas ao tecido subcutâneo e o segundo tanto a este quanto a massa muscular. Souza et al. (1998) concluem, desta forma, que a determinação do percentual de gordura através de dobras cutâneas antes, durante e depois de iniciar um programa de treinamento físico ou de controle de peso é fundamental, pois traduz excelente maneira de verificação das alterações da massa corporal em consonância com as reais necessidades e objetivos dos atletas envolvidos. Além disso, atenção especial deve ser dada ao se optar por um dos métodos de dobras cutâneas para a respectiva mensuração, pois diferenças significativas podem ser evidenciadas na apresentação das médias de valores, dado que Guedes utilizou população não-atlética para criação do seu protocolo, enquanto Faulkner envolveu atletas. Corroborando com a afirmativa Silva e cols. (1997) complementam afirmando que a porcentagem de gordura corpórea é geralmente menor em atletas, quando comparada a indivíduos não treinados. O excesso de gordura representa um peso extra, que pode comprometer negativamente o rendimento físico do atleta.

### **2.3.10. Adaptações da composição corporal ao treinamento de força.**

As variáveis da composição corporal, flexibilidade, aptidão cardiorrespiratória, força e resistência muscular são os principais componentes da aptidão física e que os exercícios físicos que promovam uma redução da gordura corporal e aumentos da massa muscular e óssea são importantes para saúde de adultos e crianças (ACSM, 2007).

A composição corporal compreendida em massa corporal magra e massa de gordura corporal podem ser alteradas com a prática sistemática de um programa de treinamento de força. Guedes & Guedes (1998); Hurley & Roth (2000) relatam que estudos relacionados à composição corporal são de extrema importância,

particularmente para a saúde, visto que o excesso de gordura corporal pode potencializar a incidência de disfunções crônico-degenerativas, ao passo que o baixo desenvolvimento muscular pode dificultar o melhor funcionamento do sistema musculoesquelético. Apesar da prática de programas regulares de exercícios com pesos vir sendo estudados mais criteriosamente somente nos últimos anos, se investiga, atualmente, o potencial desse tipo de treinamento para a melhoria de diferentes componentes da composição corporal (WILMORE, 1974; SANTOS et al., 1999).

Em um estudo recente com o objetivo avaliar o efeito de dez semanas de treinamento com pesos (TP) sobre indicadores da composição corporal, Santos et al., (2002) analisou dezesseis homens ( $23,0 \pm 2,1$  anos) sedentários, mas aparentemente saudáveis, divididos aleatoriamente em grupo-treinamento (GT, n = 8) e grupo - controle (GC, n = 8). O GT realizou TP durante dez semanas consecutivas (três sessões semanais, em dias alternados), ao passo que o GC não se envolveu com a prática de nenhum programa sistematizado de atividades físicas, nesse período. Onze exercícios compuseram o programa de TP, cada qual realizado em três séries de 8-12 RM. Os resultados mostraram que o TP contribuiu para o aumento da massa magra. Por outro lado, o período de dez semanas de TP, de forma isolada, sem orientação nutricional, não parece ser suficiente para a redução dos depósitos de gordura corporal. O estudo mostrou ainda que apesar dessas limitações, as modificações observadas no presente estudo, sobretudo na massa corporal (+2,8 kg) e na massa magra (+2,4 kg) do GT, confirmaram a eficiência do treinamento com pesos para o desenvolvimento, particularmente do componente muscular.

#### **2.4. Futebol de Campo e os Indicadores de Desempenho**

Nas últimas décadas especialistas no treino e na preparação de atletas de futebol em conjunto com cientistas têm se aprofundado em estudos que se referem a novas formas de planejamento, orientação e controle do dia a dia das atividades práticas, visando apontar metodologias sustentadoras à melhora da performance. No entanto, sabe-se que tais estudos não são facilmente encontrados na literatura esportiva.

A partir de inúmeras dúvidas ocorridas em momentos específicos do treinamento e das competições das respectivas modalidades, surgiram contribuições significativas oriundas de diferentes áreas de estudo, tais como medicina do esporte, fisiologia do exercício, psicologia do esporte, nutrição, estatística e biomecânica. O interesse da ciência no esporte e a busca pelo resultado indicam fatores diretamente ligados ao desempenho do atleta.

A avaliação periódica do condicionamento físico, técnico e tático, bem como do estado nutricional e psicológico tem sido objeto primordial para a elaboração dos programas de treinamento (TUBINO, 1979; HOLLMANN e HETTINGER, 1989; 2005; DANTAS, 1998). Baseando-se nestes pressupostos, entende-se da importância de se considerar o treinamento de equipes de alto rendimento como sendo o diferencial para que estabeleça referências que indiquem os procedimentos metodológicos durante a fase processual do treino e das competições.

DANTAS (1998) descreve que a partir do surgimento do conceito de treinamento total, quando todo trabalho de preparação passou a ser feito de forma sistêmica, integrada e voltada para objetivos claramente enunciados, orientação do treinamento por meio dos métodos de trabalho veio, paulatinamente, perdendo a razão de ser. Hoje em dia, nos grandes centros desportivos, esta forma de orientação do treinamento foi totalmente abandonada em proveito da designação da forma de trabalho pela qualidade física que se pretende atingir. O treinamento deve, por esta razão, ser montado sobre os requisitos específicos da performance desportiva em termos de qualidade física interveniente, sistema energético preponderante, segmento corporal e coordenações psicomotoras utilizadas.

Em um programa de treinamento as demandas fisiológicas de um jogador de futebol são indicadas pela intensidade e volume do exercício em diferentes atividades de desempenho exigidas durante o jogo (REYLLY, 2003). Hughes (2003) complementa afirmando que a intensidade e o volume do exercício durante uma partida de futebol podem ser indicados pela distância percorrida. Além disso, afirma também que esses dois indicadores representam uma medida global de taxa de trabalho que podem ser identificadas em discretas ações de um jogador para uma partida inteira. As ações podem ser classificadas de acordo com o tipo, intensidade, duração e frequência das atividades e o monitoramento das ações tem sido realizado por vários métodos que vão de anotação manual (campograma) até o uso

de vídeo-tape conjugado com software específico para cálculo das distâncias e velocidades.

O futebol se distingue por esforços físicos intermitentes e de alta intensidade (DRUST et al., 2000; DUPONT et al., 2004; HOFF & HELGERUD, 2004; HOFF, 2005; REILLY, 2005; STOLEN et al., 2005; SVENSSON et al., 2005), permitindo que seja classificado fisiologicamente como misto (GODIK, 1996). Neste sentido, alguns autores (GARRET & KIRKENDALL, 2003; HOFF, 2005; STOLEN et al., 2005) descrevem brevemente os aspectos fisiológicos relevantes para o futebol, e apontam como importantes as seguintes características: potência aeróbia, potência anaeróbia. Shepard (1999) citado por Aoki (2002) realizou um extenso e criterioso trabalho de revisão bibliográfica sobre os aspectos biológicos relacionados ao futebol. Após analisar mais de 300 trabalhos científicos publicados em revistas de renome internacional traçou o perfil do atleta de futebol, conforme demonstrado no quadro 7.

| <b>FUTEBOLISTA</b>     |   |
|------------------------|---|
| Idade                  | 24-27 anos  |
| Altura                 | 1.83 m  |
| Peso                   | 75-80 kg  |
| Percentual de Gordura  | 10%   |
| VO <sub>2</sub> máximo | 60-70 ml/kg/min   |
| Limiar anaeróbio       | 45 ml/kg  |
| Potência anaeróbia     | 27 W/kg – 60 s em saltos                                      |
| Musculatura            | Desenvolvimento da musculatura de tronco e membros inferiores |

QUADRO 7 – Perfil do Atleta de Futebol (Adaptado de SHEPARD, 1999).

Portanto, o equilíbrio entre a carga e a capacidade de carga é sempre alvo de preocupação por parte das comissões técnicas quando da sua elaboração e aplicação. A carga neste contexto é a resistência que o corpo tem para se engajar em uma atividade de esporte, e a capacidade de carga é a máxima resistência que o corpo tem para lidar com isto. Durante o treinamento cargas são impostas aos

jogadores com o objetivo de aumentar sua capacidade de carga, uma vez que o futebol está cada vez mais rápido, exigindo, com isso que os jogadores tenham mais força e resistência (VERHEIJEN, 1998).

O futebol é um esporte acíclico que se caracteriza por muitos intervalos com diferentes atividades (VERHEIJEN, 1998; AOKI, 2002; GARRET Jr. & KIRKENDALL 2003). Além disso, este esporte apresenta na sua estrutura duas variáveis importantes para definição do programa de treinamento que são o volume e a intensidade (taxa de trabalho) e estas são representadas pelo tempo de jogo (no que se refere a sua totalidade e o tempo em que a bola permanece viva), e pela distância percorrida pelos jogadores durante o encontro (VERHEIJEN, 1998; AOKI, 2002).

Quanto ao tempo de jogo, Garret Jr. & Kirkkendal (2003) orientam que uma partida de futebol envolve duas equipes de 11 jogadores cada, sendo 10 atletas na linha e um goleiro. O jogo é disputado em um campo de aproximadamente 105 metros de comprimento e 68 de largura. Constitui-se de dois tempos de 45 minutos com 15 minutos de intervalo indicando que o limite para início e término é de 90 minutos, sendo que a bola fica “viva” em jogo por 60 minutos aproximadamente e o tempo perdido é distribuído nas saídas de bola, lesões, nas faltas, etc.

Nesta mesma direção, Tumilty (1993) relata que esse tempo pode variar de 52 a 76 minutos dependendo do país que está sendo analisado. O tempo de bola em jogo é também afetado, entre outros fatores ambientais, pelas condições climáticas, como calor, umidade e altitude, assim como pode ocorrer uma redução nas corridas de alta intensidade (REILLY, 1993; GARRET JR. & KIRKENDALL, 2003).

Bangsbo (1994), por sua vez relata que a média de ritmo de trabalho durante um jogo de futebol, estimado a partir de variáveis como a frequência cardíaca é de cerca de 70% do máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ). Isto corresponde a uma produção energética de cerca de 5700 kJ (1.360 kcal) para uma pessoa de 75 kg com um  $VO_2$  max de  $60 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ . A produção de energia aeróbia representa mais de 90% do consumo total de energia, no entanto, a produção de energia anaeróbia desempenha um papel essencial durante uma partida de futebol.

Durante períodos de exercício intensivo a creatina fosfato e, em menor medida a adenosina trifosfato armazenadas são utilizadas, sendo que ambos os compostos são parcialmente restaurados durante um prolongado período de

repouso subsequente. Em outras palavras o futebol se define como uma atividade predominantemente aeróbia, mas na qual os atletas dependem de esforços anaeróbios e intensos para almejar sucesso na atividade competitiva (BANGSBO, 1994; REILLY, 1997) sendo que à medida que se avançam nas categorias verifica-se um maior predomínio da atividade anaeróbia (SILVA et al, 1997) e um percentual maior de movimentação em velocidade máxima (EKBLÖM, 1986).

Em níveis mais elevados de competição a exigência do jogo faz com que seja realizado em velocidade máxima, tanto é assim que a média de rendimento energético aeróbio durante um jogo é de cerca de 80% da capacidade máxima individual (EKBLÖM, 1986; SOARES, 2000). Não obstante a concentração sanguínea de lactato, segundo Ekblom, (1986) durante um jogo apresenta médias entre 7 e 8 mmol/L o que leva os jogadores depletem seus estoques de glicogênio quando do final da partida. Além disso, este mesmo autor aponta que os atletas têm uma potência aeróbia máxima entre 60 e 65 ml/kg/min.

Quanto a distância percorrida os jogadores de futebol se locomovem entre 9 e 12 km em 90 minutos, sendo que de 8 a 18% desta distância é feita na maior velocidade, o que equivale a uma velocidade de 6 a 8 km por hora, portanto, precisam de força e resistência para manter esta velocidade durante os dois tempos de jogo, bem como devem ter resistência para permitir correrem por um longo tempo em um ritmo bastante alternado (VERHEIJEN, 1998; AOKI, 2002; GARRET Jr. & KIRKENDALL 2003; WEINECK 2004).

Reilly (1976) descreve que a distância percorrida, em média, pelos atletas da 1ª Divisão Inglesa é 8.653 metros. Já Bangsbo et al (1991) afirmam que a 1ª Divisão de Futebol Dinamarquesa percorre 11.000 metros em uma partida, sendo que esse valor depende diretamente da função/posição do atleta dentro da equipe, com valores maiores em torno de 11,4 km, atingidos por meio-campistas. Em se tratando de jogadores brasileiros, Barros e colaboradores (1998) mostraram evidências de uma maior distância percorrida pelos meio campistas e laterais, mostrando ainda um padrão de sprint (esforços de alta intensidade) similar entre os laterais e atacantes, significativamente maior em relação às demais posições.

Verheijen (1998), por sua vez acrescenta que os jogadores fazem entre 1.400 e 1.600 metros de corridas durante o jogo, o que significa, em média, que os jogadores alternam uma corrida da outra a cada 3.4 e 4 segundos.

A maior parte do tempo de jogo é gasta com as ações de andar e trotar (83%-88%), um menor com as corridas aceleradas e velozes (7%-10%) e um tempo mínimas em posição estática (4%-10%). Demonstrando que o jogador está sempre em movimento, ou seja: Por um lado, pronto para receber a bola o que exige uma resistência satisfatoriamente desenvolvida, para que possa estar os 90 minutos em atividade. Por outro, o jogador utiliza um tempo relativamente curto, mas que decide o jogo, em corridas em velocidade e sprint, atividades que estão ligadas ao recebimento e condução da bola, no chute a gol, no passe bem como no controle do adversário (WEINECK, 2004).

Nesta mesma direção Mohr et al, (2003) acrescentam que nos últimos quinze minutos da partida a distância percorrida é menor do que nos primeiros quinze minutos independente da posição e do nível dos atletas. Acrescentam, ainda que nos últimos quinze minutos de jogo, jogadores substituídos correm em torno de 25% mais distância em alta velocidade do que os outros jogadores. Dando a entender claramente que existe um desgaste físico do jogador a partir do segundo tempo de jogo, gerando por conta disso, fadiga muscular, que por sua vez traz conseqüências negativas para o desempenho do atleta.

Estudos na área destacam alguns fatores que podem causar variações nas distâncias percorridas pelos jogadores de linha numa partida, tais como:

- Diferentes posições no campo (BANGSBO, NORREGARD, THORSO, 1991; EKBLUM, 1986; REILLY, THOMAS, 1979; REILLY, 1990, 2003; RIENZI et al, 2000; WITHERS et al., 1982);
- Maior aptidão aeróbia (BANGSBO, LINQUIST, 1992; REILLY, 1990, 1993, 2003);
- Diferentes estilo e sistema de jogo (REILLY, 2003; RIENZI et al., 2000);
- Maior nível de fadiga (RAHNAMA et al., 2003; RIENZI et al., 2000; REILLY, 2003);
- e) nível competitivo (O'DONOGHUE et al , 2001);

Portanto, a distância percorrida pelo jogador em relação ao tempo de jogo serve como parâmetro para a determinação de sua demanda energética e para elaboração do programa de treinamento (AOKI, 2002; GARRET Jr. & KIRKENDALL 2003). Corroborando com esta afirmativa, Ananias et al (1998) descrevem que um dos meios mais utilizados para estimar a solicitação energética requerida pela

intensidade de esforços durante uma partida de futebol é a verificação da distância total percorrida ao final de um jogo. Além disso, existe segundo este mesmo autor, uma preocupação dos pesquisadores em investigar o quanto um jogador de futebol se desloca em campo durante uma partida de futebol, bem como, descobrir o tempo gasto, o número de deslocamentos e a percentagem desses movimentos em condições de baixa e alta intensidade durante a partida.

Fica evidente, então, que o treinamento deve assegurar a qualidade da treinabilidade, uma vez que nos desportos com bola a atividade motora é intermitente e o desempenho está relacionado com a habilidade do atleta em realizar esforços intensos (KRUSTRUP et al, 2003). Mohr & Bangsbo (2001) demonstraram, através da associação do aspecto físico com o desempenho, que a qualidade do jogo está relacionada à quantidade de corridas de alta intensidade durante a partida. A preparação física, por consequência disso tem assumido posição prioritária na preparação das equipes de futebol.

O transcrito acima demonstra que na atualidade para os jogadores atingirem níveis compatíveis com a exigência física, técnica, tática e psicológica, de uma partida de futebol precisam ter a garantia de um alto nível de treinabilidade e essa situação só é possível com adequada combinação e aplicação das altas cargas de treino e competição (VOVK, 1998).

## 2.5. Treinamento de Força

No dicionário das ciências do esporte (1992) se encontra assinalado que o conceito de condição física é o que mais prevalece tanto na literatura hispano-americana como na anglo-saxã, pois a Organização Mundial da Saúde (OMS) adaptou a palavra *fitness* como bem estar corporal integral, mental e social. As capacidades físicas condicionais força, velocidade e resistência com suas manifestações individuais podem ser relacionadas às funcionais (bioenergéticas) e seus sistemas de obtenção. Essas capacidades estão condicionadas a uma série de fatores, fundamentalmente energéticos, que determinam a realização efetiva do rendimento da atividade neuromuscular. Portanto é importante enfatizar a força como sendo um componente essencial para o rendimento de qualquer ser humano e o seu desenvolvimento formal, não devendo ser esquecida na preparação de atletas (FORTEZA & FARTO, 2007).

Na área da ciência do exercício e esporte há por parte dos pesquisadores um grande conflito em relação aos conceitos, definições, terminologias, formas de manifestação e meios de treinamento das capacidades biomotoras. Os pesquisadores adotam diferentes terminologias para nomear as mesmas formas de manifestação ou o treinamento dessas capacidades (IDE & LOPES, 2004).

### 2.5.1. Definições de Força

A literatura que trata do treinamento desportivo adota as seguintes definições sobre a capacidade biomotora força.

- “Capacidade de superar a resistência externa à custa dos esforços musculares” (VERKHOSHANSKI, 2001).
- “Capacidade para vencer ou se opor a uma resistência mediante ação muscular” (PLATONOV, 1999).
- “É a máxima quantidade de força que um músculo, ou grupo muscular, pode gerar em um padrão específico de movimento a uma determinada velocidade” (FLECK e KRAEMER, 1999).
- “Capacidade de um sujeito vencer ou suportar uma resistência. Esta capacidade do ser humano, por sua vez, é o resultado da contração muscular” (MANSO e CABALLERO, 1996).

- “A força pode ser definida como uma massa multiplicada por uma aceleração, mensurando essa manifestação em newtons. Já a potência se define como uma produção de trabalho por unidade de tempo, ou uma força multiplicada por uma velocidade” (IDE & LOPES, 2004).
- “Força muscular como a força ou tensão que um músculo, ou mais corretamente, um grupo muscular consegue exercer contra uma resistência em um esforço máximo” (FOSS & KETEVAN, 2000).
- “É a capacidade que o organismo possui para suportar ou deslocar determinada carga, através do potencial das contrações musculares” (AOKI, 2002).
- “É a capacidade de gerar tensão que tem cada grupo muscular contra uma resistência” (KNUTTGEN E KRAEMER, 1987).
- “É a capacidade de gerar tensão, sob determinadas condições definidas pela posição do corpo, o movimento em que a força é aplicada, o tipo de ativação (concêntrica, excêntrica, isométrica, pliométrica) e movimentos de velocidade” (HARMAN, 1991).

Entretanto, quando é necessário definir a força em trabalhos musculares e compreender tal manifestação com fins de elaboração de treinamento, se observa que em inglês, a força definida por Isaac Newton é traduzida como *force*, mas curiosamente nesta língua encontramos outro termo relacionado à força, denominado *strength*, que significa força muscular, cuja definição é a força ou torque máximo que um músculo ou grupo muscular poder gerar em específica ou determinada velocidade, e que para uma compreensão melhor é preciso se analisar quais as estruturas no músculo esquelético são responsáveis por gerar tal manifestação (IDE & LOPES, 2004).

Em consonância com estudos descritos anteriormente a respeito dos tipos de fibras musculares Verheijen (1998) quando trata da fisiologia do futebol de campo relata que o músculo não consiste de uma única fibra muscular. Existem dois principais grupos e ambos apresentam características específicas. São referidos como fibras musculares lentas (McGINNIS, 2002; PEREIRA & SOUZA JR, 2004; KOMI, 2006) e fibras rápidas (McGINNIS, 2002; PEREIRA & SOUZA JR, 2004; KOMI, 2006). As fibras musculares lentas são as que têm performances em atividades de longa duração e que mantém o corpo em equilíbrio. Este tipo de fibra muscular é usualmente ativado para longos períodos, no entanto, o esforço não

gera força total. O sistema aeróbio (na presença do oxigênio) é enfaticamente presente neste tipo de fibra. Já as fibras musculares rápidas são recrutadas para performances de trabalho intensivo de curta duração. *Sprinters* em particular têm músculos com largo número de fibras rápidas e isso ocorre por que a energia desta fibra é principalmente produzida anaerobiamente, pois apresentam pouca mioglobina e vascularização diminuída. Os músculos consistem de fibras musculares lentas e fibras e rápidas e parece que a relação entre estes dois tipos de fibra muscular é determinada geneticamente. Corredores de maratona possuem lotes de fibras lentas em seus músculos, e *sprinters* têm lotes de fibras rápidas. Se um *sprinter* quiser fibras musculares mais rápidas, pode eventualmente realizar exercícios de treino que convertam suas fibras lentas para rápidas.

Parece provável, que através de treinamento específico, haja modificações tanto nas fibras vermelhas com alto teor de mitocôndrias e fermentos de metabolismo oxidativo, como nas fibras brancas ricas em miofibrilas e fermentos do metabolismo anaeróbio. Sustentando esta afirmação Barnard et al. (1970) provaram por um lado que as fibras brancas até um determinado ponto podem ser transformadas em fibras vermelhas através de um treinamento de resistência. Neste caso o número de fibras brancas diminui e o número de fibras vermelhas aumenta.

Por outro, estudos têm mostrado que é praticamente impossível tal conversão. O único benefício que pode ser alcançado nesta área é tornar as fibras rápidas fortes, e um condicionamento intenso pode trazer uma melhoria de 15 a 20%, no máximo. Em contraste, uma corrida de longa distância pode tornar as fibras musculares rápidas em fibras musculares lentas. Embora este efeito condicionado só possa ocorrer em um limitado grau, é muito desfavorável para desportistas que confiam em seu ritmo explosivo (VERHEIJEN, 1998).

Berne et al. (2003) descrevem que durante a contração muscular, a força ativa dos sarcômeros é gerada pela interação dos filamentos de miosina com os de actina, formando as pontes cruzadas. Apesar de o mecanismo explicando como as pontes cruzadas produzem força ainda não ter sido claramente elucidado, sabe-se que cada uma dessas pontes cruzadas é capaz de gerar ativamente um nível de tensão que varia entre 5 e 10 pN. Essa força ativa tende a fazer com que a actina deslize em direção ao centro do sarcômero (EDMAN, 1992).

A disposição das pontes cruzadas influencia o total de força produzida pelo sarcômero. Basicamente existem 2 tipos de organização das pontes cruzadas: em série e em paralelo. A disposição em série favorece a velocidade da contração. Enquanto na disposição em paralelo, a força produzida por cada uma delas age independentemente e a força total é igual à soma das forças de cada ponte cruzada (HUIJING, 1992).

Sendo assim, a força total do músculo depende do número de ponte cruzadas ativas em paralelo, porém, o sarcômero é constantemente submetido a alterações do seu comprimento, encurtando ou alongando, o que provoca variações na sobreposição dos miofilamentos e no número de pontes cruzadas ativas em paralelo, portanto, existe um comprimento do sarcômero ótimo para a produção de força. Esse comprimento é próximo ao comprimento de repouso, ao redor de 2  $\mu$ . Acima ou abaixo desse comprimento, a força ativa gerada pelo sarcômero diminui (KAWAKAMI et al., 2001).

A força, em última análise é definida como a capacidade de um músculo ou grupo muscular de vencer ou suportar uma determinada resistência, segundo condições específicas (GARCIA MANSO, 1999; SIFF & VERKOSHANSKY, 2000). Essas concepções definem a força como uma tensão que depende de circunstâncias morfofuncionais e biomecânicas que requerem de uma ativação, no entanto, Siff e col., (2000) complementam que a força é produto de uma ação muscular iniciada e conduzida por processos elétricos no sistema nervoso e que esta dita ativação requer ser coordenado pelo sistema nervoso central, o que implica em uma ação voluntária.

A ativação do músculo pode dar lugar a três ações diferentes: encurtamento ou ação dinâmica concêntrica ou miométrica, na qual a força externa atua no sentido contrário ao do movimento, trabalho positivo; alongamento estiramento ou ação dinâmica excêntrica ou pliométrica, ou seja, a força externa atua no mesmo sentido que o movimento, trabalho negativo; manutenção de sua distância ou ação isométrica ou estática, ou ainda, a tensão muscular é equivalente à carga externa, não existe, portanto nem movimento nem trabalho mecânico (FORTEZA & FARTO, 2007).

Nesta mesma direção é possível também, sob a ótica da fisiologia identificar força como a tensão gerada pelo músculo, algo interno, que pode ter relação com objeto (resistência) externo ou não. O músculo produz uma deformação pela tensão

simultânea dos músculos agonistas e antagonistas e a magnitude dessa deformação é um indicador de estresse causado pelas forças que podem causar deformações. Define-se tensão muscular como o grau de estresse mecânico produzido em relação ao eixo longitudinal do músculo, quando as forças internas tendem a estender ou separar as moléculas que compõem as estruturas musculares e tendinosas. Portanto, a força é a manifestação externa (força aplicada) que ocorre pela tensão interna gerada no músculo (GONZALEZ et al. 2002; FORTEZA & FARTO, 2007 ).

Garcia Manso (2007; 2008) orienta que na perspectiva da atividade física e do desporto, a força representa a capacidade que tem um indivíduo de desenvolver e manter uma tensão muscular. Essa capacidade do ser humano ocorre como resultado da contração muscular ou por reação do músculo a uma deformação. Força, portanto é uma qualidade física condicional que se manifesta na capacidade do músculo gerar tensão mediante uma ação muscular (contração ou deformação), e o nível de tensão vem condicionado por: a posição em que trabalham as estruturas articulares; o gesto ou movimento em que se aplica a força; as necessidades da força requerida; o tipo de contração que trabalho o músculo; a velocidade com que se desenvolve a força. Além disso, existem conforme demonstram Garcia Manso et al. (1996) quatro grupos de fatores determinantes da força (FIGURA 11).

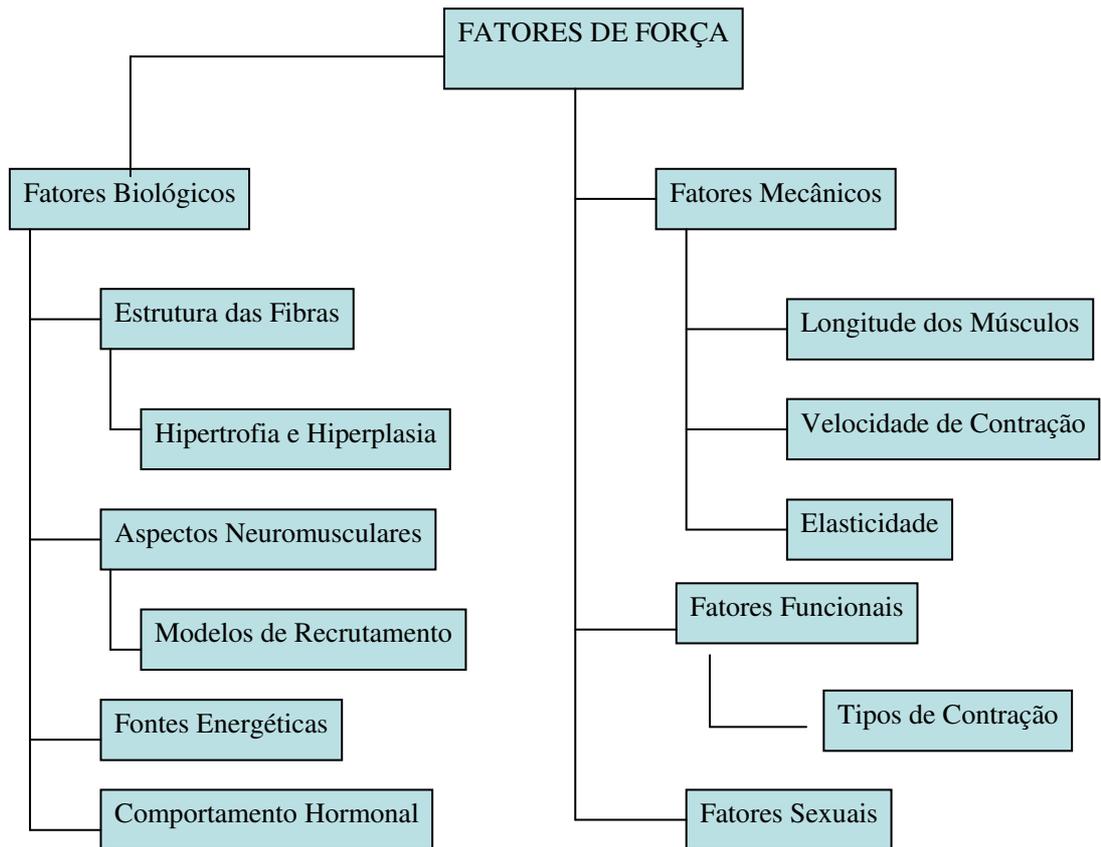
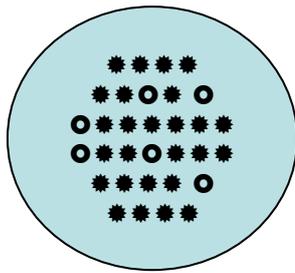
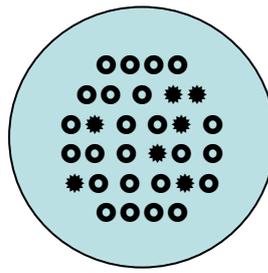


FIGURA 11: Esquema de grupos de fatores determinantes de força (Adaptado de GARCIA MANSO et al. 1996).

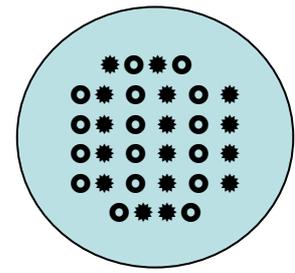
Verheijen (1998) por sua vez esclarece que no futebol de campo o trabalho muscular explosivo é essencial para a maioria das ações, logo o jogador de futebol deve ter músculos que possam desenvolver resistência em um tempo curto. As fibras musculares rápidas são muito convenientes para isso. O jogador precisa mais que velocidade para permanecer no jogo com duração de 90 minutos. O jogador tem que caminhar e correr distâncias consideráveis durante o jogo, por isso, fibras musculares lentas também precisam ser utilizadas no futebol. Pesquisas demonstram que os jogadores profissionais de futebol apresentam mais fibras musculares rápidas do que jogadores amadores, isso, explica por que o atleta top de linha consegue executar ações de velocidade com mais frequência que os amadores. Portanto, todos os tipos de métodos de condicionamento são necessários, desde que estejam adaptados ao contexto do futebol.



1. Músculo de um corredor de maratona



2. Músculo de um corredor de velocidade



3. Músculo de um jogador de futebol

- fibras musculares rápidas
- ✱- fibras musculares lentas

FIGURA 12 - O músculo é construído com fibras musculares lentas e rápidas. Os músculos da perna de um maratonista contêm principalmente fibras musculares lentas (1). Um corredor tem músculos que consiste em larga quantidade de fibras musculares rápidas (2). Um jogador de futebol contém nos músculos da perna os dois tipos de fibras (3). Resistência e velocidade são ambas importantes para o jogador de futebol (Adaptado de VERHEIJEN, 1998).

### 2.5.2 Tipos de Força

O treinamento de força normalmente apresenta como objetivo principal o aumento da força muscular (FLECK & KRAEMER, 1999; BADILLO & AYESTERÁN, 2001; FAIGENBAUM & WESTCOTT, 2001), no entanto é importante, uma vez que o treinamento de força inclui exercícios com pesos livres ou com equipamento de musculação, não confundir, por um lado, essa atividade com modalidades esportivas que solicitam grandes capacidades de força muscular como o levantamento olímpico e os levantamentos básicos (KRAEMER & FLECK, 2001). Por outro, Kelley (1997); Kelley & Kelley (2000); Maiorana et al., (2000); Pu et al., (2001) afirmam que estudos tem demonstrado que programas de treinamento de força podem ser efetivos no aprimoramento da condição física e saúde.

O treinamento de força vem sendo praticado por pessoas de diferentes idades, de jovens, idosos com o objetivo de melhorar o condicionamento físico, evitar lesões esportivas e aumentar o desempenho esportivo, isso se deve em virtude das possíveis adaptações fisiológicas e morfológicas proporcionadas pelo treinamento de força, sendo, portanto, considerado como uma das atividades físicas mais difundidas atualmente (BAECHLE, 1998; FLECK & KRAEMER, 1999).

As metodologias e protocolos de treinamento de força na atividade esportiva são basicamente voltados ao desenvolvimento de três capacidades biomotoras: força máxima, força-velocidade e força resistência (ZATSIORSKY,1999; PLATONOV, 2004; HOLLMANN & HETTINGER, 2005).

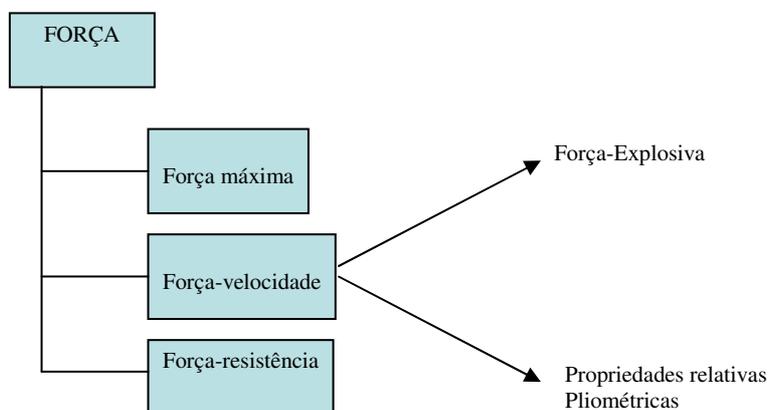


FIGURA 13 - Esquema das três formas de manifestação da força na atividade esportiva

A **Força máxima** ou força propriamente dita representa a maior força disponível que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração máxima voluntária (ROMÁN, 1997; WEINECK, 2003; PLATONOV, 2004). O nível de força máxima manifesta-se na magnitude da resistência externa que o desportista vence ou sustenta com uma mobilização total das possibilidades do seu sistema neuromuscular (PLATONOV, 2004). Pode ser, também definida como a capacidade de desenvolver força capaz de levantar uma carga máxima sem que haja modulação da velocidade de execução (BOSCO, 2007). Entretanto, Weineck (2003) afirma que a força absoluta é maior do que a máxima, e que ela representa a soma da força máxima e da força de reserva, mobilizada somente sob condições extremas. A diferença entre força absoluta e força máxima é denominada “déficit de força” que varia de 30% (em pessoas não treinadas) a 10% (em pessoas treinadas) de acordo com o estado de treinamento. No entanto, a força máxima no ser humano não deve ser confundida com a força absoluta que reflete as possibilidades de reserva do sistema neuromuscular (PLATONOV, 2004).

Todavia a força máxima se distingue em estática e dinâmica. A força máxima estática é produzida, segundo Badillo & Ayestarán (2001), quando o atleta realiza uma contração voluntária máxima contra uma resistência insuperável, também chamada de força isométrica máxima. Os mesmos autores esclarecem que a força

máxima dinâmica é alcançada quando se supera o máximo de carga possível em uma única contração concêntrica. A força máxima e força dinâmica são duas expressões da tensão muscular que se desenvolvem quando as cargas externas a serem vencidas são, respectivamente, muito e pouco elevadas. Conseqüentemente, a velocidade de contração é baixa no primeiro caso e relativamente alta no segundo (BOSCO, 2007). Bompa, (2005) esclarece ainda que o objetivo do treinamento de força máxima é aumentar, durante a ação, a capacidade do jogador recrutar o maior número possível de fibras de contração rápida (CR) e, assim, vencer a resistência. Complementa afirmando que a estimulação do recrutamento das fibras CR só é possível por meio da utilização de cargas pesadas, normalmente entre 70% e 100%. Verheijen (1998) por sua vez se aproxima dos valores apresentados por Bompa (2005) pelos quais credita quatro componentes básicos que integram o método de condicionamento da força máxima:

- Carga: .....80 a 90% da força máxima
- Repetições:.....5
- Séries: .....6-8
- Recuperação:.....3-4 minutos entre as séries.

A **força-velocidade** é a capacidade do sistema neuromuscular mobilizar o potencial funcional com a finalidade de alcançar altos níveis de força no menor tempo possível (PLATONOV, 2004) e se manifesta durante os movimentos contra resistência externa relativamente pequena e é garantida pelas capacidades do aparelho neuromuscular (ANM) que determinam a força muscular de aceleração inicial. Para identificação das características qualitativas da força-velocidade e para resolver os problemas de preparação física especial é racional analisar as relações principais de velocidade de movimentos desportivos com rapidez, com a capacidade geral motora e o potencial de força muscular devido à resistência externa (VERKHOSHANSKI, 2001). Além disso, os principais fatores determinantes do nível da força-velocidade são a coordenação intramuscular e a velocidade de contração das unidades motoras (PLATONOV, 2004). Este mesmo autor descreve que para desenvolver força-velocidade, a utilização conjunta de diferentes métodos de treinamento se mostra eficaz e sugere, recomendados por

Verkhoshanski (1988), uma série de meios comprovados na prática do treinamento de desportistas de alto nível, dentre esses meios destaca-se a utilização de resistências de 90 e 30% de 1 RM, na qual se executam duas séries de 2 ou 3 repetições lentas e um peso de 90%. Depois se executam três séries com seis a oito repetições e um peso de 30% na maior velocidade possível, procurando relaxar os músculos em movimento. A duração do intervalo entre as séries é de 3 a 4 minutos e de 4 a 6 minutos antes da troca da resistência utilizada. Na sessão de treino: duas a três séries com descanso de 8 a 10 minutos de duração.

A **força velocidade** deve diferenciar-se de acordo com a magnitude da força demonstrada nas ações motoras que apresentam diferentes exigências às possibilidades da força potente do desportista, portanto, a força-velocidade executada com uma alta resistência pode ser considerada **força explosiva**, enquanto a força exercida contra uma baixa ou média resistência, com grande velocidade inicial denomina-se de **força de saída** (PLATONOV, 2004). Verheijen (1998) afirma que para o método de condicionamento da força explosiva a carga aplicada fica entre 80 e 100% da força máxima, de 1 a 8 repetições; com séries entre 2 e 6 e com um tempo de recuperação entre as séries de 4.5 a 6 minutos. Verkhoshanski (2001) acrescenta quando se trata de força explosiva que esta se manifesta nos regimes de trabalho isométrico e dinâmico e, no último caso deverá ser superada a resistência externa diferente em valor. Portanto, o esforço máximo é menor do que o valor da força máxima medida durante um esforço máximo isométrico sem limitar o tempo, já no regime dinâmico de trabalho muscular, quando o valor da carga diminui, a diferença dos valores de tempo de força máxima cresce e a correlação entre eles diminui o que comprova diminuição do papel do potencial de força muscular na realização do esforço explosivo com a redução da resistência externa.

A **força rápida** se caracteriza pela capacidade do sistema neuromuscular de movimentar o corpo ou parte dele ou ainda objetos com velocidade máxima (WEINECK, 1999; BADILLLO & AYESTARÁN, 2001). Weineck (2004) afirma que em se tratando de esportes coletivos, especialmente no futebol, a força mais importante apontada é a força rápida e isso se credita em virtude de que forças dominantes que se manifestam nos movimento no jogo de futebol são aceleração e a frenagem.

Bosco (2007) por sua vez, acrescenta com o intuito de complementar a afirmação anterior, que durante a competição nos esportes coletivos o problema é sempre o mesmo: mover-se agilmente, enfrentar rapidamente o adversário, chegar antes do adversário e recuperar-se velozmente, portanto, antes de tudo, a característica biológica fundamental destes esportes é o trabalho intermitente, isto é, uma ação é realizada rapidamente e depois há tempo para se recuperar e essas características são identificadas na tensão muscular que se exterioriza em força muscular. Para melhorar as características da força significa aumentar a velocidade de execução de um determinado movimento, que, no fim é o objetivo primordial do treinamento, portanto, as qualidades mais importantes são a força explosiva, a força rápida e a rapidez de movimento dos membros inferiores e superiores, no entanto é preciso evidenciar que a força rápida difere das demais, tendo em vista que é preciso conservá-la ao longo do tempo, ou seja, uma ação de movimento rápido no início do jogo deve ser mantida em igualdade de condições durante o transcorrer da partida. O método de condicionamento da força rápida credita a carga um percentual entre 60 e 80% da força máxima, de 8 a 10 repetições, de 6 a 8 séries e de 1 a 2 minutos de recuperação entre as séries (VERHEIJEN, 1998).

### **A Resistência de Força**

Para a realização de atividades que requerem do atleta um número elevadíssimo de contrações musculares em um período longo de execução (no caso específico do futebol: em ritmo intermitente) de forma a resistir à fadiga, a qualidade física principal a ser desenvolvida pelo atleta é a resistência aeróbia, ou endurance cardiorrespiratória, entretanto, na metodologia de treinamento do atleta de futebol, a resistência aeróbia (FC entre 130-150 bpm) não deve ser desenvolvida apenas através da realização de percursos longos e de moderada intensidade (AOKI, 2002; WEINECK, 2004; IDE & LOPES, 2004; GOMES & SOUZA, 2008). Os métodos de treinamento devem ser variados, observando-se a aplicação pedagógica de cada um deles, conforme o estágio de desenvolvimento individual do atleta e, ainda, de acordo com os objetivos da periodização dos ciclos de trabalho. Assim sendo, para melhorar o resultado competitivo do atleta, não somente a capacidade cardiorrespiratória deve ser desenvolvida e aprimorada, mas a força muscular irá constituir-se num fator que, se devidamente explorado, permitirá ao atleta um nível de resistência superior ao de seus adversários

(VERHEIJEN, 1998; AOKI, 2002; PLATONOV, 2004; WEINECK, 2004; IDE & LOPES, 2004).

Para o desenvolvimento da força muscular específica do atleta, se utiliza de meios e métodos de treinamento que visem o desenvolvimento da resistência de força. O treinamento da resistência de força provocará nos músculos adaptações funcionais e morfológicas específicas para o trabalho de longa duração, como o aumento das reservas energéticas, aumento do conteúdo das mitocôndrias e maior eficiência das células na extração do oxigênio do sangue. A força de resistência, segundo Bompa (1999) possui a seguinte treinabilidade (Quadro 8).

| Intensidade   | Repetições | Pausa    | Séries | Exercícios | Velocidade     | Freqüência semanal |
|---------------|------------|----------|--------|------------|----------------|--------------------|
| 70-85%        | 15-30      | 8-10 min | 2-4    | 2-3        | Muito dinâmico | 2-3                |
| Curta Duração |            |          |        |            |                |                    |
| 50-60%        | 30-60      | 60-90seg | 3-6    | 3-6        | Média/forte    | 2-3                |
| Média Duração |            |          |        |            |                |                    |
| 50-60%        | -          | 2-5 min  | 2-4    | 4-6        | Média          | 2-3                |
| Longa Duração |            |          |        |            |                |                    |
| 30-50%        | -          | 1-4 min  | 2-4    | 3-4        | Média          | 2-3                |

QUADRO 8 - A treinabilidade da força de resistência (Adaptado de Bompa, 1999).

Verheijen (1998), por outro lado apresenta para o condicionamento da resistência de força quatro componentes básicos conforme quadro 9.

| Intensidade | Repetições | Pausa  | Séries |
|-------------|------------|--------|--------|
| 60-80%      | 15-25      | 45 seg | 3      |

QUADRO 9 – Componentes básicos para o condicionamento da resistência de força (Adaptado de VERHEIJEN, 1998).

Seguindo nesta mesma direção demonstram Ide & Lopes (2004) que as características envolvendo o treinamento que podem levar a uma maior ênfase no incremento da resistência de força são: médio e baixo recrutamento de unidades motoras (intensidades médias e baixas); grande trabalho mecânico, ou seja, alto volume de séries e repetições; caráter metabólico glicolítico e/ou oxidativa com pausas entre as séries insuficientes para a ressíntese de fosfocreatina; presença de ações excêntricas e alta velocidade de execução dos movimentos na fase excêntrica. A par destas características os autores apresentam protocolos com ênfase na resistência de força cujos componentes são o número de série, de repetições, a pausa, as ações musculares e a velocidade de execução. A FIGURA tal destaca um destes protocolos.

| Séries | Repetições | Pausa    | Ações Musculares           | Velocidade de execução    |
|--------|------------|----------|----------------------------|---------------------------|
| 4 a 6  | 20 a 22    | 1 minuto | Concêntricas e excêntricas | Rápida na fase Excêntrica |

QUADRO 10 - Protocolo com ênfase na resistência de força (Adaptado de Ide e Lopes, 2004).

Os mesmos autores fundamentam a utilização do protocolo afirmando que a intensidade está prescrita por zonas de RM e corresponde à máxima carga a ser suportada para realizar de 20 a 22 repetições. Consideram como uma intensidade não tão alta, mas suficiente para recrutar fibras do tipo II. Além disso, afirmam também, que o volume é de aproximadamente 80 a 142 repetições o que leva à utilização de fosfocreatina, glicose e glicogênio muscular como substratos energéticos necessários para a realização de tal trabalho mecânico. Esclarecem ainda que a pausa é considerada como insuficiente para a recuperação completa dos estoques de fosfocreatina, conferindo um caráter metabólico anaeróbio láctico ao protocolo e que tais variáveis, somadas à presença das ações musculares excêntricas realizadas em velocidade alta conferem uma magnitude de micro-traumas adaptativos (e) que podem levar a uma sinalização para processos de reparo e incremento na resistência de força.

Portanto a **força-resistente**, objeto deste estudo é a capacidade de resistir á fadiga em execuções prolongadas de força com cargas submáximas (FLECK & KRAEMER, 1999; PLATONOV, 2004; WEINECK, 2003, 2004; FORTEZA & FARTO, 2007). Esse tipo de força visa uma adaptação da função oxidativa das fibras de contração rápida e lenta. Nesta adaptação incluem-se tanto novos processamentos neuromusculares bem como a formação de novas estruturas contráteis no músculo. Os **critérios** para resistência de força são a intensidade do estímulo, dada em percentual da força de contração máxima, e o volume do estímulo, ou seja, a soma das repetições. O tipo de mobilização energética resulta da intensidade de força, do volume do estímulo e da duração do mesmo (FREY, 1977 apud WEINECK, 2003).

Platonov (2004); Forteza & Farto (2007) descrevem que em diferentes desportos, a manifestação dos tipos de força, a intensidade e a duração do trabalho em condições competitivas são determinantes das particularidades que norteiam a melhora da força resistente dos desportistas, exigindo, portanto, a utilização de metodologias específicas para o desenvolvimento das forças resistentes em cada desporto. Por isso, quando os exercícios de força resistente são escolhidos, uma atenção especial deve ser dada à criação de condições que correspondam ao caráter específico da atividade competitiva.

Também ocorrem adaptações em relação aos mecanismos neuromusculares, representado pela melhora da coordenação intra e intermuscular com maior número de unidades motoras ativadas e redistribuição da atividade mecânica dos grupos musculares envolvidos no movimento (HARRE & LEOPOLD, 1990; DANTAS, 1995). Com o desenvolvimento da resistência de força, se pretende que um número elevado de contrações musculares seja realizado durante um longo tempo e em maior velocidade, sendo a energia necessária para esse trabalho, proporcionada pelo metabolismo oxidativo. Assim, as adaptações provenientes do treinamento da resistência de força proporcionam ao atleta uma maior velocidade no ritmo de deslocamento e, conseqüentemente, a melhora do resultado competitivo (WEINECK, 1991; ZAKHAROV, 1992; VERKHOHANSKY, 1995, 2001).

O futebol sempre foi um esporte muito reticente quanto ao uso da força, e talvez isso tenha contribuído para a escassa literatura sobre o assunto, ou para a pequena quantidade de estudos sobre o efeito do treinamento de força no

futebolista (FRISSELLI & MANTOVANI, 1999), no entanto Golomazov & Shirva (1997) reforçam a necessidade do desenvolvimento da força e da resistência muscular localizada, principalmente dos membros inferiores, como um pré-requisito para o desenvolvimento da resistência em regime de velocidade. Manso; Valdivielso; Caballero, (1996) sugerem, portanto, a utilização de uma metodologia de treinamento direcionada ao desenvolvimento e ao aperfeiçoamento da força especial. A força especial pode ser entendida como a capacidade de tensão que cada grupo muscular pode gerar em uma velocidade específica de execução. Essa definição chama a atenção para o fato de que a força deve ser treinada em uma velocidade específica de movimento e, para tanto, os exercícios selecionados devem utilizar os grupos musculares específicos.

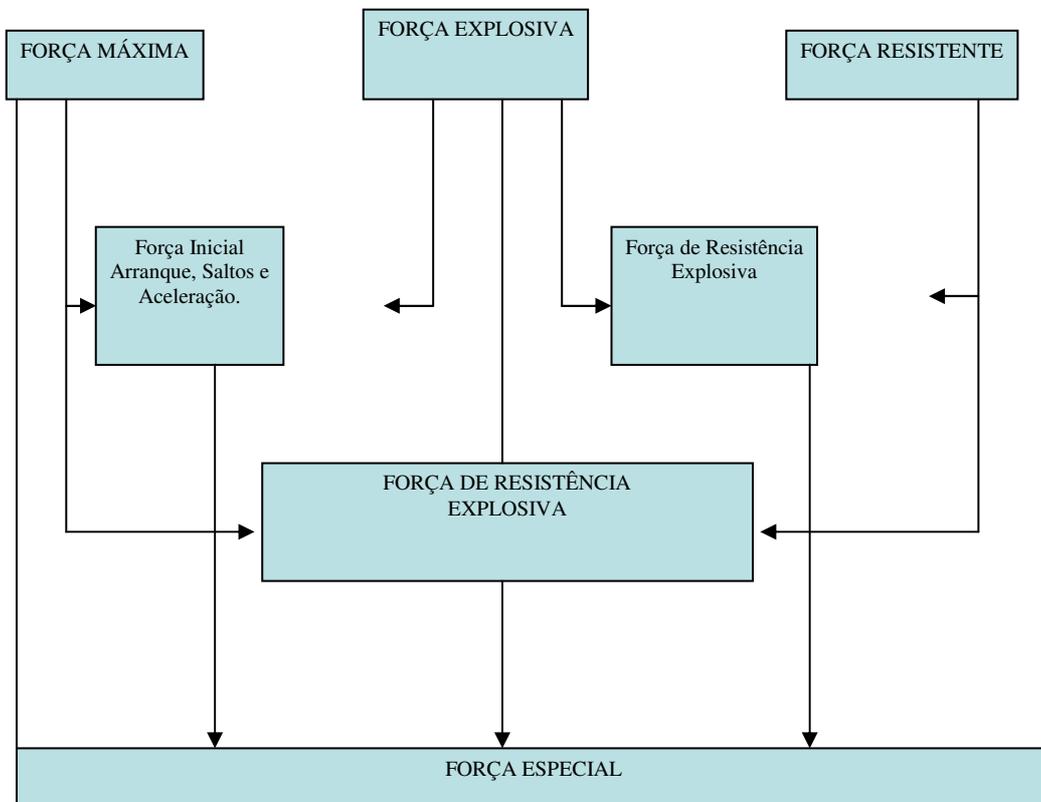


FIGURA 14 – Força especial do futebolista (Adaptado de GOMES & SOUZA, 2008)

Assim, é importante que o treinamento da força especial para o futebolista seja realizado com movimentos que tenham maior relação com as ações motoras de jogo, pois a produção de força é influenciada pela adaptação neural (coordenação dos estímulos do sistema nervoso central, pelas adaptações funcionais dos músculos e pela capacidade de recrutamento das unidades

motoras). Dessa forma, o elevado nível de força muscular não pode ser efetivamente utilizado durante o jogo se o jogador de futebol não é capaz de coordenar a ativação dos diferentes grupos musculares durante o movimento (BANGSBO, 1994).

### 2.5.3 Métodos de Treinamento de Força

Dantas (1998); Weineck (2004) orientam que após a identificação das qualidades físicas intervenientes na modalidade e conseqüente definição dos testes a serem aplicados no início da temporada com o intuito de estabelecer uma prontidão é fundamental, para que haja correspondência adequada às exigências do desporto moderno, a otimização do treinamento de força mediante a escolha e elaboração de procedimentos metodológicos efetivos que permitam diferenciar melhor os tipos de trabalho muscular durante a execução do exercício e vincular de forma orgânica o treino de força às particularidades da competição e do treinamento de uma modalidade específica (PLATONOV, 2004).

Bompa (2001) afirma que a força deve ser vista como uma capacidade a ser refinada por meio de vários métodos e fases de treinamento, visando criar um resultado final, ou seja, a combinação de força específica para o esporte em vez de ser um objetivo em si mesmo. Cada fase deve ser tratada separadamente, a fim de mostrar o método mais apropriado àquela fase em particular, bem como as necessidades dos atletas.

Todos os métodos de treinamento de força são diferentes e produzem efeitos significativamente distintos no rendimento neuromuscular (SIFF & VERKOSHANSKI, 2000). Para tanto, destacam duas correntes metodológicas de treinamento de força. Uma delas defende a especificidade do treinamento, isto é, deveriam ser estimulados os distintos gestos e as formas esportivas de uma maneira o mais parecido possível com o modelo de movimento, a velocidade, a curva força-tempo, o tipo de contração muscular (WEINECK, 2003; FORTEZA & FARTO, 2007), ao passo que na vertente oposta, se encontra a outra tendência, a qual assegura que é suficiente treinar os músculos relevantes sem ter que levar em conta a especificidade do treinamento muscular (FORTEZA & FARTO, 2007).

Encontra-se, portanto, na literatura **métodos de treinamento de força que são por vezes classificados de acordo com os exercícios utilizados**. Forteza & Farto (2007), por exemplo, classificam tanto os exercícios de força específicos como os exercícios gerais em função do regime de contrações:

#### 1. Manifestação ativa da força

- a) Exercícios em regime isométrico (estático).

Foss & Keteyan (2000) descrevem afirmando que em 1953, Hettinger e Muller desencadearam o impulso para pesquisa científica e o estabelecimento de programas de treinamento com resistência isométrica. Neste método de treinamento não se observa uma contração ou um alongamento como se pode observar nos treinamentos dinâmicos positivos ou negativos, mas um desenvolvimento gradual da tensão muscular. Baseia-se, portanto na tensão dos músculos em uma determinada posição da articulação, sem que seu comprimento seja modificado (FOSS & KETEVAN, 2000; McARDLE et al., 2003; WEINECK, 2003; PLATONOV, 2004).

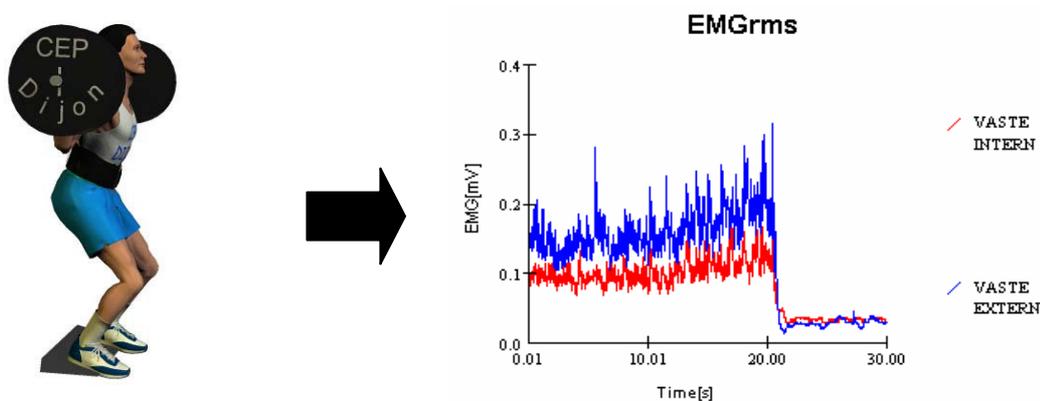


FIGURA 15 - Agachamento pleno isométrico. Com uma carga de 60 a 90% mantendo a posição com os joelhos flexionados 90 graus. Atividade muscular à direita aumenta com a fadiga. (Adaptado de COMETTI, 1988).

Segundo Forteza & Farto (2007) é importante aumentar lentamente a tensão muscular e mantê-la por certo tempo realizando exercícios isométricos, uma vez que o propósito habitual do treinamento isométrico é desenvolver a força absoluta. Complementa o autor afirmando que nesse regime de treinamento, o aumento das qualidades de força é acompanhado por uma redução das possibilidades de rapidez, no entanto, esse método é altamente eficaz quando se combina com o treinamento auxotônico (excêntrico e concêntrico) já que seria produzida uma ativação intensa da musculatura.

Nesta direção, Cometti (1988) afirma que dois métodos integram esse método: a) O **Método isométrico até a fadiga** que consiste em manter uma posição até a completa exaustão, conforme mostra a figura 16. b) **Método estático-dinâmico** que consiste em um movimento de flexão, em seguida de extensão com uma parada (estático) de 2 segundos. Na sequência uma extensão explosiva.

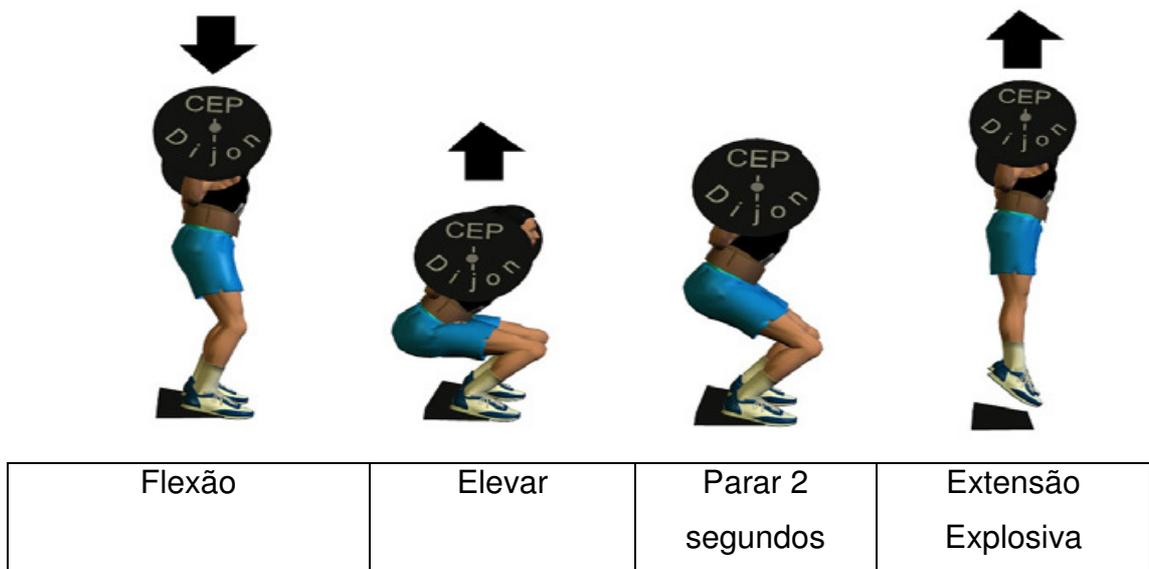


FIGURA 16 - Estático-dinâmica (1tempo) em um agachamento. A carga é 60-70% para 6 repetições. (Adaptado de COMETTI, 1988,).

Platonov (2004) explica que a força adquirida por meio deste tipo de treino é pouco aplicável no trabalho de caráter dinâmico e exige um período de treino específico, orientado para o trabalho de força durante contrações dinâmicas.

Weineck (2003) por sua vez afirma que o treinamento isométrico nunca deve ser isoladamente empregado para a melhoria da força máxima, força rápida e da resistência de força, pois segundo ele o método apresenta alguns fatores limitantes: os aumentos de força são correspondentes aos ângulos de treinamento; pouca transferência do treinamento isométrico para o desempenho. Complementa relatando que o método em questão é altamente eficaz quando combinado com treinamento excêntrico e concêntrico, por ativar intensamente a musculatura e esgotar a capacidade coordenação muscular.

Já Bosco (2000) ressalta que o treinamento isométrico obedece à falta de especificidade. Mesmo assim, Counsilman (1995) justifica o emprego do método de treinamento em nadadores uma vez que o objetivo da preparação exige o desenvolvimento das diferentes manifestações de força aplicada a fases diferentes do movimento, provocando a necessidade de aplicar uma série de exercícios afins para cada uma dessas fases.

b) Exercícios em regime anisométrico.

I. Exercícios em regime anisométrico concêntrico.

Segundo Cometti () este método para ser eficaz na ação concêntrica se deve tentar sincronizar voluntariamente as unidades motoras. Neste caso não há nenhuma ajuda externa, como no caso da pliometria ou sincronização imposta pelo ambiente. Bosco (1985; 1994) afirma que para o mesmo desempenho de relaxamento realizado nas ações concêntricas (*squat jump e counter mouvement jump*), a atividade elétrica do músculo é muito maior nos trabalhos concêntricos.



FIGURA 17 - Exemplo de exercício: Trabalha ações concêntricas (máquina-glútea).

Cometti (1998) classifica, conforme mostra a figura 21, cinco métodos que integram o método concêntrico.

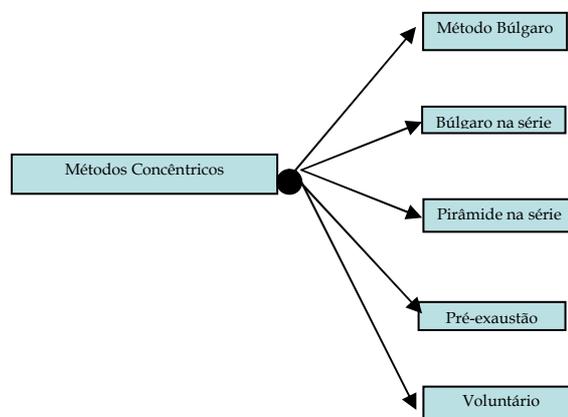


FIGURA 18 - Métodos Concêntricos. (Adaptado de COMETTI, 1988,)

O **método búlgaro** consiste em uma mesma sessão de utilizar cargas pesadas e leves, sendo executadas de forma rápida.

O **método búlgaro** na série consiste em alternância na mesma série de cargas pesadas e leves, ou seja, exigem mudanças de carga durante a série.

O **método da pirâmide** na série implica também uma mudança nas cargas durante as repetições.

O **método pré-exaustão** consiste em realizar um exercício de isolamento seguido de um exercício estrutural (SFORZO & TOUEY, 1996). O objetivo deste método é levar a musculatura à exaustão (fadiga), através da utilização de alavancas que favoreçam uma maior solicitação da musculatura principal. Pode-se citar como exemplo a pré-exaustão do quadríceps onde se realiza inicialmente o exercício de extensão do joelho e em seguida o exercício agachamento ou leg-press. Embora esse método não possua fundamentação, acredita-se que um maior estímulo de treinamento seria proporcionado para a musculatura pré-exaustada. A prática do método da pré-exaustão tornou-se popular entre os levantadores de peso e também entre os fisiculturistas (FLECK & KRAEMER, 2002).

O **método de trabalho voluntário** é baseado em um esforço envolvendo apenas a fase concêntrica. Este método é eficaz para o período de competição. Em um exercício com uma carga de 60%, levantar a barra até o tórax e, em seguida após um relaxamento muscular empurrar a barra explosivamente.

Badillo & Aystarán (1999; 2001) descrevem de forma similar outra classificação quando se trata do método de treinamento concêntrico:

**a) Método de Intensidades máximas I.**

O esforço ocorre mediante o maior número possível de repetições por série ou uma a menos. Com efeito, sobre a força máxima.

**b) Método de Intensidades máximas II.**

O esforço ocorre mediante o maior número possível de repetições por série ou uma a menos. Com efeito, sobre a força máxima.

**c) Método de Repetições I.**

O esforço ocorre mediante o maior número possível de repetições por série, podendo haver uma variante. Com efeito, sobre a força máxima.

**d) Método de Repetições II.** O esforço ocorre mediante o número máximo de repetições. Com efeitos na força máxima.

**e) Método de Repetições III.**

Não se esgota o número máximo de repetições por série. Se deixa uma margem de 2 a 6 sem realizar. **Com efeito, generalizado.**

f) **Método Misto: pirâmide.**

Máximo número de repetições por série e algumas com menos e cargas mais baixas. Com efeitos múltiplos.

g) **Método Concêntrico Puro.**

Não se esgota o número máximo de repetições por série. Se deixa uma margem de 2 a 5 sem realizar. Com efeito, sobre a força explosiva.

h) **Método de Contraste.**

Alternar séries de 8 a 12 repetições, e suas variações crescentes e decrescentes, levando em consideração o ajuste das cargas

i) **Método baseado na potência de execução.**

O método baseado na potência de execução, por sua vez prevê uma carga entre 20 e 70%, com uma potência de 50 a 100%, sendo que as séries são automatizadas, a intensidade e potência 90% com o mínimo da potência conseguida com a carga de treinamento.

|                           | <b>Método a)</b> | <b>Método b)</b> | <b>Método c)</b> | <b>Método d)</b> | <b>Método e)</b> | <b>Método f)</b> | <b>Método g)</b> |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Intensidade (%1RM)</b> | 90-100           | 85-90            | 80-85            | 70-80            | 60-75            | 60-100           | 60-80            |
| <b>Repetições</b>         | 1-3              | 3-5              | 5-7              | 6-12             | 6-12             | 1-8              | 4-6              |
| <b>Séries</b>             | 4-8              | 4-5              | 3-5              | 3-5              | 3-5              | 7-14             | 4-6              |
| <b>Pausa</b>              | 3-5 m            | 3-5 m            | 3-5 m            | 2-5 m            | 3-5              | 3-5              | 3-5              |
| <b>Velocidade</b>         | Máxima explosiva | Máxima possível  | Média alta       | Média Alta       | Média no Máximo  | Média Máxima     | Média explosiva  |

QUADRO 11 - Métodos concêntricos quanto a Intensidade, Repetições, Séries, Pausa e Velocidade de Execução. (Adaptado de BADILLO & AYESTARÁN, 1999).

**Exercícios em regime anisométrico excêntrico.**

Cometti (1988) descreve que o **método excêntrico** consiste em movimentos com alongamento muscular.



Flexão em uma perna (fase excêntrica)

Sobre dois apoios (fase concêntrica)

FIGURA 19 - Regime de contração excêntrica. (Adaptado de COMETTI, 1988).

O trabalho excêntrico leva muito tempo para promover no atleta recuperação, por isso é conhecido por causar dano profundo no músculo. No nível das fibras existe um grande número de fibras necróticas especialmente fibras do tipo II. Como essa existe outras alterações, como mostra a FIGURA tal, provocadas pelo método quando da sua aplicação. Motivo pelo qual é importante se ter em mente trabalhar juntamente com o excêntrico e concêntrico, bem como, assegurar uma recuperação relativamente longa entre os trabalhos excêntricos.

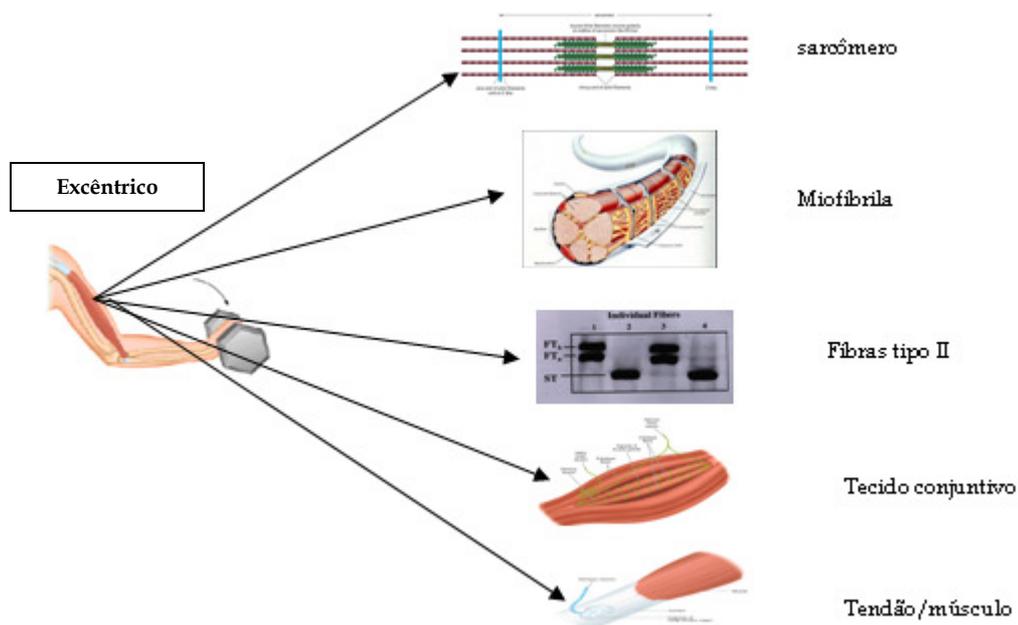


FIGURA 20 - Influência do trabalho excêntrico sobre o músculo (Adaptado de COMETI, 1988).

A figura 24 mostra duas formas de trabalhar o método excêntrico. O primeiro preconiza que o atleta efetue 4 repetições excêntricas com uma carga de 100%, e 6 com concêntricas com 50%. Já o segundo preconiza que o atleta efetue uma flexão sustentando uma barra com uma carga de 120% e em seguida faça uma extensão com 80%. Neste caso é preciso um aparelho em que se possa durante a execução da tarefa alterar a carga.

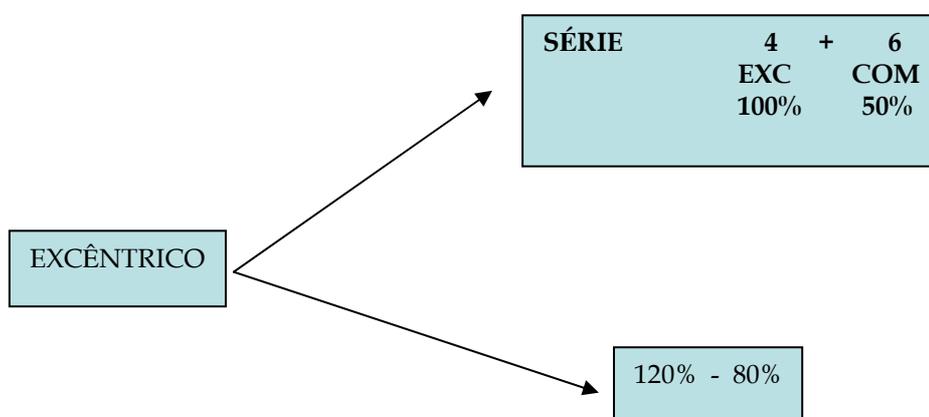


FIGURA 21 - Métodos Excêntricos (Adaptado de COMETTI, 1988,)

c) Exercícios em regime isocinético.

O **método isocinético** compreende o emprego de um aparelho especial que se ajusta automaticamente à resistência do movimento, controla sua velocidade e assegura que os músculos suportem uma carga máxima em toda amplitude do movimento (FORTEZA & FARTO, 2007). Em virtude disso há um consenso entre vários autores de que esse método de treinamento é aconselhável à natação (WEINECK, 1999; BOSCO, 2000).

Forteza & Farto (2007) citando Garcia Manso (1999) e Ehlenz et al., (1990) apresenta suas respectivas propostas de treinamento isocinético:

| Intensidade | Repetições | Pausa | Séries | Exercícios | Velocidade | Freq./semanal |
|-------------|------------|-------|--------|------------|------------|---------------|
| Máxima      | 1-4        | 3-6s  | 3-5    | 3-5        | Específica | 1-2           |

QUADRO 12 - Aplicação Básica do treinamento isocinético. (Adaptado de GARCIA MANSO, 1999 citado por FORTEZA & FARTO, 2007).

| Intensidade | Repetições | Séries | Freqüência semanal |
|-------------|------------|--------|--------------------|
| 100%        | 5          | 5-6    | 2                  |
| 70%         | 50         | 5-6    | 2                  |
| 50%         | 100        |        | 2                  |

QUADRO 13 - Aplicação Básica do treinamento isocinético. (Adaptado de EHLENZ et al., 1990 citado por FORTEZA & FARTO, 2007).

## 2. Manifestação reativa da força

### a) Pliometria

As contrações pliométricas são todas aquelas que se compõe de uma fase de estiramento seguida imediatamente de outra de encurtamento. Portanto, a maioria das ações que se realiza na vida ordinária é de caráter pliométrico. Na prática desportiva se associam com este tipo de contração especial os saltos, os lançamentos e os golpes tanto em situação de competição quanto em treinamento (BADILLO & AYESTARÁN, 1999).

Complementando, os autores acima citados afirmam que o caráter do esforço neste tipo de trabalho deve diminuir muito pouco a velocidade/potência da execução. Além disso, afirmam também, por um lado, que os efeitos do treinamento pliométrico atingem todos os processos neuromusculares, principalmente sobre os mecanismos inibidores e facilitadores da contração muscular. Por outro, não melhora a força máxima em indivíduos muito treinados.

Entretanto, em um estudo recente, Sedano Campo et al., (2009) concluíram que em um programa de 12 semanas com trabalho pliométrico pode melhorar a força explosiva em atletas de futebol feminino e que estas melhorias podem ser transferidos para o desempenho chute em termos de velocidade da bola. Esclarecem ainda, que os jogadores precisam de tempo para transferir essas melhorias em força para a tarefa específica e que o treinamento de futebol regular

pode manter as melhorias a partir de um programa de treinamento pliométrico por várias semanas.

Já a intensidade se caracteriza por saltos simples para superar pequenos obstáculos, **baixa intensidade**; multisaltos com pouco deslocamento e saltos em profundidade desde pequenas alturas (20-40 cm.) **média intensidade**; multisaltos com deslocamentos amplos, saltos em maiores profundidades desde maiores alturas e saltos com grandes cargas, **intensidade alta**. Desta forma é possível creditar no trabalho pliométrico, com o intuito de se obter os efeitos desejados, 5 a 10 repetições por série, 3 a 5 séries, pausas de 3 a 10 minutos entre as séries e com velocidade máxima/explosiva.

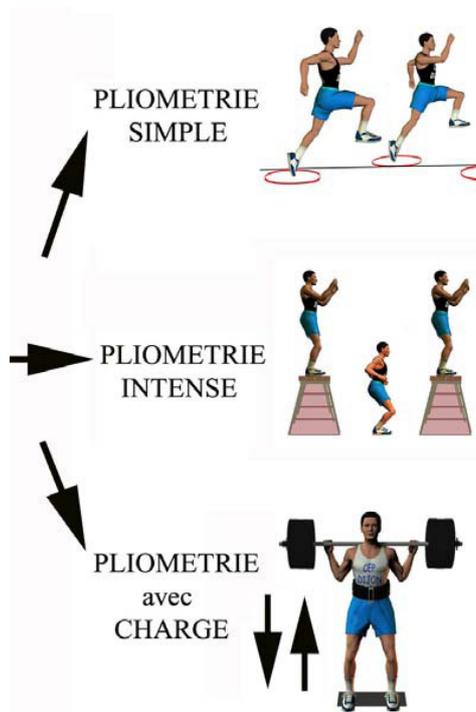


FIGURA 22 - Métodos Pliométricos. (Adaptado de COMETTI, 1988)

Indo na mesma direção, Zatsiorsky & Kraemer (2004) apresentam uma classificação como uma taxonomia dos exercícios de força. Para tanto, orientam que existe três meios para alcançar a máxima tensão muscular:

1. Utilizar uma carga máxima (exercitar-se contra uma resistência máxima) – que é o **método de esforço máximo**. A abordagem do esforço máximo é considerada superior para melhorar tanto a coordenação motora intramuscular quanto a intermuscular: o número máximo de unidades motoras é ativado com uma frequência de descarga ideal. Ao se usar este método de treinamento, a magnitude

da resistência deve ser próxima do peso máximo de treinamento. Se o objetivo do treinamento é treinar o movimento, o número recomendado de repetições por série é de 1 a 3. Porém, quando o objetivo é treinar os músculos, o número de repetições aumenta. Sua limitação fica por conta do alto risco de lesões e supertreinamento. Baixo potencial para estimular a hipertrofia muscular.

2. Utilizar cargas não máximas até a exaustão; durante as repetições finais, o músculo desenvolve a maior força possível em estado de fadiga – método de esforço repetido. Por um lado, tanto este método quanto o de esforço submáximo apresentam características semelhantes de induzir o músculo a hipertrofia, por outro, são diferentes em relação treinamento da força muscular. O método de esforço repetido melhora especialmente a coordenação neuromuscular requerida para máxima produção de força, já o outro não.

3. Utilizar (arremessar) uma carga não máxima com a maior velocidade alcançada – **método de esforço dinâmico**.

Observação: Junto a estes métodos, a utilização de cargas não máximas com um número intermediário de repetições (que não leve à completa exaustão) funciona como um método de treinamento suplementar (**método de esforço submáximo**).

### 2.5.3.1 Métodos de Treino para a Força Resistência

Método do **Treinamento em Circuito** - (condicionamento físico e resistência muscular).

Os métodos de força resistência devem estar de acordo com as exigências da competição, ou seja, a resistência a superar é superior à da competição; a duração do estímulo está diretamente relacionada com a competição; o número de repetições por série supera o de qualquer outro método de treino, e a pausa entre séries é mais curta; a semelhança entre estímulo de treino e competição deve ser mantida ao nível do padrão de movimento; o estado da capacidade de força deverá ser constantemente controlado; um efeito fisiológico dirigido e controlado deve ser tido como um objetivo a privilegiar (BADILLO & AYESTARÁN, 1995).

Estes mesmos autores são apologistas de que quando se estabelece um programa de treino de força resistência, dever-se-á ter em conta as várias formas de manifestação da força (**força máxima, força explosiva, resistência de força e resistência de força rápida**), e a capacidade de resistência (**aeróbia, anaeróbia**)

que influenciam cada modalidade desportiva. O trabalho a realizar será organizado em função destes pressupostos. A seqüência dos exercícios esteja baseada na montagem alternada por segmento, o que significa alternar, por exemplo, exercícios para membros superiores e exercícios para membros inferiores.

Badillo & Ayestarán (1995); Ortiz Cervera (1996); Bompa (1999) com base no transcrito nos dois parágrafos anteriores afirmam que um dos métodos mais preferidos para a melhoria da força resistência é o **treinamento em circuito**.

O método consiste em realizar diversos exercícios com um intervalo controlado mínimo (aproximadamente 15 segundos), ou sem intervalo, entre eles. Além disso, é um dos únicos em que a carga deve ser moderada. Isso significa trabalhar próximo de 40 a 80% de 1 RM (repetição máxima), com um número de repetições entre 10 e 20/30, utilizando-se normalmente 1, 2 ou 3 passagens. O número de exercícios é definido conforme o objetivo e o grau de treinabilidade do praticante, e pode-se utilizar mais de uma passagem pelo circuito.

Letzelter (1990) propõe por um lado, quando se trata da resistência de força rápida, 3 a 5 séries de 8 a 20 repetições à máxima velocidade, com uma carga de 30 a 70% de 1 RM e intervalo de recuperação de 60" a 90" (**método intensivo por intervalos**). Por outro, quando se trata de desportos de resistência com baixos níveis de força, propõe a realização de 3 a 5 séries de 20 ou mais repetições, com 30-40% de 1 RM e com recuperação entre 30" e 60" (extensivo por intervalos).

Nesta mesma perspectiva, Badillo & Ayestrán (1995); Bompa (1999) consideram ainda que nos desportos em que a força máxima e a força explosiva - perante grandes resistências - jogam um papel preponderante, deverão realizar-se 3 a 4 séries de 6 a 8 repetições.

|                           | <b>Força Resistência Potência</b> | <b>Força Resistência Curta Duração</b> | <b>Força Resistência Média Duração</b> | <b>Força Resistência Longa Duração</b> |
|---------------------------|-----------------------------------|--|--|--|
| <b>Intensidade (%1RM)</b> | 50-70                             | 50-60                                  | 40-50                                  | 30-40                                  |
| <b>Repetições</b>         | 15-30                             | 15-30                                  |  |  |
| <b>Séries</b>             | 2-4                               | 3-6                                    | 2-4                                    | 2-4                                    |
| <b>Pausa</b>              | 5-7                               | 60" – 90"                              | 2-5                                    | 1-4                                    |

|                           |                |            |       |       |
|---------------------------|----------------|------------|-------|-------|
| <b>Nº de Exercícios</b>   | 2-6            | 3-6        | 4-8   | 4-6   |
| <b>Velocidade</b>         | Muito dinâmica | Média alta | Média | Média |
| <b>Freqüência Semanal</b> | 2-3            | 2-3        | 2-3   | 2-3   |

QUADRO 14 – Métodos de treino da força resistência consoante a duração dos eventos. (Adaptado de BOMPA, 1999).

#### 2.5.4 Periodização do Treinamento de Força

Qualquer atividade física leva a modificações anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e psicológicas, e sua eficiência resulta da sua duração, distância e repetições (volume); da carga e da velocidade (intensidade), além da freqüência da realização dessa carga (densidade). Ao planejar a dinâmica do treinamento é importante considerar esses aspectos como variáveis do treinamento e por conseqüência disso a manipulação destas variáveis deve estar de acordo com as características funcionais e psicológicas da competição (BOMPA, 2001; 2002).

Barbanti et al., (2004) descrevem que o simples fato de executar exercícios de treinamento de força não garante ganhos ótimos de força e hipertrofia. A efetividade de qualquer programa de treinamento está na aplicação correta de princípios científicos na sua organização. A organização dos programas necessita de um bom controle das variáveis descritas acima. Desta forma, algum tipo de periodização deve ser aplicado. No treinamento de força o termo periodização ganhou uma nova conotação.

Tradicionalmente periodização significa a divisão do tempo total de treinamento em períodos específicos com o objetivo de obter o maior rendimento esportivo num determinado momento, no entanto, a periodização aplicada ao treinamento de força adquiriu o significado de variação sistemática e planejada na distribuição da carga de treinamento. Seu objetivo principal é a otimização do princípio da sobrecarga na tentativa de causar sucessivas adaptações no sistema

neuromuscular (DANTAS, 1998; FRISSELLI & MANTOVANI, 1999; BOMPA, 2001; 2002; WEINECK, 2003; 2004 PLATONOV, 2004).

Além disso, a literatura da área explica que programas de treinamento de força periodizados resultam em maiores ganhos de força que programas não periodizados independente da utilização de séries simples ou séries múltiplas de exercícios (KRAMER, STONE, O'BRYANT, CONLEY, JOHNSON, NIEMAN, HONEYCUTT & HOKE, 1997; RHEA, BALL, PHILLIPS & BURKETT, 2002; WILLOUGHBY, 1991), bem como são mais eficientes que não periodizados para promover maiores alterações na composição corporal (SCHIOTZ, POTTEIGER, HUNTSINGER & DENMARK, 1998) e no desempenho motor (salto vertical, habilidades esportivas) (KRAEMER, RATAMESS, FRY, TRIPLETT-MCBRIDE, KOZIRIS, BAUER, LYNCH & FLECK, 2000).

Nesta direção Rhea et al., (2002) reportam sobre os modelos de periodização linear e não linear ou ondulados. Sendo que o primeiro representa o modelo clássico de periodização que preconiza uma diminuição progressiva do volume com concomitante aumento da intensidade dentro dos ciclos de treinamento. Já o modelo não linear ou ondulado preconiza alterações freqüentes (semanais ou até mesmo diárias) na intensidade e volume de treinamento. Acredita-se que os programas de caráter ondulado colocam um maior estresse no sistema neuromuscular devido a rápida e contínua alteração dos estímulos. A investigação científica tem demonstrado que estes programas são mais eficientes para o aumento da força e da massa muscular (RHEA et al., 2002; RHEA, PHILLIPS, BURKETT, STONE, BALL, ALVAR, & THOMAS, 2003; ALVAR et al., 2003).

Desta forma, a periodização do treinamento de força pode ser entendida como uma divisão organizada do treinamento anual ou semestral dos atletas na busca de prepará-los para alcançar objetivos previamente estabelecidos (forma esportiva). Segundo Ozolin, (1989) a aquisição, manutenção e perda temporal da forma esportiva se identificam em uma periodização do treinamento como sendo os períodos: preparatório (relativo a aquisição da forma esportiva), competitivo (relativo à manutenção da forma esportiva) e transitório (responsável pela perda temporária da forma esportiva).

Forteza & Farto (2007) descrevem que a forma comumente concentrada de preparação de atletas é a organização do treinamento por meio de períodos e

etapas. Essa forma de estruturar o treinamento esportivo possui o russo L. Matveev como seu idealizador, sendo criada na década de 1960, perdurando até nossos dias. No entanto, estudos foram realizados com o intuito de complementar e aperfeiçoar a periodização de Matveev, como é o caso de Gambetta (1990) quando afirma que o modelo Matveev é válido somente para as primeiras fases do treinamento e, outros, como Weineck (1989); Verkoshansky (1990) se pronunciaram sobre o assunto com a intenção de rompimento, tendo em vista o primeiro entender que o modelo em questão não permite desencadear nos atletas os processos adaptativos para uma nova capacidade de aumento de resultados. Já o segundo considera o modelo próprio para de nível médio e não para atletas de ponta.

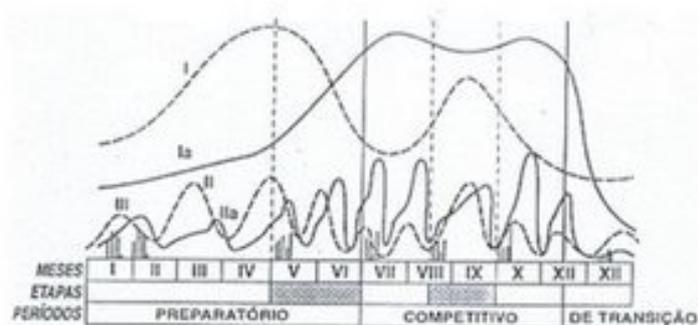


FIGURA 23 - Periodização clássica de Matveev (adaptado de Forteza e Farto, 2007).

Zatsiorsky & Kraemer (2004) escrevem que a distribuição do exercício e da carga de um treinamento em certo período, ou a periodização do treinamento no tempo é um assunto de importância fundamental para a preparação do atleta. Esclarecem ainda que nessa distribuição estão dois problemas que precisam atenção especial: distribuição de intervalo de repouso e a montagem da seqüência de exercícios. Além disso, afirmam que o treinamento pode ser dividido em unidades estruturais de treinamento, ou seja, sessão de treinamento, dia de treinamento, microciclo, mesociclo, macrociclo, ciclo olímpico, treinamento em longo prazo ou treinamento multianual. No planejamento de curto prazo (2 a 6

semanas) não é aconselhável ter mais de dois ou três objetivos em um micro ou mesociclo, portanto, para melhorar o desempenho dos atletas se diminui o número de objetivos de um microciclo mediante a utilização de programas especiais.

A dinâmica do volume nas diferentes fases de treinamento depende das características do esporte, dos objetivos do treinamento, das necessidades do atleta e o calendário de competições (COSTA, 1998; DANTAS, 1995; 1989; NAVARRO, 2000; BOMPA, 2001; 2002; FORTEZA & FARTO, 2007). Estudos demonstram que o volume de treinamento é um somatório do total do número de repetições realizadas durante a sessão de treino multiplicado pela resistência, e que produz respostas neurais, hipertróficas, metabólicas e hormonais e, subsequentes adaptações ao treinamento de resistência (HAKKINEN et al., 1987; 1988; DOLEZAL, 1998; COLLINS, 1986; GOTSHALK, 1997; KRAEMER, et al., 1993; MULLIGAN, 1996).

Portanto, Costa (1998); Dantas (1995; 1989); Navarro (2000); Bompa (2001; 2002); Forteza e Farto (2007) descrevem que o volume é considerado o primeiro componente do treinamento e é considerado como pré-requisito para o elevado desempenho técnico, tático e físico. Integram o volume:

- O tempo de duração do treinamento.
- A distância realizada ou o peso levantado por unidade de tempo.
- As repetições de um exercício ou de um elemento técnico que o atleta realiza em um dado período, sendo que as repetições de um exercício consistem de duas fases, a ação concêntrica do músculo e a ação excêntrica do músculo (BOMPA, 2001; 2002; FLECK et al., 2002; TOIGO & BOUTELLIER., 2006; ZATSIORSKY & KRAEMER, 2004).

Integram a intensidade:

A variável intensidade é o componente qualitativo do trabalho (DANTAS, 1995; NAVARRO, 2000; BOMPA, 2001; 2002) e pode ser descrita de duas formas conforme orienta Fry, (2004):

a) percentual da força máxima (% 1RM), determinada a partir do teste de uma repetição máxima (1RM), freqüentemente chamada de intensidade relativa. Para exemplificar este componente Ide & Lopes (2004) demonstram conforme o que segue:

- 1 RM (100%) no supino = 100 kg;

- Intensidade de treino = 70% ;
- Carga de treino = 70 kg.

b) cargas ou zonas de repetições máximas (RM), baseada na maior carga que o indivíduo pode suportar para determinado número de repetições (COSTA, 1998; DANTAS, 199; NAVARRO, 2000; BOMPA, 2001; 2002; FRY, 2004; FORTEZA & FARTO, 2007).

Intensidade de 8 a 10 RM.

- A primeira sessão será considerada como uma tentativa e erro, até achar o máximo de carga para tal zona de RM;
- Se o indivíduo realizou menos de 8 RM para determinado exercício, indica que a carga está acima da intensidade prescrita; se realizou mais de 10 RM, indica que a carga está abaixo da intensidade prescrita (IDE & LOPES, 2004).

A repetição máxima (RM) por sua vez é o número máximo de repetições por série que pode ser executado com determinada carga, ou seja, é executada até a fadiga voluntária momentânea (FRISSELLI & MANTOVANI, 1999; BOMPA, 2001; 2002; WEINECK, 2003; 2004 PLATONOV, 2004; HOLLMANN & HETTNGER, 2005).

Integram a densidade de treinamento

Bompa (2002) descreve a frequência na qual um atleta executa uma série de estímulos por unidade de tempo é denominada densidade de treinamento, que diz respeito à relação, expressa em tempo, entre as fases de trabalho e de recuperação. Uma densidade apropriada assegura a eficiência do treinamento e evita que o atleta atinja um estado crítico de fadiga ou a exaustão. Portanto, ao projetar um programa de treinamento de força, este conjunto de variáveis deve ser considerado (BAECHLE et al., 2000; KRAEMER et al., 2002). Kreider (1998) complementa afirmando que se na fase de processo/treinamento ocorrer erros na aplicação em qualquer uma dessas variáveis poderia teoricamente resultar em excesso, ou seja, a síndrome do supertreinamento (*overtraining*).

Delorme e Watkins (1948) foram os primeiros a determinar a importância do treinamento com cargas progressivas para o aumento da força e ganhos hipertróficos na musculatura esquelética. O estudo clássico de Berger (1962) recomendava o uso de séries múltiplas para promoção de ganhos significantes na quantidade de força, fator presente até hoje na organização de programas de

treinamento. Bompa (2001) afirma que a fase de treinamento norteia o número de séries por sessão, segundo ele na fase preparatória em função da utilização de vários grupos musculares um número maior de exercícios é executado com menos séries. À medida que a fase competitiva se aproxima o treinamento se torna mais específico e o número de exercícios diminui, quando o número de séries aumenta, porém, durante a fase competitiva tudo é reduzido, incluindo o número de séries.

Já Robinson et al, (1995) credita ao intervalo de recuperação entre as séries como sendo um fator importante podendo ser manipulado para que os objetivos sejam atingidos. Essa variável tem influência direta no volume total completado durante uma seqüência de um determinado exercício, podendo, assim, afetar o ganho de força (PROTZEK et al., (2009). Tal efeito foi observado em variáveis cardiovasculares, metabólicas e fisiológicas após uma sessão aguda de saltos em atletas de futebol americano bem como no desempenho das séries subsequentes, nos estudos de (FLECK, 1988; KRAEMER et al., 1997). Nesta mesma direção Balson et al., (1992) relatam que durante a execução dos exercícios de alta intensidade, a ressíntese de adenosina trifosfato (ATP) é suprida basicamente pelas vias metabólicas anaeróbias alática e láctica, e o predomínio de uma dessas vias nesse processo depende da intensidade, volume e pausa entre a séries. Bompa (2001) esclarece que o intervalo de recuperação (IR) é uma função de carga empregada no treinamento, do tipo de força que está sendo desenvolvida e da taxa de explosão na realização da tarefa. Caso seja empregado um IR inadequado entre as séries conseqüências negativas para o organismo ocorrerão, neste caso se destaca a fadiga muscular local e do sistema nervoso.

## 2.6. Treinamento da Resistência

### 2.6.1. Adaptações fisiológicas ao exercício

Os exercícios físicos podem ser classificados de acordo com a intensidade e duração da atividade, tendo em vista as distintas fontes energéticas utilizadas na ressíntese de ATP, sem o que não há possibilidade de obtenção de energia mecânica, ou seja, do movimento corporal proporcionado pela contração da musculatura esquelética. Existem três fontes de energia a serem consideradas (MCARDLE et al., 2003).

1. A primeira fonte é o **Metabolismo ATP-PC** - São as atividades de maior componente estático. Esta fonte é utilizada nas atividades de maior intensidade possível e, por consequência, duração muito curta. A fonte de energia deste metabolismo advém da fosfocreatina (PC), composta pela creatina (C) ligada ao fósforo (P). Quando há quebra desta ligação de alta energia, pela ação da enzima creatinoquinase (CK), há liberação de energia útil, que permite a ressíntese de ATP. Quanto maior a quantidade de PC disponível na musculatura, maior é a possibilidade de desempenho dos indivíduos que se utilizam desta fonte energética no exercício. O substrato energético disponível deposita-se no músculo que está sendo utilizado. Não há meio de aumentar o depósito de fosfocreatina sem que ocorra hipertrofia muscular (CARVALHO, 2006).

2. A segunda fonte é o **Metabolismo do ácido láctico** – Neste metabolismo, a ressíntese de ATP decorre da desintegração parcial de glicose, deixando como resíduo o ácido láctico. Provoca aumento das concentrações de lactato, que representa a causa de limitação desta fonte energética. O fator limitante, portanto, ao contrário do ATP-PC, não é o esgotamento da reserva energética, mas sim o acúmulo do lactato (acidose metabólica), que causa impotência funcional, “travando” a musculatura. O aprimoramento desta fonte energética depende principalmente do aumento da tolerância à acidose láctica. Os exercícios nos quais predomina este metabolismo são de grande intensidade, embora menor do que a do metabolismo ATP-PC, e de curta duração, entretanto, maior que do a do metabolismo ATP-PC (CARVALHO, 2006).

3. A terceira fonte é o **Metabolismo Aeróbio** – São as atividades de maior componente dinâmico. Esta fonte é utilizada nas atividades de longa duração e, em consequência, de menor intensidade. Têm como fonte energética macronutrientes (carboidratos, gorduras e proteínas), que são desintegrados de modo completo até darem como resultado final água e CO<sub>2</sub>, liberando energia para ressíntese de grande quantidade de ATP. Neste metabolismo, as reações químicas ocorrem sempre com a participação do oxigênio, sendo de grande importância para o bom desempenho do sistema cardiorrespiratório, com as suas três engrenagens: pulmonar, cardiocirculatória e celular (CARVALHO et al. 2006; MCARDLE et al., 2003).

### **2.6.2. A Resistência e a metodologia de seu aperfeiçoamento**

Tradicionalmente, acredita-se que uma grande estimulação da aptidão cardiorrespiratória é capaz de sustentar durante algum tempo, qualidades mais específicas como a Resistência de Força Anaeróbia e Força Rápida. Assim, o período de preparação para atletas de **futebol** é dividido em pequenos, médios e grandes ciclos de treinamento, onde inicialmente acontece uma grande estimulação do metabolismo aeróbio para posterior implementação de exigências de velocidade, força, coordenação e técnica específicas do desporto (ARRUDA et al. 2004).

O futebol é um jogo extremamente complexo do ponto de vista fisiológico, com ações específicas que evidenciam uma tipologia de esforço de grande diversidade e que, em termos metabólicos, apelam a fontes energéticas claramente distintas (BALAKIAN et al, 2003). De fato, o futebolista, dada à natureza intermitente do seu esforço e a ampla faixa de intensidades que o caracteriza, tem de privilegiar no seu treino aspectos tão distintos como o desenvolvimento da força explosiva, da velocidade, da resistência anaeróbia e da resistência aeróbia. Entre os distintos sistemas energéticos que sustentam as ações de jogo, vários têm sido os autores que referem o metabolismo aeróbio como constituindo o suporte energético fundamental para uma partida de futebol (SANTOS & SOARES, 2001).

Sob essa perspectiva, Frisselli & MANTOVANI (1999); Weineck (2004) relatam que a resistência, neste caso, se manifesta de forma muito variada dependendo das transformações bioquímicas e da forma como a energia é

solicitada. Complementam apontando que nas diferentes classificações de resistência, se observa como denominador comum os sistemas de obtenção de energia, e, por isso, as terminologias sempre estão associadas à fonte de energia como demonstram Forteza & Farto (2007) na figura 27:

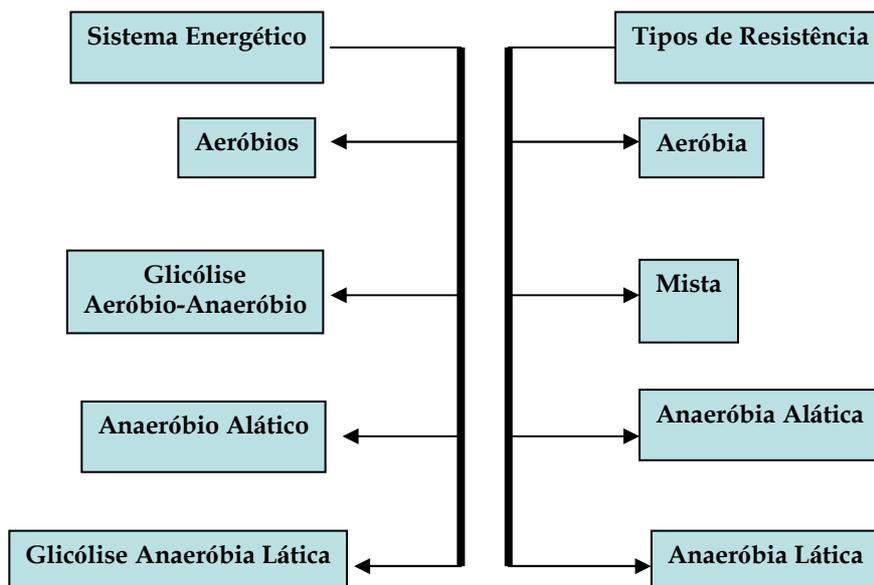


FIGURA 24 - Esquema de processo para obtenção de energia (Adaptado de FORTEZA & FARTO, 2007).

**A FONTE ANAERÓBIA ALÁTICA** é relacionada com a utilização dos fosfagênios para a ressíntese do ATP (McARDLE et al., 2003; FOSS & KETEYAN, 2000; WILMORE & COSTILL, 2001; POWERS & HOWLEY, 2000).

**A FONTE ANAERÓBICA LÁTICA** é relacionada com a degradação dos hidratos de carbono, com a insuficiente presença o oxigênio, razão pela qual produz como subproduto o ácido láctico (McARDLE et al., 2003; FOSS & KETEYAN, 2000; WILMORE & COSTILL, 2001; POWERS & HOWLEY, 2000).

**A FONTE AERÓBICA** é relacionada com a oxidação, mediante a presença do oxigênio dos hidratos de carbono e das gorduras (McARDLE et al., 2003; FOSS & KETEYAN, 2000; WILMORE & COSTILL, 2001; POWERS & HOWLEY, 2000).

A literatura especializada por sua vez, conceitua de um modo geral a resistência como capacidade psicofísica do desportista para resistir à fadiga (BOMPA, 1986; ZINTL, 1991; WEINECK, 1991; NEUMAM, 1990; GOMES e TEIXEIRA, 1998). Nesta mesma direção Hollmann & Hettinger (1989); Frisselli & MANTOVANI (1999); Weineck (2003); Platonov (2004) descrevem que a resistência é uma capacidade revelada pelo sistema muscular que permite realizar esforços de longa duração, resistindo à fadiga e permitindo uma rápida recuperação depois dos esforços, evitando a perda de eficácia motora. Portanto, resistência indica simplesmente por quanto tempo certo esforço pode ser mantido (VERHEIJEN, 1998). Valdivielso (1998) citado por Hespagnol & Arruda (2000) apresenta um quadro com as diferentes manifestações de resistência.

| Diferentes Manifestações de Resistência  |  |  |   |  |   |
|--|--|--|---|--|---|
| Quanto à participação da musculatura em um exercício   | Quanto à forma de trabalho dos músculos  | Quanto à mobilização energética  | Em função da duração do Esforço.  | Quanto aos principais requisitos Motores.  | Quanto à modalidade desportiva  |
| <p><b>Geral:</b><br/>&lt; 1/6 ou 1/7 da musculatura.</p> <p><b>Localizada:</b><br/>&gt; 1/6 ou 1/7 da musculatura.</p> | <p><b>Dinâmica</b></p> <p><b>Estática</b></p> <p><b>Frente as mudanças contínuas e entre a contração e o relaxamento nas contrações prolongadas.</b></p> | <p><b>Aeróbia:</b><br/>com suficiente oxigênio.</p> <p><b>Anaeróbia:</b><br/>sem oxigênio.</p> | <p><b>Curta:</b> 35" a 2'</p> <p><b>Média:</b> 2' a 10'</p> <p><b>Longa I:</b> 19' a 35'</p> <p><b>Longa II:</b> 35' a 90'</p> <p><b>Longa III:</b> 90' a 6h</p> <p><b>Longa IV:</b> mais de 6 h.</p> | <p><b>Resistência de Força:</b><br/>porcentagem de força máxima 80% a 30%</p> <p><b>R. Força Explosiva:</b><br/>realização explosiva do movimento</p> <p><b>R. de Velocidade</b><br/>velocidade submáximas</p> <p><b>R. de Sprint</b><br/>velocidades máximas.</p> | <p><b>Base:</b><br/>possibilidade básica para diferentes atividades motrizes desportivas</p> <p><b>Específica:</b><br/>adaptação da estrutura da resistência de uma modalidade de resistência desportiva.</p> |

QUADRO 15 - Diferentes Manifestações de Resistência (NAVARRO, 1998, citado por HESPANHOL & ARRUDA, 2000).

Platonov (2004) em um contra ponto orienta que essa classificação da resistência permite, em cada caso realizar a análise dos fatores que determinam a manifestação da qualidade específica e escolher a metodologia mais eficaz. Contudo, tal classificação não se adapta, em grau suficiente às exigências específicas planejadas pela atividade de treinamento e pela competição em uma determinada modalidade esportiva. Segundo ele o estudo das características específicas de cada modalidade deve partir da análise dos fatores que limitam o nível de manifestação dessa qualidade na atividade competitiva, considerando toda

adversidade da atividade motora e as demandas que esta última gera em relação aos órgãos reguladores e executores, finaliza dividindo a resistência em **geral e especial**.

Sendo a resistência geral determinada como a capacidade do desportista para executar de maneira prolongada e eficaz, um trabalho de caráter inespecífico, que tem efeito positivo no processo da consolidação dos componentes específicos da prática desportiva graças à elevação do grau de adaptação das cargas; também dos fenômenos de transferência do nível de preparação dos tipos de atividade inespecíficos para específicos. Já a resistência especial é a capacidade para executar eficazmente o trabalho e superar a fadiga nas condições determinadas pelas exigências da atividade competitiva em cada modalidade. Portanto, ao se abordar este tipo de resistência deve-se levar em consideração as vias e os mecanismos de consumo energético, as manifestações psíquicas, as unidades motoras envolvidas e o regime de trabalho dos músculos em sua relação orgânica com as capacidades técnicas e táticas dos desportistas. (VERKHOSHANSKY, 2001; PLATONOV, 2004; FORTEZA & FARTO, 2007).

Já Forteza e Farto (2007) descrevem que a resistência associada a uma modalidade esportiva pode ser de base e específica, sendo que a de base apresenta três tipos distintos:

1. Resistência de Base I (RBI)
2. Resistência de Base II (RBII)
3. Resistência de Base III (RBIII)

Consideram que a primeira (RBI) se emprega fundamentalmente nos esportes que não são de resistência. A segunda, (RBII), no entanto, se emprega nos esportes de resistência com o intuito de criar uma adaptação geral do organismo. A terceira, (RBIII), por sua vez, baseia-se em uma elevada capacidade aeróbia e está relacionada aos esportes de combate (basquete, futebol, hóquei, judô, luta e outras), que objetiva criar a base para um amplo treinamento da técnica e da tática e melhorar a capacidade de recuperação durante as fases de baixa intensidade competitiva. Navarro (1998) apresenta as características mais significativas entre os três tipos de resistência de base.

| Resistência de Base (RBI)  | Resistência de Base (RBII)   | Resistência de Base (RBIII)   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência aeróbia geral em um nível de carga de intensidade mediana.</li> <li>• Capacidade aeróbia média (<math>VO_2</math>máx. entre 45 e 55 ml/kg/min.).</li> <li>• Uso econômico dessa capacidade (nível de 70 a 75% de <math>VO_2</math>máx.).</li> <li>• Situação estável do metabolismo aeróbio (valores de limiar (LAer) menores que 3 mmol/l) (KINDERMANN et al. (1979).</li> <li>• Exercícios variados e globais.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência geral em um nível submáximo.</li> <li>• Elevada capacidade aeróbia (<math>VO_2</math>máx. &gt; 60 ml/kg/min.).</li> <li>• Aproveitamento ótimo dessa capacidade (75 a 80% de <math>VO_2</math>máx.).</li> <li>• Metabolismo misto aeróbio-anaeróbio de 4-6 mmol/l.</li> <li>• Emprego de exercícios específicos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência geral com cargas de intensidade média a submáxima, e troca intervalada de cargas.</li> <li>• Capacidade majoritariamente aeróbia (<math>VO_2</math>máx. entre 55 e 60 ml/kg/min.).</li> <li>• Troca constante de metabolismo misto aeróbio-anaeróbio (LA de 6-8 mmol/l.).</li> <li>• Alternância das formas de movimento.</li> </ul> |

QUADRO 16 - Características mais significativas entre os três tipos de resistência de base (Adaptado de NAVARRO, 1998).

Os diferentes esportes estão caracterizados por uma especificidade precisa de esforço que determinam a variabilidade da duração das cargas de trabalho. Portanto, a delimitação dos tipos específicos de resistência dinâmica em função do tempo de esforço, intensidade de cargas e vias energéticas são, conforme aponta Navarro (1998):

- Resistência de Curta Duração (RDC) – 35 segundos até 2 minutos.
- Resistência de Média Duração (RDM) – 2 minutos até 10 minutos.
- Resistência de Longa Duração (RDL) - I (10 – 35 min.), II (35 – 90 min.), III (1,5 a 6h) e IV (+ de 6h).

### 2.6.3. Resistência de Curta Duração

A resistência aeróbia de curta duração é determinada decisivamente pela quota de aproveitamento máximo de oxigênio (HOLLMANN & HETTINGER, 1989). Em conseqüência da alta intensidade de carga - alcance da carga máxima de absorção de oxigênio, absolutamente mais alto, como a expressão da capacidade aeróbia de desempenho (ASTRAND, 1960), unicamente os processos metabólicos aerobicamente decorrentes serão neste caso insuficientes como fontes energéticas, no entanto a liberação de energia adicional ocorrem paralelamente a eles,

processos metabólicos anaeróbios com valores respectivamente elevados de lactato no sangue e tecidos (HOLLMANN & HETTINGER, 1989).

Considera-se, portanto, que na RCD a intensidade é máxima e a duração da carga fica em torno de 35 segundos a 2 minutos. Já a frequência permanece entre 185 e 200 batimentos e o nível de lactato entre 10 e 18 com um percentual de  $VO_2$ máx., de 100. A via energética predominante é anaeróbia, tendo como substrato energético principal o Glicogênio e Fosfatos (NAVARRO, 1998).

#### **2.6.4. A Resistência de Média Duração**

Neste tipo de resistência as porcentagens de metabolismo anaeróbio já são bem menores do que em esforços de endurance de curta duração, portanto, a duração de carga é longa demais para que o valor da capacidade máxima de absorção de oxigênio pudesse se alcançado plenamente (HOLLMANN & HETTINGER, 1989).

A intensidade na RCD é máxima e a duração da carga entre 2 e 10 minutos, com um nível de lactato entre 12 e 20. A frequência cardíaca, por sua vez, entre 190 e 210 batimentos para um percentual de  $VO_2$ máx., entre 100 e 95. A via energética de predomínio é aeróbio-anaeróbio e o substrato principal fica por conto do glicogênio muscular (NAVARRO, 1998).

#### **2.6.5.. A Resistência de Longa Duração**

A RLD apresenta esforços de intensidade elevada de endurance aeróbia geral (HOLLMANN & HETTINGER, 1989), realizados habitualmente através de distâncias relativamente longas. Esse é talvez o elemento mais comum nos programas contemporâneos de treinamento de endurance. O ritmo varia de um atleta para o outro, entretanto seja qual for o ritmo ou o desporto, a intensidade do exercício em geral eleva a frequência cardíaca para 75% a 85% do máximo ou aproximadamente 60% a 70% do  $VO_2$ máx., sendo que para a maioria das atletas esse ritmo fica abaixo do limiar de lactato e, como resultado, será mais lento que o ritmo da competição (FOSS & KETEVAN, 2000).

Navarro (1998) complementa afirmando que a via energética de predomínio para esse tipo de resistência é aeróbia e que o substrato energético principal

quando se trata da resistência de longa duração I (RLDI) é o glicogênio (muscular + hepático); para a resistência de longa duração II (RLDII) é o Glicogênio (muscular + hepático) e gorduras; para a resistência de longa duração III (RDLIII) é a Gordura + Glicogênio. Finalmente, para a resistência de longa duração IV (RDLIV) o substrato energético principal é a Gorduras e as Proteínas.

O treinamento da resistência com objetivo de procurar a efetividade competitiva e de treinamento baseia-se na própria prática da especialização esportiva, tomando como base uma generalização de funcionamento, ou seja, uma capacidade aeróbia. Considera-se, portanto, que a resistência tem uma magnitude ótima quanto à sua aplicação, uma vez que é possível direcioná-la para a obtenção da resistência de força, de velocidade, de técnica e conseqüente resistência de tática (FORTEZA & FARTO, 2007).

## 2.7. Resistência no Futebol: Metodologia do Treinamento

Verheijen (1998) afirma que a resistência desempenha um importante papel no futebol. Sem a resistência, mesmo o melhor jogador acharia 90 minutos de jogo muito longo. Um jogador com boa resistência pode também recuperar mais rapidamente após um exercício intenso. Resistência, entretanto é um conceito geral. É, portanto, essencial identificar com precisão o tipo de resistência necessária ao jogador. Isto é importante para a escolha dos métodos de condicionamento.

Weineck (2004), por outro lado, afirma que para compreender as características modernas do futebol é preciso, primeiramente, ordenar as distâncias e as intensidades de corridas. Complementa comparando o desempenho de corrida dos jogadores de futebol dos anos 60 com os atuais e mostra que a intensidade e o volume das corridas aumentaram de forma significativa nas últimas décadas.

Nesta mesma direção Bangsbo (1998) descreve o treinamento da condição física pode ajudar a um jogador a resistir às exigências físicas do futebol e manter suas habilidades técnicas ao longo de uma partida. Acrescenta que o futebol é um esporte fisicamente exigente caracterizado por atividades intensas freqüentes e que um jogador de futebol de primeiro nível executa aproximadamente 1100 mudanças na intensidade do exercício e cobre uma distância de 11 km durante uma partida. Finaliza orientando que um jogador além de percorrer esta distância, executa outras atividades que exigem muita energia e que por esse motivo é importante que os jogadores tenham uma elevada capacidade de resistência.

Esta capacidade, segundo o autor citado pode ser melhorada mediante o treinamento aeróbio de baixa intensidade (AERÓBIO<sub>BI</sub>) que tem objetivo capacitar o jogador para trabalhar com uma intensidade de exercício relativamente alta ao longo de uma partida, complementado com treinamento aeróbio de alta intensidade (AERÓBIO<sub>AI</sub>), que visa, por outro lado, melhorar a capacidade de executar repetidamente exercícios com uma alta intensidade durante uma partida.

Portanto, durante o treinamento AERÓBIO<sub>BI</sub>, a intensidade do exercício sugere que o ritmo cardíaco do jogador esteja próximo de 80% do ritmo cardíaco máximo (RC<sub>máx</sub>) e no intervalo entre 65% e 90% do RC<sub>máx</sub>. Portanto, se um jogador com RC<sub>máx</sub> de 190 batimentos por minuto, corresponde aproximadamente a 150 batimentos e no intervalo entre 125-170 batimentos.

Já no treinamento AERÓBIO<sub>AI</sub>, a intensidade do exercício sugere que o ritmo cardíaco do jogador esteja próximo de 90% do ritmo cardíaco máximo (RC<sub>máx</sub>) e no intervalo entre 80% e 100% do RC<sub>máx</sub>. Portanto, se um jogador com RC<sub>máx</sub> de 190 batimentos por minuto, corresponde aproximadamente a 170 batimentos e no intervalo entre 150-190 batimentos.

Ao lado da resistência aeróbia, o jogador necessita também da capacidade anaeróbia (predominantemente alática) bem desenvolvida, que também é denominada resistência de *sprint* (WEINECK, 2004).

Indo nesta mesma direção Bangsbo (1998) descreve que os objetivos da resistência anaeróbia é primeiramente incrementar a capacidade em atuar rapidamente e produzir potência com rapidez durante o exercício de alta intensidade. Por segundo, visa produzir continuamente potência e energia mediante os sistemas anaeróbios. E, por terceiro, incrementar a capacidade de recuperar-se com rapidez depois de um período de exercício de alta intensidade. Não obstante, Weineck (2004) esclarece que embora a resistência anaeróbia do jogador de futebol seja influenciada em vários aspectos pela resistência aeróbia, ela apresenta qualidade independente que deve ser desenvolvida por meio de métodos e conteúdos de treinamento próprios.

### **2.7.1. Métodos de Treinamento da Resistência Aeróbia e Anaeróbia**

Segundo Weineck (2004) os métodos da resistência aeróbia e anaeróbia dividem-se em quatro grupos, sob o ponto de vista fisiológico:

1. Método Contínuo Intensivo (MCI) e Extensivo (MCE)
2. Método Intervalado
3. Método de Repetição
4. Método de Jogo

No treinamento utilizando-se o MCI trabalha-se na zona do limiar anaeróbio, ou seja, cerca de 80% do consumo máximo de oxigênio, o que corresponde à intensidade média do jogo de futebol e a frequência cardíaca média de 174 bpm. O tempo da carga é longo, de 30 minutos a 1 hora, podendo chegar até 90 minutos

em casos especiais (NAVARRO, 1998; WEINECK, 2004). Os efeitos deste tipo de treinamento se traduzem em:

- Maior aproveitamento do glicogênio em aerobiose.
- Do esgotamento dos depósitos de glicogênio.
- Regulação, produção/eliminação de lactato.
- Hipertrofia do músculo cardíaco.
- Capitalização do músculo esquelético.

O MCE é também conhecido como corrida extensiva pode ser utilizado para a melhoria dos parâmetros cardiocirculatórios (com uma frequência cardíaca ao redor de 140 bpm, se alcança o estímulo necessário para o aumento cardíaco e melhoria do volume de ejeção) e para maior ativação do metabolismo das gorduras e como medida de recuperação (NAVARRO, 1998; WEINECK, 2004; FORTEZA & FARTO, 2007).

**O Método Intervalado** se baseia nas repetições sistemáticas do trabalho de alta intensidade, superiores a 95% e a 190 bpm, alternando com intervalos de descanso insuficientes nas pausas menores e suficientes nas pausas maiores. É o método mais indicado de preparação, sendo utilizados pela maioria dos treinadores em quase todos os esportes, tendo em vista serem mais determinantes do rendimento imediato e sua direção energética principal está determinada pela glicose anaeróbia láctica (FORTEZA & FARTO, 2007).

Navarro (1998) citado por Forteza & Farto (2007); Weineck (2004) afirmam que o método intervalado pode ser tanto intensivo quanto extensivo e que ambos se subdividem em método intervalado de curta duração (ICD), que compreende intervalos de 5 a 60 segundos; método intervalado de média duração (IMD) que abrange intervalos de carga de 1 a 8 minutos e o treinamento intervalado de longa duração (ILD), que por sua vez, abrange estímulos de 8 a 15 minutos.

Navarro (1998); Weineck (2004); Forteza & Farto (2007) orientam que o treinamento intervalado intensivo tem na sua organização a forma que mais se aproxima do tipo de sobrecarga metabólica aplicada no jogo (potência e resistência de força rápida). Já o treinamento intervalado extensivo é utilizado em adição ao método contínuo para o desenvolvimento da resistência aeróbia no período preparatório.

**O método de treinamento de repetições** propõe a utilização repetida de um percurso escolhido, que se percorre com a máxima velocidade possível após uma recuperação completa (NAVARRO, 1998; WEINECK, 2004; FORTEZA & FARTO, 2007). Não é muito indicado para o futebol (WEINECK, 2004).

**O Método de jogo**, conforme descrevem Forteza & Farto (2007) é utilizado para o aperfeiçoamento dos hábitos motores em diferentes condições, dentre estas se destacam a educação das capacidades motrizes, o aperfeiçoamento da agilidade e a educação das qualidades da personalidade. Weineck (2004) complementa afirmando que esse tipo de treinamento, além de aprimorar as habilidades técnicas e táticas do jogador, aprimora também, a resistência aeróbia e anaeróbia. O desenvolvimento dos dois tipos de resistência ocorre em virtude deste modelo de treinamento proporcionar constantes mudanças de intensidade.

A literatura específica do futebol relata que se disseminou de forma crescente a exigência do treinamento da condição física integrada à especificidade do jogo (FRISSELLI & MANTOVANI, 1999; LOTTERMANN, 1990 citado por WEINECK, 2004). Sendo inclusive, de acordo com esses autores uma tendência atual do treinamento do condicionamento físico com a fórmula reduzida “condicionamento físico por meio de formas de jogo”. Entretanto, Weineck (2004) complementa mencionando como limitação do método, a participação muito freqüente em jogos pode levar o jogador a se acostumar à situação de competição, não podendo mais ser estimulado de maneira satisfatória.

### **2.7.2. A resistência e sua relação com os sistemas de produção de energia**

Define-se **Potência Aeróbia Máxima** (PAM) como sendo a mais alta captação de oxigênio que o indivíduo pode alcançar durante um trabalho físico, respirando ao nível do mar. Representa a maior produção de energia por processos aeróbios e capacidade funcional da circulação, pois existe uma alta correlação entre o débito cardíaco máximo e a potência aeróbia máxima (ASTRAND, 1952).

Nesta mesma direção Foss e Keteyian (2000) afirmam que a PAM é um fator significativo no desempenho das atividades prolongadas, portanto, se define como a velocidade máxima com que o oxigênio pode ser consumido. Quanto maior a potência aeróbia de um atleta, maior será o seu sucesso na realização de eventos

de resistência, desde que todos os outros fatores que contribuem para um desempenho de campeão estejam presentes.

Denadai (1999) de forma similar descreve que a capacidade do ser humano para realizar exercícios de média e longa duração, depende principalmente do metabolismo aeróbio. Deste modo, um dos índices mais utilizados para avaliar esta capacidade é o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\text{max}$ ). É aceito como o índice que representa a capacidade máxima de integração do organismo em captar, transportar e utilizar o oxigênio para os processos aeróbios de produção de energia durante a contração muscular. Pode ser expresso em termos absolutos (l/min) ou relativo à superfície corpórea (ml/kg/min).

Complementa relatando que embora o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) em repouso seja muito similar entre os indivíduos sedentários e treinados, durante o esforço máximo os indivíduos treinados possuem valores de  $VO_2\text{max}$ , que são em média duas vezes maior do que aqueles apresentados por indivíduos sedentários. Este mesmo autor cita Robison et al (1938) com intuito de firmar que estes foram os primeiros a identificar o  $VO_2\text{max}$  como um fator determinante da “performance” do exercício de longa duração.

Indo em uma direção contrária Verkhoshansky (1994; 2000) considera que o  $VO_2\text{max}$  não tem tanta significância para o desenvolvimento da resistência. Segundo ele o treinamento produz um aumento da intensidade de produção de energia nos músculos, produto de um incremento no número maior que na dimensão das mitocôndrias e do potencial da atividade das enzimas mitocondriais por unidade de massa muscular. O aumento da resistência correlaciona-se com o aumento do número das mitocôndrias e da capacidade oxidativa dos músculos, e não do valor do  $VO_2\text{max}$ . Com o treinamento, a resistência aumenta de 3 a 5 vezes a quantidade das mitocôndrias e a capacidade oxidativa dos músculos esqueléticos aumenta 2 vezes, enquanto o  $VO_2\text{max}$  aumento somente de 10 a 14%. Portanto, segundo ele, o desenvolvimento da resistência não depende somente do aperfeiçoamento da capacidade respiratória, mas também da especialização funcional dos músculos esqueléticos, o que significa o aumento das capacidades de força e oxidativa.

Watson (1986) por sua vez cita vários pesquisadores, os quais constataram que a captação máxima de oxigênio está diretamente relacionada à concentração de enzimas do ciclo do ácido cítrico e da cadeia respiratória (VINKO *et al.* 1978).

COSTILL *et al.* (1976), encontraram uma correlação de 0,79 entre o  $VO_2$  máx. e a atividade da succinato desidrogenase. Um dos efeitos do **treinamento de endurance** consiste em aumentar a concentração dessas enzimas (BALDWIN *et al.* 1972; HOLLOSZY, 1967; 1984; BERNANRD & PETER, 1971 citados por MOREIRA *et al.*, 2004). Tal processo permite maior utilização de oxigênio e resulta em maior aumento de  $VO_2$  máx. pelo indivíduo. Os referidos estudos mostraram que o  $VO_2$  máx. é influenciado tanto pela utilização de oxigênio no interior do músculo quanto pela capacidade do sistema cardiovascular de bombear esse gás pelo corpo.

Durante o exercício, três fatores adicionais aumentam a transferência de oxigênio da hemoglobina para o músculo: a elevação da temperatura do músculo; a acidez devido a produção de  $CO_2$  e a presença de 2,3-difosfoglicerato (envolvido no metabolismo dos carboidratos). Segundo Watson (1986), estes fatores facilitam a liberação de oxigênio da hemoglobina, permitindo a disponibilidade de maior quantidade do gás para o músculo.

Ramsey & Pipoly (1979) citado por Watson (1986), demonstraram que o ácido láctico reduz a concentração de 2,3-difosfoglicerato. Tal processo tem o efeito de diminuir a capacidade do sistema aeróbio, podendo constituir um problema nos indivíduos mal treinados, que produzem ácido láctico em baixos níveis de consumo de energia. O  $VO_2$  máx. é determinado pela velocidade do fluxo sangüíneo (débito cardíaco) e pelo grau de extração de oxigênio (diferença arteriovenosa de oxigênio – pois o volume de oxigênio removido do sangue consiste na diferença entre o volume contido em um litro de sangue e o volume que retorna aos pulmões através das veias). Segundo Astrand (1952), para cada litro de oxigênio consumido, são liberados cerca de 20 KJ, variando de 19,7 a 21,2 (5 Kcal – 4,7 a 5,05); por conseguinte, quanto maior o  $VO_2$  máx., maior será a produção de energia. A captação de oxigênio aumenta durante os primeiros minutos de exercício até um estado estável (*steady state*), a qual corresponde às necessidades dos tecidos. Quando o exercício acaba, esta captação diminui paulatinamente até o nível de repouso, pagando-se a dívida de oxigênio.

### 2.7.3. Índices fisiológicos determinantes do desempenho aeróbio

Astrand & Rodhal (1987) descrevem que o desempenho máximo que pode ser obtido por um indivíduo em uma determinada competição, é dependente da perfeita integração de uma série de funções, das quais as mais importantes são os processos de produção de energia aeróbia e anaeróbia; a função neuromuscular (força e técnica); os fatores psicológicos (motivação) e a tática empregada. Além disso, a participação percentual de cada um destes aspectos na performance final de um indivíduo é dependente também de muitos fatores como tipo de exercício, relação entre intensidade e duração do esforço, estado do treinamento, sexo e idade, condições ambientais, tipo de equipamento e/ou vestimenta utilizada na competição.

Existe, portanto, um consenso na literatura, conforme descreve Denadai (1999) que o  $VO_2\text{max}$  é a variável fisiológica que melhor descreve a capacidade funcional do sistema cardiovascular e respiratório. Em função disso, o método mais tradicional para se estimar a performance em atividades de endurance, tem sido a determinação da potência aeróbia máxima, ou seja, o  $VO_2\text{max}$ .

Estudos mostram que em grupos heterogêneos de corredores (COSTILL et al., 1973; DAVIES & THOMPSON, 1979), ciclistas (BURKE et al., 1977; STROMME et al., 1977) e nadadores (HOLMER et al., 1974) o  $VO_2\text{max}$  é positivamente correlacionado com a performance obtida em provas de endurance. O mesmo não ocorreu com atletas com valores mais homogêneos de  $VO_2\text{max}$ , onde se verificou que a performance pode não depender apenas da potência aeróbia máxima.

No futebol, conforme descrevem Frisselli & Mantovani (1999) a potência aeróbia normalmente é avaliada através da capacidade de consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\text{max}$ ). No Brasil, segundo eles, os valores de equipes profissionais situam-se em torno de 57 a 60 ml/kg/min<sup>-1</sup>.

Platonov (2004) esclarece quando se trata de avaliar as possibilidades aeróbias dos desportistas de forma indireta sua avaliação é realizada pela distância que o desportista supera em 10 a 12 minutos. Entretanto, o autor relata que por motivos técnicos nem sempre é possível determinar a distância superada no tempo citado, por isso, são mais populares os testes com base no percurso de distâncias

estabelecidas com a máxima velocidade possível, cuja duração assegure o trabalho durante 10 a 12 minutos.

O American College of Sports Medicine (ACSM, 2007) afirma, como já foi relatado anteriormente por Denadai (1999), que a captação máxima de oxigênio ( $VO_2$ máx) é aceita como medida normativa de aptidão cárdio respiratória (CR) e as modalidades usadas comumente para os testes de esforço incluem os testes de campo, testes na esteira rolante, testes no cicloergômetro e testes do degrau.

Os testes de campo consistem em caminhar ou correr certa distância num determinado período de tempo (ACSM, 2007). As vantagens dos testes de campo residem no fato de serem no fato de serem fáceis de administrar para grandes números de indivíduos simultaneamente e de exigirem pouco equipamento. Dois dos testes de corrida usados mais extensamente para determinar a aptidão CR são os testes de 12 minutos de Cooper e o teste de 1,5 milha para determinado período de tempo. No teste de 12 minutos o objetivo consiste em percorrer a maior distância no período de tempo concedido, e para o teste de 1,5 milha consiste em percorrer a distância no menor período de tempo (HEYWARD, 2004; ACSM, 2007). O  $VO_2$ máx pode ser estimado a partir das equações:

**Teste de 12 minutos:**  $VO_2$ máx =  $0,0268(\text{distância em metros}) - 11,3$  (HEYWARD, 2004);

**Teste de 12 minutos:**  $VO_2$ máx ( $\text{ml}/\text{kg}^{-1} \text{min}^{-1}$ ) é dado por:  $\frac{D - 504}{45}$  onde D = distância em metros (FARINATTI & MONTEIRO, 2000).

**Teste de 1,5 milha:**  $VO_2$ máx =  $88,02 - 0,1656(\text{PC}, \text{kg}) - 2,76(\text{tempo}, \text{min}) + 3,716(\text{sexo})$ , neste caso substitua 1 para masculino e 0 para feminino (HEYWARD, 2004).

**Teste de 1,5 milha:**  $VO_2$ máx ( $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ ) =  $3,5 + 483/(\text{tempo em minutos})$  (ACSM, 2007).

Weineck (2004) relata que o teste de 12 minutos de Cooper representa o teste mais utilizado para averiguação da capacidade aeróbia, no entanto, a literatura revela, também, outros protocolos com a mesma eficácia. Em um estudo recente pesquisadores verificaram a existência de correlação entre testes diretos e

indiretos para captação do  $VO_2$ máx em atletas de FUTSAL. Nesta pesquisa foram analisados treze jogadores desta modalidade com idade de  $18,6 \pm 8,5$  anos, altura de  $177,1 \pm 3,5$  cm, peso de  $68,5 \pm 9,5$  kg e índice de massa corporal (BMI) de  $21,7 \pm 2,3$  kg/m<sup>2</sup>. Para a medição direta do  $VO_2$ máx utilizaram o sistema de ergospirometric informatizado (VO-2000), Aerosport, Medgraphics, St. Paul (Minnesota) e para a medição do  $VO_2$ máx de forma indireta realizaram o teste de campo de 3,200 m de Weltman. A análise dos resultados apontou uma forte correlação ( $r = 0,72$ ) entre os testes, indicando, portanto, que o teste direto de 3.200m permitiu a determinação da capacidade aeróbia desses atletas. Além disso, a medida indireta como já transcrito anteriormente é de fácil aplicação e baixo custo quando comparada com a intervenção direta (LIMA et. al., 2005).

#### **2.7.4. Adaptações da potência aeróbia ao treinamento de força**

A potência aeróbia ou o  $VO_2$ máx aumenta a partir de exercícios aeróbios (ACSM, 2007). Embora o treinamento de força não seja um exercício aeróbio algumas pesquisas demonstram que programas de treinamento de força podem aumentar o  $VO_2$ máx (GETTMANN et al., 1982; ANTONIAZZI, 1999; MAIORANA et al., 2000).

Nesta direção, Heyward (2004) relata que a densidade do volume mitocondrial diminui após o treinamento de força pesado devido ao aumento desproporcional de proteína contrátil em comparação à mitocôndria. Teoricamente, segundo ela, isso poderia ser prejudicial à capacidade aeróbia e ao desempenho de resistência. A autora relata também que uma revisão de estudos sobre o tema concluiu que a participação em treinamento pesado de força não afeta negativamente a potência aeróbia. Conclui afirmando ter sido demonstrado que a densidade capilar aumenta o que, por sua vez, eleva o potencial para remover o lactato produzido e de alto volume.

Corroborando com o transcrito acima Antoniazzi (1999) investigou as alterações do  $VO_2$ máx de indivíduos com idades entre 50 e 70 anos, de ambos os sexos, submetidos a um programa de força. O programa ocorreu durante três meses, três vezes por semana, com duas séries de 25 repetições máximas para

membros superiores e três séries de 6 a 10 repetições máximas para membros inferiores, constatando-se no final um aumento na potência aeróbia de 13% para os homens e 16% para as mulheres.

## ***METODOLOGIA***

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Delineamentos da pesquisa

Esta pesquisa caracterizou-se como estudo de intervenção, do tipo experimental que se interessa em verificar a relação de causalidade que estabelece entre as variáveis, isto é, verifica se a variável “X” (independente) determina a variável “Y” (dependente). Para isso cria uma situação de controle rigoroso, procurando evitar a interferência de variáveis intervenientes. A pesquisa experimental utiliza, num experimento, dois ou mais grupos: aquele onde se aplica o fator experimental, chamado de grupo experimental (GE), e o grupo de controle (GC) que serve de comparação para o GE, aplicando-se nele o fator de controle, isto é, não se aplicando nele o fator experimental (PICCOLI, 2006; FORTEZA de LA ROSA & FARTO, 2007).

#### 3.2 População e amostra

A população alvo deste estudo foi formada por trinta e sete atletas profissionais de futebol, todos do sexo masculino e com média de idade de  $24 \pm 4$  anos (18-31), peso corporal  $72,5 \pm 5,9$  Kg, estatura de  $176,5 \pm 7,0$  cm.

O primeiro contato deu-se através de uma reunião com a diretoria e comissão técnica do clube de futebol profissional Sport Club Ulbra/Ji-Paraná com sede na cidade de Ji-Paraná/Rondônia, para explicação dos objetivos da pesquisa e consentimento sobre a inclusão dos seus atletas no estudo. A partir daí, fez uma reunião com os jogadores para participação destes na pesquisa e direcionamento para assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) conforme o Conselho Nacional da Saúde Lei 196/96 (BRASIL, 2001) para pesquisa com seres humanos. Nesta ocasião se explicou sobre os objetivos, procedimentos, recomendações referentes à coleta de dados, agendando o horário e dia da avaliação/coleta.

Todos os atletas pertencentes ao Departamento de Futebol Profissional do **Sport Club Ulbra/Ji-Paraná** do Estado de Rondônia em preparação para o Campeonato Estadual de Futebol, temporada 2007 e da Copa Brasil do mesmo

ano. Todos participantes relataram envolvimento regular em programas de exercícios físicos até dois meses antes do início do experimento. Sendo que as atividades realizadas nas três semanas iniciais constituíam, dentro do programa de treinamento, o *período básico*, cujo objetivo é o condicionamento físico geral dos atletas. Entre a quarta e a quinta semana ocorreu a conversão para o *período específico*, voltado para o desenvolvimento das habilidades técnicas (performance do gesto) e táticas (inteligência de jogo). A partir da sexta semana o volume de treinamento foi reduzido em virtude do início do *período de competição*. Além disso, mediante entrevista preliminar individual e exames clínicos/laboratoriais solicitados pelo departamento médico, não se constatou a existência de histórico de doenças metabólicas/fisiológicas entre esses indivíduos.

### 3.3 Grupos experimentais

Os sujeitos foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo (n=19) foi submetido exclusivamente à prática de um único programa sistematizado de treinamento com pesos, sendo denominado de grupo experimental (GE).

O protocolo de trabalho realizado foi composto de 5 exercícios realizados num período de 3 semanas. Na 1ª semana, os indivíduos realizaram 3 séries de 15 repetições com 50% de 1RM; na 2ª semana, realizaram 3 séries de 15 repetições com 60% de 1RM; e, na 3ª e última semana, realizaram 3 séries de 12 repetições com 70% de 1RM.

A ordem dos 5 exercícios por sessão nas 3 sessões semanais: **gêmeos com extensão dos pés, extensão dos joelhos (leg extension), quadríceps (leg press inclinado) e na flexão coxofemoral (esquerda e direita).**

Realizam-se as 3 séries de cada exercício de forma seguida, respeitando o tempo de recuperação entre as respectivas séries (60 segundos) e de recuperação entre os exercícios (90 segundos).

O segundo grupo (n=18), por sua vez, não realizou nenhum programa sistematizado de exercícios físicos durante o período de duração do estudo, sendo utilizado, portanto, como grupo-controle (GC).

Todos os sujeitos, após serem convenientemente informados sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram termo de livre consentimento esclarecido conforme modelo na página 256.

### **3.4 Programas de treinamento**

Devido à larga experiência dos atletas, não foi necessário período de adaptação para aprendizado dos movimentos a serem realizados. O programa de treinamento com pesos previsto para a fase básica foi executado durante três semanas consecutivas, compreendendo três sessões semanais em dias alternados. A frequência às sessões de treinamento foi 100% (nove sessões de musculação). A operacionalidade das sessões de musculação ocorreu na academia de musculação do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná. O circuito constou de 5 exercícios específicos para os membros inferiores (MIInf.) objeto desse estudo— gêmeos com extensão dos pés, extensão dos joelhos (leg-extension), quadríceps (leg-press inclinado) e na flexão coxofemoral (esquerda e direita) realizados em três séries com intervalo de 60 segundos entre as séries e de 90 segundos entre os exercícios.

Entre a quarta e a quinta semana de trabalho ocorreu a conversão para a fase específica. Nesta, se reduziu o volume de treinamento de carga física, porém se intensificou no treinamento o desenvolvimento das habilidades técnicas e táticas . Da sexta semana em diante tivemos o início das competições (período competitivo), com jogos na quarta-feira e no domingo. Neste período em função dos jogos seguidos se objetivou a manutenção do condicionamento adquirido.

**SPORT CLUB ULBRA – JI-PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE FUTEBOL PROFISSIONAL**  
**PROGRAMA SEMANAL (FASE BÁSICA) – 1ª Semana – 50% de 1RM**  
**GRUPO EXPERIMENTAL**

| <b>DATA – MÊS</b> | <b>HORÁRIO</b> | <b>ATIVIDADES</b>                | <b>LOCAL</b> |
|-------------------|----------------|----------------------------------|--------------|
| Segunda-feira     | Manhã:         | Técnico/Tático                   | Pista        |
|                   | Tarde:         | Técnico / Tático                 | Vitória      |
| Terça-feira       | Manhã:         | <b>MUSCULAÇÃO<br/>50% de 1RM</b> | Academia     |
|                   | Tarde:         | Técnico / Tático                 | Vitória      |
| Quarta-feira      | Manhã:         | Técnico/Tático                   | Pista        |
|                   | Tarde:         | Técnico / Tático                 | Vitória      |
| Quinta-feira      | Manhã:         | <b>MUSCULAÇÃO<br/>50% de 1RM</b> | Academia     |
|                   | Tarde:         | Descanso                         | Descanso     |
| Sexta-feira       | Manhã:         | Técnico / Tático                 | Vitória      |
|                   | Tarde:         | Técnico / Tático                 | Vitória      |
| Sábado            | Manhã:         | <b>MUSCULAÇÃO<br/>50% de 1RM</b> | Academia     |
|                   | Tarde:         | Técnico / Tático                 | Vitória      |
| Domingo           | Manhã:         | Técnico / Tático                 | Vitória      |
|                   | Tarde:         | Descanso                         | Descanso     |

QUADRO 17 (A) – Microciclo de Treinamento do Grupo Experimental para a 1ª Semana.

**SPORT CLUB ULBRA – JI-PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE FUTEBOL PROFISSIONAL**  
**PROGRAMA SEMANAL (FASE BÁSICA) – 2ª Semana – 60% de 1RM**  
**GRUPO EXPERIMENTAL**

| DATA - MÊS    | HORÁRIO | ATIVIDADES                       | LOCAL    |
|---------------|---------|----------------------------------|----------|
| Segunda-feira | Manhã:  | Técnico/Tático                   | Pista    |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                 | Vitória  |
| Terça-feira   | Manhã:  | <b>MUSCULAÇÃO<br/>60% de 1RM</b> | Academia |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                 | Vitória  |
| Quarta-feira  | Manhã:  | Técnico/Tático                   | Pista    |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                 | Vitória  |
| Quinta-feira  | Manhã:  | <b>MUSCULAÇÃO<br/>60% de 1RM</b> | Academia |
|               | Tarde:  | Descanso                         | Descanso |
| Sexta-feira   | Manhã:  | Técnico/Tático                   | Pista    |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                 | Vitória  |
| Sábado        | Manhã:  | <b>MUSCULAÇÃO<br/>60% de 1RM</b> | Academia |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                 | Vitória  |
| Domingo       | Manhã:  | Descanso                         | Descanso |
|               | Tarde:  | Descanso                         | Descanso |

QUADRO 18 (A) – Microciclo de Treinamento do Grupo Experimental para a 2ª Semana.

**SPORT CLUB ULBRA – JI-PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE FUTEBOL PROFISSIONAL**  
**PROGRAMA SEMANAL (FASE BÁSICA) – 3ª Semana – 70% de 1RM**  
**GRUPO EXPERIMENTAL**

| DATA - MÊS    | HORÁRIO | ATIVIDADES  | LOCAL             |
|---------------|---------|---|-------------------|
| Segunda-feira | Manhã:  | Técnico / Tático                                    | Vitória           |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                                    | Vitória           |
| Terça-feira   | Manhã:  | Treino Físico<br><b>MUSCULAÇÃO</b><br>70% de 1RM    | Pista<br>Academia |
|               | Tarde:  | Descanso  | Descanso          |
| Quarta-feira  | Manhã:  | Técnico / Tático                                    | Vitória           |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                                    | Vitória           |
| Quinta-feira  | Manhã:  | <b>MUSCULAÇÃO</b><br>70% de 1RM<br>Técnico / Tático | Academia<br>ULBRA |
|               | Tarde:  | Descanso  | Descanso          |
| Sexta-feira   | Manhã:  | Técnico/Tático                                      | Pista             |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                                    | Vitória           |
| Sábado        | Manhã:  | <b>MUSCULAÇÃO</b><br>70% de 1RM                     | Academia          |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                                    | Vitória           |
| Domingo       | Manhã:  | Descanso  | Descanso          |
|               | Tarde:  | Descanso  | Descanso          |

QUADRO 19 (A) – Microciclo de Treinamento do Grupo Experimental para a 3ª Semana.

Obs.: No término da terceira semana, entre a quarta e quinta semana ocorreu a conversão para o período específico do treinamento. Da sexta fase em diante tivemos início da fase de competição com jogos na quarta e no domingo.

**SPORT CLUB ULBRA – JI-PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE FUTEBOL PROFISSIONAL**  
**PROGRAMA SEMANAL (FASE BÁSICA) – 1ª Semana – Programa de musculação não**  
**sistematizado - GRUPO CONTROLE**

| DATA – MÊS    | HORÁRIO | ATIVIDADES                               | LOCAL         |
|---------------|---------|--|---------------|
| Segunda-feira | Manhã:  | Resistência<br>Aeróbia<br>Técnico/tático | Pista/Vitória |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                         | Vitória       |
| Terça-feira   | Manhã:  | <b>TRABALHO GERAL DE FORÇA</b>           | Academia      |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                         | Vitória       |
| Quarta-feira  | Manhã:  | Resistência<br>Aeróbia<br>Técnico-tático | Pista         |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                         | Vitória       |
| Quinta-feira  | Manhã:  | <b>TRABALHO GERAL DE FORÇA</b>           | Academia      |
|               | Tarde:  | Descanso                                 | Descanso      |
| Sexta-feira   | Manhã:  | Técnico / Tático                         | Vitória       |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                         | Vitória       |
| Sábado        | Manhã:  | <b>TRABALHO GERAL DE FORÇA</b>           | Academia      |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático                         | Vitória       |
| Domingo       | Manhã:  | Técnico / Tático                         | Vitória       |
|               | Tarde:  | Descanso                                 | Descanso      |

QUADRO 17 (B) – Microciclo de Treinamento do Grupo Controle para a 1ª Semana.

**SPORT CLUB ULBRA – JI-PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE FUTEBOL PROFISSIONAL**  
**PROGRAMA SEMANAL (FASE BÁSICA) – 2ª Semana – program de musculação não**  
**sistematizado - GRUPO CONTROLE**

| DATA - MÊS    | HORÁRIO | ATIVIDADES   | LOCAL           |
|---------------|---------|--|-----------------|
| Segunda-feira | Manhã:  | Treino Físico<br>Resistência/Aeróbia<br>Técnico/tático   | Pista/<br>ULBRA |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático   | Vitória         |
| Terça-feira   | Manhã:  | <b>TRABALHO GERAL DE FORÇA</b>                           | Academia        |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático   | Vitória         |
| Quarta-feira  | Manhã:  | Treino Físico<br>Resistência/Anaeróbia<br>Técnico-tático | Pista/<br>ULBRA |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático   | Vitória         |
| Quinta-feira  | Manhã:  | <b>TRABALHO GERAL DE FORÇA</b>                           | Academia        |
|               | Tarde:  | Descanso   | Descanso        |
| Sexta-feira   | Manhã:  | Treino Físico<br>Resistência/Anaeróbia<br>Técnico-tático | Pista/<br>ULBRA |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático   | Vitória         |
| Sábado        | Manhã:  | <b>TRABALHO GERAL DE FORÇA</b>                           | Academia        |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático   | Vitória         |
| Domingo       | Manhã:  | Descanso   | Descanso        |
|               | Tarde:  | Descanso   | Descanso        |

QUADRO 18 (B) – Microciclo de Treinamento do Grupo Controle para a 2ª Semana.

**SPORT CLUB ULBRA – JI-PARANÁ - DEPARTAMENTO DE FUTEBOL PROFISSIONAL**  
**PROGRAMA SEMANAL (FASE BÁSICA) – 3ª Semana – programa de musculação não**  
**sistematizado - GRUPO CONTROLE**

| DATA - MÊS    | HORÁRIO | ATIVIDADES   | LOCAL                          |
|---------------|---------|--|--------------------------------|
| Segunda-feira | Manhã:  | Treino Físico<br>Resistência/Aeróbia<br>Técnico / Tático   | Quadra de areia<br><br>Vitória |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático   | Vitória                        |
| Terça-feira   | Manhã:  | <b>TRABALHO GERAL DE FORÇA</b>                             | Academia                       |
|               | Tarde:  | Descanso   | Descanso                       |
| Quarta-feira  | Manhã:  | Treino Físico<br>Resistência/Anaeróbia<br>Técnico / Tático | Vitória                        |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático   | Vitória                        |
| Quinta-feira  | Manhã:  | <b>TRABALHO GERAL DE FORÇA</b><br>Técnico / Tático         | Academia<br><br>ULBRA          |
|               | Tarde:  | Descanso   | Descanso                       |
| Sexta-feira   | Manhã:  | Treino Físico<br><br>Resistência/Anaeróbia                 | Quadra de areia<br><br>ULBRA   |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático   | Vitória                        |
| Sábado        | Manhã:  | <b>TRABALHO GERAL DE FORÇA</b>                             | Academia                       |
|               | Tarde:  | Técnico / Tático   | Vitória                        |
| Domingo       | Manhã:  | Descanso   | Descanso                       |
|               | Tarde:  | Descanso   | Descanso                       |

QUADRO 19 (B) – Microciclo de Treinamento do Grupo Controle para a 3ª Semana.

### **3.5 Recursos materiais**

- Balança Antropométrica Mecânica Welmy Adulto, 150 kg., de fabricação Brasileira, devidamente calibrada e aferida, com precisão de 100 gramas, e escala variada de 0 a 150 Kg;

- Equipamento de Musculação Reforce;
- Anilhas de 2, 5, 10 e 20 Kg;
- Pista oficial de atletismo (400 metros);
- Adipômetro Cescorf de fabricação brasileira, com precisão de leitura de 1 mm.;
- Estadiômetro de parede, WCS com 220 cm, que contém uma escala métrica graduada em centímetros de até 220 cm, e precisão de 0,1 cm;
- Cronômetro: Digital Resistente Modelo ITCD-3000 de exatidão: 1/100 segundos;
- Planilhas de observação e controle;
- Software de avaliação física (LAMP, 2004).

### **3.6 Procedimentos Experimentais**

#### **3.6.1 Teste de 1 RM**

A forma mais popular (e tradicionais) para avaliar a força dinâmica foi a de determinar o peso quanto um indivíduo pode levantar para uma repetição. Com efeito, a obtenção de uma repetição máxima (1-RM) é talvez o teste de campo mais utilizado para avaliar a força muscular (BRZYCKI, 1993).

Para obtenção da carga em 1RM realizou-se o seguinte procedimento:

O objetivo do teste é avaliar a resistência de força dinâmica de membros inferiores. Os avaliados realizaram um aquecimento específico no próprio aparelho com uma carga confortável para realização de 15 repetições. Após intervalo adicionou-se carga ao aparelho e o avaliado foi instruído a realizar uma repetição. Para a execução do teste o sujeito realiza um movimento correspondente com o peso que permita realizar um mínimo de 8 repetições e um máximo de 12. Se o peso não estiver bem ajustado para realizar as 8 – 12 RM corretamente, o sujeito deverá realizar novamente o movimento, passados 5 minutos de recuperação.

Ao se obter a carga de 1RM no exercício dos **gêmeos com extensão dos pés**, foi realizado o teste de 1RM com o mesmo critério no exercício de **extensão dos joelhos (leg-extension)**, no **quadríceps (leg-press inclinado)** e na **flexão coxofemoral (esquerda e direita)**.

Com o objetivo de reduzir a margem de erro no teste de 1RM adotou-se a seguinte estratégia (MONTEIRO et al., 2005): a) Instrução padronizada antes do teste, de modo que o avaliado estivesse ciente de toda a rotina que envolvia a coleta de dados; b) O avaliado foi instruído sobre a técnica de execução dos exercícios através da familiarização com o aparelho e execução do exercício sem carga para reduzir o efeito da fadiga; c) O avaliador esteve atento quanto à posição adotada pelo praticante, no momento da medida. d) Os testes foram realizados no mesmo horário; e) Todos os avaliados permaneceram sem treinar os grupos musculares utilizados por um período mínimo de 48hs antes da realização das avaliações. Todos os pesos foram previamente aferidos em balança calibrada da marca Welmy<sup>®</sup> modelo 110. No estudo foi utilizados aparelhos de musculação da marca *reforce*. Foi utilizada anilhas de 2, 5, 10 e 20 kg.

#### Pesos extras

Além das placas de cargas contidas nos equipamentos, foram utilizadas barras de pesos extras planejados para serem facilmente acrescentados ou removidas das pilhas de pesos dos equipamentos. Os pesos extras apresentavam as seguintes características:

- 2 barras de 250 g;
- 2 barras de 500g;
- 2 barras de 1 kg;
- 2 barras de 2 kg.

A finalidade desses pesos extras foi possibilitar uma progressão suave tanto na carga de treinamento como nas avaliações da força muscular.

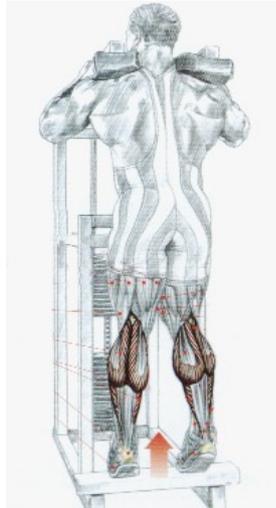


FIGURA 25 - Extensão de pés (DELAVIER, 2000).

- De pé, com as costas alinhadas, ombros sob as partes forradas do aparelho, a ponta dos pés sobre o calço, os tornozelos em flexão passiva, foi efetuada uma extensão dos pés (flexão plantar) mantendo sempre a articulação dos joelhos em extensão.

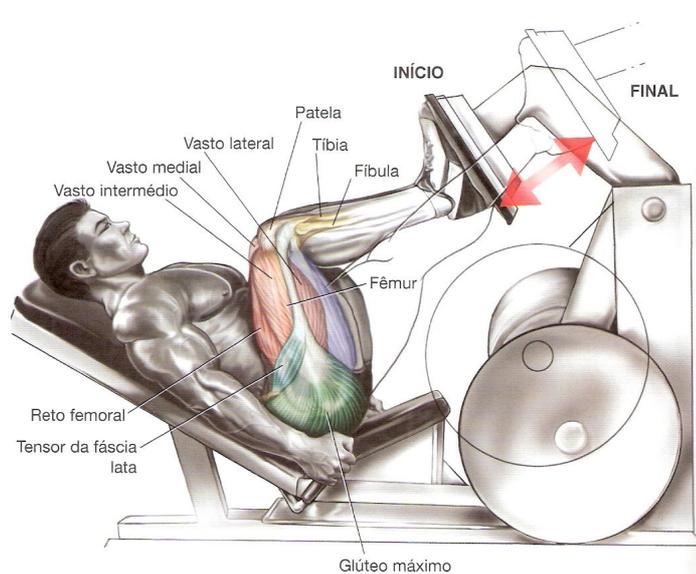


FIGURA 26 - Leg-press inclinado (EVANS, 2007)

- Posição inicial - O indivíduo no banco em um ângulo de 45°, pernas paralelas com um pequeno afastamento lateral, com os joelhos estendidos, braços ao longo do corpo segurando a barra de apoio;

- Fase concêntrica – A partir da fase excêntrica (80º entre a perna e coxa) se realizava a extensão completa dos joelhos e quadris (SOUTO MAIOR e SIMÕES, 2006).

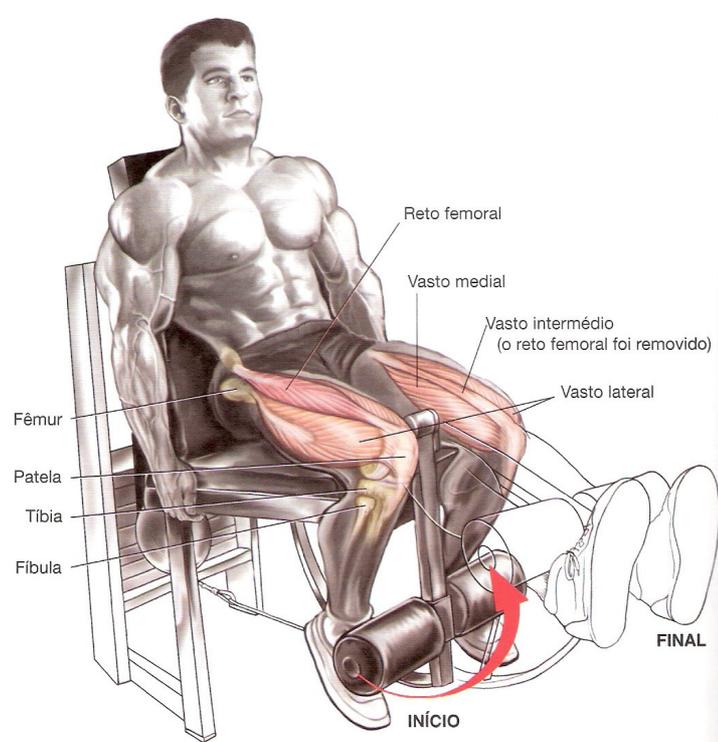


FIGURA 27 - Extensão dos joelhos com aparelho específico ou *leg-extension* (EVANS, 2007).

Sentado na máquina, com as mãos agarradas ao assento ou nos braços da poltrona para manter o tronco imóvel, joelhos flexionados, tornozelos colocados por debaixo das almofadas. Uma repetição foi considerada completa quando da posição inicial se realiza uma extensão das pernas até a horizontal (DELAVIER, 2000).



FIGURA 28 – Aparelho *apolete* adaptado para a realização do exercício. Femoral Esquerdo e Direito

Em pé, de lado para o aparelho *apolete*, segurando a barra do aparelho com ambas as mãos. A perna direita estendida e apoiada no solo, sobre uma base emborrachada. A perna esquerda é projetada para trás, através da extensão do quadril. Flexão joelho para posicionar o tornozelo sob o apoio. Inspirar e realizar uma flexão do quadril projetando a perna para frente em um movimento similar ao do chute no futebol. Uma repetição foi considerada completa quando da posição inicial se realiza uma flexão do quadril.

### 3. 6.2. Medida indireta do VO<sub>2</sub>max.

Para a análise indireta do VO<sub>2</sub>max, foi utilizado o teste de campo de 3.200m, através da fórmula VO<sub>2</sub>max (ml.kg.min) = 118,4-4,774 (T), onde: T = tempo em minutos e fração decimal dos 3.200m (WELTMAN et al., 1989; PITANGA, 2004).

O teste para avaliação do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx) foi executados no período da manhã (09h30/11h30). Utilizou-se a pista de 400 metros em arenito do Batalhão da Polícia Militar do Município de Ji-Paraná no Estado de Rondônia. No dia que precedia os testes, os atletas foram orientados a não executar atividades exaustivas, não ingerir bebidas alcoólicas e não fumar.

Antes do início da prova, os atletas, sob a orientação do preparador físico executaram atividades de aquecimento, constando de exercícios gerais e de alongamento. Os atletas foram divididos aleatoriamente em grupos de dois e o

tempo obtido durante o percurso foi registrado através de um Cronômetro da marca Digital Resistente Modelo ITCD-3000 de exatidão: 1/100 segundos, e transcrito em fichas de controle.

O teste consiste em os atletas correrem 3.200 metros o mais rápido possível. Foi registrado o tempo gasto em minutos para percorrer essa distância. Em seguida utilizou-se a seguinte equação (para homens) para predição do consumo máximo de oxigênio:  $118,4 - 4,774$  (tempo gasto para percorrer os 3200m), (WELTMAN et al., 1989; PITANGA, 2004).

### **3.6.3 Composição corporal.**

Todas as variáveis antropométricas foram medidas a seguir os protocolos da Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (ISAK). Para a avaliação das variáveis antropométricas foram coletadas as medidas de massa corporal total (MC) em quilogramas, estatura (EST) em metros, pontos de dobras cutâneas em milímetros (mm): subescapular (SB), tricipital (TR), supra-íliaca (SI), abdominal (ABD), estimativa de percentual de gordura (% GORD) equacionada a partir da fórmula matemática de Yuhasz, modificada por Faulkner, que determina o percentual de gordura, através da seguinte equação (FAULKNER, 1968, DE ROSE, 1973):  $\%G = [(TR + SE + SI + AB) * 0,153] + 5,783$  e cálculo do peso de massa magra (PMM) a partir da subtração dos valores de massa gorda (MG) (em kg) e massa corporal total:  $PMM = MC - MG$ . Os valores de massa gorda foram obtidos a partir do produto da massa corporal total pelo percentual de gordura estimado dividido por 100 (cem):  $MG = MC * (\% GORD / 100)$ .

Para o presente estudo foi determinado:

- Idade (ID);
- Massa Corporal Total (MCT);
- Estatura (ES);

**Massa corporal total:** Foi utilizada uma balança Antropométrica Mecânica Adulto 150 kg. Welmy de fabricação Brasileira, em 1994, devidamente calibrada e aferida, com precisão de 100 gramas, e escala variada de 0 a 150 Kg. O avaliado descalço trajando calção de treino, colocado de costas para a escala da balança, com afastamento lateral dos pés, ereto e com olhar fixo para frente. O curso da

escala foi movido manualmente até obter equilíbrio. O peso corporal foi registrado em quilogramas, com precisão de 100 gramas. A técnica de manejo da balança foi (Avaliação Física – CDOF, s/d):

- Travar a balança, sempre que ela apresentar trava;
- O indivíduo testado deve subir pisando no centro dela, mantendo-se ereto e de costas para a escala de medida;
- Movimentar o cilindro maior para encaixar na dezena correspondente;
- Destruvar a balança;
- Movimentar o cilindro menor até que ocorra o nivelamento dos ponteiros guia;
- Travar a balança;
- Pedir para o avaliado descer da balança;
- Fazer a leitura.



Figura 29 - Balança Antropométrica Mecânica Adulto 150

**Estatura Total:** foi determinada usando o estadiômetro de parede, WCS com 220 cm, que contém uma escala métrica graduada em centímetros de até 220 cm, e precisão de 0,1 cm. O avaliado descalço trajando roupas calção de treino, foi colocado na posição ortostática com os pés unidos, procurando por em contato com o instrumento de medida as superfícies posteriores do calcanhar, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital. A medida foi realizada com o indivíduo em apnéia inspiratória e com a cabeça orientada pelo plano de Frankfurt, paralela ao solo. A medida foi feita com o cursor em ângulo de 90 graus em relação à escala.

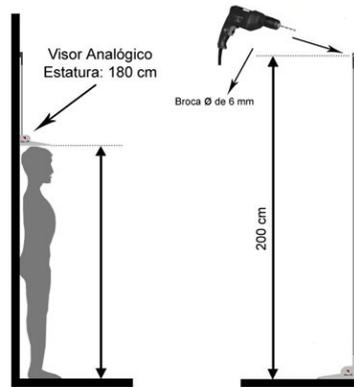


Figura 30 - Estadiomêtro de parede WCS com 220 cm.

**Porcentagem de gordura corporal:** foi verificada por meio de medidas de dobras cutâneas, utilizando-se o compasso de dobras cutâneas científico, da marca **CESCORF** - Plicômetro Científico com precisão de 0,1 mm, onde o indivíduo avaliado permaneceu o tempo todo em pé. As medidas das dobras cutâneas realizadas sempre do lado direito do avaliado e repetidas de duas a três vezes em forma de circuito, dependendo da diferença entre elas. Foi utilizada a média como valor da medida dos valores mais próximos, desde que não possuíssem diferença superior a 5% entre elas.



Figura 31 - Plicômetro Científico CESCORF

### **Dobra Cutânea do Tríceps**

A mensuração do tríceps se deu na face posterior do braço paralelamente ao eixo longitudinal, o avaliado permaneceu com o braço estendido ao longo do corpo, o ponto pinçado foi a distância média entre a borda súpero-lateral do acrômio e o olecrânio.

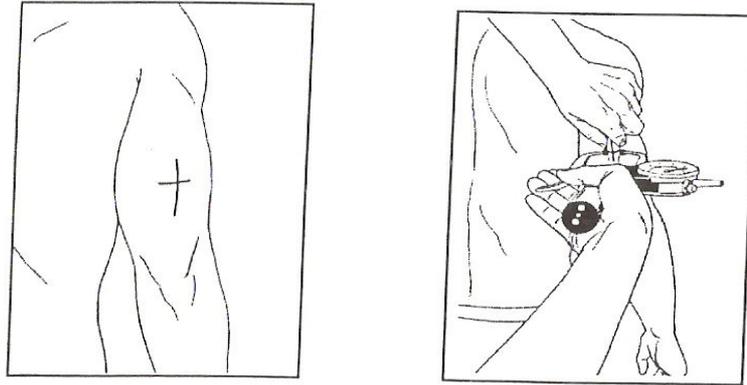


FIGURA 32 - **Dobra Cutânea do Tríceps** - Fonte: Fernandes Filho (2003)

### **Dobra Cutânea Subescapular**

A mensuração da dobra cutânea subescapular se deu no sentido diagonal, localizada abaixo e após de um a dois centímetros do ângulo inferior da escápula acompanhando o prolongamento oblíquo medial da escápula.

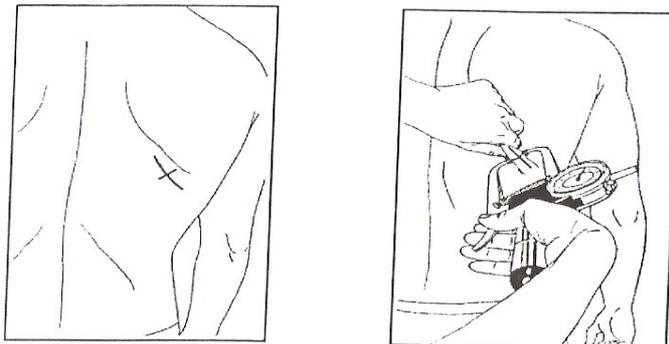


FIGURA 33 - **Dobra Cutânea Subescapular** - Fonte: Fernandes Filho (2003)

### **Dobra Cutânea Supra-iliaca**

A dobra cutânea supra-iliaca foi obtida oblíqua ao eixo longitudinal, onde o ponto pinçado foi sobre a linha axilar (média) na metade da distância entre o último arco costal e a crista ilíaca.

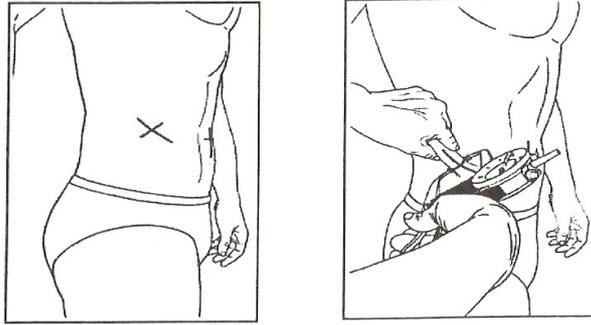


FIGURA 34 - **Dobra Cutânea Supra-ilíaca** -Fonte: Fernandes Filho (2003)

### **Dobra Cutânea Abdominal**

A dobra cutânea abdominal foi verticalmente tomada aproximadamente a 2 (dois) centímetros à direita da borda lateral da cicatriz umbilical, paralelamente ao eixo longitudinal do corpo.

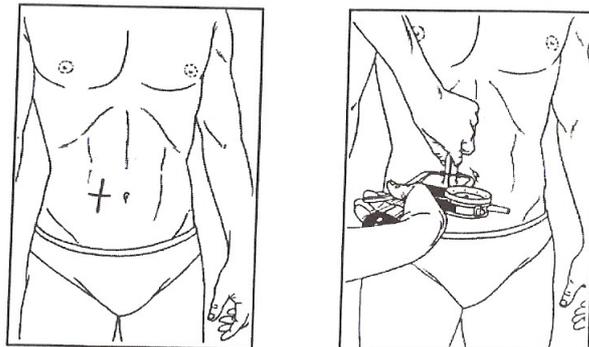


FIGURA 35 - Fonte: **Dobra Cutânea Abdominal** - Fernandes Filho (2003)

Foi utilizada a fórmula de Yuhasz, modificada por Faulkner, que determina o percentual de gordura, através da seguinte equação (FAULKNER, 1968, DE ROSE, 1973):

- **% Gordura =  $(\sum DC \times 0,153) + 5,783$**
- ONDE:
- $\sum DC = TR + SB + SI + AB$
- TR = Dobra cutânea do tríceps
- SB = Dobra cutânea subescapular
- SI = Dobra cutânea supra-ilíaca
- AB = Dobra cutânea abdominal

### 3.7 Procedimento estatístico

Realizou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e os dados com distribuição paramétrica foram analisados por Teste T de Student para amostras independentes quando os dois grupos experimentais foram comparados. Quando a distribuição foi não paramétrica se utilizou o Mann Withney Test para a comparação entre os grupos experimentais.

Para a comparação entre o mesmo grupo no pré e pós-teste foi utilizado o Teste T Pareado quando os dados apresentaram distribuição paramétrica. Aueles com distribuição não paramétrica foram avaliados pelo Teste de Wilcoxon.

Os resultados foram expressos em média e desvio padrão. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . As análises foram feitas utilizando-se o programa SPSS *for windows*, versão 7.5.

# ***ESTADÍSTICA***

#### 4. ESTATÍSTICA

Empregou-se a prova Test Shapiro-Wilk, para analisar as diferenças entre a função de distribuição empírica ou mostra da função de distribuição crescente. Somente uma variável – musculatura dos gêmeos (gastrocnêmicos) - no período básico (pré-teste) e no período competitivo (pós-teste) que será comparada pela prova livremente e não paramétrica (Wilcoxon). As demais variáveis serão analisadas pela prova T pareado.

QUADRO 20 - Resultados das provas de normalidade de Shapiro-Wilk em todas as variáveis analisadas.

**Tests of Normality**

| GRUPO EXPERIMENTAL - PRÉ E PÓS-<br>TESTE<br>GRUPOS (PB) (PC) |                     | SHAPIRO-WILK |    |        |
|--|---------------------|--------------|----|--------|
|  |                     | Statistic    | df | Sig.   |
| Femoral Esquerda -   | P. Básico           | ,741         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,892         | 19 | ,038   |
| Femoral Direita -  | P. Básico           | ,538         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,910         | 19 | ,080   |
| Gêmeos -   | P. Básico           | ,653         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,787         | 19 | ,010** |
| Quadríceps -   | P. Básico           | ,938         | 19 | ,314   |
|  | Período Competitivo | ,884         | 19 | ,027   |
| Leg-Press -  | P. Básico           | ,333         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,895         | 19 | ,041   |
| Percentual de Gordura -                                      | P. Básico           | ,979         | 19 | ,917   |
|  | Período Competitivo | ,986         | 19 | ,981   |
| Peso Corporal -  | P. Básico           | ,981         | 19 | ,940   |
|  | Período Competitivo | ,944         | 19 | ,370   |
| VO2  | P. Básico           | ,952         | 19 | ,447   |
|  | Período Competitivo | ,860         | 19 | ,010** |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of true significance.

QUADRO 21 - Resultados das provas de normalidade de Z – Kolmogorvo-Smirnov e de Shapiro-Wilk em todas as variáveis analisadas.

**Tests of Normality**

| GRUPO CONTROLE – PRÉ<br>E PÓS-TESTE<br>GRUPOS (PB) e (PC) | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |       | SHAPIRO-WILK |    |        |
|---|---------------------------------|----|-------|--------------|----|--------|
|   | Statistic.                      | df | Sig.  | Statistic    | Df | Sig.   |
| Quadríceps – P. Básico                                    | ,320                            | 1  | ,000  | ,724         | 18 | ,010** |
| P. Competitivo  | ,165                            | 18 | ,200* | ,898         | 18 | ,054   |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

**Tests of Normality**

| GRUPO CONTROLE - PRÉ<br>E PÓS-TESTE<br>GRUPOS (PB) e (PC) | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |      | SHAPIRO-WILK |    |      |
|---|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|   | Statistic.                      | df | Sig. | Statistic    | Df | Sig. |
| P. Corporal – P. Básico                                   | ,202                            | 19 | ,039 | ,913         | 19 | ,087 |
| P. Competitivo  | ,180                            | 19 | ,107 | ,935         | 19 | ,275 |
| P. de Gordura – P. Básico                                 | ,142                            | 19 | 200* | ,952         | 19 | ,451 |
| P. Competitivo  | ,182                            | 19 | ,104 | ,919         | 19 | ,120 |

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

**Tests of Normality**

| GRUPO CONTROLE – PRÉ<br>E PÓS-TESTE<br>GRUPOS (PB) e (PC) | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |       | SHAPIRO-WILK |    |        |
|---|---------------------------------|----|-------|--------------|----|--------|
|   | Statistic.                      | Df | Sig.  | Statistic    | Df | Sig.   |
| Leg-Press – P. Básico                                     | ,108                            | 18 | ,200* | ,969         | 18 | ,738   |
| P. Competitivo  | ,203                            | 18 | ,048  | ,940         | 18 | ,345   |
| F. Direita – P. Básico                                    | ,285                            | 18 | ,000  | ,792         | 18 | ,010** |
| P. Competitivo  | ,314                            | 18 | ,000  | ,791         | 18 | ,010** |
| F. Esquerda – P. Básico                                   | ,352                            | 18 | ,000  | ,748         | 18 | ,010** |
| P. Competitivo  | ,258                            | 18 | ,003  | ,791         | 18 | ,010** |
| Gêmeos – P. Básico  | ,256                            | 18 | ,003  | ,836         | 18 | ,010** |
| P. Coopetitivo  | ,242                            | 18 | ,006  | ,884         | 18 | ,033   |
| VO2 - P. Básico   | ,241                            | 18 | ,007  | ,852         | 18 | ,010** |
| P. Competitivo  | ,230                            | 18 | ,013  | 854          | 18 | ,010** |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

QUADRO 22 - Resultados das provas de normalidade de Z – Kolmogorvo-Smirnov e de Shapiro-Wilk em todas as variáveis quando se comparou o GE com GC.

Tests of Normality

| GE X GC<br>PERÍODO BÁSICO E<br>COMPETITIVO |                | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |       | SHAPIRO-WILK |    |        |
|--|----------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|--------|
|  |                | Statistic.                      | Df | Sig.  | Statistic    | Df | Sig.   |
| F. Direita -                               | GE - P. Básico | ,360                            | 19 | ,000  | ,538         | 19 | ,010** |
|  | GC - P. Básico | ,307                            | 18 | ,000  | ,791         | 18 | ,010** |
| F. Direita -                               | GE - P. Comp.  | ,177                            | 19 | ,118  | ,910         | 19 | ,080   |
|  | GC - P. Comp.  | ,314                            | 18 | ,000  | ,792         | 18 | ,010** |
| F. Esquerda -                              | GE - P. Básico | ,287                            | 19 | ,000  | ,742         | 19 | ,010** |
|  | GC - P. Básico | ,385                            | 18 | ,000  | ,717         | 18 | ,010** |
| F. Esquerda                                | GE - P. Comp.  | ,173                            | 19 | ,137  | ,892         | 19 | ,038   |
|  | GC - P. Comp.  | ,253                            | 18 | ,000  | ,786         | 18 | ,010** |
| Gêmeos -                                   | GE - P. Básico | ,280                            | 19 | ,000  | ,653         | 19 | ,010** |
|  | GC - P. Básico | ,277                            | 18 | ,002  | ,749         | 18 | ,010** |
| Gêmeos -                                   | GE - P. Comp.  | ,299                            | 19 | ,000  | ,787         | 19 | ,010** |
|  | GC - P. Comp.  | ,246                            | 18 | ,011  | ,892         | 18 | ,064   |
| P. Corporal -                              | GE - P. Básico | ,082                            | 19 | ,200* | ,981         | 19 | ,940   |
|  | GC - P. Básico | ,176                            | 18 | ,200* | ,925         | 18 | ,268   |
| P. Corporal                                | GE - P. Comp.  | ,166                            | 19 | ,175  | ,944         | 19 | ,370   |
|  | GC - P. Comp.  | ,192                            | 18 | ,119  | ,935         | 18 | ,352   |
| L. Press -                                 | GE - P. Básico | ,518                            | 19 | ,000  | ,333         | 19 | ,010** |
|  | GC - P. Básico | ,145                            | 18 | ,200* | ,957         | 18 | ,582   |
| L. Press                                   | GE - P. Comp.  | ,155                            | 19 | ,200* | ,895         | 19 | ,041   |
|  | GC - P. Comp.  | ,203                            | 18 | ,077  | ,0942        | 18 | ,411   |
| P. Gordura -                               | GE - P. Básico | ,115                            | 19 | ,200* | ,979         | 19 | ,917   |
|  | GC - P. Básico | ,168                            | 18 | ,200* | ,936         | 18 | ,358   |
| P. Gordura -                               | GE - P. Comp.  | ,122                            | 19 | ,200* | ,986         | 19 | ,981   |
|  | GC - P. Comp.  | ,184                            | 18 | ,149  | ,892         | 18 | ,063   |
| Quadríceps -                               | GE - P. Básico | ,201                            | 19 | ,042  | ,938         | 19 | ,314   |
|  | GC - P. Básico | ,320                            | 18 | ,000  | ,724         | 18 | ,010** |
| Quadríceps -                               | GE - P. Comp.  | ,231                            | 19 | ,009  | ,884         | 19 | ,027   |
|  | GC - P. Comp.  | ,187                            | 18 | ,136  | ,900         | 18 | ,085   |
| VO2 -                                      | GE - P. Básico | ,157                            | 19 | ,200* | ,952         | 19 | ,447   |
|  | GC - P. Básico | ,240                            | 18 | ,015  | ,853         | 18 | ,015   |
| VO2 -                                      | GE - P. Comp.  | ,284                            | 19 | ,000  | ,860         | 19 | ,010** |
|  |                |                                 | 18 |       |              | 18 |        |

|               |      |  |      |      |  |        |
|---------------|------|--|------|------|--|--------|
| GC - P. Comp. | ,246 |  | ,011 | ,832 |  | ,010** |
|---------------|------|--|------|------|--|--------|

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

Ao comparar o efeito do treinamento em relação as variáveis envolvidas no estudo durante os períodos em que o trabalho foi desenvolvido, somente a musculatura femoral direita e esquerda, gêmeos (gastrocnêmicos) no período básico e o  $VO_{2max}$ . no período competitivo serão analisados com a distribuição da prova Mann Whitney para as mostras independentes (não paramétricos). As demais variáveis serão analisadas pela prova Teste t para mostras independentes.

**.1 Resultados**

## ***ANTROPOMETRIA***

TABELA 1 - Peso corporal e percentual de gordura do Grupo Controle: PB (período básico ); PC (período competitivo).

| Período Básico<br>Peso (Kg) | Período Competitivo<br>Peso (Kg) | Período Básico<br>% grasa | Período Competitivo<br>% grasa |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 77,3±7,9<br>(n=18)          | 75,9±6,4<br>(n=18)               | 12,7±2,0<br>(n=18)        | 12,5±1,5<br>(n=18)             |

A ausência de asteriscos indica a inexistência de diferença estatística nas variáveis analisadas.

O peso corporal e o percentual de gordura (tabela 1) dos atletas do grupo controle não mostraram diferença significativa entre o período básico e competitivo (pré e pós teste): o peso corporal (PB = 77,3 ± 7,9 Kg; PC = 75,9 ± 6,4 Kg; prova Pareado T); percentual de gordura (PB = 12,7 ± 2,0 %; PC = 12,5 ± 1,5 %; prova Pareado T).

TABELA 2 - Peso corporal e percentual de gordura do Grupo Experimental: PB (período básico); PC (período competitivo).

| Período Básico<br>Peso (Kg) | Período Competitivo<br>Peso (Kg) | Período Básico<br>% gordura | Período Competitivo<br>% gordura |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 74,8±8,44<br>(n=19)         | 75,9±8,9<br>(n=19)               | 10,9±1,13<br>(n=19)         | 11,6±1,4*<br>(n=19)              |

\*Teste T pareado para mostras dependentes. Nível de significância empregado  $p < 0,05$ .

Em relação, ainda ao Grupo Experimental (GE) constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa no peso corporal (tabela 2 e gráfico 1) comparando um período com o outro.

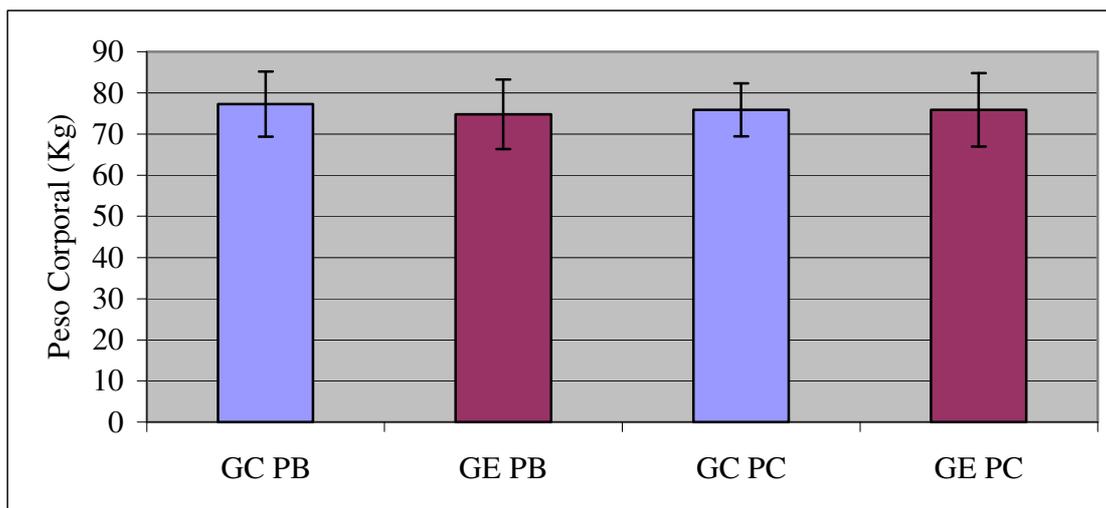


GRÁFICO 1 – Peso corporal dos atletas dos grupos controle (GC) e experimental (GE) nos períodos básico (PB) e competitivo (PC).

No entanto ao se comparar os resultados do teste pré (Período Básico =  $10,9 \pm 1,13$  %G; tabela 3 e gráfico 2) e pós para definição da percentual de gordura se constatou no período competitivo (pós-teste) ( $11,6 \pm 1,4$  %G; Teste t pareado,  $p < 0,05$ ) um aumento inesperado de volume.

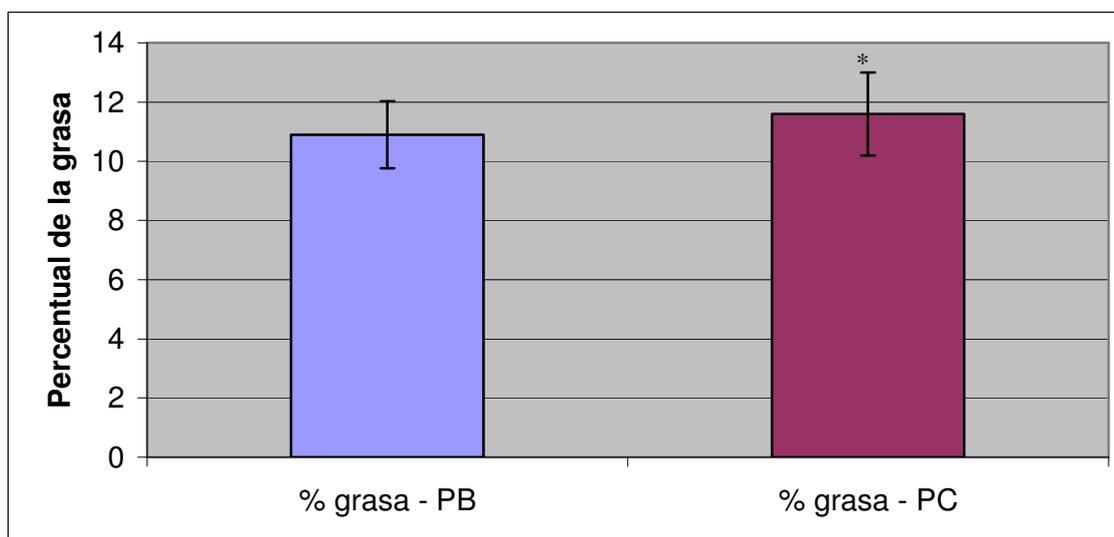


GRÁFICO 2 - Alteração no percentual de gordura dos atletas do grupo experimental nos períodos básico e competitivo. \*Indica diferença estatística significativa (Teste T pareado para mostras dependentes,  $p < 0,05$ ).

A variável do peso corporal (GC =  $75,9 \pm 6,4$  Kg; GE =  $75,9 \pm 9,0$  Kg; Teste t de Student para as mostras independentes - tabela 3) e percentual de gordura (GC =  $12,5 \pm 1,5\%$ ; GE =  $11,6 \pm 1,4\%$ ; Test t de Student para as mostras independentes - tabela 3) não mostraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e experimental no período competitivo (pós-teste).

TABELA 3: Peso corporal e percentual de gordura do Grupo Controle (GC) e Experimental (GE) no período básico (PB – pré-teste) e no período competitivo (PC – pós-teste).

| Grupos       | Período Básico            | Período Básico              | Período Competitivo      | Período Competitivo      |
|--------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|              | Peso (Kg)                 | % grasa                     | Peso (Kg)                | % grasa                  |
| Control      | $77,3 \pm 7,9$<br>(n=18)  | $12,7 \pm 2,0$<br>(n=18)    | $75,9 \pm 6,4$<br>(n=18) | $12,5 \pm 1,5$<br>(n=18) |
| Experimental | $74,8 \pm 8,44$<br>(n=19) | $10,9 \pm 1,13^*$<br>(n=19) | $75,9 \pm 8,9$<br>(n=19) | $11,6 \pm 1,4$<br>(n=19) |

\*Teste T pareado para mostras dependentes. Nivel de significancia empregado  $p < 0,05$ .

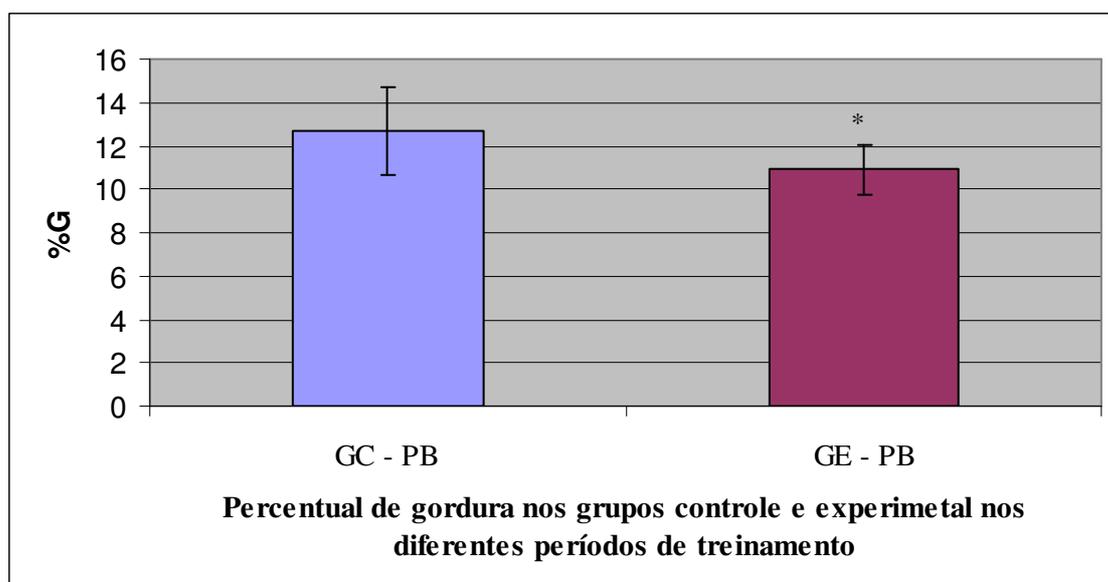


GRÁFICO 3 - Percentual de gordura de Grupo Controle (GC) e Experimental (GE) no período básico (PB). \*Indica diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).

## ***VÁRIÁVEIS NEUROMUSCULARES***

TABELA 4 - Dados da prova de 1RM do Grupo Controle (GC): PB (período básico ); PC (período competitivo).

|       | Cuadríceps          | Leg-press             | Gêmeos               | Femoral E            | Femoral D            |
|-------|---------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| GC PB | 80,8±9,4<br>(n=18)  | 193,8±29,7<br>(n=18)  | 62,8±18,4<br>(n=18)  | 71,7±5,9<br>(n=18)   | 71,9±6,1<br>(n=18)   |
| GC PC | 87,8±7,7*<br>(n=18) | 273,1±20,9*<br>(n=18) | 96,9±14,3*<br>(n=18) | 87,4±6,9**<br>(n=18) | 87,2±7,3**<br>(n=18) |

\*Teste T pareado para mostras dependentes; \*\*Wilcoxon Test. Nível de significância empregado  $p < 0,05$ .

Diferente do Grupo Experimental (GE), o Grupo Controle (GC) se submeteu a outro tipo de programa, embora com os mesmos objetivos, o programa de treinamento apresentava uma diferença de conteúdo, no entanto diferenças estatísticas foram evidenciadas.

Com respeito às variáveis musculares (tabela 4 e 5) a prova de 1RM mostrou uma melhora significativa quando os atletas foram avaliados durante o período básico (pré-teste) e competitivo (pós-teste).

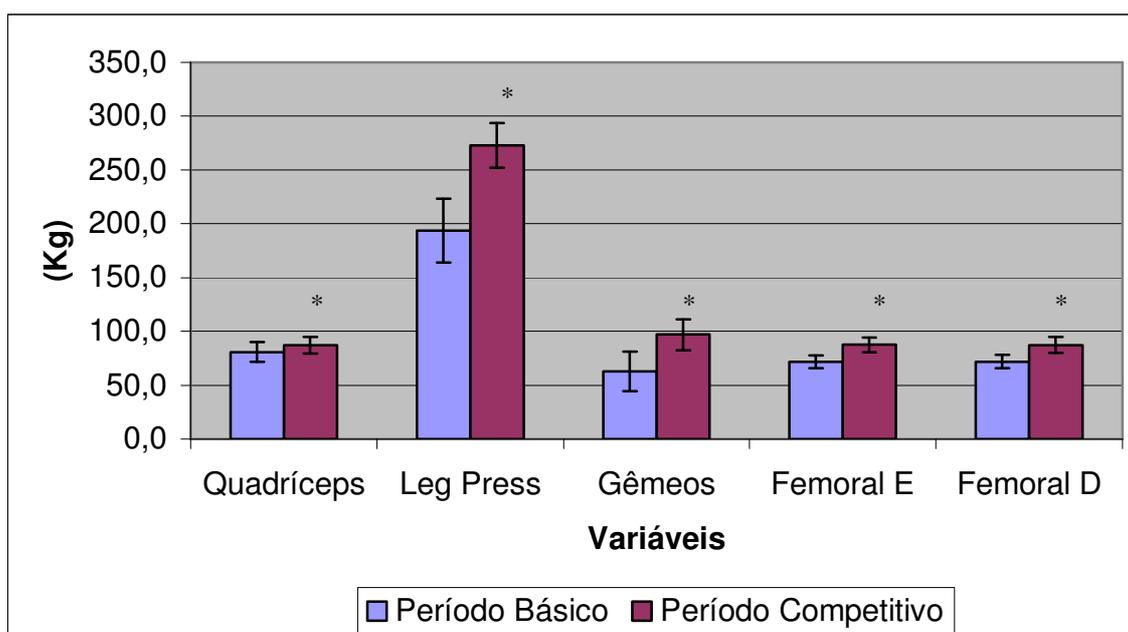


GRÁFICO 4 - prova de 1RM do Grupo Controle no período básico (pré-teste) e competitivo (pós-teste) \*Indica diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).

TABELA 5 - Dados da prova de 1RM do Grupo Experimental (GE): PB (período básico o preparatório); PC (período competitivo).

|       | Cuadríceps           | Leg-press             | Gêmeos                | Femoral E             | Femoral D             |
|-------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| GE PB | 85,3±12,5<br>(n=19)  | 287,9±11,8<br>(n=19)  | 69,5±19,4<br>(n=19)   | 100,2±9,2<br>(n=19)   | 95,5±24,8<br>(n=19)   |
| GE PC | 106,3±9,4*<br>(n=19) | 323,9±13,0*<br>(n=19) | 93,9±14,0**<br>(n=19) | 134,2±11,1*<br>(n=19) | 134,5±11,5*<br>(n=19) |

\*Teste T pareado para mostras dependentes; \*\*Wilcoxon Test. Nível de significância empregado  $p < 0,05$ .

O treinamento proposto para o Grupo Experimental foi eficaz (teste t pareado  $p < 0,05$ ) na produção de ganho força do músculo quadríceps dos atletas de futebol de campo comparando os dados obtidos na prova de 1RM (tabela 5 e gráfico 5) no período competitivo (pós-teste) ( $106,3 \pm 9,4$  Kg) com o período básico ( $85,3 \pm 12,5$  Kg) e

Do mesmo modo, comparando resultado obtido na prova de 1 RM (leg-press) no período competitivo, ( $323,9 \pm 13,0$  Kg (pós-teste)) com o obtido no período básico ( $287,9 \pm 11,8$  Kg (pré-teste)) se constata um aumento de força nos músculos dos membro inferiores. O programa de treinamento aplicado teve na sua estrutura uma preocupação com o planejamento, com a orientação e com o controle em ambos os períodos, portanto se observou, também, comparando o resultado obtido frente ao teste de 1 RM Femoral Esquerda, no período competitivo ( $134,2 \pm 11,1$  Kg; Teste t pareado,  $p < 0,05$ ) (pós-teste) com o resultado obtido no período básico ( $100,2 \pm 9,2$  Kg), pré-teste, um aumento significativo nesta variável com relação ao ganho de força. Da mesma forma, se observou um ganho de força na musculatura femoral direita, quando se comparou o resultado obtido no período competitivo ( $134,5 \pm 11,5$  Kg; Teste t pareado,  $p < 0,05$ ), (pós-teste) , com o resultado obtido no período básico ( $95,5 \pm 24,8$  Kg; ), (pré-teste).

Para a análise do ganho de força da musculatura dos gêmeos se utilizou a prova não paramétrica de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ), conforme resultado obtido da normalidade da prova aplicada em pequenos grupos (Shapiro-Wilk,  $n = 19$ ). Foi

evidenciado um ranking positivo em relação com os distintos períodos de treinamento, ou seja, no período básico (pré-teste) os atletas teriam  $69,5 \pm 19,4$  Kg e no período competitivo (pós-teste)  $93,9 \pm 14,0$  Kg (PC > PB), indicando, portanto um aumento no ganho de força.

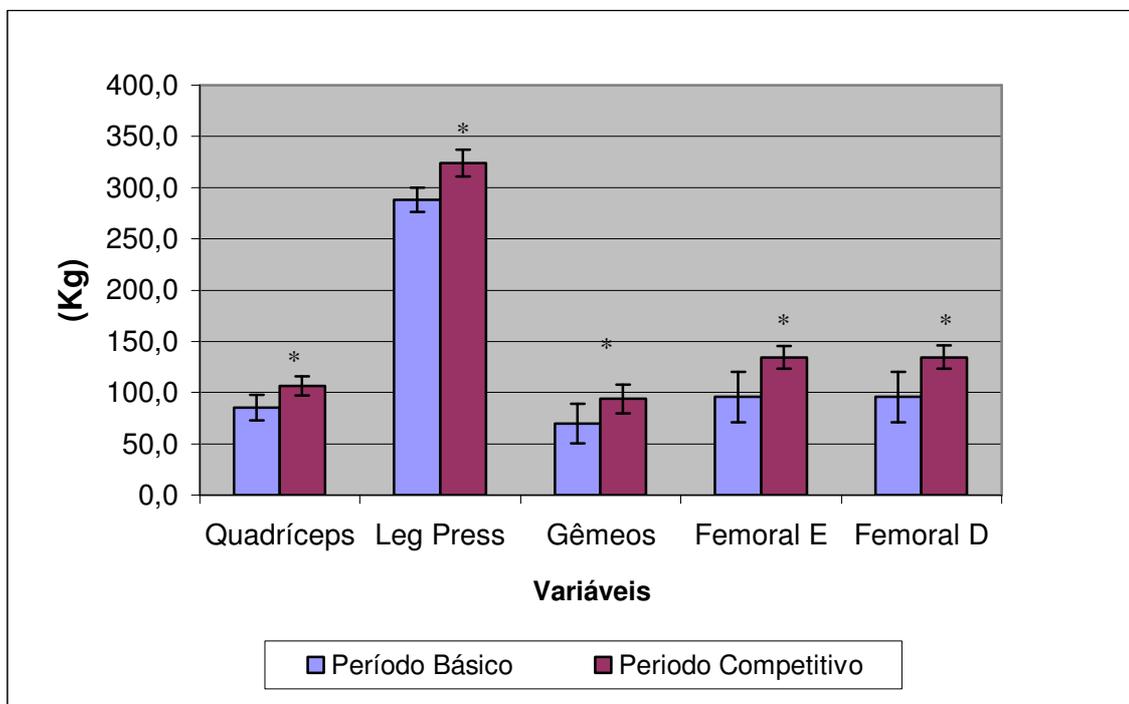


GRÁFICO 5 - prova de 1RM do Grupo Experimental no período básico ou preparatório e competitivo. \*Indica diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).

Quando o grupo experimental e controle (GC e GE) foram comparados em diferentes períodos do treinamento, se observou mediante os resultados que os dados se apresentaram de forma muito interessante. Durante o período básico (pré-teste), o seja, antes de qualquer ingerência no plano motor e/ou fisiológico, as seguintes variáveis não apresentaram diferença entre os grupos estudados: a força do quadríceps (GC =  $80,8 \pm 9,4$  Kg; GE =  $85,3 \pm 12,5$  Kg; Teste t student para mostras independentes - tabela 6); Com relação aos dados não paramétricos, se utilizou a prova de Manny Whitney, a fim de identificar no período básico a ausência de diferenças significativas entre os dos grupos na variável força de gastrocnêmicos (GC =  $62,8 \pm 18,4$  Kg; GE =  $69,5 \pm 19,4$  Kg; tabela 6).

Já as outras variáveis examinadas no período básico (pré-teste) mostraram diferenças estatisticamente significativas: a pressão de pernas (GC =  $193,8 \pm 29,7$  Kg; GE =  $287,9 \pm 11,8$  Kg; Teste t de Student para as mostras independentes;  $p <$

0,05; tabela 6 e gráfico 5); femoral direito (GC =  $71,9 \pm 6,1$  Kg; GE =  $95,5 \pm 24,8$  Kg; Mann-Whitney Test  $p < 0,05$  tabela 6 y gráfico 7); femoral esquerda (GC =  $71,7 \pm 5,9$  Kg; GE =  $100,2 \pm 9,2$  Kg; Mann-Whitney Test  $p < 0,05$  tabela 6 e gráfico 8) .

TABELA 6 - Dados da prova de 1RM dos Grupos Controle (GC) e Experimental (GE) no período básico (PB).

|       | Cuadríceps                | Leg-press                    | Gêmeos                    | Femoral E                       | Femoral D                       |
|-------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| GC PB | $80,8 \pm 9,4$<br>(n=18)  | $193,8 \pm 29,7$<br>(n=18)   | $62,8 \pm 18,4$<br>(n=18) | $71,7 \pm 5,9$<br>(n=18)        | $71,9 \pm 6,1$<br>(n=18)        |
| GE PB | $85,3 \pm 12,5$<br>(n=19) | $287,9 \pm 11,8^*$<br>(n=19) | $69,5 \pm 19,4$<br>(n=19) | $100,2 \pm 9,2^{***}$<br>(n=19) | $95,5 \pm 24,8^{***}$<br>(n=19) |

\*Teste T de Student para mostras independentes. \*\*\* Manny Whitney Test. Nível de significancia empregado  $p < 0,05$ .

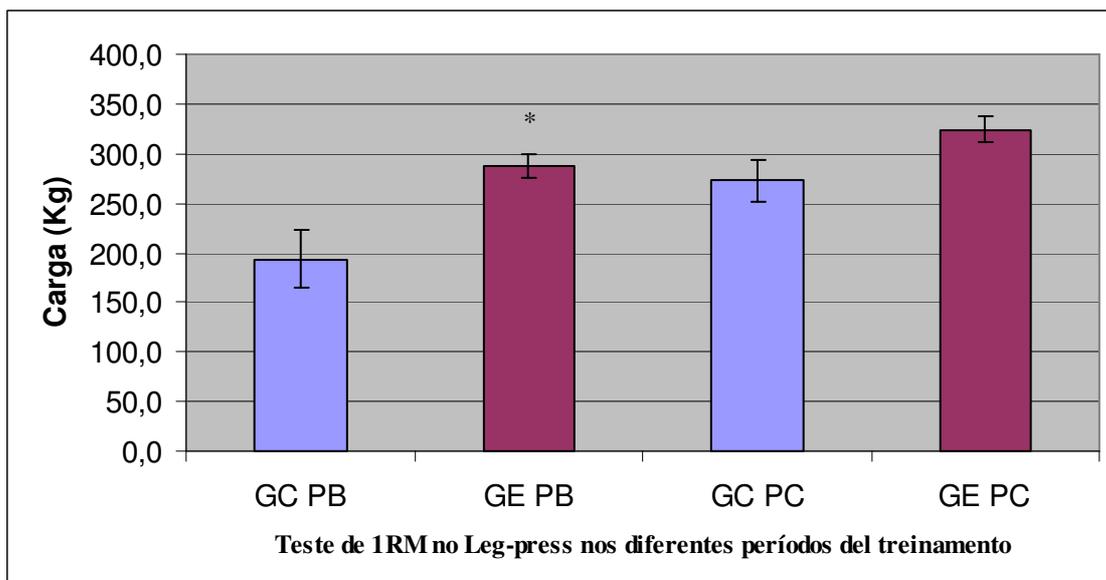


GRÁFICO 6 - Dados da prova de 1RM no Leg-press grupos Controle (GC) e Experimental (GE) nos períodos, Básico (PB pré-teste) e competitivo (PC pós-teste). \* Indica diferença estatística significativa entre GC e GE no Período Básico (PB) ( $p < 0,05$ ).

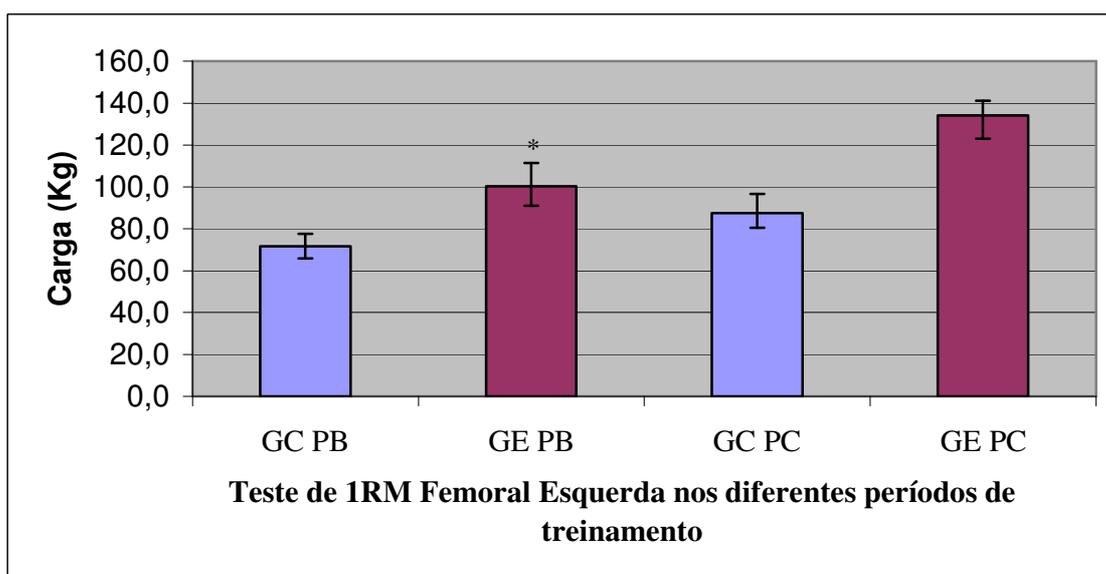


GRÁFICO 7 - Dados da prova de 1RM na musculatura femoral esquerda dos grupos Controle (GC) e Experimental (GE) nos períodos Básico (PB pré-teste) e competitivo (PC pós-teste). \* Indica diferença estatística significativa entre GC e GE no Período Básico (PB) (Manny Whitney Test).

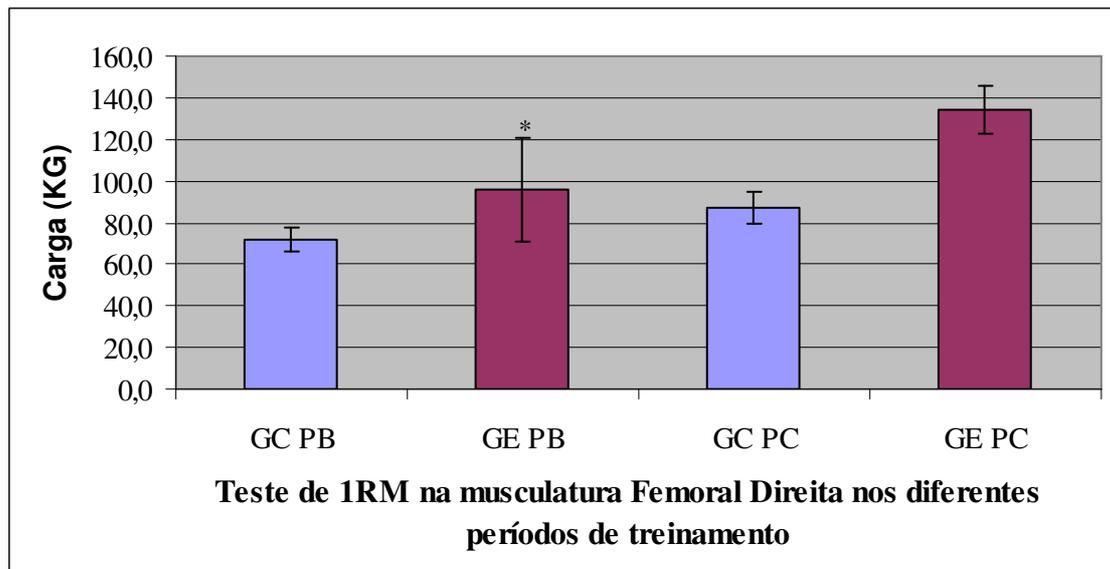


GRÁFICO 8 - Dados da prova de 1RM na musculatura femoral direita dos grupos Controle (GC) e Experimental (GE) nos período Básico (PB pré-teste) e competitivo (PC pós-teste). \* Indica diferença estatística significativa entre GC e GE no Período Básico (PB) (Manny Whitney Test).

Os dados avaliados no período competitivo (pós-teste) revelaram diferenças estatísticas entre os grupos controle e experimental nas seguintes variáveis: a força do quadríceps (GC =  $87,8 \pm 7,7$  Kg; GE =  $106,3 \pm 9,4$  Kg; Teste t de Student para as mostras independentes  $p < 0,05$  – Tabela 7 e Gráfico 9); femoral esquerda (GC =  $87,4 \pm 6,9$  Kg; GE =  $134,2 \pm 11,1$  Kg; Teste t de Student para as mostras independentes  $p < 0,05$ ); pressão de pernas (GC =  $273,1 \pm 20,9$  Kg; GE =  $323,9 \pm 13,0$  Kg; Teste t de Student para as mostras independentes  $p < 0,05$ ); de gastrocnêmicos (GC =  $96,9 \pm 14,3$  Kg; GE =  $93,9 \pm 14,0$  Kg; Teste t de Student para as mostras independentes  $p < 0,05$ ) – este ultimo resultado é contrário aos demais devido a diferença apresentada para mais no o grupo controle em relação ao grupo experimental, demonstrando que a solicitação motora para este grupo muscular não foi eficiente no grupo experimental como as demais variáveis (tabela 7).

TABELA 7: Dados da prova de 1RM dos Grupos Controle (GC) e Experimental (GE) no período competitivo (PC).

|       | Cuadríceps           | Leg-press             | Gêmeos               | Femoral E             | Femoral D             |
|-------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| GC PC | 87,8±7,7<br>(n=18)   | 273,1±20,9<br>(n=18)  | 96,9±14,3<br>(n=18)  | 87,4±6,9<br>(n=18)    | 87,2±7,3<br>(n=18)    |
| GE PC | 106,3±9,4*<br>(n=19) | 323,9±13,0*<br>(n=19) | 93,9±14,0*<br>(n=19) | 134,2±11,1*<br>(n=19) | 134,5±11,5*<br>(n=19) |

\*Test T de Student para mostras independentes. Nível de significancia empregado  $p < 0,05$ .

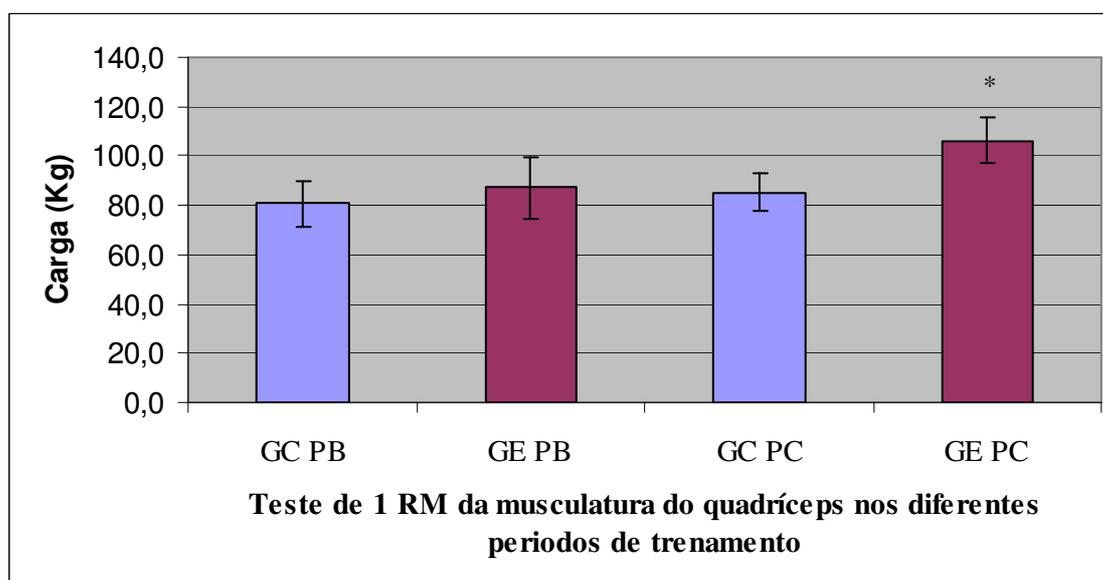


GRÁFICO 9 - Dados da prova de 1RM na musculatura do quadríceps dos grupos Controle (GC) e Experimental (GE) nos período Básico (PB pré-teste) e competitivo (PC pós-teste). \* Indica diferença estatística significativa entre GC e GE no Período Competitivo (Teste t de Student  $p < 0,05$ ).

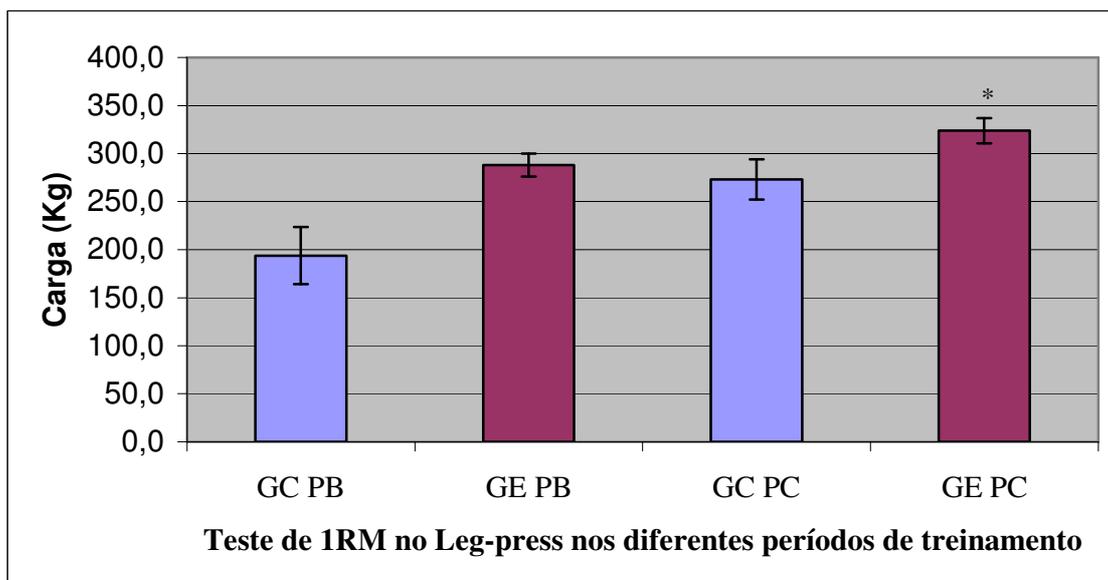


GRÁFICO 10 - Dados da prova de 1RM no Leg-press dos grupos Controle (GC) e Experimental (GE) nos período Básico (PB pré-teste) e competitivo (PC pós-teste). \* Indica diferença estatística significativa entre GC e GE no Período Competitivo (Teste t de Student  $p < 0,05$ ).

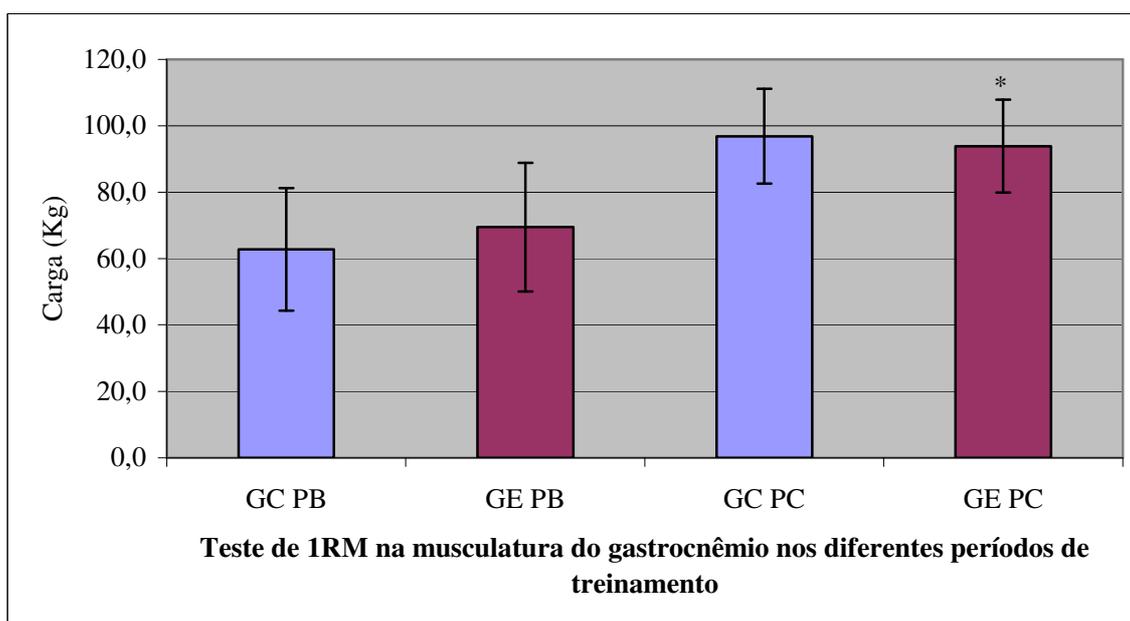


GRÁFICO 11 - Dados da prova de 1RM na musculatura gastrocnêmico (gêmeos) dos grupos Controle (GC) e Experimental (GE) nos período Básico (PB pré-teste) e competitivo (PC pós-teste). \* Indica diferença estatística significativa entre GC e GE no Período Competitivo (Teste t de Student  $p < 0,05$ ).

Observou-se um melhora significativa na força da musculatura femoral direita (GC =  $87,2 \pm 7,3$  Kg; GE =  $134,5 \pm 11,5$  Kg; Teste t de Student para as mostras independentes  $p < 0,05$ ).

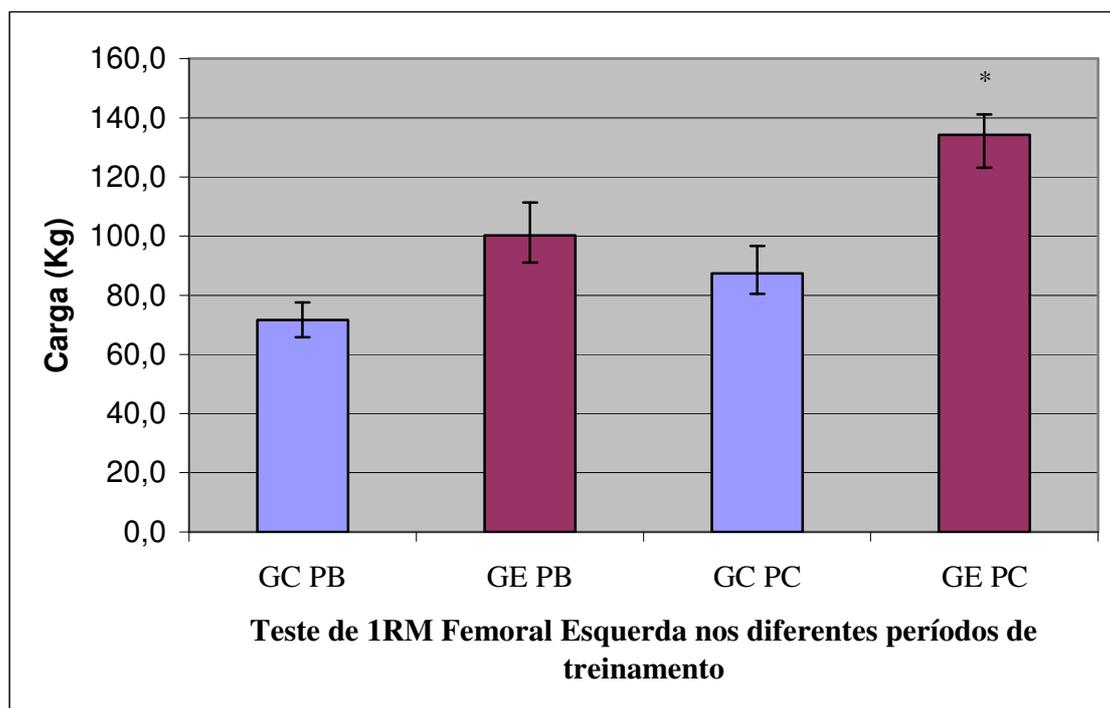


GRÁFICO 12 - Dados da prova de 1RM na musculatura femoral esquerda dos grupos Controle (GC) e Experimental (GE) nos períodos Básico (PB pré-teste) e competitivo (PC pós-teste). \* Indica diferença estatística significativa entre GC e GE no Período Competitivo (Teste t de Student  $p < 0,05$ ).

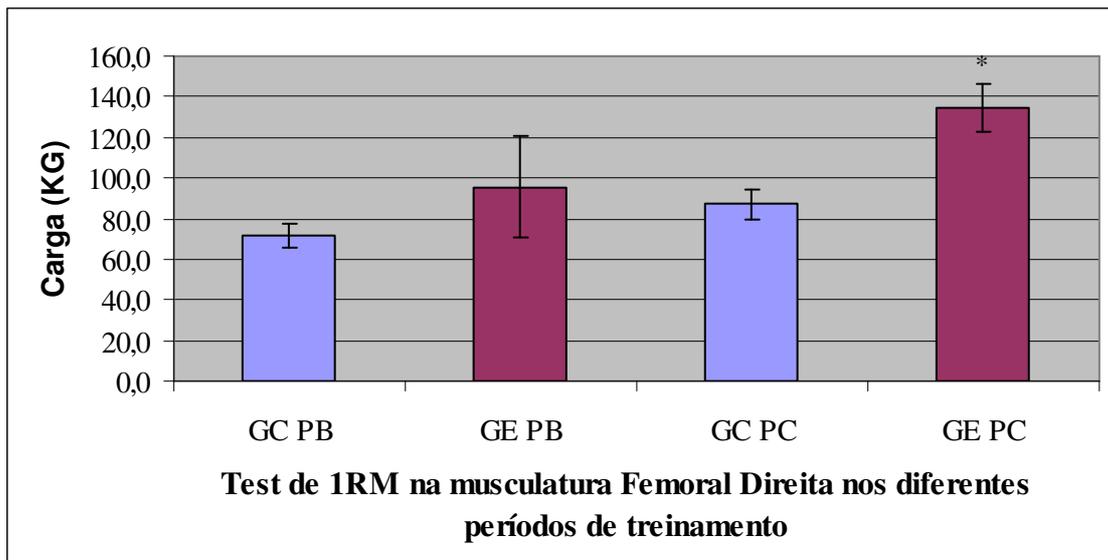


GRÁFICO 13 - Dados da prova de 1RM na musculatura femoral direita dos grupos Controle (GC) e Experimental (GE) nos período Básico (PB pré-teste) e competitivo (PC pós-teste). \* Indica diferença estatística significativa entre GC e GE no Período Competitivo (Teste t de Student  $p < 0,05$ ).

## ***VARIÁVEL FUNCIONAL VO<sub>2</sub>máximo***

TABELA 8 - Consumo máximo de O<sub>2</sub> (prova de 3200 m) no grupo controle no período básico e competitivo.

| Grupos   | Período Básico     | Período Competitivo  |
|----------|--------------------|----------------------|
| Controle | 53,6±6,4<br>(n=18) | 54,9±5,4**<br>(n=18) |

\*\*Wilcoxon Test

Segundo o teste de Wilcoxon para dados não paramétricos, o grupo controle teve um valor maior de consumo máximo de oxigênio (tabela 8 e gráfico 14) no período competitivo, conforme demonstra os resultados: (PB = 53,6 ± 6,4 ml / Kg / min, PC = 54,9 ± 56, 4 ml / Kg / min; PC > PB).

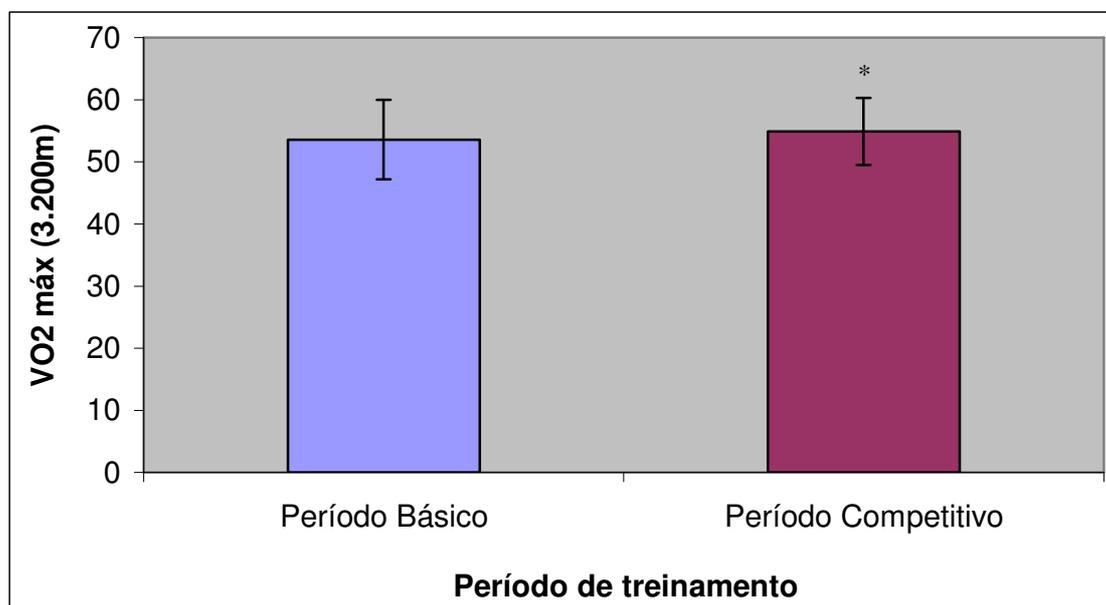


GRÁFICO 14 - Consumo máximo de O<sub>2</sub> (prova de 3200 m) no grupo controle no período básico e competitivo.

\*Indica diferença estatística significativa (Wilcoxon Test).

TABELA 9: Consumo máximo de O<sub>2</sub> (prova de 3200 m) grupo experimental durante período básico e período competitivo.

| Grupos       | Período Básico       | Período Competitivo  |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Experimental | 59,4±2,03<br>(n= 19) | 61,9±1,4*<br>(n= 19) |

\*Teste T pareado para muestras dependientes. Nivel de significancia empegado p<0,05.

Com respeito ao VO<sub>2</sub>máx (tabela 9 e gráfico 15), o treinamento foi eficaz na promoção de trocas fisiológicas demonstrando um aumento de capacitação máxima de oxigênio durante a prova de 3.200m quando comparados o período competitivo (pós-teste - 61, 9 ± 1,4 ml / Kg / min.; Teste Pareado T, p < 0,05) com o período básico (pré-teste - 59,4 ± 2,0 ml / Kg / min).

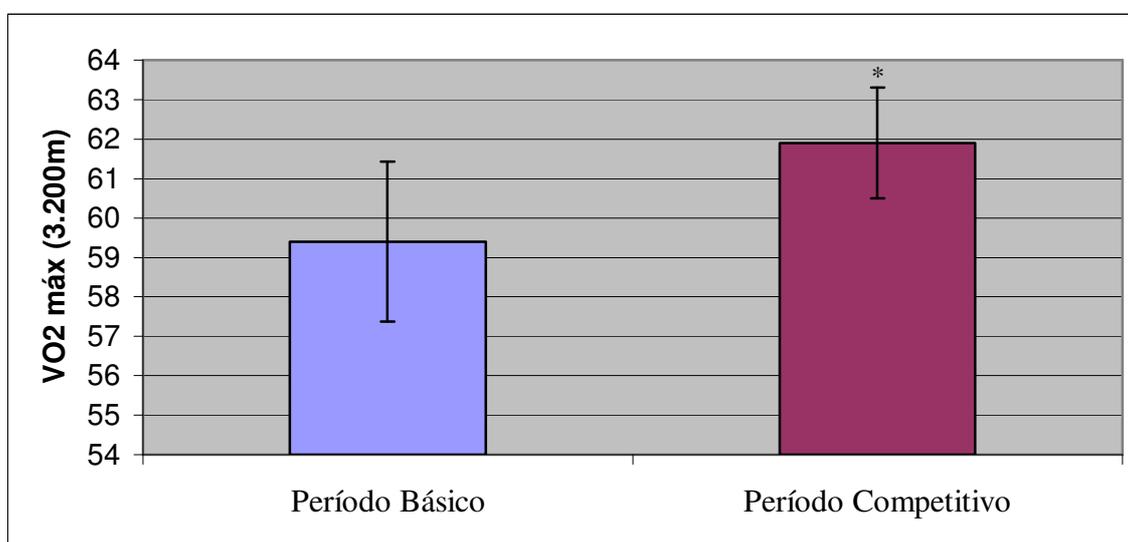


GRÁFICO 15 - Consumo máximo de oxigênio no grupo experimental após evoluírem do período básico de treinamento para o período competitivo. \*Indica diferença estatística significativa Manny Whitney Teste, p<0,05.

TABELA 10 - Dados da prova de VO<sub>2</sub> máx. dos Grupos Controle e Experimental no período básico e competitivo.

| Grupos       | Período Básico        | Período Competitivo    |
|--------------|-----------------------|------------------------|
| Controle     | 53,6±6,4<br>(n=18)    | 54,9±5,4<br>(n=18)     |
| Experimental | 59,4±2,03*<br>(n= 19) | 61,9±1,4***<br>(n= 19) |

\*Test T de Student para mostras independentes. \*\*\* Manny Whitney Test. Nível de significancia empregado  $p < 0,05$ .

Com relação ao consumo máximo de oxigênio a tabela 10 e o gráfico 16 demonstram que no período básico (pré-teste) houve diferença significativa quando se compara o grupo Experimental com o grupo Controle: (GE = 59,4±2,03; GC = 53,6±6,4). No período competitivo (pós-teste) se observou, também, uma melhora significativa no grupo experimental quando comparado com o grupo controle: (GC = 54,9 ± 5,4 ml / Kg / min; GE = 61,9 ± 1,9 ml / Kg / min; Mann-Whitney Test,  $p < 0,05$  .

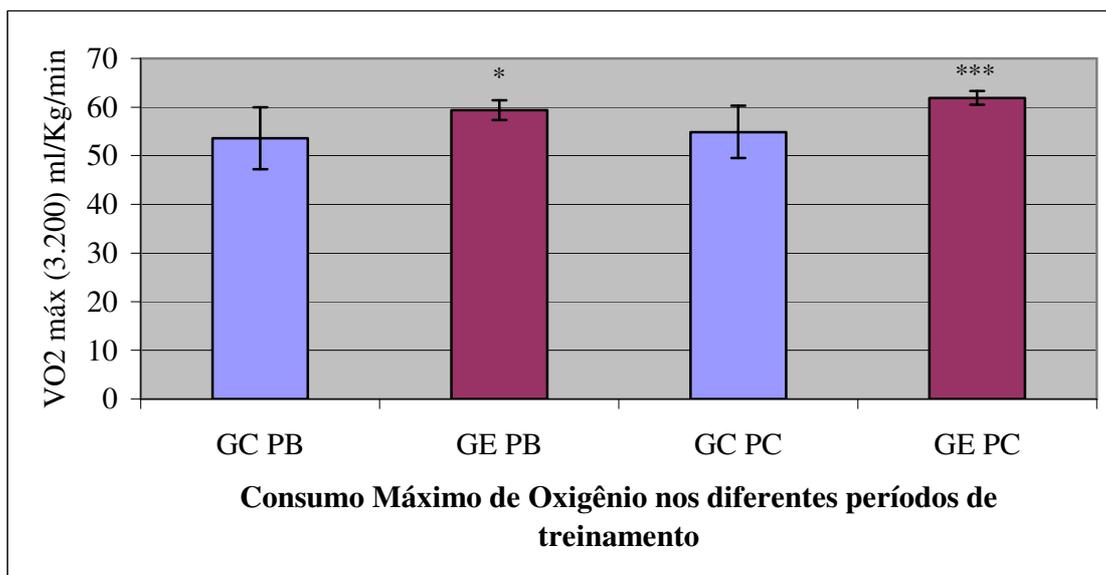


GRÁFICO 16 - Dados da prova de 3.200m dos grupos Controle (GC) e Experimental (GE) nos períodos Básico (PB pré-teste) e competitivo (PC pós-teste). \* Indica diferença estatística significativa entre GC e GE no Período Básico (Teste t de Student,  $p < 0,05$ ) \*\*\*Indica diferença estatística significativa entre o GC e GE no período Competitivo (Manny Whitney Test).

## ***DISCUSSÃO DOS RESULTADOS***

## **5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Os resultados do presente estudo foram descritos e discutidos em duas etapas. Na primeira etapa, a amostra foi caracterizada em relação às variáveis antropométricas, percentual de gordura (%G) e peso corporal total (PCT) e na segunda em relação ao desempenho nos testes físicos envolvendo capacidade neuromuscular (exercício de extensão dos joelhos, leg-press inclinado, gêmeos na extensão dos pés e flexão coxofemoral) e funcional ( $VO_2$  máximo). Todas as variáveis puderam ser discutidas com dados obtidos pela literatura.

Após determinação dos resultados obtidos na análise estatística com 18 atletas profissionais no grupo controle (GC) e com 19 no grupo experimental (GE) foi verificado em relação às variáveis antropométricas que não houve diferença estatística ao se comparar o (%G) e o (PCT) entre os respectivos grupos. Por outro lado, os resultados mostraram um notório incremento significativo ( $p < 0,05$ ) de força em quatro dos cinco grupos musculares avaliados no GE, quando comparado com o GC. Da mesma forma se observou um significativo ganho ao se determinar a potência aeróbia máxima ( $VO_2$  máx) do GE e do GC.

Particularizaremos cada uma destas variáveis e comentaremos os dados obtidos de forma concreta:

### **5.1. Primeira etapa da discussão**

#### **5.1.1 Variáveis antropométricas**

Neste estudo, os atletas do GE, após três semanas de treinamento físico demonstraram alteração significativa no %G em relação ao início da temporada. O mesmo não ocorreu na variável PCT que se manteve estável depois do treinamento. Isto provavelmente se deu em virtude do período de treinamento estabelecido que foi de três semanas. O período de três semanas de treinamento utilizando o treinamento em circuito extensivo por intervalos (TREI) foi insuficiente para promover diminuição no %G. Apesar de o treinamento ter sido de alta intensidade, não foi realizado acompanhamento nutricional dos sujeitos, o que pode ter contribuído, bem como a redução do volume de treinamento, típico do período competitivo.

O controle sistemático e contínuo do treinamento nestas três semanas que antecedeu ao início da competição levou a comissão técnica a reduzir o volume de

treinamento e esta medida pode ter influenciado o resultado, sem, no entanto, influenciar no desempenho atlético dos jogadores. Este relato apontando que não houve influência no desempenho dos atletas está de acordo com estudos que têm indicado que o volume de treinamento precisa ser substancialmente reduzido para ter algum efeito observável, enquanto a intensidade do treinamento precisa ser mantida para trazer melhorias no desempenho (HOUMARD e cols. 1994 E SCHEPLY e cols. 1992). Nesta direção, Rowbotton (2003) orienta para uma razoável quantidade de trabalho empreendida nos benefícios potenciais do treinamento reduzido ou *tapering* na conclusão de uma temporada de treinamento para produzir desempenho ótimo no decorrer das competições maiores.

Nossos achados diferem dos dados de Santos et al. (2002), que não observaram mudanças na porcentagem de gordura corporal de homens jovens não-treinados após dez semanas de treinamento resistido, apesar de ter sido encontrado aumento significativo da massa corporal total e da massa magra.

Mesmo assim, em nosso estudo se constatou valores médios para o peso corporal (PC) entre 70 e 76 Kg e para o %G entre 9,5 e 12,8, indo de encontro com os achados de Renzy y cols. (2000) quando apontam um %G de 11,7 em futebolistas sulamericanos. Nesta mesma linha Garrido y Cols (2004) mediante um estudo com atletas espanhóis encontrou 11,17. Já Liparotti (2004) em um estudo com atletas universitários de futebol identificou um %G de 11,4.

Próximo deste resultado Tokmakidis e cols. (1992) quando em um trabalho com 99 jogadores gregos durante cinco anos encontraram uma média para o %G de 9,2. Além disso, os escores obtidos neste trabalho também corroboram com outros estudos já realizados, conforme justificam entre 9,4%; 9,5% e 9,8, 13,9% e 16,2% os achados de Rhodes e cols. (1986); Sinning e cols. (1985); Kirkendall (1985); De Rose e cols. (1974) e Silvestre y Cols. (2006).

Mais recentemente, McArdle et.al. (2003), ao comparar a relação de peso (massa) corporal isento de gordura (PIG), para o desporto específico, nesse caso o futebol afirmam que a média mundial considerada como ideal é de 75,5 kg., para o peso corporal, 9,6 para o %G e de 68,2 para o PIG. Em nosso estudo se constatou valores médios para o PC entre 70 e 76 kg e para o %G entre 9,5 e 12,8. Ficando evidente, então que os dados obtidos estão em consonância com a literatura.

Alguns estudos nesta linha já realizados, no entanto, apresentaram um valor médio de percentual menor do que achado em nossa pesquisa, demonstrando, por

conta disso uma variabilidade nos resultados. Como verificou Bunc e cols. (1992), em uma investigação com jogadores de alto nível da Tchecoslováquia um valor médio para o percentual de gordura de 8,1%. Próximo deste resultado, Leatt e cols. (1987) acharam um valor médio de 8,0%. Já, Causarano e cols. (1992) constataram em jogadores profissionais gregos valor médio de 8,85% e Gagliardi e cols. (1993) com 8,4%. Para um valor de percentual menor, Heller e cols. (1992) observaram em 12 futebolistas, durante o período competitivo, valor médio de 6,5%; Monteiro et. al. (1996) apud Nunes (2004) ao analisar 21 futebolistas da Seleção Brasileira de 1994 encontrou valor médio para o % de gordura 7,4; Chin e cols. (1988, 1992 e 1994), com valores médios de 5,0, 7,3 e 5,2%, respectivamente, bem como, Minioglu y Koz (2006) com valores médio de 5,84 em atletas profissionais da Turquia.

Os valores médios peso corporal (70 e 76 kg) dos sujeitos deste estudo foram semelhantes aos valores médios encontrados em futebolistas brasileiros e de outros países conforme demonstra o quadro abaixo. Nos quadros A e B é possível verificar que os valores médios registrados de percentual de gordura relacionados a atletas de futebol de diversos países, foram muito próximos dos valores médios encontrados em nosso estudo (9,5 e 12,8). Porém, deve-se ressaltar que as diferentes equações preditivas para se estimar o percentual de gordura corporal podem comprometer estas comparações. Esta variabilidade de resultados quando se trata de valores de porcentagem de gordura corpórea em jogadores de futebol (5,2 a 16,4%) é explicada por Bangsbo e cols. (2000) quando afirmam que essa discrepância em parte é devida aos diferentes métodos utilizados para obtenção desses valores.

| QUADRO A                           |            |   |               |         |          |                |
|------------------------------------|------------|---|---------------|---------|----------|----------------|
| Estudo                             | País       | Número de atletas   | Idade em anos | PD (Kg) | EST (cm) | %G             |
| Presente Estudo                    | Brasil     | 36 atletas profissionais da divisão especial do futebol Rondoniense | 25            | 75      | 1.80     | 11.5           |
| Peres, (1996)                      | Brasil     | Brasil<br>X<br>Japão  |               |         |          | 11,08<br>11,92 |
| Liparotti (2004)                   | Brasil     | -   | -             | -       | -        | 11,04          |
| Ley et al (2002)                   | Brasil     | 17 futebolistas profissionais de uma equipe da 1ª divisão nacional  | 23,64         | 76,2    | -        | 12,8           |
| Garrido y Cols. (2004)             | Espanha    | -   | -             | -       |          | 11,17          |
| Rienzy y cols. (2000)              | Sudamérica | -   | -             | -       | -        | 11,6           |
| Schwinge l; Petroski; Velho (1997) | Brasil     | 35 futebolistas profissionais da 1ª divisão nacional                | 24,1          | 75,9    | 179,7    | 11,0           |
| QUADRO B                           |            |   |               |         |          |                |
| Santos (1999)                      | Portugal   | 44 futebolistas profissionais da 1ª Divisão portuguesa              | 25,8          | 73,6    | 176,6    | 11,4           |
| Santos (1999)                      | Portugal   | 15 futebolistas profissionais da 4ª Divisão portuguesa              | 22,7          | 73,1    | 175,8    | 11,6           |
| Green (1992)                       | Áustria    | 24 futebolistas semi-profissionais da 1ª divisão nacional           | 24,4          | 73,0    | 179,1    | 10,1           |

|   |            |   |        |      |       |                     |
|---|------------|---|--------|------|-------|---------------------|
| Dunbar;<br>Power<br>(1995)                | Inglaterra | 18 futebolistas profissionais<br>de uma equipe da 1ª<br>divisão inglesa | 22,5   | 77,7 | -     | 12,6                |
| Silvestre<br>y<br>Cols.<br>(2006)         | EE.UU      |   |        |      |       | 13,9                |
| Dunbar;<br>Power<br>(1995)                | Inglaterra | 14 futebolistas profissionais<br>de uma equipe da 3ª<br>divisão inglesa | 25,8   | 73,8 | -     | 12,7                |
| Brewer &<br>Davis<br>(1992),              | Inglaterra | Futebolistas profissionais<br>ingleses                                  |        |      |       | 11                  |
| Shwingel;<br>Petroski;<br>Velho<br>(1997) |            | 35 futebolistas<br>profissionais da 1ª divisão<br>nacional              | 24,1 3 | 75,9 | 179,7 | 11,0                |
| <b>QUADRO C</b>                           |            |   |        |      |       |                     |
| Monteiro<br>et al<br>(1996)               | BRA        | 21 futebolistas da Seleção<br>Brasileira<br>de 1994                     | 27,3   | 79,9 | 179,6 | 7,4                 |
| Tíryakí et<br>al (1997)                   | TUR        | 16 futebolistas profissionais<br>de uma equipe da 1ª<br>divisão turca   | -      | 74,8 | 178,8 | 7,6                 |
| Tíryakí et<br>al (1997)                   | TUR        | 16 futebolistas profissionais<br>de uma equipe da 3ª<br>divisão turca   | -      | 72,7 | 178,8 | 7,2                 |
| Heller e<br>cols.<br>(1992)               |            | 12 futebolistas   |        |      |       | 6,5                 |
| Miniroglu<br>y Koz<br>(2006)              | Turquia    | -   |        | -    | -     | 5,84                |
| Chin e<br>cols.<br>(1988,<br>1992 e       |            |   |        |      |       | 5,0, 7,3 e<br>5,2%, |

|        |  |  |  |  |  |  |
|--------|--|--|--|--|--|--|
| 1994), |  |  |  |  |  |  |
|--------|--|--|--|--|--|--|

QUADRO 23 - Características antropométricas, peso corporal, estatura e percentual de gordura, de jogadores de futebol de diferentes países.

Como pode se observar o peso e percentual de gordura corporal, não foi diferente entre grupos e os dados que se tem sobre a massa corporal e composição corporal de equipes de futebol sugere que os jogadores variam muito em tamanho corporal, cujos parâmetros não são fatores essenciais para o sucesso no futebol. No entanto, as diferenças no estilo de jogo e os diferentes métodos de condicionamento físico indicam que existem características antropométricas desejáveis para jogadores de futebol (GREEN, 1992; RICO-SANZ, 1998; SHEPHARD, 1999; OSTOJIC 2003; REILLY et al., 2000; BLOOMFIELD et al., 2005).

## 5. 2. Segunda Etapa da Discussão

### 5.2.1. Capacidades Neuromusculares

Quando se trata da interface entre *fenômenos de adaptação morfofisiológicos do processo de treinamento de alto rendimento* e a *prescrição sistemática e planejada de exercícios físicos* para o desenvolvimento da resistência de força se observa as enormes diferenças entre os índices máximos de força, a duração e o tipo de trabalho exigem a utilização de metodologias específicas para o desenvolvimento de resistência de força em cada desporto (PLATONOV, 2004). Portanto, o presente trabalho foi orientado metodologicamente para o desenvolvimento progressivo da resistência de força através do treinamento resistência de força, sendo o treinamento em circuito extensivo por intervalos (TREI) uma forma de organização deste tipo de treinamento.

### 5. 2. 2. Força Dinâmica Máxima

Os atletas envolvidos no presente estudo são profissionais com larga experiência no futebol. Iniciaram suas atividades visando a Copa Brasil de Clubes e o Campeonato da Divisão Especial do Estado de Rondônia (temporada 2007) nos primeiros dias de Janeiro e findaram em Julho do mesmo ano. O início da competição foi em fevereiro (17/02/2007), portanto, a fase preparatória e pré-competitiva constou de 42 dias.

O aspecto metodológico da tese foi garantido na presente pesquisa tanto com a aplicação do teste de uma repetição máxima (1RM), Mcdonagh & Davies, (1984); Ware et al., (1995); Weineck (2004), do cálculo indireto da força dinâmica máxima (FDM) no exercício de extensão dos joelhos, do *leg press* inclinado, dos gêmeos na extensão dos pés e na flexão coxofemoral (STONE et al., 2002), quanto à utilização de uma estratégia para reduzir a margem de erro na realização do teste (MORAES et al., 2000).

Após o treinamento os resultados apresentados na tabela (7) mostram de forma comparativa (GE X GC) os dados obtidos no pós-teste nas provas de 1RM. Nela se constatou um notório incremento de força muscular nos exercícios com extensão dos joelhos, no *leg extension*, do quadríceps no *leg press* inclinado e no

músculo femoral esquerdo e direito na flexão coxofemoral. Não obstante, a musculatura do gastrocnêmio e sóleo apresentou um resultado contrário às demais devido à diferença para mais no GC em relação ao GE, demonstrando que a solicitação motora para este grupo muscular não foi eficiente no GE como as demais variáveis. Contudo, é importante ressaltar que os dados da prova de 1RM do GE, quando comparado com ele mesmo na relação pré ( $69,5 \pm 19,4$ ) e pós-teste ( $93,9 \pm 14,0^{**}$ ), tabela 5, se constatou um incremento de força na musculatura em questão.

O protocolo de avaliação para força dinâmica máxima (1RM) foi o mesmo para ambos os grupos, no entanto, a metodologia do trabalho foi específica para cada grupo. Portanto, essa diferença de ganho de força pelo grupo controle na musculatura envolvendo o gastrocnêmio se explica em função da forma aleatória de prescrição dos exercícios. Houve, a par disso, ênfase na aplicação de exercícios de salto incluídos dentro del trabajo general de fuerza, priorizando os saltos nos quais o calcanhar não toca o solo. Estudos apontam que exercícios com esse objetivo treinam especialmente o gastrocnêmio (SCHMITBLEICHER & GOLHOFER, 1982; KUITNEN et al. 2007). Além disso, outros estudos sugerem que em função da alta intensidade da carga, ocorre melhoria da coordenação intramuscular e um rápido e acentuado incremento de força (ZANON, 1974; COMETTI, 1998; VERKOSHANSKY, 1999; WEINECK, 2004; MORAES & PELLEGRINOTI, 2006). Mesmo com esta diferença em relação a uma das variáveis foi possível verificar neste estudo que o grupo experimental no pós-teste atingiu níveis de aptidão física compatíveis com as exigências do jogo confirmando, destarte, o que Garret Jr. & Kirkendal (2005) descrevem quando relatam que os atletas sul-americanos têm uma parte do condicionamento geral seguido de treinamento específico e como os europeus alcançam a aptidão física no primeiro terço da temporada. Portanto, este resultado está em consonância com outros estudos já realizados (STONE, NELSON et al., 1983; STARON et al., 1991; CORDOVA et al., 1995; FLECK & KRAEMER, 2006; ZATSIORSKY & KRAEMER 2004; MONTEAGUDO & TUMIL, S/DATA; AZEVEDO et al., 2007).

Neste estudo, por se tratar de indivíduos com larga experiência em treinamento, se utilizou o TC que é uma forma de organização do treinamento extensivo por intervalos e, este se faz com média intensidade e média velocidade

de execução, portanto é menos explosivo, além do que apresenta pausas curtas entre as séries

No que diz respeito a estratégia utilizada para realização dos teste foi a de instruções padronizadas e da familiarização antes do teste com o aparelho e com a mecânica do exercício, de modo que todo o avaliado estivesse ciente de toda a rotina que envolve a coleta de dados. Dias et al., (2005) sugerem que para uma avaliação mais acurada da força muscular mediante testes de 1-RM, a execução de duas a três sessões de familiarização em homens adultos com experiência em exercícios com pesos.

Corroborando com esta idéia, Moraes et al. (2000) em uma pesquisa recente verificaram se diferentes níveis de sensibilidade e aprimoramento na percepção de força podem estar relacionados à experiência atlética e do tipo de grupo muscular usado durante diferentes tarefas psicofísicas de percepção de força. Concluíram que a experiência atlética foi um fator diferencial na percepção de força embora características de aprimoramento tenham sido influenciadas pelo estímulo-padrão, mecânica dos aparelhos de força e amplitude de estímulos.

O objetivo primordial do presente estudo foi verificar a influência do treinamento de resistência de força em atletas profissionais de futebol de campo que participaram na seqüência dos períodos preparatório e específico do treinamento, de duas competições (Copa do Brasil e Campeonato Estadual) que ocorreram simultaneamente de fevereiro a junho de 2007, conforme calendário da Federação de Futebol do Estado de Rondônia (FEFER) e Confederação Brasileira de Futebol (CBF) exigindo por força disso que os mesmos se encontrassem em um altíssimo nível de desempenho.

O principal achado neste trabalho foi constatar que o treinamento de resistência de força, através do treinamento em circuito com adaptações (treinamento de resistência de força extensivo com intervalos), aplicados alternadamente, durante três semanas produziu efeito no grupo de jogadores na medida em que potencializou um condicionamento físico geral, especialmente em relação à musculatura auxiliar. Justificando o resultado se observou que das cinco variáveis neuromusculares avaliadas quatro apresentaram no pós-teste um ganho de força, o mesmo ocorrendo com a variável funcional, neste caso o  $VO_2$ máx.

Este notório incremento em quatro dos cinco grupos musculares avaliados no GE quando comparado com o GC se explica na medida em que o protocolo

utilizado na fase preparatória e competitiva no GE previa o controle sistemático e contínuo das variáveis envolvidas no treinamento, sobretudo quanto à escolha e a ordem dos exercícios, intensidade, número de séries e duração dos períodos de recuperação (HALTOM et al., 1999; MAZZETTI, 2000; SIMÃO et al., 2002; FLECK, KRAEMER, 2004, 2006).

Os exercícios de extensão do joelho, do gastrocnêmio e flexão coxofemoral são considerados como sendo básicos para o jogador de futebol, não devendo faltar em qualquer unidade de treinamento de força (COMETTI, 1988), portanto, em nosso estudo, a seqüência dos exercícios utilizada na máquina de força aponta nesta mesma direção por apresentar uma afinidade da musculatura envolvida com o evento esportivo. Esta estratégia foi fundamental para se atingir ganhos de força em um curto período de treinamento. A especificidade do grupo muscular significa simplesmente que cada grupo muscular que exija ganhos de força deve ser treinado e devem ser escolhidos de forma a atender especificamente as adaptações ao treinamento, dentre elas o aumento da resistência de força. Afora isso, a sessão de treinamento foi planejada de forma que os exercícios de força, velocidade ou técnicos fossem conduzidos com o objetivo de melhorar a coordenação motora (fatores centrais) em vez dos fatores periféricos, realizados em um estado de ausência de fadiga (ZATSIORSKY & KRAEMER, 2004).

Considerou-se, portanto, a ordem dos exercícios no circuito como um fator determinante para a potencialização da resistência de força, ou seja, o protocolo utilizado preconizava que os grupos musculares dos membros inferiores fossem exercitados alternando com os grupos musculares dos membros superiores, bem como se priorizou no seqüenciamento os exercícios estruturais ou multiarticulares antes dos monoarticulares (FLECK e KRAEMER, 2006; PIRET e BÉZIER, 1992; SPREUWENBERG et al., 2006; UCHIDA et al. 2006). A razão para esta ordem é que os exercícios no início da sessão requerem maior quantidade de massa e energia para um desempenho ótimo uma vez que um estímulo de treinamento superior é apresentado a todos os músculos envolvidos. Isso deve ser medido pela estimulação de maior resposta neural, metabólica, endócrina e circulatória, a qual pode aumentar potencialmente com o treinamento subsequente de músculos ou exercícios, mais adiante na sessão.

Portanto, o ganho de resistência de força muito provavelmente se deu em decorrência da ampliação das repetições de disparos das unidades motoras, maior

recrutamento das unidades motoras e maior coordenação intra e inter muscular além de uma maior expressão de cadeias pesadas de miosina do tipo II com alta atividade da enzima ATPase. De acordo com o posicionamento do ACSM (2002) fundamentado por uma série de revisões de estudos científicos, relata-se que os ganhos de força são mais relevantes durante as fases iniciais do que nas fases intermediárias e avançadas do treinamento de força, conforme demonstrado no quadro abaixo, pelo fato da ocorrência das adaptações neurais.

| GRUPOS       | GANHOS DE FORÇA (%) |
|--------------|---------------------|
| Destreinados | 40 %                |
| Moderados    | 20%                 |
| Treinados    | 16 %                |
| Avançados    | 10 %                |
| Elite        | 2%                  |

QUADRO 24 - Ganhos de força de acordo com a progressão do treinamento. Adaptado do ACSM (2002).

Ficou evidente, também que para a progressão do treinamento de força em atletas de alto rendimento, Dudley et al., (1991) e a ACSM, (2002;2007) recomendam nas ações musculares tanto a ação concêntrica quanto a excêntrica. Nesse sentido este estudo se utilizou de exercícios dinâmicos, com ações musculares concêntricas de encurtamento e excêntricas de estiramento muscular que combinadas aumentaram a eficácia do treinamento de resistência no sentido de aprimorar a força muscular e o tamanho das fibras (COLLIANDER & TESCH, 1990; 1991; HATHER et al., 1991; JONES et al., 1999; 2001; BLASEVICH et al., 2007).

Outros estudos demonstraram que os exercícios utilizados no treinamento para o desenvolvimento da resistência de força envolvendo os membros inferiores representam o objetivo principal do trabalho especial de força, visando à melhoria do rendimento do jogador de futebol, devendo ocorrer regularmente em todo treino (SFORZO & TOUEY, 1996; KRAEMER et. al., 2002; McARDLE et al., 2003; WEINECK, 2004). Além disso, no presente estudo a amplitude do movimento para cada exercício foi controlada com o intuito de atender a musculatura específica, de tal sorte que o executante realizasse o exercício com máximo de segurança e

precisão, este intento está em consistência com outros estudos já realizados (BANDY & HANTEN, 1993; WEIR et al., 1996; ADDIE et al., 2001).

A velocidade dos movimentos foi também definida como fundamental para se atingir os objetivos do trabalho (BEHM & SALE, 1993; CRONIN et al., 2002) e neste caso a velocidade média tanto na fase concêntrica quanto na excêntrica foi a utilizada na execução de cada exercício com cargas de 50, 60 e 70% de 1RM por se tratar de atletas treinados o que está de acordo com a literatura (HIROAKI e MITSUMASA, 1983; JONES et al., 1999, 2001; ACSM, 2002).

Os achados neste estudo contrariam em parte o que postula Weineck (2004), quando afirma que os métodos para o desenvolvimento da resistência de força distinguem-se pela lenta realização do movimento e pelo alto número de repetições, provavelmente isto deva ocorrer em programas com periodizações em longo prazo o que não ocorreu neste trabalho. Entretanto, por um lado, a ACSM, (2002:2007) recomenda que indivíduos não treinados devam trabalhar com baixa e moderada velocidade. Para indivíduos intermediários se deve utilizar a velocidade moderada e para treinamento avançado um continuum de velocidades, da lenta para a velocidade rápida, quando o objetivo é maximizar a força, contudo esclarece que uma ótima técnica deve ser sempre utilizada para qualquer exercício de velocidade com o intuito de prevenção de lesões. Por outro, Farthing e Chilibeck (2003) reforçam a idéia de uma possível superioridade do treinamento de alta velocidade sobre o de baixa velocidade para aumento de força e hipertrofia muscular, principalmente através da ação excêntrica, após treinamento de oito semanas.

No presente estudo o protocolo utilizado constou de sobrecargas com tempo de 20 - 30 segundos, com número de repetições de 12-15 e velocidade média de realização, o que o caracteriza como essencialmente anaeróbio láctico, promovendo por isso adaptações enzimáticas específicas e maior estoque de glicogênio intramuscular (WEINECK, 2004).

Portanto, o aumento da capacidade de endurance no presente estudo era esperado. Esses resultados reforçam que, mesmo para grupos musculares específicos trabalhados isoladamente de forma acíclica (musculação), a intensidade relativa em que a atividade glicolítica passa a suplementar significativamente a ressíntese de ATP parece ser relativamente constante entre as

diferentes formas de solicitação neuromuscular (VERKHOSHANSKI, 2001; FLECK & KRAEMER, 2006; KOMI, 2006; WEINECK, 1999, 2004).

Hollmann & Hettinger (1989) e Weineck (1999) afirmam que em intensidades acima de 30% de 1RM o metabolismo anaeróbio passa a participar de forma mais significativa. Além do mais, é possível que maior número de unidades motoras recrutadas em intensidades acima de 30% de 1RM resulte em maior efeito das contrações acíclicas resistidas causando oclusão relativa, menor oferta de oxigênio e conseqüente acúmulo de lactato sanguíneo (GONÇALVES, 2000; KRAEMER, 1997). No entanto, em se tratando de cargas entre 50 e 70% de 1RM, devidamente controladas o protocolo utilizado foi o grande responsável pelo incremento de força e pelo ganho de capacidade de resistência possibilitando destarte o aumento do desempenho físico, a diminuição das lesões e contusões, o desempenho ótimo da capacidade de recuperação, o aumento da tolerância psíquica, a prevenção de falhas técnicas em função da fadiga, a diminuição dos erros técnicos, a manutenção de alto nível de velocidade de ação e reação, a magnitude da saúde. Possibilitando, também, assimilação das sobrecargas que o jogo exige e o ótimo condicionamento específico das características de desempenho muscular do jogo de futebol (FRISSELI e MANTOVANI, 1999; MATSSURA et al., 2006; WEINECK, 1999, 2004; GOTO et al., 2004).

No presente estudo, a intensidade se alterou nas três semanas de trabalho, na primeira, 50% de 1RM, com três séries de 15 repetições, na segunda, 60% com o mesmo número de séries e repetições e na terceira e última 70% de 1RM, com três séries, porém com 12 repetições. O protocolo utilizado, portanto, também foi um dos responsáveis pelo ganho de força resistência visto que exigiu um controle sistemático e contínuo das variáveis envolvidas no processo, tanto é assim que os dados obtidos demonstram um incremento de força nas quatro das cinco variáveis neuromusculares avaliadas. Estes corroboram com estudos já realizados (McDONAGH e DAVIES, 1984; HAETHER et al., 1992; STONE & COULTER, 1994; STONE & FRY, 1998; SCHLUMBERGER, 2001; POLITO et al., 2003; RHEA et al., 2003; MARK et al., 2004; GALVIS et al., 2007). Justificando ainda os resultados, Cuadrado et al., (2009) em um estudo recente, mediante um treinamento de força resistência prolongado em intervalo de 10 semanas, envolvendo vinte indivíduos divididos aleatoriamente em dois grupos: GC (n=10) e GE (n=10), com o objetivo de verificar se o trabalho isolado da força resistência nos membros inferiores produz

uma melhora nos níveis de resistência, maximizando assim o treinamento de força para a resistência a médio e longo prazos, concluíram que o treinamento de força resistência extensivo intervalo é um método eficaz para melhorar a força máxima dinâmica em indivíduos fisicamente ativos. Um aumento da força máxima significa que devemos usar uma menor porcentagem da força máxima para alcançar o mesmo resultado. O que significa que é possível manter por mais tempo a manifestação da força necessária ou aplicar mais ao mesmo tempo, obtendo assim uma melhora na resistência da força.

Uma análise quantitativa realizada por Rhea et al., (2003) com intuito de comparar resultados de estudos já realizados dão suporte ao protocolo utilizado no estudo em questão, uma vez que demonstraram que atletas com mais de um ano de experiência de treinamento, a intensidade de 80% de 1 RM é próxima do ideal e que indivíduos destreinados experimentaram ganhos máximos ao treinar com uma intensidade de 60% de 1RM, três dias por semana, empregando 45 séries por grupo muscular. Kramer et al., (2002), por sua vez recomendam para principiantes e intermediários cargas leves entre 30 e 60% de 1RM, em 1 a 3 séries, de 3 a 6 repetições. Recomendam também que a progressão neste caso deve realizar-se mediante um programa com periodização.

No presente estudo se utilizou o planejamento em curto prazo e em razão disso se optou em aplicar no grupo experimental ao contrário do grupo controle o Sistema de Séries Múltiplas (SSM) como protocolo para a realização dos exercícios no circuito. Portanto, o sistema utilizado previa no circuito o desenvolvimento de forma alternada tanto da musculatura de membros inferiores quanto da musculatura superior, no entanto, preconizava para a realização de um determinado grupo muscular três séries consecutivas, com velocidade uma média de execução e com 60 segundos de recuperação entre as séries e 90 segundos entre um exercício e outro, tornando possível controlar os efeitos da fadiga, potencializando, em função disso, um recrutamento maior de unidades motoras e, por conseguinte ganho de força. Estes dados estão de acordo com outros estudos já realizados (KRAEMER 1997; HASS et al., 2000; KRAEMER et al., 2000; SAMBORN et al. 2000 e MARX et al. 2001; MUNN, et al., 2005; BGENHAMMAR & HANSSON, 2007). Carpinelli & Otto, (1988), descrevem, no entanto, que não existe diferença de ganho de força quando se utiliza 1 série ou 3 séries a partir de 4 semanas de treinamento.

O tempo de intervalo entre as séries (60 segundos e 90 segundos entre os exercícios) foi, neste estudo, outro aspecto fundamental na obtenção de ganho de resistência de força, visto permitir aos atletas uma recuperação compatível com o esforço, preparando-os, inclusive para um novo esforço. Estudos já realizados corroboram com transcrito acima quando afirmam que este modelo de protocolo tem um efeito significativo com base no número de repetições durante uma seqüência de um determinado exercício, o que conseqüentemente pode afetar o desenvolvimento da força (WEIR et al., 1994; PINCIVERO et al., 1997; MATUSZAK et al., 2003;; WILLARDSON & BURKETT, 2004; WOODS et al., 2004; AHTIAINEN et al., 2005).

O volume de treinamento foi organizado em microciclos, sendo que cada microciclo de treino constou de seis dias, com um volume diário de 4 h e 30 min., divididos em dois períodos: manhã e tarde. Pela manhã, duas horas e meia (sessão principal para a preparação física  $\pm$  1h 30) e a tarde duas horas (sessão adicional para a preparação física  $\pm$  40 minutos), (FRISSELI e MANTOVANI, 1999; BOMPA, 2005,; PLATONOV, 2004; YEO et. al., 2004; WEINECK, 2004).

Outro achado importante neste trabalho foi o fato da sessão principal ter sido aplicada pela manhã contrapondo, inclusive o que determina a literatura, quando afirma que para se obter melhores resultados a sessão principal deve ser utilizada na segunda metade do dia (SUSLOV, 1995 citado por PLATONOV, 2004). Contudo, o que se verificou foi uma rápida adaptação dos atletas ao treinamento uma vez que a organização racional das sessões duas vezes ao dia permitiu aumentar substancialmente o volume total de trabalho realizado sem perigo de sobre-fadiga para os desportistas (ZAKHAROV & GOMES, 2003; PLATONOV, 2004, BORIN, et al., 2007). Esta rápida adaptação se justifica, também, pela vasta experiência dos jogadores neste tipo de trabalho, além disso, duas sessões de treino são próprias para resolver problemas de preparação especial de atletas altamente qualificados.

O intervalo entre um período e outro ficou entorno de seis horas, tempo considerado suficiente para recuperação e adição de nova carga, sobretudo, por que esses atletas em função da experiência são capazes de avaliar junto com a comissão técnica qual a pausa para se recupera razoavelmente para o próximo evento (FRISSELI e MANTOVANI, 1999,; 2006, PLATONOV, 2004; YEO et. al., 2004; WEINECK, 2004). Justificando o exposto, Häkkinen e Kallinen, (1994) em um

estudo com mulheres atletas, pelo qual se submeterem a duas semanas de treino com duas sessões diárias quando comparado com outro estudo com uma única sessão, constataram aumentos significativos na força isométrica máxima, bem como na área transversa do quadríceps. Esses resultados indicam que dividir o volume total de treino em duas sessões diárias pode resultar maiores aumentos de força após um curto período de recuperação.

Corroborando com os resultados obtidos no presente estudo, Fleck & Kraemer (1997) demonstraram que o monitoramento da progressão do treinamento e a tolerância ao estresse da sobrecarga são uma preocupação vital para o praticante, e que um programa de resistência muscular, desde que se considerem as adaptações fisiológicas e o aumento gradativo das cargas, pode ocorrer em um período bem curto de tempo ganho de força e resistência. Mais recentemente, em um posicionamento exclusivamente voltado ao treinamento contra-resistência, o ACSM (2002) preconizou maiores intensidade e volume para um treinamento que deve ser progressivo e realizado de forma periodizada, com vistas a melhorar as características musculares treináveis força, potência, hipertrofia e resistência, o que não é objeto central deste estudo.

Portanto, quando se trata do volume (número de série e de repetições) e da intensidade (% de carga) o programa estabelecido para o desenvolvimento da resistência de força no presente estudo está em consonância com o Colégio Americano de Medicina do Esporte e com outros estudos já realizados (ACSM, 2002; PLATONOV, 2004; FLECK & KRAEMER, 2006; KOMI, 2006; WEINECK, 2004). Além disso, a distribuição coerente e individualizada da sobrecarga aos atletas de futebol trouxe um rápido ganho de força na maioria dos grupamentos musculares avaliados (TABELA 7) sem apresentar danos estruturais no que diz respeito a lesões e recidivas; pelo contrário, os atletas participaram de 2 campeonatos (um estadual e outro nacional), totalizando 22 jogos entre os meses de janeiro a junho, sem contar amistosos e o período destinado aos treinamentos físico e técnico-tático (micro-ciclo – 6 dias por semana).

O treinamento com exercícios de resistência de força promove a estabilidade dinâmica, preserva a capacidade funcional e promove o bem-estar psicológico e esses estudos sinalizam que estes benefícios podem ser obtidos com segurança quando programas individualizados forem prescritos, o que ocorre com treinamento envolvendo atletas de alto desempenho (KELEMAN et al. 1986; FLECK & DEAN,

1987; EWART, 1989; MATTHEW & POLLOCK, 1999; McCARTNEY, 1999). Nesta direção, a metodologia de treino aplicada no presente estudo foi à da via pedagógica (PLATONOV, 2004) através do treinamento extensivo por intervalos (TREI), (SILVA, 2007; WEINECK, 2004). Segundo Frisseli & Motovani (1999) as cargas em circuito são um ótimo meio para o desenvolvimento da condição geral do futebolista, justamente pela multiformidade de estímulos desenvolvem sua condição física ótima. Esses autores descrevem ainda que em função de que se entende por uma partida de futebol como uma constante superação de força e que o treinamento em circuito em sala de musculação maximiza os efeitos e diminui o tempo necessário para o desenvolvimento da força e suas manifestações (DEGROOT et al., 1998). Além disso, quando se trata do dimensionamento, do controle e da intensidade do treinamento, a manipulação das variáveis ocorre de diferentes formas (FLECK & EVANS, 1996; FLECK & KRAEMER, 1996, 1997; GÜLLICH & SCHMIDTBLEICHER, 1999).

Esta via preconiza eliminar os fatores de risco dos atletas mediante o planejamento, a orientação e o controle (POC) de todas as variáveis intervenientes no treinamento (PLATONOV, 2004). Para tanto, se recomenda, quando se trata do nível de intensidade no treinamento com pesos, que os valores se baseiem tradicionalmente nos percentuais da força máxima (FLECK & KRAEMER, 1997; 2006) e que sejam associados com um determinado número de repetições (MATEVEV, 1981; ZATSIORSKY, 2000, ZATSIORSKY & KRAEMER, 2004). Portanto, baseados no teste de 1RM se estabeleceu a carga, o número de repetições, o número de séries e o intervalo entre cada série e conforme discutido anteriormente essas variáveis intervenientes no treinamento estão em consistência com estudos já realizados, não se observando, portanto, nos jogadores do grupo experimental lesões significativas que viessem a excluí-los do trabalho ou da competição. Contudo, em diferentes países a quantidade de traumatismo no desporto constitui entre 10 e 17% de todas as lesões. As investigações realizadas em diferentes desportos evidenciam uma estreita relação entre o número de traumatismos durante as competições e o nível de rendimento.

### **5.2.3. Análise da Variável Funcional - VO<sub>2</sub> Máximo - (61,9±1,14/GE - 54,9±5,4/GC)**

Os resultados dos testes indiretos para o cálculo do VO<sub>2</sub> máximo obtidos sinalizaram um incremento no grupo experimental e no grupo controle. Estes resultados corroboram com outros estudos já realizados quando afirmam que a potência aeróbia normalmente é avaliada através da capacidade do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub> máximo) e que essa variável é muito pouco afetada pelo treinamento de força (KOMI, 2006). Mesmo assim, (SALTIN e ASTRAND, 1967; KRAEMER et al., 1988; STONE et al., 1991) demonstram que o VO<sub>2</sub> máximo relativo de levantadores de peso olímpico, de levantadores de potência e de fisiculturistas competitivos varia de 41 a 55 mL. kg<sup>-1</sup>. min<sup>-1</sup> mostrando que esses valores podem ser classificados como médios ou moderadamente acima da média para o VO<sub>2</sub> máximo relativo. A ampla variação indica que o treinamento de força pode aumentar o VO<sub>2</sub> máximo, mas nem todos os programas apresentam essa possibilidade. Ainda nesta direção, Antoniazzi (1999) investigou as alterações do VO<sub>2</sub>máx de indivíduos com idades entre 50 e 70 anos, de ambos os sexos, submetidos a um programa de força. O programa ocorreu durante três meses, três vezes por semana, com duas séries de 25 repetições máximas para membros superiores e três séries de 6 a 10 repetições máximas para membros inferiores, constatando-se no final um aumento na potência aeróbia de 13% para os homens e 16% para as mulheres.

Portanto, o presente estudo é consistente com a literatura na medida em que os valores registrados pelos atletas submetidos ao protocolo de treinamento, ora proposto neste estudo, sinalizou um incremento significativo, tanto no grupo experimental como no grupo controle quando a variável VO<sub>2</sub> máximo foi avaliada no pós-teste (61,9±1,14 e 54,9±5,4 mL/Kg/min<sup>-1</sup>) respectivamente aos grupos. No Brasil, os valores de equipes profissionais situam-se em torno de 57 a 60 mL/Kg/min<sup>-1</sup>, dado este encontrado nos estudos de Frisselli e Mantovani (1999) que mais se aproxima dos valores registrados. De forma similar Bosco (1993) coloca como 55 mL/Kg/min<sup>-1</sup> o nível mínimo de VO<sub>2</sub> máximo para um futebolista. Weineck (2004) por sua vez descreve valores entre 58, 62 e 65 mL/Kg/min<sup>-1</sup> e Hollmann e Hettinger (2005) se distanciou um pouco ao verificarem em cinco jogadores de

divisão especial uma capacidade máxima de captação de oxigênio por Kg de peso corporal de 68 mL.

No presente estudo o protocolo utilizado para desenvolvimento da resistência de força foi o treinamento em circuito extensivo por intervalos (TREI), três vezes por semana. O treinamento em circuito se constituiu de 12 a 15 repetições por série (três séries) usando 50% de 1RM na 1ª semana, 60% na 2ª e 70% na 3ª semana com um pequeno intervalo de 60'' entre as séries e 90 entre os exercícios, durante 3 semanas (WILMORE et al., 1978; WEINECK, 2004; UCHIDA et al., 2006; CUADRADO et al., 2009). Cabe ressaltar que embora o objeto central desta investigação seja a variável resistência de força é inquestionável a aplicação concomitante, porém, em dias alternados de um treinamento cardiovascular em futebolistas de alto rendimento. Para tanto, essa atividade foi desenvolvida em dois dias da semana. Constituiu de atividades de velocidade progressiva para um tempo de 40 minutos de execução mediante controle da frequência cardíaca (SILVA et al., 2007). O controle desta variável previa manter a frequência em torno de 60% da frequência máxima e segundo a ACSM (1998, 2002) para induzir ganho significativo de  $VO_2$  máximo a frequência cardíaca durante o condicionamento físico deve ser mantida a 60% do máximo por no mínimo 20 minutos.

O  $VO_2$  máximo no grupo experimental aumentou aproximadamente 0,4% no período de 3 semanas corroborando de forma similar com outros estudos já realizados. Wilmore et al. (1978), em um estudo para averiguar as alterações fisiológicas em um programa de 10 semanas com treinamento em circuito com peso constatou que o treinamento em circuito com peso é um bom condicionamento geral da atividade, ou seja, atende a mais de um componente de fitness. Nesta mesma direção, Gettman et al. (1979) procuraram em um estudo com 16 indivíduos determinar os efeitos de 8 semanas de um circuito de treinamento de força (CTF), seguido por 8 semanas de condicionamento aeróbio (Cooper) e, em seguida novamente 8 semanas de CTF ou Cooper. Constataram um pequeno ganho de  $VO_2$  máximo com a utilização do circuito de força e um ganho significativo com o programa de condicionamento aeróbio (Cooper). Contudo, segundo os autores, os níveis fisiológicos foram mantidos durante as últimas 8 semanas e não mostraram diferenças entre a CTF e o Cooper. Gettman et al. (1978) em outro estudo constataram que o treinamento em circuito com peso

é mais específico para melhorar a força e a mudança na composição corporal produzindo apenas um pequeno efeito na condição física aeróbia.

Próximo do resultado obtido no presente estudo Gettman e Pollock (1981) afirmam que em um treinamento em circuito de 12 a 15 repetições por série usando de 40 a 60% de 1 RM e com um pequeno intervalo de recuperação de 15 a 30 segundos entre as séries e os exercícios o VO<sub>2</sub> máximo relativo aumenta a aproximadamente 4% em homens e 8% em mulheres durante 8 a 20 semanas de treinamento.

Fleck & Kraemer (1999) sugerem que programas de treinamento de força que consistem em a realizar séries de exercícios de 12 a 15 repetições entre 50% a 70 % de 1RM, com períodos curtos de descanso de 15 até 30 segundos entre os exercícios, parecem ser os mais apropriados para ganhos de VO<sub>2</sub>máx.

| VO <sub>2</sub> máx.<br>(em ml.kg-1.min-1 ) | Característica<br>Nacionalidade | Referência              |
|---|---------------------------------|-------------------------|
| 66 a 70                                     | Seleção da Alemanha             | Novacki, 1974           |
| 69,2 ± 0,7                                  | Seleção da Costa Rica           | Rico-Sanz, 1996         |
| 67,6 ± 4,0                                  | Jogadores noruegueses           | Wisloff et al, 1998     |
| 63,7 ± 4,93                                 | Jogadores brasileiros           | Silva et al, 1997       |
| 61  | Jogadores tchecos               | Bunc et al, 1992        |
| 56,2 ± 6,23                                 | Jogadores brasileiros           | Barros et al, 1996      |
| 58,9 ± 4,49                                 | Paranaenses                     | Osiecki-Ley et al, 2002 |
| 52,5 ± 7,49                                 | Paranaenses                     | Silva et al, 1997       |
| 46 ± 5,4                                    | Seleção feminina dos EUA        | Stuhr et al, 2004       |
| 43,7 a 48                                   | Jogadoras inglesas              | Wells e Reilly, 2002    |

QUADRO 25 - Valores de VO<sub>2</sub> máx., em futebolistas.

## ***CONCLUSIÓN***

## 6. Conclusión

Sobre la base de datos de este estudio se puede concluir que:

1 - Hubo un aumento de la fuerza en las cinco variables neuromusculares evaluadas, así como en la variable funcional ( $VO_2$  máx.), en un período de tres semanas de entrenamiento de fuerza resistencia, a través del entrenamiento en circuito extensivo por intervalos.

2- Cuando atendemos a cada uno de los grupos musculares por separado, se observa que el entrenamiento de fuerza resistencia resulta ser más eficaz en el entrenamiento de la fuerza máxima dinámica en la musculatura relacionada con el ejercicio de cuádriceps. Sin embargo ocurre lo contrario cuando se observan los cambios provocados en la musculatura relacionada con la flexión plantar del tobillo, puesto que en ese caso el trabajo habitual de acondicionamiento físico parece ser más eficaz. En relación al resto de variables de fuerza máxima, hubo incrementos estadísticamente significativos en ambos grupos siendo mayor el porcentaje de incremento en el grupo experimental en los músculos relacionados con la flexión de la cadera y en el grupo control en el ejercicio de prensa.

3- Algo similar ocurre con el  $VO_2$ máx, puesto que tanto uno como otro entrenamiento provocan ganancias estadísticamente significativas en ambos grupos siendo mayor el porcentaje de mejora en el grupo experimental en relación con el grupo control. Por tanto la diferencia estadísticamente significativa que ya existía antes de iniciarse el entrenamiento se ve incrementada.

4- En este sentido es importante destacar el corto período de tiempo en el que se logran la aparición de adaptaciones neuromusculares y de rendimiento cardiovascular, al aplicar dicho programa sistematizado de fuerza resistencia, lo que ha de ser valorado a la hora de integrar este tipo de trabajo en la planificación anual de una temporada de fútbol.

5- En relación a las variables antropométricas, se puede indicar que el entrenamiento de fuerza resistencia aplicado provoca un ligero aumento del porcentaje de grasa de los futbolistas, aumento que no aparece en el grupo que continúa con su entrenamiento habitual.

## **6.1 Conclusión final**

También vale la pena mencionar que entre los factores que intervienen en el control del entrenamiento, la metodología adoptada y debidamente orientado trae resultados eficaces, tales como los mostrados aquí. Frente a una serie de estudios fisiológicos y de investigación llevada a cabo en la actualidad, de carácter científico apoyado casi exclusivamente por la ingeniería genética con altos costos financieros, podemos rescatar los estudios clásicos que muestran el efecto del ejercicio rigurosamente aplicados y supervisados, y la aplicación de pruebas objetivas y de fácil acceso a las entidades deportivas, que pueden aumentar tanto la participación del campo profesional de la Educación Física en este mercado cuanto mejorar el rendimiento de los equipos para soportar los 90 minutos por el tipo de trabajo realizado, incluso sin grandes patrocinadores y / o inversión de negocio que apoya este tipo de control en el alto rendimiento.

## **6.2 Sugerencias para futuras investigaciones.**

- 1) La aplicación del trabajo con un grupo control (GC) que no realizan ejercicios generales para el trabajo de la fuerza para determinar la magnitud de la diferencia entre los grupos ya que con toda probabilidad no ha sido del todo evidente en este estudio.
  
- 2) Supervisar, en paralelo, el número de lesiones que se produjeron en ambos grupos, así como sustratos metabólicos indicadores de la fatiga y el exceso de entrenamiento, para el mismo protocolo propuesto en esta investigación.
  
- 3) Se sugiere que esta metodología sea aplicada en otros deportes de equipo con la característica intermitente a fin de obtener resultados similares, o sea, aumento del rendimiento orgánico y localizado, la calidad técnico y táctico, la reducción de la aparición de lesiones y fenómenos como sobreentrenamiento como se evidencia en alto los equipos de rendimiento que buscan la máxima importancia en el ámbito deportivo.

## ***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

## BIBLIOGRAFIA

ADDIE Y. F. CHAN, FLORA L. L. LEE, P. K. WONG, CASS Y. M. WONG AND SIMON S. YEUNG. Effects of knee joint angles and fatigue on the neuromuscular control of vastus medialis oblique and vastus lateralis muscle in humans. **European Journal of Applied** Volume 84, Numbers 1-2 / February, 2001.

ALVAR, M. R., B. A., BURKETT, L. N. and. BALL S. D. A Meta-Analysis to Determine the Dose Response for Strength Development. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Vol. 35, No. 3, pp. 456-464, 2003.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan: 7ª Edição. 2007.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Med. Sci. Sports Exerc.** 30:975–991, 1998.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE-ACSM. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc.** 34:364-80. 2002.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Exercise Standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. **Circulation**, v. 104, p.1694-1740, 2001.

ANTONIAZZI RMC, PORTELA LOC, DIAS JFS. Alteração do VO2 máximo de indivíduos com idades entre 50 e 70 anos, decorrente de um programa de treinamento com pesos. **Rev Brasileira Atividade Física Saúde.** 4:27-35. 1999.

AOKI, M. S. **Fisiologia, Treinamento e Nutrição aplicados ao Futebol**. Jundiaí – São Paulo. Ed. Fontoura. 2002

ARNASON, A; SIGURDSSON, S B.; GUDMUNDSSON, A; HOLME, I; ENGBRETSSEN, L; BAHR, R. Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**: Volume 36. pp 278-285. February. 2004.

ARRUDA, M. GOULART, L. F. OLIVEIRA, P. R. PUGGINA, E. F. TOLEDO, N. Futebol: uma nova abordagem de preparação física e sua influência na dinâmica da alteração dos índices de força rápida e resistência de força em um macrociclo. **Treinamento Desportivo**. Volume 4 – Número 1, págs. - 23 a 28. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR 10520: informação e documentação: citação em documentos: apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração.** Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 24p.

ASTRAND, I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. **Acta Physiol Stand**; 49:169. 1960.

ASTRAND, P. O. & RODHAL, K. **Tratado de fisiologia do exercício.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1987.

ÁSTRAND, P. O. Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. **Munksgaard -Verlag**, Kopenhagen, 1952.

AZEVEDO, P. H. S. M.; DEMAMPRA, T. H.; OLIVEIRA, G. P.; BALDISSERA, V.; BÜRGER-MENDONÇA, M.; A. T.; OLIVEIRA, J. C.; PEREZ, S. Effect of 4 week of resistance training of high intensity And low volume in maximal strength, muscular endurance capacity and body composition in moderate trained women. **Brazilian Journal Biomotricity.** 2007.

BADILLO, J. J. G. & MARQUES AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento.** 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BADILLO, J. J. G.; AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo.** Inde. Barcelona. 1995.

BAECHLE, T. R. **Weight training: steps to success.** 2. ed. Champaign: Human Kinetics, 1998.

BALIKIAN, P.; LOURENÇÃO, A.; RIBEIRO, L. F.; FESTUCCIA, W.; NEIVA, C. M. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre diferentes posições. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** – vol. 8, Nº 2 – Mar/Abr, 2003.

BALSOM, P. D. SEGER, J. Y.; SJÖDIN, B. & EKBLÖM, B. Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. **European Journal of Appl Physiol**, v.65, p.144-149, 1992.

BANDY, W.D. AND HANTEN W.P. Changes in torque and electromyographic activity of the quadriceps femoris muscles following isometric training. **PHYS THER** Vol. 73, No. 7, pp. 455-465. July 1993.

BANGSBO, J. **Entrenamiento de La condición Física en el Fútbol.** Instituto Aucust Krogh, Universidad De Copenhague Dinamarca. 3a Edición. 1998.

BANGSBO, J. The physiological demands of playing soccer. In: EKBLÖM, B. (Ed.). **Football (soccer)**. London: **Blackwell Scientific**, cap.4, p. 43-58, 1994.

BANGSBO, J.; LINDQUIST, F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. **International Journal of Sports Medicine**. v.13, p.125-132, 1992.

BANGSBO, J.; NORREGAARD, L.; THORSO, F. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal of Sports Science**. v.16, p.110-116, 1991.

BANGSBO, JENS; MOHR, MAGNI; KRUSTRUP, PETER SOURCE: Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player: **Journal of Sports Sciences**, Volume 24, Number 7, pp. 665-674. July 2006.

BARBANTI, V. J.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Relevância do conhecimento científico na prática do treinamento físico. **Rev. Paul. Educ. Fís.**, São Paulo, v.18, p.101-09, ago. 2004.

BARBERO ÁLVAREZ, J. C. & BARBERO ÁLVAREZ, V. Efectos del entrenamiento durante una pretemporada en la potencia máxima aeróbica medida mediante dos test de campo progresivos, uno continuo y otro intermitente. **Universidad de Granada, España**. Madri, 2007.

BARNARD, R. J., EDGERTON, V. R., PETER, J. B. **Effects of exercise on skeletal muscle. I. Biochemical and histochemical properties**. J. appl. Physiol, 6, 762. 1970.

BARROS, T. L., VALQUER, W., SANTANA, M. & BARBOSA, A. R. **Motion patterns of Brazilian professional soccer players**. CEMAFE-UNIFESP-EPM, São Paulo Futebol Clube, Brasil, 1998.

BARROS, TL, LOTUFO, RFM e MINE, F. Consumo máximo de oxigênio em jogadores de futebol. **Treinamento Desportivo**, 1, 24-26, 1996.

BASSIT RA, MALVERDI MA. Avaliação nutricional de triatletas. **Rev. Paul. Educ. Fis.**12:42-53. 1998.

BEHM D. G. AND SALE D. G.; Intended rather than actual movement velocity determines velocity- specific training response. **J Appl Physiol** 74: 359-368, 1993.

BERGER, R.A. Effect of varied weight training programs on strength. **Research Quarterly**, Washington, v.33, p.168-81, 1962.

BERNE, R. M. AND M. N. LEVY. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2004.  
BERNE, R. M. AND M. N. LEVY. **The molecular basis of contraction**. In: Principles of physiology. R. M. Berne and M. N. Levy (Eds.) New York: pp. 177-195. Mosby, 1996.

BLAZEVICH A J, CANNAVAN D, COLEMAN D R, AND HORNE H. Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. **Appl. Physiol.** J Appl Physiol 103: 1565-1575, 2007

BLOOMFIELD J, POLMAN R, BUTTERLY R, O'DONOGHUE P. Analysis of age, stature, body mass, BMI and quality of elite soccer players from 4 European Leagues. **J Sports Med Phys Fitness**, 45:58-67. 2005

BOILEAU, R. A.; HORSWILL, C. A. **Composição corporal e esportes: medidas e aplicações para perda e ganho de peso.** IN: GARRETT JR., W. E.; KIRKENDALL, D.T. (eds.). A ciência do exercício e dos esportes. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BOMPA T. O. **A periodização no treinamento esportivo.** Manole. SP 2001.

BOMPA T. O. **Treinando atletas de desporto coletivo.** Fhorte Editora. SP. 2005.

BOMPA, T. O. **Periodização: Teoria e metodologia do treinamento.** Phorte Editora, SP, 2002.

BOMPA, T. **Periodization Training for Sports.** Human Kinetics. Estados Unidos América. 1999.

BOMPA, To. **Theory and Metodology Cross Training.** Dubuque, Iowa, Kendall / Hunt Pb.Co, 1986.

BORIN, J. P., GOMES, A. G. LEITE, G. S. Preparação desportiva: aspectos da carga de treinamento nos jogos coletivos. **R. da Educação Física/Uem** Maringá v. 18, p 97-105, 1 sem., 2007.

BORSARI, J.R & MESQUITA, C. P. **Manual de Educação Física. Vol. 3, futebol de campo e futebol de salão.** 1ª Ed. São Paulo, E.P.U. 1974.Ed. São Leopoldo, Símbolo Propaganda, 1978.

BOSCO C. **A força muscular: aspectos fisiológicos e aplicações práticas.** Fhorte Editora. SP. 2007.

BOSCO C. **Elasticita moscolare e forza esplosiva nelle attivita fisico-sportive,** Roma: sociéta stampa sportiva. 1985.

BOSCO, C. **La fuerza muscular.** Barcelona: Inde, 2000.

BOSCO, C. **La preparazione fisica nella pallavolo femminile.** Società Stampa Sportiva, Roma, 1994.

BOTTINELLI, R., CANEPARI, M., PELLEGRINO, M. A., REGGIANI, C. Human skeletal muscle fibers: molecular and functional diversity. **Progress in Biophysics & Molecular Biology.** V 73, pg 195-262, 2000.

BREWER, J.; DAVIS, J. A. **A physiological comparison of English professional and semi-professional soccer players.** In: Communications to the Second World Congress on Science and Football. Held in Eindhoven, The Netherlands, p. 146, 22-25 May 1991.

BRZYCKI M. Strength testing: predicting a one-rep max from repetitions to fatigue. **JOPERD--The Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, Vol. 64, 1993.

BUNC, V.; HELLER, J.; PROCHAZKA, L . Physiological characteristics of elite Czechoslovak footballers. In: Final program and abstract book. Second World Congress on Science and Football. **Held in Eindhoven, The Netherlands**, p. 149, 22-25, May, 1991. *J. Sports Sci.*, 10: 139-205, 1992.

BUNC, V. e PSOTTA, R. Physiological profile of very young soccer players. **J Sports Med Phys Fitness**, 41, 337-41, 2001.

BURKE, E. R. CERNY, F., COSTILL, D. L, FINK, W. Characteristics of skeletal muscle competitive cyclists. **Medicine Science Sport and Exercise**, v 9, p. 109 – 112, 1977.

BURKE, R. E. LEVINE, D. N., TSAIRIS, P. AND ZAJAC F. E. Physiological types and histochemical profiles in motor units of the cat gastrocnemius. **The Journal of Physiology**, 234, 723-748. November 1, 1973.

BURKE, RE. **Motor units: anatomy, physiology and functional organization.** In: Handbook of Physiology, Sect. 1: The Nervous System, Vol. II. 1981.

CABRAL, C.P. **História do futebol mundial.** 1ª Ed. São Leopoldo, Símbolo Propaganda, 1978.

CANTO, E. Como os músculos se contraem? **Ciências Naturais.** Número 6, Setembro de 2008.

CARPENTER, C. S. **Treinamento Cardiorrespiratório.** Rio de Janeiro: Sprint, 2002.

CARPINELLI RN, OTTO RM. Strength training: single VS. Multiple sets (Review). **Sports Med.** 26:73. 1988.

CARVALHO T, CORTEZ AA, FERRAZ A, NÓBREGA ACL. Diretriz Reabilitação Cardiopulmonar e Metabólica: Aspectos Práticos e Responsabilidades. **Arq. Brás. Cardiol.** 2006; 83 (5): 448-52.

CARVALHO T. Reabilitação Cardiovascular, Pulmonar e Metabólica: da Fase I À Fase IV. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul.** Ano XV nº 09 Set/Out/Nov/Dez 2006.

- CAUSARANO, A.; BELA, E.; BONIFAZI, M.; MARTELLI, B.; CARLI, G. Physiological and metabolic evaluation of professional soccer players. In: Communications to the 2. World Congress on Science and Football. Held in Eindhoven, The Netherlands, p. 154, 22-25 May 1991. **J. Sports Sci.**, 10: 139- 205, 1992.
- CHIN, M. K.; LO, Y. S.; LI, C. T.; SO, C. H. Physiological profiles of Hong-Kong elite soccer players. **British J. Sports Med.**, 4: 262-6, 1992.
- COLLIANDER EB, TESCH PA. Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. **Acta Physiol Scand.** 140:31-9. 1990.
- COLLIANDER, E. B., Y TESCH, P. A. Responses to eccentric and concentric resistance training in females and males. **Acta Physiol Scand** 141, 149-156. 1991.
- COLLINS M.A., HILL D.W., CURETON, K.J. AND DEMELLO, J.J. Plasma volume change during heavy resistance weight lifting. **European Journal of Applied Physiology** 55, 44-48. 1986.
- COMETTI, G. "**A pliometría**". Barcelona: Inde, 1998.
- COMETTI, G. "**Os métodos modernos de musculação**". Barcelona: Paidotribo, 1998.
- COMETTI G., **Les méthodes modernes de musculation**, tome 1, données théoriques, 350 p, UFR STAPS, université de Bourgogne, Dijon. 1989.
- COMETTI G., **Les méthodes modernes de musculation**, tome 2, données pratiques, 300 p, UFR STAPS, université de Bourgogne, Dijon. 1990.
- COMETTI, G. **Les methodes de developpement de la force**. Centre d'Expertise de la Performance. DIJON. 1988
- COMETTI. G. **Les methods de musculation**. Tome II: Données pratiques. Unité de formation et de recherché em S.T.A.P.S. (Hrsg.). Dijon 1988.
- CORDOVA A, ALVAREZ-MON M: Behaviour of zinc in physical exercise: A special reference to immunity and fatigue. **Neurosci. Biobehav. Rev.** 19,439-445. 1995.
- COSTIL, D. L. FINK, J. W. POLLOCK, M. L. Muscle Fibre composition and enzyme activities of elite distance runners. **Medicine Science Sport and Exercise.** 8 96-100, 1976.
- COSTIL, D. L. THOMASON, H. ROBERTS, E. Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. **Medicine Science Sport and Exercise**, v 5, p. 248-252, 1973.
- COUNSILMAN, J. E. **La natación**. Barcelona: Hispano Europea, 1995.

CRONIN J. B.; MCNAIR P. J.; MARSHALL R. N. Is velocity-specific strength training important in improving functional performance? **Journal of sports medicine and physical fitness**. vol. 42, no3, pp. 267-273. 2002.

CUADRADO, G.; DE BENITO, A. M.; SEDANO, S.; IZQUIERDO, J. M.; REDONDO, J. C.; GRANADO, J. C. Efectos de un Programa de Entrenamiento de la Fuerza Resistencia Sobre los Niveles de Resistencia. **Motricidad. European Journal of Human Movement**, 2009: 22, 1-21. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León

DANTAS, E H.M. **A Prática da Preparação Física**. 3a edição. Rio de Janeiro: Shape, 1995.

DANTAS, E. H. M. **A Prática da Preparação Física**. Rio de Janeiro: Editora Shape, 5º edição, 2003.

DANTAS, E. H. M. **A prática da preparação física**. Shape, RJ, 1998.

DARR KC, SCHULTZ E. Exercise-induced satellite cell activation in growing and mature skeletal muscle. **J Appl Physiol**. 63:1816-21. 1987.

DE ROSE, E. H. Prêmio Liselott Diem de Literatura Desportiva 1981. **Cineantropometria, Educação Física e Treinamento Desportivo**. SEED/MEC. Guarulhos, SP: Editora do Brasil S/A para FAE, Rio de Janeiro, RJ. 1984.

De ROSE, E. H. Técnicas de avaliação da composição corporal. **Rev. de Med. Esporte**, 1: 45-8, 1973.

DEGROOT DW, QUINN TJ, JERTZER R, VROMAN NB, OLNEY WB. Circuit weight training in cardiac patients: determining optimal workloads for safety and energy expenditure. **J Cardiopulm Rehabil** ;18:145-52. 1998.

DELAVIER, F. **Guia dos movimentos de musculação: abordagem anatômica**. 2 ed. Manole. SP. 2000.

DENADAI, B. S. **Índices Fisiológicos de Avaliação Aeróbia**. Ribeirão Preto: B.S.D. 1999.

DENADAI, B. S. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. **Rev. Bras. Ativ. Fís. e Saúde**, v.1, n.2, p.74-88, 1995.

DENNY-BROWN D. Experimental studies pertraining to hypertrophy hypertrophy, regeneration and degeneration. **Neuromuscular Disorders**; 38:147-196. 1961.

DIAS R. M. R.; CYRINO E. S.; SALVADOR E. P.; CALDEIRA L. F. S.; NAKAMURA F. Y.; PAPST R. R.; BRUNA N. & GURJÃO A. L. D. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. **Ver. Brás. Med. Esporte** Vol. 11, Nº 1 – Jan/Fev, 2005

DOLEZAL, B.A. AND POTTEIGER J.A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate (BMR) in non-dieting individuals. **Journal Applied Physiology** **85**, 695-700. 1998.

DREWS, C. M. **Physiology of Sport and Exercise: Study Guide**. Human Kinetics. 1999.

DRUST, B.; REILLY, T.; CABLE, N. T. Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. **Journal Of Sports Sciences**, London, V. 18, P. 885-892, 2000.

DUDLEY, G. A., TESCH, P. A., MILLER, B. J., Y BUCHANAN, P. Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. **Aviat Space Environ Med** **62**, 543-550. 1991.

DUNBAR, G.M.J.; POWER, K. Fitness profiles of English professional and semiprofessional soccer players using a battery of field tests. In REILLY, T.; BANGSBO, J.;

HUGHES, M. (eds.). **Science and Football III**. London: E & F Spon. P 27-31. 1997.

DUPONT, G.; AKAKPO, K.; BERTHOIN, S. The effect of inseason, high-intensity interval training in soccer players. **Journal of Strength And Conditioning Research**, Lincoln, V. 18, P. 584-589, 2004.

DURAND, R.J., CASTRACANE, V.D., HOLLANDER, D.B., TRYNIECKI, J.L., BAMMAN, M.M., O'NEAL, S., HEBERT, E.P. and KRAEMER, R.R. Hormonal Responses from Concentric and Eccentric Muscle Contractions. *Med. Sci. Sports Exerc.* **35**: 937–943. 2003.

EBBELING, C. B., Y CLARKSON, P. M. Exercise-induced muscle damage and adaptation. **Sports Med** **7**, 207-234. 1989.

EDMAN, K. A. P. Contractile performances of skeletal muscle fibres. In: **The Encyclopedia of Sports Medicine III: Strength and Power in Sports**. P. V. KOMI (Ed.) Oxford: **Blackwell Scientific**, pp. 96-129. 1992.

EDSTRÖM L, EKBLÖM B. Differences in sizes of red and white muscle fibres in vastus lateralis of musculus quadriceps femoris of normal individuals and athletes. Relation to physical performance. **Scand J Clin Lab Invest.** **30**:175-81. 1972.

EKBLÖM, B. Applied Physiology of Soccer. **Sports Medicine**. v.3, p.50-60, 1986.

ELORANTA, V., & KOMI, P. V. Function of the quadriceps femoris muscle under maximal concentric and eccentric contractions. **Electromyographic Clin Neurophysiol** **20**, 159-154. 1980.

EVANS, N. **Anatomia da Musculação**. Manole. SP. 2007.

EWART, C. K. Psychological effects of resistive weight training: implications for cardiac patients. **Med. Sci. Sports Exerc.** **21**:683–688, 1989.

FARINATTI, P. T. & MONTEIRO, W. D. **Fisiologia e avaliação funcional**. Rio de Janeiro: Sprint: 4ª Edição. 2000.

FARTHING, J. P. AND P. D. CHILIBECK. The effects of concentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **Eur J Appl Physiol**. 89:578-586, 2003.

FAULKNER, JA. Physiology of swimming and diving. In: Falls H. **Exercise physiology**. Baltimore: **Academic Press**, p.415-446. 1968.

FEIGENBAUM, A. WESTCOTT, W. **Força e potência para atletas jovens**. São Paulo: Manole, 2001.

FERNANDES Filho J: **A Prática da Avaliação Física**. Edited by Rio de Janeiro, Shape, 2003

FERNANDES, J. L. **Futebol: Ciência, Arte ou Sorte!** São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1994.

FITTS, R.H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. **Physiology Rev**, v.7, p.49-94, 1994.

FLECK, S e KRAEMER, W. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 2a edição. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FLECK, S. J. AND DEAN, L. S. American Physiological Society Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, Vol 63, Issue 1 116-120, 1987.

FLECK, S. J. **Strenght Training For Sport**. In: Kraemer, W.J.; Hakkinen, K. (Orgs.). 1ª ed. Blackwell Science Ltd, 2002.

FLECK, S. J., & KRAEMER, W. J. **Designing Resistance Training Programs**. 2nd Ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 1–115. 1997.

FLECK, S. J., & KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. ArtMed. 2002.

FLECK, S. J., & KRAEMER, W. J., EVANS, W. J. Strenght and power training: physiological mechanisms of adaptation. **Exercise Sports Science Review**, v. 24, p 363-397, 1996.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. Artmed. Porto Alegre. 2006.

FLECK, S.J. & KRAEMER, W.J. **Designing resistance training programs**. Champaign: Human Kinetics. 2004.

FLECK, S.J. Cardiovascular adaptations to resistance training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 20, S146-S151. 1988.

FONSECA, P. H. S, MARINS, J. C. B, E SILVA, A. T. S. Validação de equações antropométricas que estimam a densidade corporal em atletas profissionais de futebol. **Rev Bras Med Esporte**. Vol. 13, Nº 3 – Mai/Jun, 2007

FORTEZA DE LA ROSA, A. & FARTO, E. R. **Treinamento Desportivo: do ortodoxo ao contemporâneo**. Guarulhos: Fhorte Editora, 2007.

FOSS, M. L. & KETEVIAN, S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do desporto**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2000

FRANCHINI, E. TAKITO, M., KIS M. A. P. D. Composição Corporal, somatotipo e força isométrica em atletas da seleção Brasileira Universitária de Judô. **Âmbito Medicina Desportiva**. Vol. 08, Nº34, Agosto, pp. 21-30. 1997.

FRISSELLI , A & MANTOVANI, M. **Futebol Teoria e Prática**. Fhorte Editora. SP. 1999.

FRY, A. C. The hole of resistance exercise intensity on muscle fiber adaptations. **Sport Med.**, v. 34, n. 10, p, 663-79, 2004.

FRY, A. C., NEWTON, R.U. IN: KRAEMER, W.J.; HANIKKEN, K. (ORGS.). **Strength Training for Sport**. 1 ed. Blackwell Science Ltd, 2002.

GAGLIARDI, J. F. L. Body composition in soccer players. **Rev. Paulista de Med.**, 111: 26, 1993.

GALLERA S. HILBERA, K. GOHLSCHB B. AND PETTEB D. Two functionally distinct myosin heavy chain isoforms in slow skeletal muscle fibres. **Federation of European Biochemical Societies**. Volume 410, Issues 2-3, 30. Pages 150-152. June 1997.

GALVIS., E.A.M., ARABIA., J. J. M., CASTRO, C. A. C. Strength training in the development of power in soccer players of the inferior divisions of Deportivo Independiente Medellín (DIM), in Colombia. **Latreia. Rev. Fac. Med. Univ. Antioquia**, vol.20, no.2, p.127-143. Apr./June 2007.

GAMBETTA, V. **Nueva tendencia de la teoría del entrenamiento**. Roma. Escuela de Deportes. 1990.

GARCIA MANSO, J. **Fuerza: Fundamentos Teóricos Básicos**. Curso 2007 y 2008. Universidad de las Palmas de Gran Canaria

GARCÍA MANSO, J. M. **La fuerza**. Madrid: Gymnos, 1999.

GARRETT Jr., W. E. & KIRKENDALL, D. T. **A ciência do exercício e dos esportes**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

GARRIDO, R.P; GONZÁLEZ, M; FÉLIX, A; PÉREZ, J. Composición corporal de los futbolistas de equipos alicantinos. *Selección*, 13(4): 155 – 63. (2004).

GETTMAN LR, AYRES JJ, POLLOCK ML, DURSTINE JL, GRANTHAM W. Physiologic effects on adult men of circuit strength training and jogging. **Arch Phys Med Rehabil**. 1979 Mar; 60(3):115-20.

GETTMAN LR, AYRES JJ, POLLOCK ML, JACKSON A. The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. **Med Sci Sports**. Fall;10:171-6. 1978.

GETTMAN LR, POLLOCK ML. Circuit weight training: a critical review of its physiological benefits. **Phys Sportsmed**, 9:44-60, 1981.

GOBBO, L, A; CYRINO E. S.; PETROSKY E. L.; CARVALHO F. O.; ROMANZINI M.; AVELAR A. Validação de equações antropométricas para a estimativa de massa muscular por meio de absormetria radiológica de dupla energia em universitários do sexo masculino. **Ver. Brás. Med Esporte** – Vol. 14, Nº 4 – Jul/Ago, 2004.

GODIK, M. A. **Futebol: preparação dos futebolistas de alto nível**. Rio De Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1996.

GOLDBERG AL, ETLINGER JD, GOLDSPINK DF, JABLECKI C. Mechanism of work-induced hypertrophy of skeletal muscle. **Med Sci Sports**. 7:185-98. 1975.

GOLDMAN, K. & DUNK, P. **Guia Prático de Futebol**. 1ª Ed. Lisboa, Editora Presença, 1990.

GOLDSPINK G. The combined effects of exercise and reduced food intake on skeletal muscle fibers. **J Cell Comp Physiol**. 63:209-16. 1964.

GOLLNICK P. D, TIMSON BF, MOORE RL, RIEDY M. Muscular enlargement and number of fibers in skeletal muscles of rats. **J Appl Physiol**. 50:936-43. 1981.

GOLLNICK P. D. KING, D. W. The immediate and chronic effect of exercise on the number and structure of skeletal muscle mitochondria. In: **Biochem. of exercise**. Org. por J.. Poortmans, Basel-New York, 1969.

GOLOMAZOV, S. & SHIRVA, B. **Futebol – Preparação Física**. 1ª Ed. Londrina, Lazer Sport. 1997.

GOMES, A. C. e TEIXEIRA, M. **Aspectos da preparação física no voleibol de alto rendimento**. *Treinamento Desportivo*. V3 (nº 2), agosto, 105-111, 1998.

GOMES, A. C. **Treinamento Desportivo: Estrutura e Periodização**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GOMES, A.C. & SOUZA J. **Futebol: Treinamento desportivo de alto rendimento**. Porto Alegre. Artmed. 2008.

GOMES, A.C., PEREIRA F, N. **Cross Training: Uma abordagem metodológica**. 1ª Ed. Londrina. APEF, 1994.

GONÇALVES M. Limiar de fadiga eletromiográfico. In: Denadai BS. Avaliação aeróbia. Rio Claro: **Motrix**, 2000.

GONYEA WJ, SALE DG, GONYEA FB, MIKESKY A. Exercise induced increases in muscle fiber number. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**. 55:137- 41. 1986.

GONZÁLEZ, J.J. y RIBAS, J. **Bases para la programación del entrenamiento de la fuerza**. INDE Publicaciones: Barcelona. 2002.

GOTO K, NAGASAWA M, YANAGISAWA O, KIZUKA T, ISHII N, TAKAMATSU K. Muscular adaptations to combinations of high- and low-intensity resistance exercises. **J Strength Cond Res**. 18:730-7. 2004.

GOTSHALK, L.A., LOEBEL C.C., NINDL B.C., PUTUKIAN, M., SEBASTIANELLI, W.J., NEWTON, R.U., HAKKINEN, K. AND KRAEMER, W.J. Hormonal responses to multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. **Canadian Journal of Applied Physiology** 22, 244-255. 1997.

GRECO, P. J. & BENDA, N. **Iniciação esportiva universal – 1 – Metodologia da iniciação esportiva na escola e no clube**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1998.

GRECO, P. J. **Iniciação esportiva universal – 2 – Metodologia da iniciação esportiva na escola e no clube**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1998.

GREEN, S. Anthropometric and physiological characteristics of South Australian Soccer Players. **Australian Journal of Science and Medicine in Sport**. v.24, p.3-7, 1992.

GREGOR R. J. **A estrutura e função do músculo esquelético**. IN.: RASCH P. J. Cinesiologia e Anatomia Aplicada. 7ª Ed. Guanabara Koogan. RJ. 1991.

GUEDES, D. P. & GUEDES, J. E. R. P. **Controle do peso corporal**. Londrina, Midiograf, 1998.

GÜLLICH A, SCHMIDTBLEICHER D. Struktur der Kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. **Dtsch Z Sportmed**. 50:223-34. 1999.

GUYTON A. C. **Fisiologia Humana**. Guanabara Koogan. RJ. 1988.

GUYTON, A. C. & HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2006.

HÄKKINEN K, KALLINEN M. Distribution of strength training volume into one or two daily sessions and neuromuscular adaptations in female athletes. **Electromyogr Clin Neurophysiol**. 34:117-24. Mar. 1994.

HÄKKINEN, K. In: KRAEMER, W. J.; HÄNIKKEN, K (Org.). **Strenght Training For Sport**. 1. ed. (S.I.): Blackell Science Ltd. 2002.

HAKKINEN, K., KOMI, P.V., ALEN, M. AND KAUNEN, H. EMG, muscle fibre and force production characteristics during a 1 year training period in elite weightlifters. **European Journal of Applied Physiology** 56, 419-427. 1987.

HAKKINEN, K., PAKARINEN, A., KOMI, P.V., ALEN, M. AND KAUNEN, H. Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in tow years. **Journal of Applied Physiology** 65, 2406- 2412. 1988.

HALTOM RW, KRAEMER RR, SLOAN RA, HEBERT EP, FRANK K, TRYNIECKI JL. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. **Med Sci Sports Exerc.** 31:1613-8. 1999.

HARGREAVES, M. **Exercise metabolism**. Human Kinects, 1995.

HARMAN, E. The importance of testing power output. **National Strength Condiironeng.** 56: 72-73. 1991.

HAROLD W. GOFORTH, JR. DIDIER LAURENT, WILLIAM K. PRUSACZYK, KEVIN E. SCHNEIDER, KITT FALK PETERSEN, AND GERALD I. SHULMAN. Effects of depletion exercise and light training on muscle glycogen supercompensation in men. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 285: E1304–E1311, 2003.

HARRE,D e LEOPOLD,W. A resistência de força (II). **Treino Desportivo**. II Série – no 16, junho, 1990.

HARUO S. HIROKI M. YUHRI I. FUMIAKI Y. TAKUYA M. YUMIKO M. MASARU TSUYOSHI A. TAKAKAZU K. SHIGERU C. AND SEIRYO S. Direct demonstration of the cross-bridge recovery stroke in muscle thick filaments in aqueous solution by using the hydration chamber. **PNAS** 105, 17396-17401. 2004.

HASS, C. J., L. GARZARELLA, D. DE HOYOS, and M. L. POLLOCK. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Vol. 32, No. 1, pp. 235-242, 2000.

HATHER BM, TESCH PA, BUCHANAN P, DUDLEY GA. Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. **Acta Physiol Scand.** 143:177-85 1991.

HELLER, J.; PROCHAZKA, L.; BUNC,V.; DLOUHÁ, R.; NOVOTNY, J. Functional capacity in top league football players during competitive season. In: Communications to the Second World Congress on Science and Football. Held in Eindhoven, the Netherlands, p. 150, 22-25 May, 1991. **J. Sports Sci.**, 10: 139-205, 1992.

HENNEMAN E., SOMJEN G., AND. CARPENTER D. O. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. Department of Physiology, **Harvard Medical School**, Boston, Massachusetts. 1965.

HENNEMAN, E. AND OLSON, B. Relations between structure and function in the design of skeletal muscles. **J. Neurophysio Z.** 28: 581-598. 1965.

HENNEMAN, E. Relation between size of neurons and their susceptibility to discharge. **Science Magazine.** Vol. 126. nº. 3287, pp. 1345 – 1347. 27 December 1957.

HESPANHOL, J. E. & ARRUDA, M. **Resistência especial do voleibolista.** Revista Treinamento Desportivo. 2000.

HEYWARD, V. H. **Avaliação Física e Prescrição de Exercício: Técnicas avançadas.** Porto Alegre: Artmed: 4ª Edição. 2004.

HICKSON, R.C., M.A. ROSENKOETTER, and M.M. BROWN. Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. **Med. Sci. Sports Exercise.** Vol. 12, No. 5, pp. 336-339, 1980.

HILL. A. V. The mechanism of muscular contraction. **Physiol Rev**, Vol. 2, Issue 2, 310-341, April 1, 1922

HIROAKI KANEHISA AND MITSUMASA MIYASHITA. Specificity of velocity in strength training. **Journal European Journal of Applied Physiology** Volume 52, Number 1 / November, 1983

**HISTÓRIA ILUSTRADA DO FUTEBOL BS RASILEIRO.** Vol. 1. Ed. Documentação Brasileira. 1968.

HOFF, J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. **Journal of sports sciences**, London, V. 23, P. 573-582, 2005.

HOFF, JAN; HELGERUD, JAN. Endurance and Strength Training for Soccer Players: Physiological Considerations. **Sports Medicine:**Volume 34. pp 165-180. 2004.

HOLLMANN W, HETTINGER TH. Medicina de esporte. São Paulo: Manole, 2005.

HOLLOSZY, JO. COYLE, E. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **Journal of Applied Physiology.** 48, 523-527, 1984.

HOLMER, I.; LUNDIN, A.; ERIKSSON, B. O. Maximal oxygen uptake in swimming and running by elite swimmers. **Journal Applied Physiology**, v. 36, p 711-714, 1974.

HOUWARD JA, Scott BK, Justice CL, Chenier JC. The effects of taper on performance in distance runners. **Med Sci Sports Exercise**, 26:624-631. 1994.

HOUSTON, M. E. **Bioquímica básica da ciência do exercício**. São Paulo: Roca, 2001.

HUGHES, M. Notational analysis. In:REILLY, T.; WILLIAMS, A.M. **Science and Soccer**. 2ed. London: Rotledge, p.245-264. 2003.

HUGHES, M. Science and Football III. London: E and FN. 339 p. p. 27-31. 1997.

HUIJING, P. A. **Mechanical muscle models**. In: The Encyclopedia of Sports Medicine III: Strength and Power in Sports. P. V. KOMI (Ed.) Oxford: Blackwell Scientific, pp. 130-150. 1992.

HURLEY, B.F. & ROTH, S.M. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. **Sports Medicine**, 30: 249-268, 2000.

HUXLEY H. E. The Mechanism of Muscular Contraction. **Science**. Vol. 164. no. 3886, pp. 1356 – 1366. 1969.

IDE, B. N. & LOPES. **Fundamento do Treinamento de Força, potência e hipertrofia nos esportes**. Guarulhos: Phorte Editora, 2008.

JONES K, BISHOP P, HUNTER G, FLEISIG G. The Effects of Varying Resistance-Training Loadson Intermediate – and High–Velocity-Specific Adaptations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 15, 349–356. 2001.

JONES, D. A., Y RUTHERFORD, O. M. Human muscle strength training: the effects of three different regimens and the nature of the resultant changes. **J Physiol** 391, 1-11. Durand, 1987.

JONES, K., HUNTER, G., FLEISIG, G., ESCAMILLA, R., and LEMAK, L. The Effects of Compensatory Acceleration on Upper-Body Strength and Power in Collegiate Football Players. **The Journal of Strength and Conditioning Research Article**: pp. 99–105 Volume 13, Issue 2. May 1999.

KADI F. Adaptation of human skeletal muscle to training and anabolic steroids. **Acta Physiol Scand Suppl**. 646:1-52. 2000.

KATCH, F. & McARDLE, W. **Nutrição, exercício e saúde**. 4ª Ed. Rio de Janeiro, RJ: 2003.

KAWAKAMI, Y., H. AKIMA, K. KUBO, Y. MURAOKA, H. HASEGAWA, M. KOUZAKI, M. IMAI, Y. SUZUKI, A. GUNJI, H. KANEHISA, AND T. FUKUNAGA. Changes in muscle size, architecture, and neural activation after 20 days of bed rest with and without resistance exercise. **Eur J Appl Physiol**. 84:7-12, 2001

KELEMAN, M. H., K. J. STEWART, R. E. GILLIAN. Circuit weight training in cardiac patients. **J. Am. Coll. Cardiol**. 7:38–42, 1986.

KELLEY, G. Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: a meta analysis. **Journal of Applied Physiology**, v. 82, n 5 , p.1559-1565, 1997.

KELLEY, G.A. & KELLEY, K.S. Progressive resistance exercise and resting blood pressure. A meta- analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, v.35, p.838-843, 2000.

KENNETH C. HOLMES AND MICHAEL A. GEEVES. The structural basis of muscle contraction. **Phil.Trans. R. Soc. Lond. B**, 355, 419-431. 2000.

KINDERMANN, W., SIMON, G., KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **European Journal Applied Physiology**, v, 42, p. 25-34, 1979.

KIRKENDALL, D. T. **Fadiga da atividade voluntária**. In: GARRETT JR, W.E; Kinetics, 336 p. 1994.

KIRKENDALL, D. The applied sport science of soccer. **Physician and Sports Med.**, 13: 53-9, 1985.

KNUTTGEN, H.G. y KRAEMER, W. Terminology and measurement in exercise performance. **Journal Apl. Sports Science Res.** 1. 1-10. 1987.

KOMI, P. V. **Força e Potência no Esporte**. Artmed. Porto Alegre. 2006.

KOMI, P. V., KANEKO, M., Y AURA, O. EMG activity of the leg extensor muscles with special reference to mechanical efficiency in concentric and eccentric exercise. **Int J Sports Med.** 8 Suppl 1, 22-29. 1987.

KRAEMER WJ, DESCHENES MR, FLECK S. Physiological adaptations to resistance exercise. Implications for athletic conditioning. **J.Sports Med.** Oct; 6:246-56. 1988.

KRAEMER WJ, RATAMES N, FRY AC, TRIPLETT-MCBRIDE T, KOZIRIS LP, BAUER JÁ, LYNCH JM, FLECK SJ. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. **Am J Sport Med.** Sep-Oct; 28:626-33 – 2000.

KRAEMER WJ, RATAMESS NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Med Sci Sports Exerc.** 36:674-88. 2004.

KRAEMER, J.B.; STONE, M.H.; O'BRYANT, H.; CONLEY, M.S.; JOHNSON, R.L.; NIEMAN, D.C.; HONEYCUTT, D.R.; HOKE, T.P. Effects of single vs. multiple sets of weight training: impact of volume, intensity, and variation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.11, p.143-7, 1997.

KRAEMER, W. J. & FLECK, S. J. **Treinamento de força para jovens atletas**. São Paulo: Manole, 2001.

KRAEMER, W. J. RATAMESS, N. A., y FRENCH, D. N. Resistance training for health and performance. **Curr Sports Med Rep.** 165-171. 2002..

KOZIRIS, L. P., BAUER, J. B. LYNCH, J. M. AND FLECK, S. J. Influence of Resistance Training Volume and Periodization on Physiological and Performance Adaptations in Collegiate Women Tennis Players. **The American Journal of Sports Medicine Am J Sports Med.** vol. 28 no. 5 626-633. September 2000.

KRAEMER, W.J, FLECK S.J., DZIADOS J.E., HARMAN, E.A., MARCHITELLI, L.J., GORDON, S.E., MELLO, R., FRYKMAN, P.N., KOZIRIS, .LP. AND TRIPLETT, N.T. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. **Journal of Applied Physiology.** 75, 594-604. 1993.

KRAEMER, W.J. A series of studies... the physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. **Journal of Strength and Conditioning Research** 11, 131- 142. 1997.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.; FRY, A.C.; TRIPLETT-MCBRIDE, T.; KOZIRIS, L.P.; BAUER, J.A.; LYNCH, J.M.; FLECK, S.J. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. **American Journal of Sports Medicine, Columbus**, v.28, p.626-33, 2000.

KREIDER, R.B, FRY, A.C. AND O'TOOL, M.L., **Overtraining in sport.** IL: Human Kinetics. 73-74. 1998.

LARSON GD, POTTEIGER JAA. Comparison of three different rest intervals between multiple squat bouts. **J Strength Cond Res.** 11:115-8. 1997.

LEATT, P.; SHEPARD, R. J.; PLYLEY, M. J. Specific muscular development in under 18 soccer players. **J. Sports Science**, 165-75, 1987.

LETZELTER, H e M. **Entrainement de la Force.** Ed. Vigot. Paris. 1990.

LIMA, A. M. J.; SILVA, D. V. G; SOUZA, A. O. S. Correlation between direct and indirect VO<sub>2</sub>max measurements in indoor soccer players. **Revista Medicina do Esporte.** vol.11 no.3 Niterói May/June. 2005.

LIPAROTTI, J. R. Aplicaciones prácticas de datos de composición corporal en futbolistas universitarios brasileños. **Training fútbol**, 100; 36-43. 2004.

MACDOUGALL, J. D. SALE, D. G. ELDER, G. C. AND SUTTON, J. R. Muscle ultrastructural characteristics of elite power lifters and bodybuilders. **Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.** Volume 48, Number 1 / February, 1982.

MACK, R. C. V. Futebol Empresa. 1ª Ed. São Paulo, Palestra, 1980.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem Motora: conceitos e aplicações**. 5 ed. Editora Edgard Blucher LTDA. São Paulo. 2002.

MAIORANA, A. O'DRISCOLL, G. CHEETHAM, CL COLLIS, J. GOODMAN, C. RANKIN, S. TAYLOR, R. GREEN, D. Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strength in CHF. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, p. 1565-1570, 2000.

MANSO, G. **Bases Teóricas del Entrenamiento deportivo**, España 1996. Ed. Gymnos.

MANSO, J.M.G; VALDIVIELSO, M. N; CABALLERO, J. A. R. **Bases Teóricas del Entrenamiento Deportivo**, Editorial Gymnos, Madrid: 1996.

MARINS, J. C. B. & GIANNICH, R. S. **Avaliação e prescrição de atividade física**. Shape, RJ, 1996.

MARK D. P, MATTHEW R. R, AND BRENT A. A. Maximizing Strength Development in Athletes: A Meta-Analysis to Determine the Dose-Response Relationship. **The Journal of Strength and Conditioning Research Article**: pp. 377–382. 2004

MARX, J. O., N. A. RATAMESS, B. C. NINDL, L. A. GOTSHALK, J. S. VOLEK, K. DOHI, J. A. BUSH, A. L. GÓMEZ, S. A. MAZZETTI, S. J. FLECK, K. HÄKKINEN, R. U. NEWTON, and W. J. KRAEMER. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Vol. 33, No. 4, pp. 635-643. 2001.

MATSURA C.MEIRELLES C M, GOMES P S C. Energy expenditure and excess post-exercise oxygen consumption of resistance exercise. **Rev. Nutr., Campinas**, 19:729-740, nov./dez., 2006

MATTHEW F. S.; POLLOCK, M. L. Prescription of resistance training for health and disease. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 31:38-45, January 1999.

MATUSZAK, M.E.; FRY, A.C.; WEISS, L.W.; IRELAND, T.R.; MCKNIGHT, M.M. Effect of rest interval length on repeated 1 repetition maximum back squats. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, p.634-637, 2003.

MATVEEV, L. P. **Treino desportivo: metodologia e planejamento**. Guarulhos: Phorte, 1997.

MAUGHAN, R.; GLEESON, M. & GREENHAFF, P. L. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. São Paulo: Manole, 2000.

MAUGHAN, RONALD J. E LOUIZE M. BURKE. **Nutrição esportiva**. Porto Alegre. Artmed, 2004.

MAYHEW, T. P., ROTHSTEIN, J. M., FINUCANE, S. D., Y LAMB, R. L. Muscular adaptation to concentric and eccentric exercise at equal power levels. **Med. Sci. Sports Exerc.** 27, 868-873. 1995.

MAZZETTI SA, KRAEMER WJ, VOLEK JS, DUNCAN ND, RATAMESS NA, NEWTON RU, HÄKKINEN K, FLECK SJ. The influence of direct supervision of resistance training on strength performance. **Med Sci Sports Exerc.**32:1175-84. 2000.

Mc ARDLE, W. D.; KATCH, F. I. & KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

McCARTNEY, N. Acute responses to resistance training and safety. **Med. Sci. Sports. Exerc.** 31:31–37, 1999.

McDONAGH, M.J.N.; DAVIES, C.T.M. Adaptive responses of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. **European Journal Apply Physiology**, v. 52, p. 139-155, 1984.

McGININIS, P. M. **Biomecânica do Esporte e Exercício**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MIKESKY AE, GIDDINGS CJ, MATTHEWS W, GONYEA WJ. Changes in muscle fiber size and composition in response to heavy-resistance exercise. **Med Sci Sports Exerc.** 23:1042-9. 1991.

MOHR, M., KRUSTRUP, P. e BANGSBO, J, Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue, **Journal of Sports Sciences**, v.21, p. 439-449, 2003.

MUNIROGLU, S; KOZ, M. (2006). The Physical and Physiological Properties of Football Players from a Turkish Professional First-Division Football League. *The sport Journal*, 9(4). Disponível em <http://www.thesportjournal.org/2006Journal/Vol9-No4/Muniroglu.asp>. 2006

MONTEIRO, W.; SIMÃO, R.; FARINATTI, P. T. V. Manipulação na ordem dos exercícios e sua influência sobre o número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres treinadas. **Revista Brasileira Medicina Esporte**, v.11, n. 2, p. 46-50, 2005.

MORAES R., CASTRO E. M., SCHULLER J. Efeito da Experiência Atlética e de Diferentes Grupos Musculares na Percepção de Força. **Motriz**. Jan-Jun. Vol. 6 n. 1, pp. 17-26. 2000.

MORAES, A. M. & PELLEGRINOTI, I. L. Evolução da potência dos membros inferiores durante um ciclo de treinamento de pliometria no basquetebol masculino. *Revista Digital - Buenos Aires - Año 10 - N° 94 - Marzo de 2006*

MOREIRA, V. M. LIMA, L. D. C. LENHEN, A. M. Consumo máximo de oxigênio: uma revisão sobre os fatores intervenientes. **Revista Corpo e Movimento Humano e do Desporto**. V 2, n. 1 e 2, jan/dez. 2004.

MORRISSEY MC, HARMAN EA, JOHNSON MJ. Resistance training modes: specificity and effectiveness. **Med Sci Sports Exerc.** May;27:648-60. 1995.

MUJIKÁ I., and S. PADILLA. Cardiorespiratory and metabolic characteristics of detraining in humans. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Vol. 33, No. 3, pp. 413-421. 2001.

MUJIKÁ, INIGO; PADILLA, SABINO. Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part I: Short Term Insufficient Training Stimulus. **Sports Medicine.** 30:79-87, 2000.

MULLIGAN S.E., FLECK S.J., KRAEMER W.J. Influence of resistance exercise volume on serum growth hormone and cortisol concentration in women. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 10, 256-262. 1996.

MUNN, JOANNE; HERBERT, ROBERT D.; HANCOCK, MARK J.; GANDEVIA, SIMON C. Resistance Training for Strength: Effect of Number of Sets and Contraction. **SpeedMedicine & Science in Sports & Exercise.** 37:1622-1626, September 2005.

MURPHY, R. A. **Músculo.** In. BERNE R. M., LEVY, M. N.; KOEPPEN, B. M.; ASTATON, B. A. **Fisiologia.** 4ª Ed. Guanabara Koogan. RJ. 2000.

NAVARRO, F. V. **La Resistencia.** , Madrid, Ed. Gymnos, 1998.

NEUMAM, G. **La Struttura della prestazione negli sport di resistenza.** Revista di cultura sportiva, IX 66-72, 1990.

NUNES, C. G. **Associação entre a força explosiva e a velocidade de deslocamento em futebolistas profissionais.** Dissertação de mestrado. Campinas – São Paulo: 2004

O'DONOGHUE, P.G.; BOYD, M.; LAWLOR, J.; BLEAKLEY, E.W. Time-motion analysis of elite, semi-professional and amateur soccer competition. **Journal of Human Movement Studies.** v.41, p.1-12, 2001.

O'HAGAN, F. T., SALE, D. G., MACDOUGALL, J. D., Y GARNER, S. H. Comparative effectiveness of accommodating and weight resistance training modes. **Med Sci Sports Exerc.** 27, 1210-1219. 1995.

OLIVEIRA, N. **A história de todas as copas do mundo do futebol – 1930/1994.** Ed. Lisa, 1995.

ORTIZ CERVERA, V. **Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y El deporte de competición.** Inde. Barcelona. 1996.

OSIECKI LEY, R; GOMES, AC; MEIRA, ALJ; ERICHSEN, AO e SILVA, SG. Estudo comparativo dos aspectos funcionais e de composição corporal entre atletas de futebol de diferentes categorias. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício,** 1, 1, 75-87, 2002.

OSTOJIC, S.M. AND ZIVANIC, S. Effects of training on anthropometric and physiological characteristics of elite Serbian soccer players. **Acta Biologiae et Medicinae Experimentalis** 27, 76. 2001.

OSTOJIC, S.M. Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elite soccer players. **Journal of Exercise Physiology**, 6, 11-14. 2003.

OSTROWSKY, K. J.; WILSON, G. J.; WEATHERBY, R.; MURPHY, P. W.; LYTTLE, A. D. The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. **J Strength Cond Res**, v. 11, n. 3, p. 148-154, 1997.

OZOLIN, N. **Sistema contemporáneo de entrenamiento**. Era. Edición. Habana: Ed. Científico-Técnica. 1989.

PALOMARES, E. M. G. **Análise dos princípios para a avaliação tática de uma equipe de futebol**. ISBN: 85-85253-69-X - Livro de Memórias do VI Congresso Científico Norte-nordeste – CONAFF. 2004

PELLEGRINOTTI, I. L. As capacidades motoras no esporte. **Treinamento Desportivo**, v.2, n.3, p.53-56, 1997.

PEREIRA, B., SOUZA JR. T. P. **Metabolismo celular e exercício físico: aspectos bioquímicos e Nutricionais**. São Paulo: Phorte, 2004.

PERES, B. A.; **Estudo das variáveis antropométricas e de aptidão física de futebolistas japoneses e brasileiros**. São Paulo: Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Educação Física a Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo, 1996.

PETROSKI, E. L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos**. Tese apresentada ao programa de pós-graduação em ciências do movimento humano da universidade federal de Santa Maria, 1995.

PETTE D. AND RS STARON. The Molecular Diversity of Mammalian Muscle Fibers. **News Physiol Sci** 8: 153-157, 1993.

PICCOLI, J. C. J. Normalização para trabalhos de conclusão em Educação Física.- 2ª Edição. Canoas: Ed. ULBRA, 2006.

PINCIVERO, D.M.; LEPHART, S.M.; KARUNAKARA, R.G. Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short term high intensity training. **British Journal Sports Medicine**, v.31, p.229-234, 1997.

PIRET, S. BÉZIERS, M. M **A coordenação motora aspecto mecânico da organização psicomotora do homem**. 1ª Ed. 151 páginas. Summus. 1992.

PITANGA, F. J. G. **Testes, medidas e avaliação em educação física e esportes**. Phorte editora, SP, 2004.

PITTERA, C. & VIOLETTA, D. R. **Voleibol dentro del movimiento**. Revista Voley, 1980.

PLATONOV, V. N. **Teoria Geral do Treinamento Desportivo Olímpico**. Artmed. Porto Alegre. 2004.

POLITO D, SIMÃO R, SENNA, G. W. E. FARINATTI, P. T. V. Efeito hipotensivo do exercício de força realizado em intensidades diferentes e mesmo volume de trabalho. **Rev Bras Med Esporte** \_ Vol. 9, Nº 2 – Mar/Abr, 2003

POWERS, S. K. & HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício**. São Paulo: Manole, 2000.

PROTZEK, A. O. VELOSO, J. FLORES, D. SAYURI, A. BOTTARO, B. Intervalos de recuperação: efeitos no trabalho total em uma sessão de exercícios resistidos em homens jovens. **Pensar a Prática**, Vol. 12, No 1. 2009.

PU, C.T. JOHNSON, M. T. FORMAN, D. E. HOUSDORFF, J. M. ROUBENOFF, R. FOLDVARI, M. FIELDING, R. A. SINGH, M. F. Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. **Journal of Applied Physiology**, v.90, p.2342-2350, 2001.

PUTMAN CT, DÜSTERHÖFT S, PETTE D. Changes in satellite cell content and myosin isoforms in lowfrequency-stimulated fast muscle of hypothyroid rat. **J Appl Physiol**; 86:40-51.1999.

QUAN T. TRAN, DAVID DOCHERTY AND DAVID BEHM. The effects of varying time under tension and volume load on acute neuromuscular responses. **European journal of applied physiology**, vol. 98, no4, pp. 402-410 2006.

RAFF, H. **Segredos em fisiologia**. Artmed, Porto Alegre, 2002.

RAHNAMA, N.; REILLY, T.; LEES, A.; GRAHAM-SMITH, P. Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. **Journal of Sports Sciences**. v.21, p.933-942, 2003.

RASCH, P. J. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada**.7ª Ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 1991.

RAYMUNDO JLP, RECKERS LJ, LOCKS R, SILVA L, HALLAL PC. Perfil das lesões e evolução da capacidade física em atletas profissionais de futebol durante uma temporada. **Rev Bras Ortop**. 40:341-348. 2005.

REILLY T, BANGSBO J, FRANKS A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **J Sports Sci**. Sep;18:669-83. 2000.

REILLY, .T. **Motion analysis and physiological demands**. In: REILLY, T.; WILLIAMS, A.M. **Science and Soccer**. 2.ed. London: Routledge, p.59-72. 2003.

REILLY, T. **Football**. In: REILLY, T.; SECHER, N.; SNELL, P.; WILLIAMS, C. **Physiology of Sports**. London: E & FN Spon, p.371-425. 1990.

REILLY, T. **Science and football: an introduction**. IN: REILLY, T.; CLARYS, J.; STIBBE, A. (eds). **Science and Football II**. London: E & FN Spon, p.3-11. 1993.

REILLY, T.; DORAN, D. **Fitness assessment**. IN: REILLY, T.; WILLIAMS, A.M. **Science and Soccer**. 2.ed. London: Routledge, p.21-46. 2003.

REILLY, T.; GILBOURNE, D. Science and football: a review of applied research in the football codes. **Journal of Sports Sciences**. v.21, p.693-705, 2003.

REITSMA W. Regeneration, volumetrical and numerical hipertrophy in skeletal muscles of the rat and frog. Amsterdam: Ruysendaal, 1965.

REITSMA W. Skeletal muscle hypertrophy after heavy exercise in rats with surgically reduced muscle function. **Am J Phys Med**; 48:237-58. 1969.

RHEA, M.R.; BALL, S.D.; PHILLIPS, W.T.; BURKETT, L.N. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.16, p.250-5, 2002.

RHEA, M.R.; PHILLIPS, W.T.; BURKETT, L.N.; STONE, W.J.; BALL, S.D.; ALVAR, B.; THOMAS, A.B. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. **Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign**, v.17, p.82-7, 2003.

RHODES, E. C.; MOSHER, R. E.; Mc KENZIE, D. C.; FRANKS, I. M.; POTTS, J. E. Physiological profiles of the Canadian Olympic soccer team. **Can. J. Appl. Sport Sciences**, 11: 31-6, 1986.

RICO-SANZ, J. **Body composition and nutritional assessments in soccer**. **International Journal of Sport Nutrition**, 8, 113-123. 1998.

RIEGEL, R. E. **Bioquímica do músculo e do exercício físico**. São Leopoldo: Unisinos, 2001.

RIENZI, E.; DRUST, B.; REILLY, T.; CARTER, J.E.; MARTIN, A. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American International soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.40, n.2, p.162-169, 2000.

RIZZO, J. P.. **Caderno de Biometria**. 1ª Edição. Rio de Janeiro,RJ: LADEBIO, pp. 88-89. 1977.

ROBINSON JM, STONE MH, JOHNSON RL, PENLAND CM, WARREN BJ, LEWIS RD. Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance. **J Strength Cond Res**. 9:216-21. 1995.

ROMÁN, I. **Megaforça: Força para todos os esportes – A razão para triunfar**. 1997

ROWBOTTOM David G. **Periodização do Exercício**. In William E. Garret Jr. e Donald T. Kirkendall. **A Ciência do Exercício e dos Esportes**. Porto Alegre. Artmed, 2003.

ROWE RW, GOLDSPINK G. Surgically induced hypertrophy in skeletal muscles of the laboratory mouse. **Anat Rec**. 161:69-75. 1968.

SALE, D. G. **Neural adaptations to strength training**. In: KOMI, P. V. (Org.) **Strength and power Sport**. 2. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 2003

SALLEO A, ANASTASI G, LA SPADA G, FALZEA G, DENARO MG. New muscle fiber production during compensatory hypertrophy. **Med Sci Sports Exerc**.12:268-73. 1980.

SALTIN, B. & ASTRAND, P. O. Maximal oxygen uptake in athletes. **J. Appl. Physiol**. 23:352. 1967.

SAMBORN K., R. BOROS, J. HRUBY, B. SCHILLING, H.S. O'BRYANT, R.L. JOHNSON, T. HOKE, M.E. STONE, and M.H. STONE. Short-term Performance Effects of Weight Training using Multiple Sets no to failure Vs a single Set to failure in women, *J, Strength Cond. Res*. 14, 3: 328-331, 2000.

SANTOS, C. F., CRESTAN, T. A., PICHETH, D. M., FELIX, G., MATTANÓ, R. S., PORTO, D. B., SEGANTIN, A. Q., CYRINO, E. S. Efeito de 10 semanas de treinamento com pesos sobre indicadores da composição corporal. **Rev. Bras. Ciên. e Mov**. 10:79-84, 2002.

SANTOS, C. F.; CARVALHO, M.; CYRINO, E.S. **Efeito do treinamento de sobrecarga sobre a composição corporal de adultos jovens ativos**. Anais do II Congresso Paranaense de Educação Física, Recreação, Esporte e Dança, Londrina, 1999.

SANTOS, J. A. R. Estudo comparativo fisiológico, antropométrico e motor entre futebolistas de diferente nível competitivo. **Revista Paulista de Educação Física**. v.13, n.2, p.146-159, 1999.

SANTOS, P. J. & SOARES, J. M. Capacidade aeróbia em futebolistas de elite em função da posição específica no jogo. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, vol. 1, nº 2 7-12. 2001.

SCHIAFFINO S. AND REGGIANI C. Myosin isoforms in mammalian skeletal muscle: **J Appl Physiol**. 77: 493-501, 1994.

SCHIMIDTBLEICHER, D. A. GOLIHOFFER: Neuromuskuläre Untersuchungen zur Bestimmung Individueller BelastungsgröBaen für ein Tiefsprungtraining. *Leistungssport* 12. 298-307. 1982

SCHIOTZ, M.K.; POTTEIGER, J.A.; HUNTSINGER, P.G.; DENMARK, D.C. The short-term effects of periodized and constant-intensity training on body composition,

strength and performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.12, p.173-8, 1998.

SCHLUMBERGER, ANDREAS; STEC, JUSTYNA; SCHMIDTBLEICHER, DIETMAR Single-vs. Multiple-Set Strength Training in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 15, 284–289. 2001.

SCHWINGEL, A; PETROSKI, E L; VELHO, N M. Análise morfológica de jogadores profissionais de futebol de campo. **Revista da APEF**. v. 12, n.1, p.5-11, 1997.

SEDANO, S; DE BENITO, A.M; VAEYENS, R; PHILIPPAERTS, R; REDONDO, J.C; CUADRADO, G. Effects of lower limb plyometric training on body composition, explosive strength and kicking speed in female soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. Volume 23 - Issue 6 - pp 1714-1722. 2009.

SEDANO, S; VAEYENS, R; PHILIPPAERTS, R; REDONDO, J.C; CUADRADO, G. Anthropometric features, explosive strength and kicking speed of elite and non-elite Spanish female soccer players: Analysis by level and by playing position. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. (In press).

SFORZO, G. A.; TOUEY, P. R. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 10, p. 20-24. 1996.

SHELPLY B, MacDougall D, Cipriano N, Sutton JR, Tarnopolsky MA, Coates G. Physiologic effects of tapering in highly trained athletes. **J Appl Physiol**. 72: 706-711. 1992.

SHEPHARD, R. J. Biology and medicine of soccer: An update. **Journal of Sports Sciences**, 17, 757-786. 1999.

SIFF, M.; VERKOSHANSKY. I. **Super Entrenamiento**. Barcelona: Paidotribo, 2000.

SILBERNAGL S. DESPOPOULOS A. **Fisiologia: textos e atlas**. 5ª Ed. Artmed. Porto Alegre. 2001

SILVA P. R. S.; VISCONTE A. M.; ROLDAN A.; T EIXEIRA A.; SEMAN A.; LOLLA J. C. C. R. RUBENS G. JR. CLÁUDIO L..FERNANDA O. P.; MAURO T. F.; MARCELO T. Z.; CARLA D. M. N. R.; ALBERTINA F. R.; SOLANGE S. B.; JOSÉ C. S. M.; JOSÉ ROBERTO C.. Avaliação funcional multivariada em jogadores de futebol profissional – uma metanálise. **Acta Fisiátrica** 4: 65-81, 1997

SILVA, SG, PEREIRA, JL; KAISS, L; KULAITIS, A e SILVA, M. Diferenças antropométricas e metabólicas entre jogadores de futebol das categorias profissional, junior e juvenil. **Treinamento Desportivo**, 3 (2), 35-9, 1997a.

SILVA PRP, TRINDADE RS, DE ROSE, EH. Composição corporal, somatotipo e proporcionalidade de culturistas de elite do Brasil. **Rev Bras Med Esporte**. 9:403-412. 2003.

SILVA, L. R. R. **O estudo interdisciplinar do talento esportivo no voleibol feminino de alto nível.** Tese, 97 p, USP, SP, 2002.

SILVA, M. E. ; SILVA, A. C. LAMP, C. R. ; MOREIRA, V. M. ; LIMA, L. D. C. . Índice de frequência cardíaca em atividades de velocidade progressiva em atletas da equipe de futebol de campo. **Pesquisa em Educação Física.** Jundiaí: Fontoura, v. 5, p. -. 2007.

SILVESTRE, R; WEST, C; MARESH, C.M; KRAEMER, W.J. Body composition and physical performance in men's soccer: A study of a National Collegiate Athletic Association Division I Team. **J. Strength Cond. Res.**, 20 (1): 177-83. 2006.

SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia humana** – uma abordagem integrada. São Paulo: Manole, 2003.

SIMÃO, R.; POLITO, M. D.; VIVEIROS, L. E.; FARINATI P. T. V. Influência da manipulação na ordem dos exercícios de força em mulheres trinadas sobre o número de repetições e percepção de esforço. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v. 7, p. 53-61. 2002

SINÍCIO, L. E.; OLIVEIRA, S. B. S. S. V. Perfil metabólico e antropométrico de atletas profissionais da segunda divisão do campeonato paulista de futebol. In: **Bienal de Ciências do Esporte**, 3., Poços de Caldas-MG, 1993. .

SINNING, W. E. Validity of generalized equations for body composition analysis in male athletes. **Med. Sci. Sports Exercise**, 17: 124-30, 1985.

SMITH JF, MANSFIELD, ER. Body composition prediction in university football players. **Medicine Science Sports Exercise** Aug; 16:pp398-405. 1984.

SMITH, DAVID J A. Framework for Understanding the Training Process Leading to Elite **Performance Sports Medicine**:Volume 33pp 1103-1126. 2003.

SMITH, R. C., Y RUTHERFORD, O. M. The role of metabolites in strength training. I. A comparison of eccentric and concentric contractions. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol** 71, 332-336. 1995.

SOARES, EA; ISHII M; BURINI RC. Estudo antropométrico e dietético de nadadores competitivos de áreas metropolitanas da região sudeste do Brasil. **Rev Saúde Publica**, 28:9-19. 1994.

SOUSA MSC, SOUSA SJG, SANTOS JP, TORRES MS, GONÇALVES A. O percentual de gordura em atletas profissionais de futebol segundo diferentes métodos: ensaio envolvendo condições desportivas e da saúde. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde.** 63-74. 1999.

SOUSA, M. S. C & SOUSA, S. J. G. Evolução e Dimensões da cineantropometria nas ciências do esporte: **Anais do VII Simpósio Nordestino de Atividade física e Saúde.** João Pessoa, PB. 2006.

SOUTO MAIOR, A. & SIMÃO, R. Prescrição de Exercícios Através do Teste de 1rm dm Homens. **Revista Treinamento Desportivo** / Volume 7 • Número 1 • Página 82 a 86. 2006.

SPREUWENBERG, LUUK P.B.; KRAEMER, WILLIAM J.; SPIERING, BARRY A.; VOLEK, JEFF S.; HATFIELD, DISA L.; SILVESTRE, RICARDO; VINGREN, JAKOB L.; FRAGALA, MAREN S.; HÄKKINEN, KEIJO; NEWTON, ROBERT U.; MARESH, CARL M.; FLECK, STEVEN J. Influence of Exercise Order in a Resistance-Training Exercise Session. **The Journal of Strength and Conditioning Research**. pp. 141–144 Volume 20, 2006.

STARON, R. S. LEONARDI, M. J. KARAPONDO, MD. L. MALICKY, E. S. FALKEL, J. E. HAGERMAN, F. C. AND HIKIDA, R. S. Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining. **J Appl Physiol** 70: 631-640, 1991

STOLEN, T. ET AL. U. Physiology of soccer: an update. **Sports medicine, Auckland**, V. 35, P. 501-536, 2005.

STONE MH, WILSON GD, BLESSING D, ROZENEK R. CAN J. Cardiovascular responses to short-term olympic style weight-training in young men. **Appl Sport Sci**. Sep;8.134-9. 1983.

STONE, M. H., S. J. FLECK, N. T. TRIPLETT, and W. J. KRAEMER. Health- and performance-related potential of resistance training. **Sports Med**. 11:210–231, 1991.

STONE, M.H., MOIR, G., GLAISTER M. AND SANDERS R. How much strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. J. strength and endurance training. **Med. Sci. Sports Exerc**. 34: 511–519. 2002.

STONE, MH. NELSON, JK. NADER, S. CARTER, D. Short-term weight training effects on resting and recovery heart rates. **Athletic Training**, 1983

STONE, W. J.; COULTER, S. P. Strength/endurance effects from three resistance training protocols with women. **J Strength Cond Res**, v. 8, n. 4, p. 231-234, 1994.

STROMES, S. B. INGJER, F. MEEM, H. D. Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes. **Journal Applied Physiology**, v. 42, p 833-837. 1977.

STUHR, RM; CHIAIA,TA; MASCHI, RA; ROGERS, JR; CALLAHAN, LR e HANNAFIN, JA. Physical and physiological profile of elite female soccer players. **Medicine and Science in Sports and Medicine**, 36, S37, 2004

SVENSSON, M.; DRUST, B. Testing soccer players. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 23, P 601-618, 2005.

TABATA, IZUMI; NISHIMURA, KOUJI; KOUZAKI, MOTOKI; HIRAI, YUUSUKE; OGITA, FUTOSHI; MIYACHI, MOTOHIKO; YAMAMOTO, KAORU. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and [spacing dot above VO<sub>2</sub>max. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 28:1327-1330, October 1996.

TATE, CHARLOTTE A.; TAFFET, GEORGE E. The regulatory role of calcium in striated muscle. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 21:393-398, August 1989.

TESCH P. A. AND LARSSON, L. Muscle hypertrophy in bodybuilders. **Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. Volume 49, Number 3 / September, 1982.

THOMAS, V.; REILLY, T. Fitness assessment of English League soccer players through the competitive season. **British Journal of Sports Medicine**. v.13, p.103-109, 1979.

THORLAND WG, JOHNSON GO, FAGOT TG, THARP GD, HAMMER RW. Body composition and somatotype characteristics of Junior Olympic athletes. **Med Sci Sports Exerc**. 13:332-8. 1981.

TÍRYAKI, G.; TUNGEL, F.; YAMANER, F.; AGAOGLU, S.A.; GUMUDAD, H.; ACAR, M.F. Comparison of the physiological characteristics of the first, second and third league Turkish soccer players. In: REILLY, T.; BANGSBO, J.; HUGHES, M. **Science and Football III**. London: E and FN Spon. 339p. p. 32-36. 1997.

TOIGO, M. & BOUTELLIER, U. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. **Eur. J. Appl. Physiol.**, 2006.

TOKMAKIDIS, S. P.; TSOPANAKIS, A.; TSAROUCHAS, E.; KIOUSSIS, T.; HADJIKONSTANTINO, S. Physiological profile of Greek professional soccer players. In: Communications to the Second World Congress on Science and Football. Held in Eindhoven, the Netherlands, p. 168; 22-25 May 1991. **J. Sports Sci.**, 10: 139-205, 1992.

TRAVIS TRIPLETT-MCBRIDE. The effects of varying time under tension and volume load on acute neuromuscular responses – European **Jornal of Applied Physiology**, Volume 98, Number 4/November, 2006.

TRITSCHLER, Katheer A. **Medida e avaliação em educação física e esporte**. 5. ed. Barueri: Mande, 2003.

TUBINO, M. J. G. **Metodologia Científica do treinamento desportivo**. Ibrasa, SP, 1979.

TUMILTY, D. Physiological characteristics of elite soccer players. **Sports Medicine**. v.16, n.2, p.80-96, 1993.

UCHIDA, M. C.; CHARRO, M. A.; BACURAU, R. F. P.; NAVARRO, F.; PONTES JÚNIOR, F. L. **Manual de musculação: uma abordagem teórico-prática do treinamento de força.** 4ª Ed. Phorte Editora. SP. 2006.

UCHIDA, M.C. CHARRO, M. A.; BACURAU, R. F. P.; NAVARRO, F.; PONTES JÚNIOR, F. L. **Manual de musculação: uma abordagem teórico prática do treinamento de força.** 2. ed. São Paulo: Phorte, 2004

VANDER, A. SHERMAN J. LUCIANO D. **Human physiology: The Mechanisms of Body Function.** 8ª Ed. MCGRAW HILL. NEW YORK. 2001.

VERHEIJEIN, R. **The Complete Handbook of Conditioning for Soccer.** Reedswwain. 1998.

VERKHOSANSKY, Y. V. **Força: treinamento da potência muscular.** Londrina: Centro de Informações Desportivas, 1996.

VERKOCHANSKY, I. **Preparação de Força Especial: modalidades cíclicas do desporto.** Rio de Janeiro: Palestra Sport, 1995.

VERKOSHANSKY Y V. **Treinamento Desportivo: Teoria e metodologia.** Porto Alegre. Artmed. 2001.

VERKOSHANSKY, I. **Todo sobre o método pliométrico.** Barcelona: Paidotribo, 1999.

VICENTE, J. G. V. **Importancia de la valoración funcional de la condición física.** España, p.01-25.

VICENTE, J. G. V. **Valoración funcional del metabolismo aeróbico: métodos indirectos: en el laboratorio.** España, p.344-425.

VICENTE, J. G. V.; FERNÁNDEZ, J. A. P. & GALLEGU, J. G. **Test para la valoración del rendimiento físico.** España, p.35-43.

VICENTE, J. G. V.; GARCIA-LÓPEZ, J. E. & LÓPEZ, C. **Clasificación metabólica de los ejercicios: parámetros a evaluar en los tests de valoración funcional.** Curso de verano del I.N.E.F. de Castilla y León, p99-105, 1998.

VICENTE, J. M. & VICENTE, J. G. V. **Validación láctica de un test de esfuerzo interválico (Test de Probst) para determinar el umbral anaeróbico del futbolista.** Universidad de León y Universidad de Cádiz, España.

VINKO, V. SALMINEN, A. RANTAMKI, J. Acid Hydroase activity in red and white skeletal muscle of mice during a two-week period following exercise. **Pflügers Arch.** **378**, 99-106, 1978.

VITASALO, J. T.; RUSKO, H.; PAJALA, O.; RAHKILA, P.; AHILA, M. & WARDLE H, WILSON GJ. Practical strength programming training tips for athletes: what works. **Strength Cond. Coach.** 4:3-5. 1996.

- VOVK, S. Efeito acumulativo de cargas de treino e o intervalo recuperativo. **Treinamento Desportivo**, 3, 61-3, 1998
- WARE JS, CLEMENS CT, MAYHEW JL, JOHNSTON TJ. Muscular endurance repetitions to predict bench press and squat strength in college football players. **J Strength Cond Res**. 99-103. 1995.
- WATSON, A.W. S. **Aptidão física e desempenho atlético**. Guanabara-Koogan, RJ, 1992.
- WEINECK J. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Ed. Manole Ltda, 1991
- WEINECK J. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Ed. ManoleLtda, 2005.
- WEINECK J. **Futebol Total: o treinamento físico no futebol**. Fhorte Editora. SP. 2004.
- WEINECK J. **Treinamento ideal**. 9ª ed. São Paulo: Manole, 2003.
- WEINECK, J. **Biologia do esporte**. São Paulo: Manole, 1999.
- WEINECK, J. **Manual do Treinamento Esportivo**. São Paulo: Manole, 1989.
- WEINECK, Jurgen. **Futebol Total: O Treinamento Físico no Futebol**. Guarulhos, São Paulo: Editora Shape, 2000.
- WEIR, J.P.; WAGNER, L.L.; HOUSH, T.J. The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.8, p.58-60. 1994.
- WELTMAN J, SEIP R, LEVINE S, SNEAD D, KAISER D, ROGOL A. Prediction of lactate threshold and fixed blood lactate concentrations from 3200-m time trial running performance in untrained females. **Journal Sports Med**. 10:207-11. 1989.
- WILLARDSON, J.M.; BURKETT, L.N. A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, p.23-26, 2005.
- WILLOUGHBY, D.S. Training volume equated: a comparison of periodized and progressive resistance weight training programs. **Journal of Human Movement Studies**, London, v.21, p.233-48, 1991.
- WILMORE JH, PARR RB, GIRANDOLA RN, WARD P, VODAK PA, BARSTOW TJ, PIPES TV, ROMERO GT, LESLIE P. Physiological alterations consequent to circuit weight training. **Med Sci Sports**.10:79-84. 1978.
- WILMORE JH, PARR RB, GIRANDOLA RN, WARD P, VODAK PA, BARSTOW TJ, PIPES TV, ROMERO GT, LESLIE P. Physiological alterations consequent to circuit weight training. **Med Sci Sports**.10:79-84. 1978.

- WILMORE, J. H. & COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e exercício**. São Paulo: Manole, 2001.
- WILMORE, J.H. Alterations in strength, body composition and anthropometric measurements consequent to a 10-week weight training program. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 6: 133-138, 1974.
- WISLOFF, U; HELGERUD, J e HOFF, J. Strength and endurance of elite soccer players. **Medicine and Science in Sports and Medicine**, 30, 462-67, 1998.
- WISLOFF, V.; CASTAGNA, C.; HELGERUD, J. Maximal squat strength is strongly correlated to sprint performance in elite soccer players. **Br Journal Sports Medicine**, v. 38, nº 03, p. 285-8, 2004.
- WITHERS, R.T.; MARICIC, Z.; WASILEWSKI, S.; KELLY, L. Match analysis of Australian professional soccer players. **Journal of Human Movement Studies**. v.8, p.159-176, 1982.
- WOODS, S.; BRIDGE, T.; NELSON, D.; RISSE, K.; PINCIVERO, D.M. The effects of rest interval length on ratings of perceived exertion during dynamic knee extension exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.540-545, 2004.
- YAN Z. Skeletal muscle adaptation and cell cycle regulation. **Exerc Sport Sci Rev** 28:24-6. 2000.
- YEO W K, PATON C D., GARNHAM A P, L. BURKE M, CAREY A L, AND. HAWLEY J A. Skeletal muscle adaptation and performance responses to once a day versus twice every second day endurance training regimens. **Journal Appl. Physiol.** 105: 1462-1470, 2004.
- YU, L. C. AND BRENNER, B. Structures of actomyosin crossbridges in relaxed and rigor muscle fibers. *Biophys J*. 55: 441–453. 1989
- ZAKHAROV, A. **Ciência do Treinamento Desportivo**. Rio de Janeiro: Palestra Sport, 1992.
- ZAKHAROV, A.; GOMES, A. C. **Ciência do Treinamento Desportivo**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 2003.
- ZANON, S. **“Plyometrie für die sprünge”** . Leichtathletik: Die lehre der, 1974.
- ZATSIORSKY, V. M. & KRAEMER W.J. **Ciência e Prática do Treinamento de Força**. 2ª Ed. São Paulo. Phorte Editora. 2004.
- ZATSIORSKY, V.M. **Krafttraining: Praxis und Wissenschaft**. Aachen: Meyer & Meyer, 2000.
- ZINTL F. **Entrenamiento de la resistencia**. Barcelona: Martinez roca, 1991.

***ABSTRACT EM INGLÊS***

## **THE INFLUENCE OF WORK FORCE STRENGTH FACTORS IN PERFORMANCE OF SOCCER PLAYERS OF THE HIGH-LEVEL.**

LUIZ DELMAR DA COSTA LIMA<sup>1</sup>

Studies have indicated that a professional football player, to keep the level in the 90th minute of a game must remain physically active throughout the period. However, this results in a decrease in muscle strength after the start of the second half of the games. The resistance force development has been reported in the literature of the sport, as one of the determining factors for maximum performance of these athletes.

### Objectives:

This study aimed to evaluate the influence of resistance training in soccer players, high-performance on factors such as body composition, maximal aerobic power and maximal dynamic strength in the muscle groups involved in the performance of soccer.

### Sample:

The population was composed of thirty-seven professional football players, all male, mean age  $24 \pm 4$  years (18-31), a body weight of  $72.5 \pm 5.9$ kg and  $176.5 \pm 7.0$ cm in height. The subjects were divided into two groups. The first group (n = 19) was subject exclusively to the practice of a systematic, individualized program of weight training, being named as the experimental group (GE). The second group (n = 18), control group (CG) stayed with their regular work fitness. Both groups performed together all heating, technical and tactical work, as well as training matches.

### Measurements:

- For anthropometric measurements were taken of total body mass (BM) in kilograms, the height (HT) in meters, four skinfold in millimeters (mm): subscapularis (SB), triceps (TR), supra iliac (SI), abdominal (ABD). With these four folds is estimated the percentage of body fat (% fat) using the mathematical formula of Yuhasz, as amended by Faulkner.

All anthropometric variables were measured following the protocols of the International Society for the Promotion of Kinanthropometry (ISAK). For anthropometric measurements were collected total body mass (BM) in kilograms, height (HT) in meters, of skinfolds points in millimeters (mm): subscapularis (SB), triceps (TR), supra iliac (SI), abdominal (ABD), and body fat percentage (% fat) is expected from the mathematical formula for Yuhasz, as amended by Faulkner, which determines the percentage of fat, using the following equation (Faulkner, 1968 DE ROSE, 1973):
$$\% G = [(TR + SE + SI + PR) * 0.153] + 5.783$$
and calculate the weight of lean body mass (PMM) from the subtraction of the values of fat mass (FM) ( kg) and body mass, total:  $PMM = MC - MG$ . Fat mass values as obtained from

the product of total body mass estimated by the percentage of fat divided by one hundred (100):  $MG = MC * (GORD/100\%)$ .

For this study found:

- Age (ID);
- The total body mass (TBM);
- Height (ES).

### **The total body mass:**

Was used Mechanical balance Adult Anthropometric 150 kg. Welmy Brazilian manufacturing in 1994, properly calibrated and tested with an accuracy of 100 grams and varied range 0-150 Kg valued barefoot training shorts, placed his back to the level of the scale, with a space lateral feet, standing and facing forward. The course of the scale was manually to get the balance. Body weight was recorded in kilograms to the nearest 100 grams. The technical management of the balance was (Physical Evaluation - CDOF, s / d):

- Stop the balance, this hangs every time;
- The individual must be tested by stepping up in it, keeping your back straight and the scale of measurement;
- Move the larger cylinder to accommodate the ten relevant;
- Unlock the balance;
- Move the cylinder smaller pointers until a leveling guide;
- Stop the balance;
- Ask the person to leave the scale;
- Make reading.

The total height was determined by wall stadiometer, WCS 220 cm, which contains a metric scale graduated in centimeters to 220 cm and 0.1 cm precision. The evaluation barefoot wearing workout shorts, placed in a standing position with feet together, looking for contact with the instrument for measuring the posterior surface of the heel, pelvis, shoulder girdle and the occipital region. The measurement was made with the individual inspiratory apnea, head oriented in the Frankfurt plane, parallel to the ground. The measurement was made with the cursor at an angle of 90 degrees with respect to the scale.

### **Percentage of body fat:**

Was verified by means of skinfold measurements, using the compass of scientific skinfold mark CESCORF - Scientific psychrometer to within 0.1 mm, where the

person stood evaluated all the time. Skinfold measurements is always performed on the right side evaluated and repeated two or three times in a circuit, based on the difference between them. It was used as the average value of the measured values of the closest, since it holds no more than 5% difference between them.

- The dynamic force was used to determine the amount of weight that an individual can lift for one repetition (1RM).

The most popular (and traditional) to evaluate the dynamic force was to determine how much weight an individual can lift for one repetition. In fact, the achievement of one repetition maximum (1-RM) is perhaps the most widely used field test to assess muscle strength (Brzycki, 1993).

### **For the 1RM workload was carried out as follows:**

The test objective is to assess the strength of the dynamic force of the lower extremities. The appraisers undertake a specific heating unit with an easy load for 15 repetitions. After the interval has been added to the charging unit and the subject was instructed to perform one repetition. To implement the test subject performs a motion corresponding to the weight which allows a minimum of eight repetitions and a maximum of 12. If weight is not well suited to carry out the RM 8.12 correctly, the subject must perform the movement again after five minutes of recovery. After obtaining the 1RM workload in the exercise of the twins with the extension of the feet, 1RM test was carried out using the same criteria in the exercise of knee extension (leg extension) in the quadriceps (to press leg) and hip flexion (left and right). In order to reduce the margin of error in the 1RM test the following strategy was adopted (Monteiro et al., 2005): a) a statement before the standard test, so that the individual was unaware of any routine involving data collection; b) The individual was instructed on how to implement the technique through years of familiarity with the team and the implementation of exercise without burden to reduce the effect of fatigue, c) The researcher was alert to the position adopted by health professionals in time of measurement; d) The tests were performed at the same time, e) All individuals remained without training the muscle groups used for at least 48 hours before assessments. All weights were measured for the first time in the size scale model of the brand Welmy © 110. It was used in the study weight machines Reinforce brand. Do you use washers, 2, 5, 10 and 20 kg.

### **Extra weights:**

In addition to the charges on the plates contained in equipment, weights were used extra bars designed to be easily added or removed from the chimneys of the weights of the team. Being overweight had the following characteristics:

- 2 sticks of 250 grams;
- 2 sticks of 500 grams;
- 2 sticks of 1 kg;
- 2 sticks of 2 kg.

The purpose of the extra weight was facilitating a smooth progression, both in the training load as assessments of muscle strength.

- For indirect analysis of VO<sub>2</sub> max. We used the 3200 m test track, using the formula for VO<sub>2</sub> max., (Ml.kg.min.) = 118,4-4,774 (T), where T = time 3,200 spent on travel.

Screening for maximum oxygen consumption (VO<sub>2</sub> max) was held in the morning (09h30/11h30). Was used track 400 m of sandstone Military Police Battalion of the city of Ji-Paraná, in the State of Rondônia. The day before the test, athletes were instructed not exhaustive physical activity, alcohol, or drinks and not smoking. Before the start of the race, athletes, under the direction of coach out warm-up activities, consisting of general exercises and stretching. The athletes were randomly divided into two groups and the time obtained in the course was recorded using a digital stopwatch ITCD strong brand Model 3000 accuracy: 1 / 100 seconds, and transcribed in the control program.

The test consists of athletes run 3200 meters as quickly as possible. We recorded the time taken in minutes for that distance. Then we use the following equation (for men) for predicting maximal oxygen consumption: 118.4 to 4774 (time taken to complete the 3200m), (Weltman et al. 1989; Pitanga, 2004).

### **Procedure:**

During the three weeks of direct intervention in the process of training both groups continued to carry out warm-ups, work and technical-tactical training matches together. On the other hand, GC players stayed with their fitness routine work, which was then replaced by a strength training program (circuit extended intervals) focused on the lower body in the case of GE. After three weeks of intervention, both groups will continue their regular training, doing all the tasks together. The strength training program to which reference has been made was carried out three days a week on alternate days, using an extended interval circuit consisting of 5 specific exercises of the lower extremities (MInf.) covered by this study - the twins with the extension of the foot, knee extension (leg extension), quadriceps (pending release of the leg) and hip flexion (left and right).

The weight training sessions were held in the gymnasium of the University Lutheran Center Ji-Paraná.

In week 1, subjects performed 3 sets of 15 repetitions with 50% of 1RM. In week 2, did 3 sets of 15 repetitions with 60% of 1RM, and the 3rd week, do 3 sets of 12 repetitions with 70% of 1RM. The interval between sets was 60 seconds and 90 seconds between exercises.

### **Statistical analysis**

To compare the normal distribution of the sample, using the nonparametric test of Shapiro-Wilks applied in small groups.

In order to analyze the differences between these groups before and after the test, paired t test when data were parametric distribution, and otherwise, we used the Wilcoxon test for nonparametric data distribution.

Comparative data between the two experimental groups were analyzed by Student t test for independent samples when data were parametric distribution, and otherwise, was used Manny Whitney test when distribution was nonparametric.

The results were expressed as mean and standard deviation. Statistical significance was always set at  $p < 0.05$ . The analysis was performed using SPSS for Windows, version 7.5.

### Results of tests of Shapiro-Wilk normality for all variables.

#### Tests of Normality

| GRUPO EXPERIMENTAL - PRÉ E PÓS-<br>TESTE<br>GRUPOS (PB) (PC) |                     | SHAPIRO-WILK |    |        |
|--|---------------------|--------------|----|--------|
|  |                     | Statistic    | df | Sig.   |
| Femoral Esquerda -   | P. Básico           | ,741         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,892         | 19 | ,038   |
| Femoral Direita -  | P. Básico           | ,538         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,910         | 19 | ,080   |
| Gêmeos -   | P. Básico           | ,653         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,787         | 19 | ,010** |
| Quadríceps -   | P. Básico           | ,938         | 19 | ,314   |
|  | Período Competitivo | ,884         | 19 | ,027   |
| Leg-Press -  | P. Básico           | ,333         | 19 | ,010** |
|  | Período Competitivo | ,895         | 19 | ,041   |
| Percentual de Gordura -                                      | P. Básico           | ,979         | 19 | ,917   |
|  | Período Competitivo | ,986         | 19 | ,981   |
| Peso Corporal -  | P. Básico           | ,981         | 19 | ,940   |
|  | Período Competitivo | ,944         | 19 | ,370   |
| VO2  | P. Básico           | ,952         | 19 | ,447   |
|  | Período Competitivo | ,860         | 19 | ,010** |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of true significance.

**Results of tests of normality of Z - Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk in all variables.**

**Tests of Normality**

| GRUPO CONTROLE – PRÉ<br>E PÓS-TESTE<br>GRUPOS (PB) e (PC) | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |       | SHAPIRO-WILK |    |        |
|---|---------------------------------|----|-------|--------------|----|--------|
|   | Statistic.                      | df | Sig.  | Statistic    | Df | Sig.   |
| Quadriceps – P. Básico                                    | ,320                            | 1  | ,000  | ,724         | 18 | ,010** |
| P. Competitivo  | ,165                            | 18 | ,200* | ,898         | 18 | ,054   |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

**Tests of Normality**

| GRUPO CONTROLE - PRÉ<br>E PÓS-TESTE<br>GRUPOS (PB) e (PC) | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |      | SHAPIRO-WILK |    |      |
|---|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|   | Statistic.                      | df | Sig. | Statistic    | Df | Sig. |
| P. Corporal – P. Básico                                   | ,202                            | 19 | ,039 | ,913         | 19 | ,087 |
| P. Competitivo  | ,180                            | 19 | ,107 | ,935         | 19 | ,275 |
| P. de Gordura – P. Básico                                 | ,142                            | 19 | 200* | ,952         | 19 | ,451 |
| P. Competitivo  | ,182                            | 19 | ,104 | ,919         | 19 | ,120 |

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

**Tests of Normality**

| GRUPO CONTROLE – PRÉ<br>E PÓS-TESTE<br>GRUPOS (PB) e (PC) | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |       | SHAPIRO-WILK |    |        |
|---|---------------------------------|----|-------|--------------|----|--------|
|   | Statistic.                      | Df | Sig.  | Statistic    | Df | Sig.   |
| Leg-Press – P. Básico                                     | ,108                            | 18 | ,200* | ,969         | 18 | ,738   |
| P. Competitivo  | ,203                            | 18 | ,048  | ,940         | 18 | ,345   |
| F. Direita – P. Básico                                    | ,285                            | 18 | 000   | ,792         | 18 | ,010** |
| P. Competitivo  | ,314                            | 18 | ,000  | ,791         | 18 | ,010** |
| F. Esquerda – P. Básico                                   | ,352                            | 18 | 000   | ,748         | 18 | ,010** |
| P. Competitivo  | ,258                            | 18 | ,003  | ,791         | 18 | ,010** |
| Gêmeos – P. Básico  | ,256                            | 18 | ,003  | ,836         | 18 | ,010** |
| P. Coopetitivo  | ,242                            | 18 | ,006  | ,884         | 18 | ,033   |

|       |                |      |    |      |      |    |        |
|-------|----------------|------|----|------|------|----|--------|
| VO2 - | P. Básico      | ,241 | 18 | ,007 | ,852 | 18 | ,010** |
|       | P. Competitivo | ,230 | 18 | ,013 | 854  | 18 | ,010** |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

### Results of tests of normality of Z - Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk test for all variables compared with GE CG.

#### Tests of Normality

| GE X GC                         |                | KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup> |    |       | SHAPIRO-WILK |    |        |
|---------------------------------|----------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|--------|
| PERÍODO BÁSICO E<br>COMPETITIVO |                | Statistic.                      | Df | Sig.  | Statistic    | Df | Sig.   |
| F. Direita -                    | GE - P. Básico | ,360                            | 19 | ,000  | ,538         | 19 | ,010** |
|                                 | GC - P. Básico | ,307                            | 18 | ,000  | ,791         | 18 | ,010** |
| F. Direita -                    | GE - P. Comp.  | ,177                            | 19 | ,118  | ,910         | 19 | ,080   |
|                                 | GC - P. Comp.  | ,314                            | 18 | ,000  | ,792         | 18 | ,010** |
| F. Esquerda -                   | GE - P. Básico | ,287                            | 19 | ,000  | ,742         | 19 | ,010** |
|                                 | GC - P. Básico | ,385                            | 18 | ,000  | ,717         | 18 | ,010** |
| F. Esquerda                     | GE - P. Comp.  | ,173                            | 19 | ,137  | ,892         | 19 | ,038   |
|                                 | GC - P. Comp.  | ,253                            | 18 | ,000  | ,786         | 18 | ,010** |
| Gêmeos -                        | GE - P. Básico | ,280                            | 19 | ,000  | ,653         | 19 | ,010** |
|                                 | GC - P. Básico | ,277                            | 18 | ,002  | ,749         | 18 | ,010** |
| Gêmeos -                        | GE - P. Comp.  | ,299                            | 19 | ,000  | ,787         | 19 | ,010** |
|                                 | GC - P. Comp.  | ,246                            | 18 | ,011  | ,892         | 18 | ,064   |
| P. Corporal -                   | GE - P. Básico | ,082                            | 19 | ,200* | ,981         | 19 | ,940   |
|                                 | GC - P. Básico | ,176                            | 18 | ,200* | ,925         | 18 | ,268   |
| P. Corporal                     | GE - P. Comp.  | ,166                            | 19 | ,175  | ,944         | 19 | ,370   |
|                                 | GC - P. Comp.  | ,192                            | 18 | ,119  | ,935         | 18 | ,352   |
| L. Press -                      | GE - P. Básico | ,518                            | 19 | ,000  | ,333         | 19 | ,010** |
|                                 | GC - P. Básico | ,145                            | 18 | ,200* | ,957         | 18 | ,582   |
| L. Press                        | GE - P. Comp.  | ,155                            | 19 | ,200* | ,895         | 19 | ,041   |
|                                 | GC - P. Comp.  | ,203                            | 18 | ,077  | ,0942        | 18 | ,411   |
| P. Gordura -                    | GE - P. Básico | ,115                            | 19 | ,200* | ,979         | 19 | ,917   |
|                                 | GC - P. Básico | ,168                            | 18 | ,200* | ,936         | 18 | ,358   |
| P. Gordura -                    | GE - P. Comp.  | ,122                            | 19 | ,200* | ,986         | 19 | ,981   |
|                                 | GC - P. Comp.  | ,184                            | 18 | ,149  | ,892         | 18 | ,063   |
| Quadríceps -                    | GE - P. Básico | ,201                            | 19 | ,042  | ,938         | 19 | ,314   |
|                                 | GC - P. Básico | ,320                            | 18 | ,000  | ,724         | 18 | ,010** |

|              |                |      |    |       |      |    |        |
|--------------|----------------|------|----|-------|------|----|--------|
| Cuadriceps - | GE - P. Comp.  | ,231 | 19 | ,009  | ,884 | 19 | ,027   |
|              | GC - P. Comp.  | ,187 | 18 | ,136  | ,900 | 18 | ,085   |
| VO2 -        | GE - P. Básico | ,157 | 19 | ,200* | ,952 | 19 | ,447   |
|              | GC - P. Básico | ,240 | 18 | ,015  | ,853 | 18 | ,015   |
| VO2 -        | GE - P. Comp.  | ,284 | 19 | ,000  | ,860 | 19 | ,010** |
|              | GC - P. Comp.  | ,246 | 18 | ,011  | ,832 | 18 | ,010** |

\*\* This is an upper bound of the true significance.

\* This is a lower bound of the true significance.

<sup>a</sup> Lilliefors significance correction.

## Results:

Control Group in the base period and competitive:

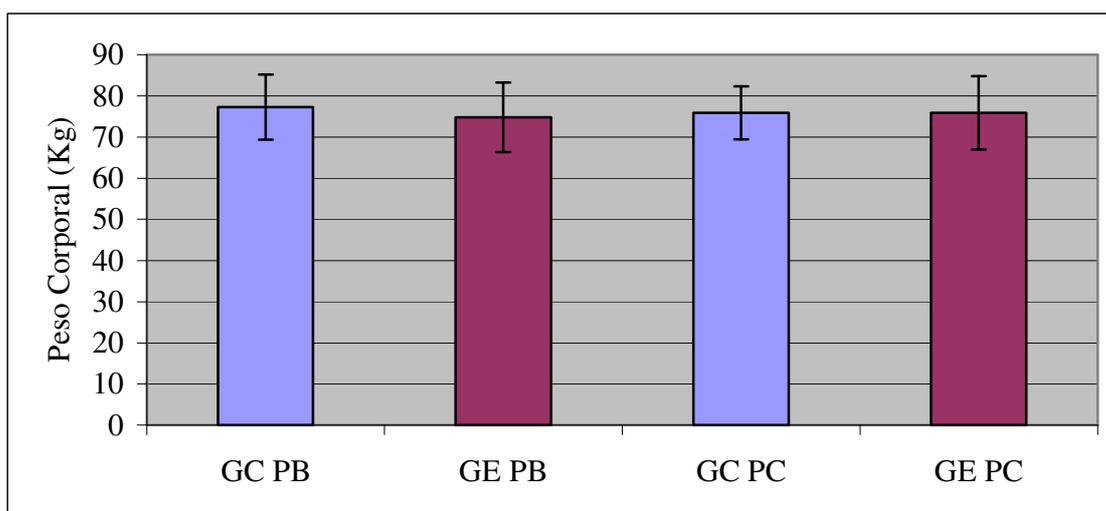
Unlike the experimental group (GE), the control group (CG) was subjected to another type of program, but with the same objectives, the training program had a difference of content, but statistical differences were observed.

Body weight and body fat percentage (Table 1) of the athletes in the control group showed no significant difference between the basic and the competitive period (pre-test and post-test) body weight (PB = 77,3±7,9Kg; PC = 75,9 ± 6,4Kg; Test T Paired); percentage of fat (PB = 12,7 ± 2,0 %; PC = 12,5 ± 1,5 %; Test T Paired).

**TABLE 1: Body weight and fat percentage of the Control Group: PB (basic or preparatory period), PC (competitive period).**

| Período Básico<br>Peso (Kg) | Período Competitivo<br>Peso (Kg) | Período Básico<br>% grasa | Período Competitivo<br>% grasa |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 77,3±7,9<br>(n=19)          | 75,9±6,4<br>(n=19)               | 12,7±2,0<br>(n=19)        | 12,5±1,5<br>(n=19)             |

The absence of asterisks indicates the absence of statistical differences of the variables analyzed.



**GRAFICO 1.** The body weight of athletes in the control group (CG) and experimental (GE) in the base (PB) and competitive (PC).

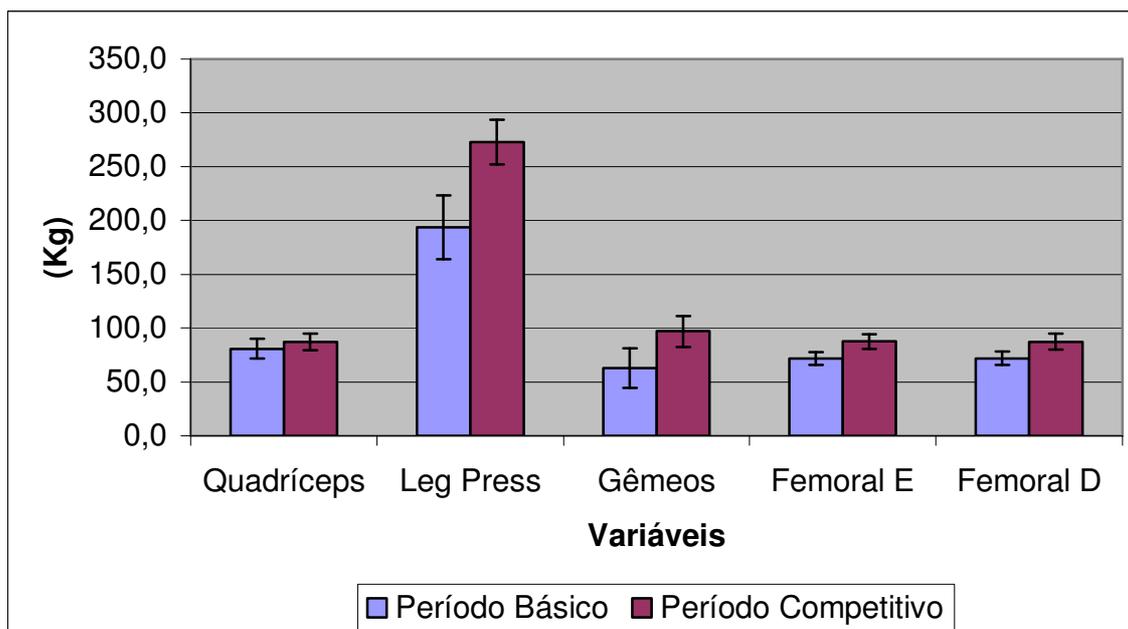
With respect to the variables of muscle (Table 4 and 5) the 1RM test showed a significant improvement when athletes were evaluated during the base period (pretest) and competitive (post-test). The paired t test revealed 1) a increase in quadriceps muscle strength (PB =  $80,8 \pm 9,4$ ; PC =  $87,8 \pm 7,7$ ). 2) Increase in the strength of the extensor muscles of the legs: (PB =  $193,8 \pm 29,7$ ; PC =  $273,1 \pm 20,9$ ). 3) Increase the strength of the gastronomies muscle (PB =  $62,8 \pm 18,4$ ; PC =  $96,9 \pm 14,3$ ).

The Wilcoxon test revealed an increase in the left femoral muscle: (PB =  $71,7 \pm 5,9$ ; PC =  $87,4 \pm 6,9$ ). He also revealed an increase in the right femoral muscles (PB =  $71,9 \pm 6,1$ ; PC =  $87,2 \pm 7,3$ ).

**TABLE 4:** Data from the 1RM test of the Control Group (CG): PB (basic or preparatory period), PC (competitive period).

|       | Cuadríceps                 | Prensa                       | Gemelos                     | Femoral E                     | Femoral D                     |
|-------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| GC PB | $80,8 \pm 9,4$<br>(n=18)   | $193,8 \pm 29,7$<br>(n=18)   | $62,8 \pm 18,4$<br>(n=18)   | $71,7 \pm 5,9$<br>(n=18)      | $71,9 \pm 6,1$<br>(n=18)      |
| GC PC | $87,8 \pm 7,7^*$<br>(n=18) | $273,1 \pm 20,9^*$<br>(n=18) | $96,9 \pm 14,3^*$<br>(n=18) | $87,4 \pm 6,9^{**}$<br>(n=18) | $87,2 \pm 7,3^{**}$<br>(n=18) |

\* Paired t Test for dependent samples; \*\* Wilcoxon Test. Employee level significance  $p < 0.05$ .



**GRÁFICO 4 - 1RM test in the control group in the base period (pretest) and competitive (post-test) \* Indicates a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ).**

According to the Wilcoxon test for parametric data, the control group had a higher value of maximal oxygen consumption (Table 8 and Graphic 14) on competitive period, as evidenced by the results: (PB =  $53,6 \pm 6,4$  ml / Kg./min.; PC =  $54,9 \pm 5,4$  ml/Kg./min.;  $PC > PB$ ).

**TABLE 8: Maximum O<sub>2</sub> consumption, (3200 m test), in the control group in the base period and competitive.**

| Grupos   | Período Básico           | Período Competitivo           |
|----------|--------------------------|-------------------------------|
| Controle | $53,6 \pm 6,4$<br>(n=18) | $54,9 \pm 5,4^{**}$<br>(n=18) |

\*\*Wilcoxon Test

### Experimental Group in the base period and competitive:

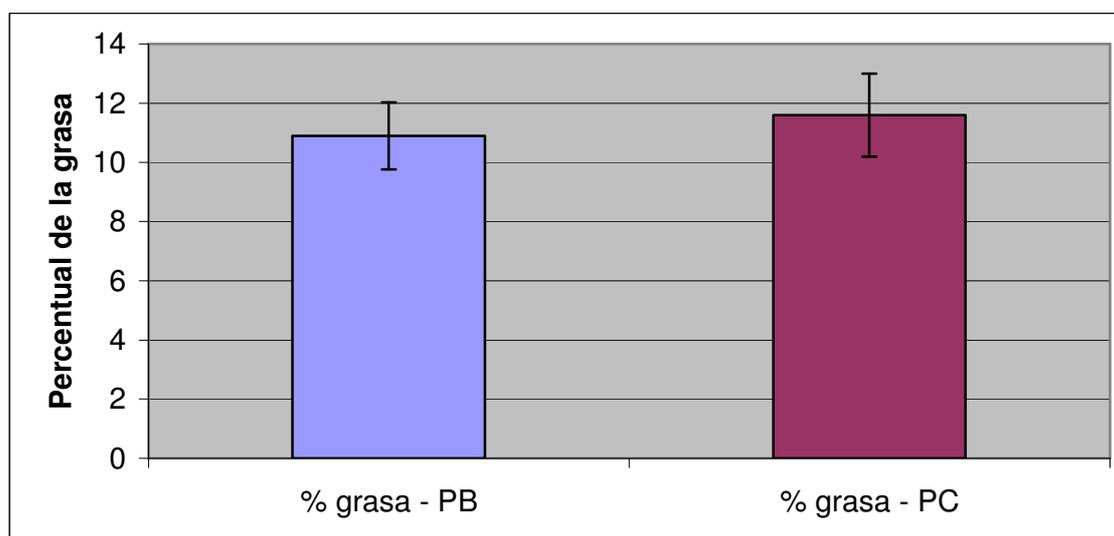
In relation to the Experimental Group (EG), it was found that I had no statistically significant differences in body weight (Table 2 and Graphic 1) when comparing one period with another. However, when comparing test and then to results before (Basic Period =  $10,9 \pm 1,13$  %G, Table 3 and Graphic 2) define the percentage of

fat was found in the competitive period (post-test) ( $11,6 \pm 1,4$  %G paired t Test,  $p < 0.05$ ) an unexpected increase in volume.

**TABLE 2: Body weight and fat percentage of the Experimental Group: PB (basic or preparatory period), PC (competitive period).**

| Período Básico<br>Peso (Kg) | Período Competitivo<br>Peso (Kg) | Período Básico<br>% gordura | Período Competitivo<br>% gordura |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| $74,8 \pm 8,44$<br>(n=19)   | $75,9 \pm 8,9$<br>(n=19)         | $10,9 \pm 1,13$<br>(n=19)   | $11,6 \pm 1,4^*$<br>(n=19)       |

Paired t test for dependent samples. Significance level employee  $p < 0.05$ .



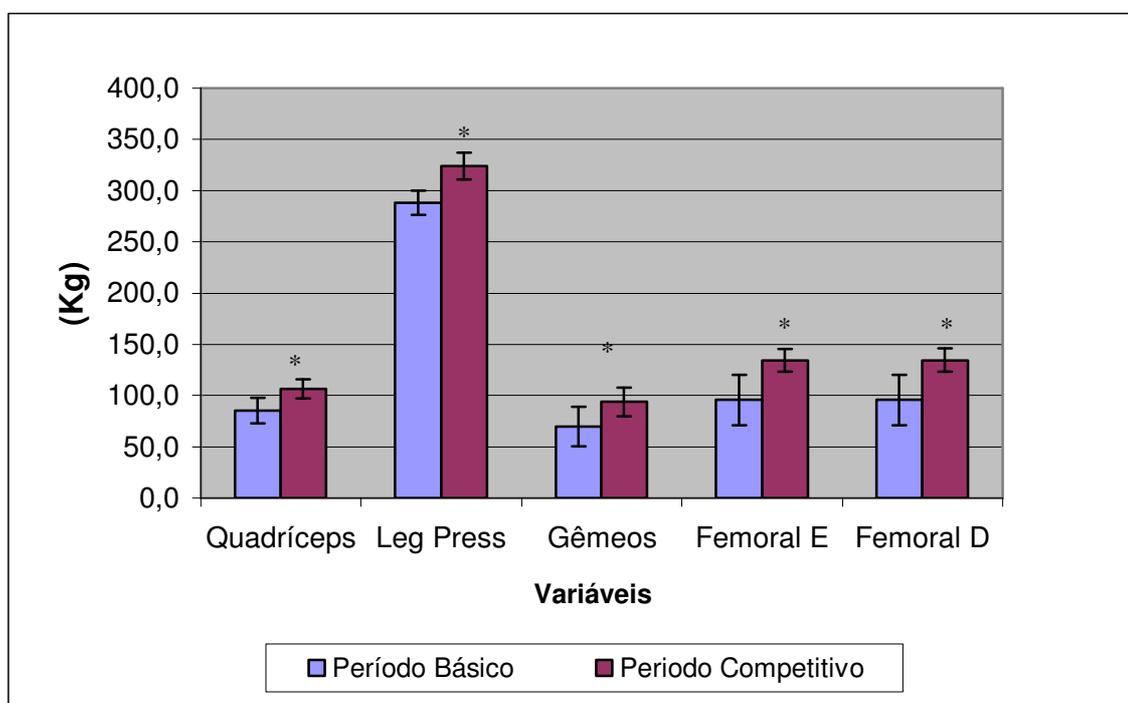
**GRÁFICO 2 - Change in body fat percentage of athletes in the experimental group in the core and competitive periods. \* Indicates a statistically significant difference (t test for dependent samples couples,  $p < 0.05$ ).**

With respect to the variables of muscle (Table 5 and Graphic 5) 1RM test showed a significant improvement when athletes were evaluated during the baseline period (pre-test) and competitive (post-test). It's paired t test revealed: 1) an increase in the strength of the quadriceps muscles: (PB =  $85,3 \pm 12,5$ Kg; PC =  $106,3 \pm 9,4$ Kg). 2) Increase the strength of the extensor muscles of the legs: (PB =  $287,9 \pm 11,8$ Kg; PC =  $323,9 \pm 13,0$ Kg). 3) Increase muscle strength left femoral: (PB =  $100,2 \pm 9,2$ Kg; PC =  $134,2 \pm 11,1$ Kg). 3) Increase muscle strength right femoral: (PB =  $95,5 \pm 24,8$ Kg; PC =  $134,5 \pm 11,5$ Kg).

**Table 5: Details of the 1RM test Experimental Group (EG): PB (basic or preparatory period), PC (competitive period).**

|       | Cuadríceps           | Prensa                | Gemelos               | Femoral E             | Femoral D             |
|-------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| GE PB | 85,3±12,5<br>(n=19)  | 287,9±11,8<br>(n=19)  | 69,5±19,4<br>(n=19)   | 100,2±9,2<br>(n=19)   | 95,5±24,8<br>(n=19)   |
| GE PC | 106,3±9,4*<br>(n=19) | 323,9±13,0*<br>(n=19) | 93,9±14,0**<br>(n=19) | 134,2±11,1*<br>(n=19) | 134,5±11,5*<br>(n=19) |

\*Teste T pareado para muestras dependientes; \*\*Wilcoxon Test. Nivel de significancia empedado  $p < 0,05$ .



**GRÁFICO 5 - 1RM prova do not base period Experimental Group ou preparatory and competitive. \* Indicates Diferença statistic significant ( $p < 0.05$ ).**

For the analysis of the increase in muscle strength of the twins was used nonparametric Wilcoxon test ( $p < 0.05$ ), as the results of the normality of the test applied in small groups (Shapiro-Wilks,  $n = 19$ ) was shown a positive rating in relation to the different training periods, i.e. in the basic period (pretest) athletes had  $69,5 \pm 19,4\text{Kg}$  and in the competitive period (post test)  $93,9 \pm 14,0\text{Kg}$  (PC > PB), indicating an increase in strength gains.

**TABLE 9: Maximum O2 consumption, (3200 m test), in the experimental group during the base period or preparatory and competitive period.**

| Grupos       | Período Básico       | Período Competitivo  |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Experimental | 59,4±2,03<br>(n= 19) | 61,9±1,4*<br>(n= 19) |

\* Paired t Test for dependent samples. Significance level employee p <0.05.

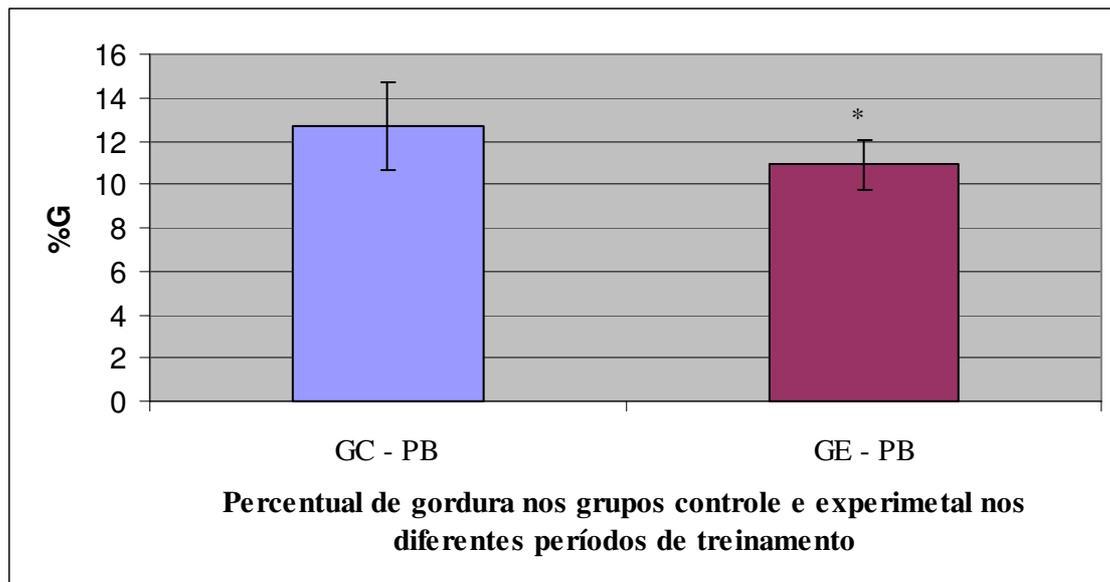
**Control and Experimental Group in the base period (pre-test).**

With regard to body weight Student t test revealed no statistical differences between groups in the basic period (GE = 74,8±8,44; GC = 73,3±7,9). In this same period, however, Student t test revealed significant differences between groups in the percentage of fat (GE = 10,9±13; GC = 12,7±2,0).

**TABLE 3: Body weight and fat percentage of the Control Group (CG) and experimental (GE) in the base period or preparatory (PB)**

| Grupos       | Período Básico      | Período Básico       | Período Competitivo | Período Competitivo |
|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
|              | Peso (Kg)           | % grasa              | Peso (Kg)           | % grasa             |
| Control      | 77,3±7,9<br>(n=19)  | 12,7±2,0<br>(n=19)   | 75,9±6,4<br>(n=19)  | 12,5±1,5<br>(n=19)  |
| Experimental | 74,8±8,44<br>(n=19) | 10,9±1,13*<br>(n=19) | 75,9±8,9<br>(n=19)  | 11,6±1,4<br>(n=19)  |

\* Paired t Test for dependent samples. Significance level employee p <0.05



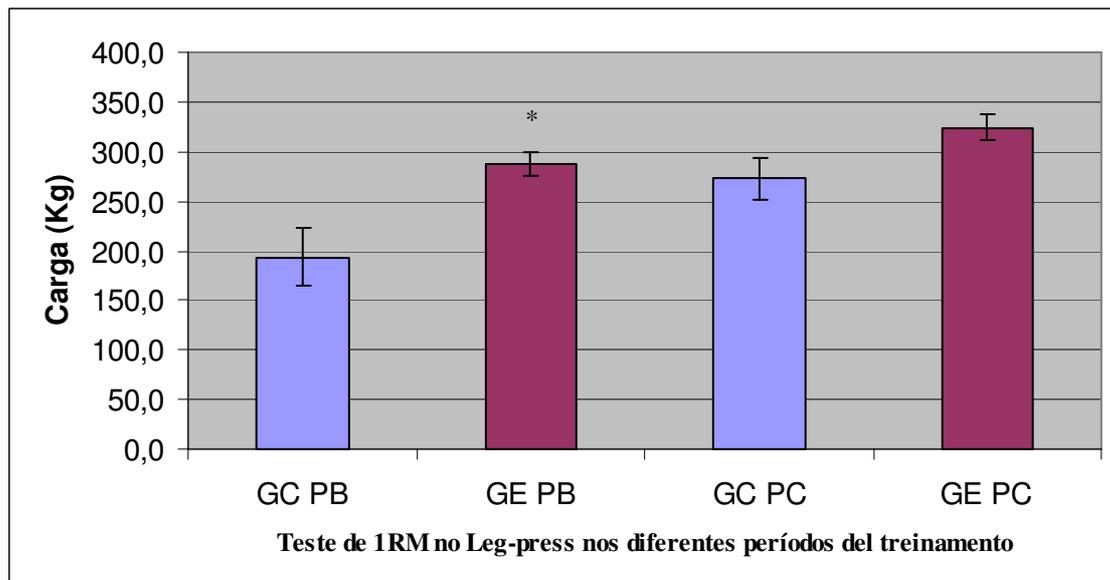
**GRÁFICO 3 - Percentage of fat in the control group (CG) and experimental (GE) in the base period (BP). \* Indicates a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ).**

When experimental and control groups (GC and GE) were compared in different periods of training, was observed by the results that the data are very interesting. During the baseline period (pre test), i.e. before any interference with the plane's engine and/or physiological, the following variables did not differ between groups: the strength of the quadriceps (GC =  $80,8 \pm 9,4\text{Kg}$ ; GE =  $85,3 \pm 12,5\text{Kg}$ ). Student Test t for independent samples - Table 6).

**Table 6: Details of the 1RM test the control group (CG) and experimental (GE) in the base period or preparatory (PB).**

|       | Cuadríceps                | Prensa                       | Gemelos                   | Femoral E                       | Femoral D                       |
|-------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| GC PB | $80,8 \pm 9,4$<br>(n=18)  | $193,8 \pm 29,7$<br>(n=18)   | $62,8 \pm 18,4$<br>(n=18) | $71,7 \pm 5,9$<br>(n=18)        | $71,9 \pm 6,1$<br>(n=18)        |
| GE PB | $85,3 \pm 12,5$<br>(n=19) | $287,9 \pm 11,8^*$<br>(n=19) | $69,5 \pm 19,4$<br>(n=19) | $100,2 \pm 9,2^{***}$<br>(n=19) | $95,5 \pm 24,8^{***}$<br>(n=19) |

\* Test t student for independent samples. \*\*\* Manny Whitney Test. Significance level employee  $p < 0.05$ .



**Gráfico 6 - Data from the test of 1RM leg press control group (CG) and experimental (GE) in the period, Basic (pre-test PB) and competitive (PC after the test.) \* Indicates a statistically significant difference between the CG and EG in the base period (BP) ( $p < 0.05$ ).**

With regard to parametric data was used Manny Whitney test, to identify in the basic period the absence of significant differences between groups in the variable strength of the twins (GC =  $62,8 \pm 18,4$ Kg; GE =  $69,5 \pm 19,4$ Kg; Table 6).

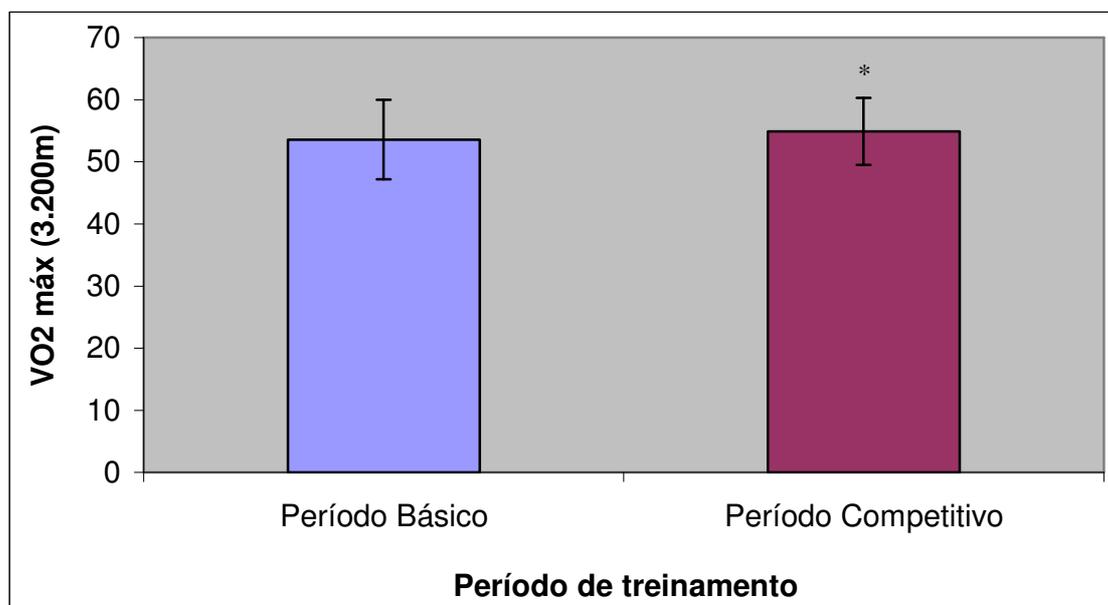
As for the other variables analyzed in the basic period (pre-test) showed statistically significant differences: the legs-press: (GC =  $193,8 \pm 29,7$ Kg; GE =  $287,9 \pm 11,8$ Kg; Student Test t for independent samples  $p < 0,05$ , Table 6 and Graphic 5), right femoral(GC =  $71,9 \pm 6,1$ Kg; GE =  $95,5 \pm 24,8$ Kg; Mann-Whitney Test. -  $p < 0,05$ , Table 6 and Graphic 7); left femoral: (GC =  $71,7 \pm 5,9$ Kg; GE =  $100,2 \pm 9,2$ Kg; Mann-Whitney test  $p < 0.05$ , Table 6 and Graphic 8).

The Student t test also revealed significant differences between groups in the base period in the variable VO<sub>2</sub>max: (GC =  $53,6 \pm 6,1$  ml/Kg./min.; GE =  $59,4 \pm 2,0$  ml/Kg./min.; Test t de Student for independent samples,  $p < 0.05$ , Table 10, Graphic 16).

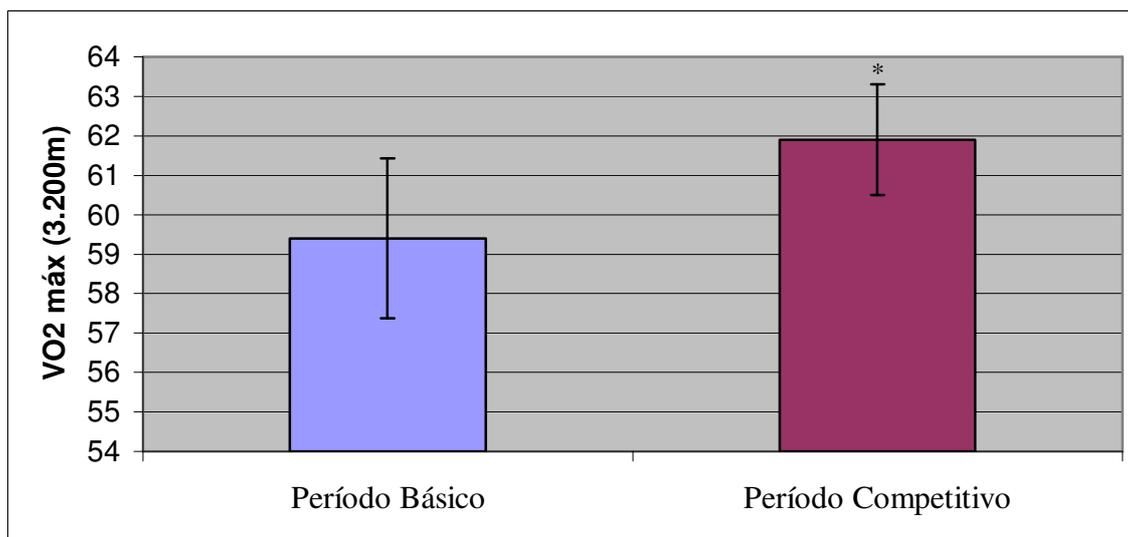
**Table 10: Data from the VO<sub>2</sub>max., test., of control and experimental groups in the base period or preparatory and competitive.**

| Grupos       | Período Básico        | Período Competitivo    |
|--------------|-----------------------|------------------------|
| Controle     | 53,6±6,4<br>(n=18)    | 54,9±5,4<br>(n=18)     |
| Experimental | 59,4±2,03*<br>(n= 19) | 61,9±1,4***<br>(n= 19) |

\* Test t student for independent samples. \*\*\* Manny Whitney Test., significance level employee p <0.05.



**GRÁFICO 14 – Maximum O<sub>2</sub> consumption (proof of 3200 m) in the control group for basic and competitive . \* Indicates statistically significant differences (Wilcoxon test).**



**Gráfico 15 - The maximum oxygen consumption in the experimental period after moving from basic training for the competitive period. \* Indicates a statistically significant difference Manny Whitney,  $p < 0.05$ .**

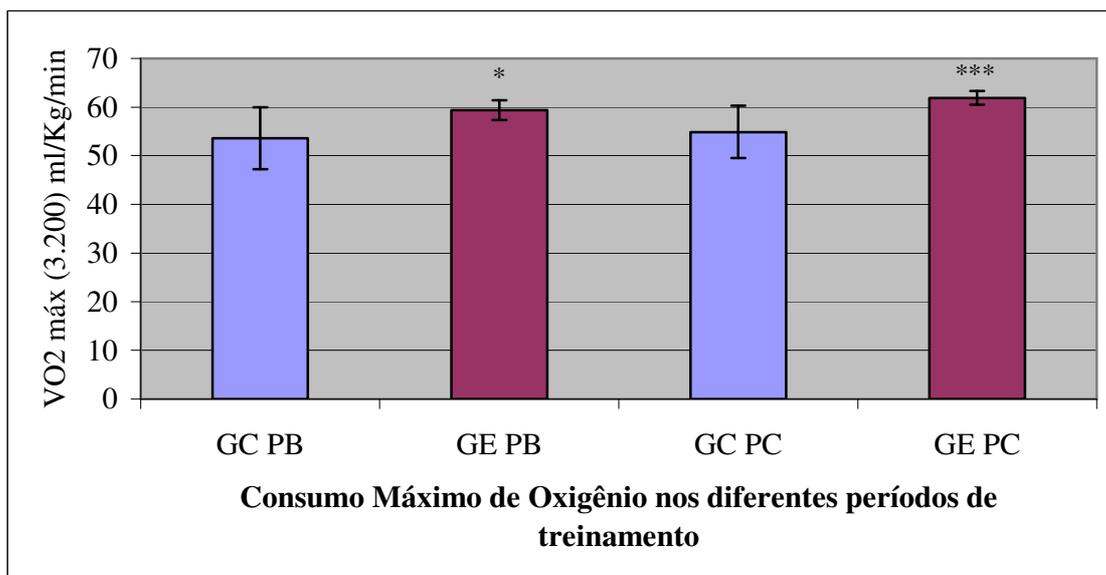
#### **The Control and Experimental Groups in the competitive period (post-test).**

The paired t test revealed no statistically significant differences between the experimental and control variables body weight and fat percentage in the competitive period or post-test.

The same test also revealed significant differences between the experimental and control the following variables: 1) Increase the strength of the quadriceps muscles: (GE=  $106,3 \pm 9,4$  Kg; GC=  $87,8 \pm 7,7$  Kg.,  $p < 0,05$ ). 2) Increase the strength of the extensor muscles of the legs: (GE =  $323,9 \pm 13,0$  Kg.; GC=  $273,1 \pm 20,9$  Kg.,  $p < 0,05$ ). 3) Increase the strength of the left hip muscle: (GE=  $134,2 \pm 11,1$  Kg.; GC  $87,4 \pm 6,9$  Kg.;  $p < 0,05$ ). 4) Increase in right hip muscle: (GE=  $134,5 \pm 11,5$  Kg.; GC=  $87,2 \pm 7,3$  Kg.;  $p < 0,05$ ).

Wilcoxon test also revealed significant differences between the experimental and control in the competitive phase of the variable strength of the gastrocnemius muscles (GE =  $93.9 \pm 14.0$  kg; GC =  $96.9 \pm 14.3$  kg;  $p < 0.05$ ). The difference is in favor of the control group compared with the experimental group.

In addition to the neuromuscular variables, the paired t test also revealed a significant difference in levels of VO<sub>2</sub>max., Functional variable (GE =  $61,9 \pm 1.4$  ml / kg / min., GC =  $54.9 \pm 5.4$  ml / kg / min.,  $P < 0.05$ ).

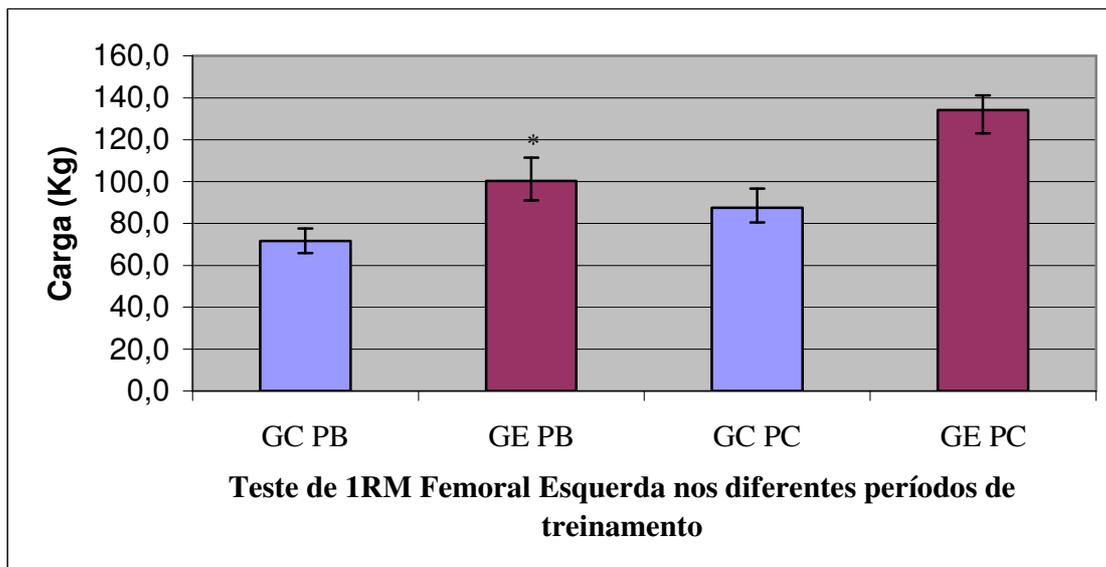


**GRÁFICO 16 - Test data of 3,200 meters Control Groups (CG) and experimental (GE) in the base period (pre-test PB) and competitive (PC after the test.) \* Indicates a statistically significant difference between the CG and EG in the base period (Student t test,  $p < 0.05$ ) \*\*\* Indicates statistically significant differences between GC and GE during the competition (Manny Whitney test).**

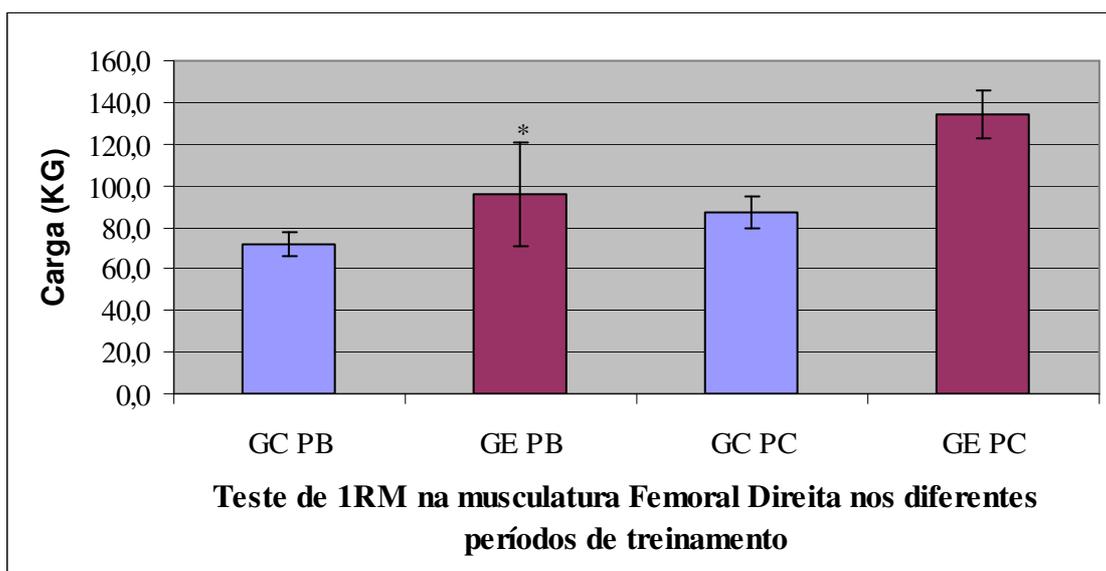
**TABLE 07: Details of the 1RM test the control group (CG) and experimental (GE) in the competitive period (PC).**

|       | Cuadríceps           | Prensa                | Gemelos              | Femoral E             | Femoral D             |
|-------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| GC PC | 87,8±7,7<br>(n=18)   | 273,1±20,9<br>(n=18)  | 96,9±14,3<br>(n=18)  | 87,4±6,9<br>(n=18)    | 87,2±7,3<br>(n=18)    |
| GE PC | 106,3±9,4*<br>(n=19) | 323,9±13,0*<br>(n=19) | 93,9±14,0*<br>(n=19) | 134,2±11,1*<br>(n=19) | 134,5±11,5*<br>(n=19) |

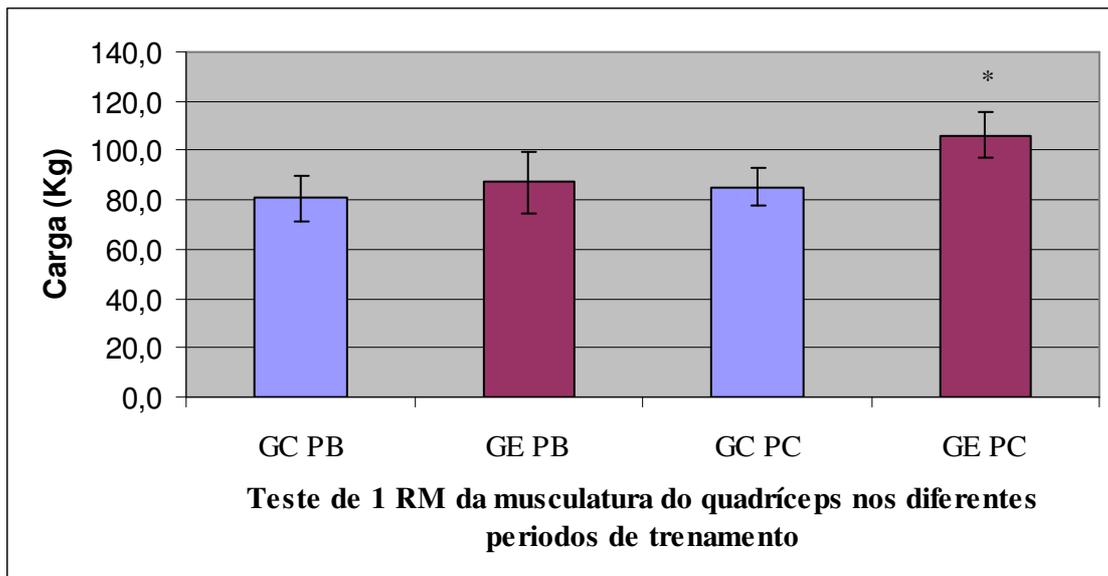
\* Test T-test for independent samples. Significance level employee  $p < 0.05$



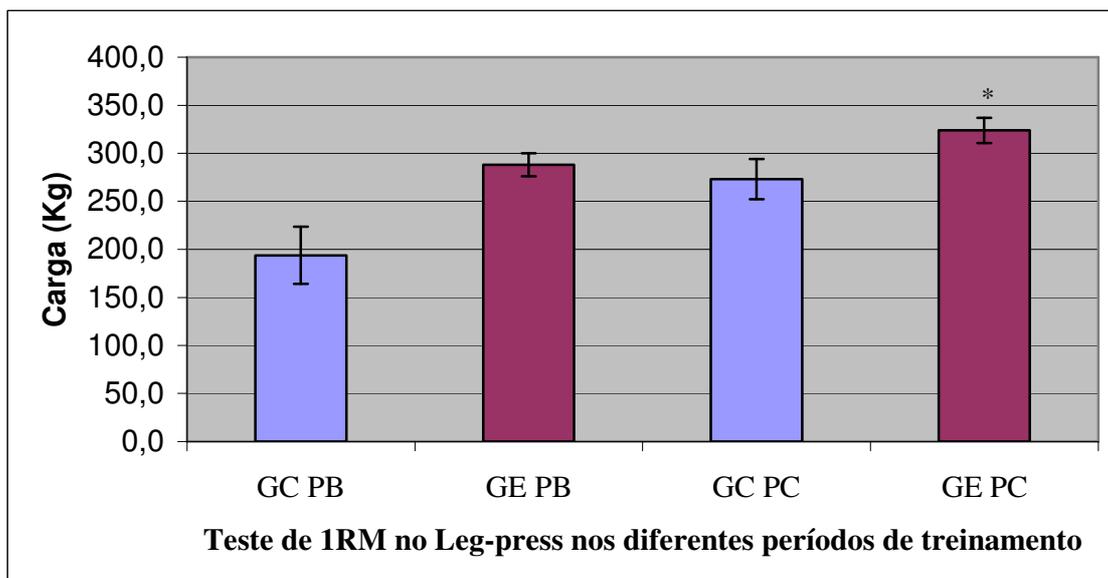
**GRÁFICO 7 - Data 1RM test in the left femoral muscle in the control group (CG) and experimental (GE) for the basic (pre-test PB) and competitive (PC after the test.) \* Indicates a statistically significant difference between the CG and EG in the base period (BP) (Manny Whitney test).**



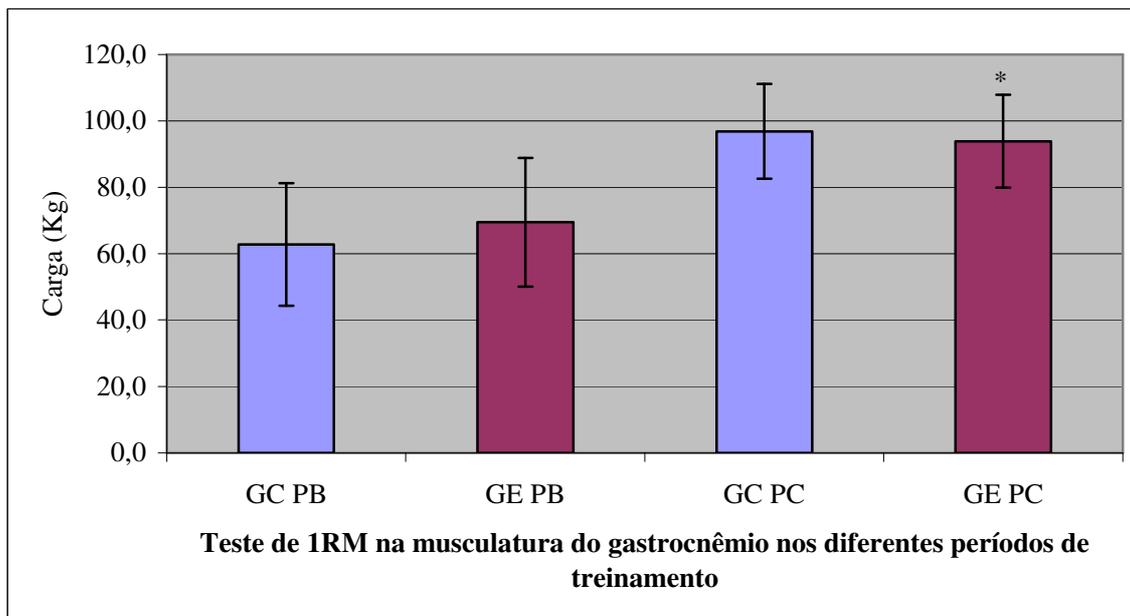
**Gráfico 8 - Data 1RM test in the right femoral muscle of the control group (CG) and experimental (GE) in the base period (pre-test PB) and competitive (PC after the test.) \* Indicates a statistically significant difference between the CG and EG in the base period (BP) (Manny Whitney test).**



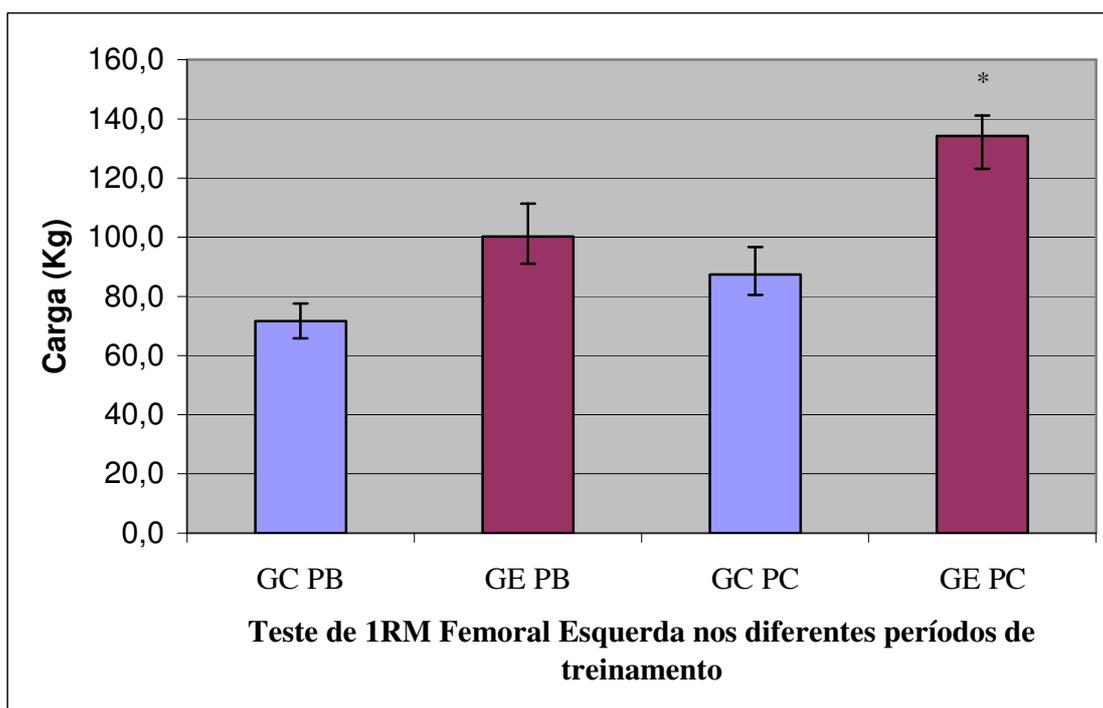
**GRÁFICO 9 - Data 1RM test of the quadriceps muscles in the control group (CG) and experimental (GE) in the base period (pre-test PB) and competitive (PC after the test.) \* Indicates a statistically significant difference between the CG and EG in the competitive period (Student t test  $p < 0.05$ ).**



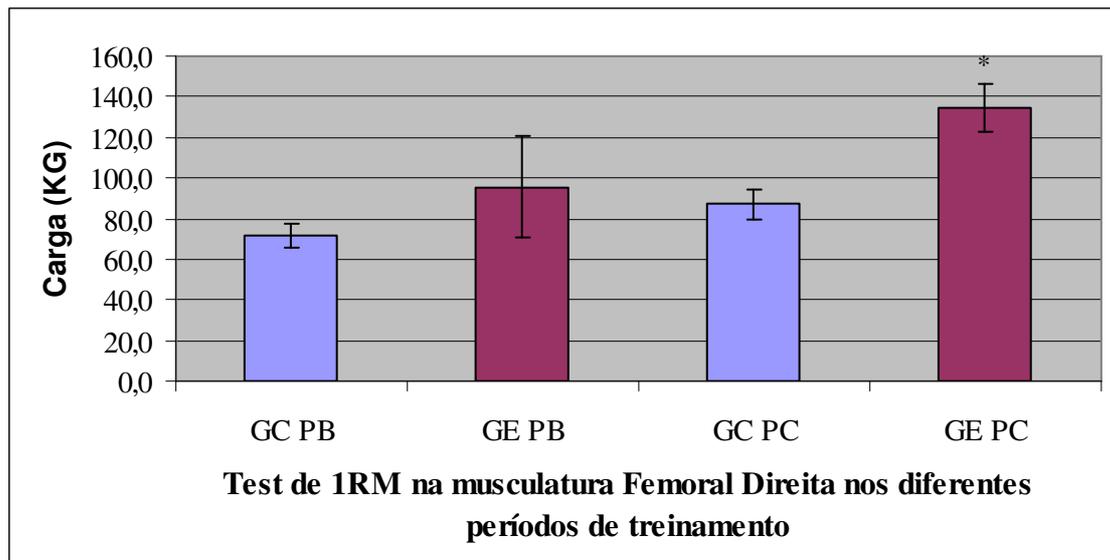
**GRÁFICO 10 - Test data 1RM leg-press control group (CG) and experimental (GE) in the base period (pre-test PB) and competitive (PC after the test.) \* Indicates a statistically significant difference between the CG and EG in the competitive period (Student t test  $p < 0.05$ ).**



**Gráfico 11 - Data 1RM test in the gastrocnemius muscle (twins), control group (CG) and experimental (GE) in the base period (pre-test PB) and competitive (PC after the test.) \* Indicates a statistically significant difference between the CG and EG in the competitive period (Student t test  $p < 0.05$ ).**



**GRÁFICO 12 - The 1RM test data in the left femoral muscle in the control group (CG) and experimental (GE) in the basic (pre-test PB) and competitive (PC after the test.) \* Indicates a statistically significant difference between the CG and EG in the competitive period (Student t test  $p < 0.05$ ).**



**GRÁFICO 13 - Data 1RM test in the right femoral muscle of the control group (CG) and experimental (GE) in the base period (pre-test PB) and competitive (PC after the test.) \* Indicates a statistically significant difference between the CG and EG in the competitive period (Student t test  $p < 0.05$ ).**

### Conclusions:

1 - There was an increase of force in the five neuromuscular variables evaluated, as well as the functional variable ( $VO_2$  max.) with a period of three weeks of resistance training through interval extensive circuit training.

2 - When we look at each of the separate muscle groups, it appears that resistance training is more effective in the maximum strength training on muscle dynamics related to the exercise of the quadriceps. But the opposite is true when looking at the changes brought in muscles associated with ankle plantar flexion, since in that case the regular work of fitness seems to be more effective. In relation to other variables of maximum force, had statistically significant increases in both groups being greater the percentage increase in the experimental group in the femoral muscles in the control group in the exercise of press.

3 - Something similar happens with  $VO_2$ max, as well as other training caused a statistically significant gain in both groups being greater the percentage of improvement in the experimental group in relation to the control group. Therefore the significant difference that existed prior to commencement of training is increased.

4 - In this sense it is important to note the short period of time in which they manage the development of neuromuscular adaptations and cardiovascular performance, systematic program to implement the resistance force, which must be evaluated when to integrate such work in planning an annual football season.

5 - With regard to anthropometric variables, it may indicate that the applied

resistance training causes a slight increase in the percentage of fat of the players; an increase that does not appear in the group continued its regular training.

### **Final Conclusion**

It is also worth mentioning that among the factors involved in the control of training, the methodology adopted and properly oriented brings effective results, such as those shown here. Faced with a series of physiological studies and research carried out at present, scientific supported almost exclusively by genetic engineering with high financial costs, we can rescue the classic studies showing the effect of exercise rigorously implemented and monitored, and application of objective tests and easy access to sporting bodies, which can increase both the involvement of the professional field of physical education in this market as improve the performance of the equipment to withstand the 90 minutes by the type of work performed, even without major sponsors and / or business investment that supports this type of control in high performance.

### **Suggestions for future research.**

- 1) The application of the work with a control group (CG) that do not do general exercises for the work force to determine the magnitude of the difference between the groups and in all likelihood has not been at all evident in this study.
- 2) To monitor, in parallel, the number of injuries that occurred in both groups, as well as metabolic substrates indicators of fatigue and overtraining, for the same protocol proposed in this research.
- 3) It is suggested that this methodology is applied in other team sports with intermittent feature to obtain similar results, ie, increased performance and localized Professional, technical and tactical quality, reducing the appearance of lesions and phenomena as overtraining as evidenced by high performance teams who seek the utmost importance in sport.

**Keywords:** training, performance, strength endurance, dynamic strength, body composition,  $VO_2$  max.

# ***ANEXOS***

## ARTIGO ORIGINÁRIO DA TESE

<sup>1</sup>SILVA, Marlon Eduardo da; <sup>1</sup>SILVA, Antonio Conceição da; <sup>2</sup>MOREIRA, Veridiana Mota; <sup>2</sup>Lima, Luiz Delmar da Costa. Índice de frequência cardíaca em atividades de velocidade progressiva em atletas da equipe de futebol de campo. **Pesquisa em Educação Física**. Jundiaí: Fontoura, v. 5, p. -. 2007.

### RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar os índices de Frequência Cardíaca (FC) em jogadores do Sport Club ULBRA de Ji-Paraná-RO, com média de idade  $21,63 \pm 3,34$  e com frequência cardíaca máxima (FC Máx) de  $198,38 \pm 3,34$  batimentos por minuto (bpm). Portanto, foram realizadas atividades de velocidade progressiva no campo de futebol do CEULJI/ULBRA, no período preparatório correspondente ao Campeonato Estadual da 1ª divisão de 2006. Esta análise foi em cima de baterias distintas, divididas em 4 etapas onde a 1ª etapa os atletas correram 3 séries de 45 segundos com recuperação ativa de 1 minuto e 15 segundos trabalhando na intensidade de 85% da FC Máx, onde a média da FC foi de  $122,92 \pm 16,90$  na coleta inicial e de  $172,46 \pm 8,98$  bpm na coleta final. Já na 2ª etapa correram 3 séries de 35 segundos com 1 minuto e 25 segundos de recuperação ativa na intensidade 90% da FC Máx, onde a média da FC inicial foi de  $137,29 \pm 13,87$  e a final de  $178,33 \pm 7,06$  bpm. Na 3ª etapa foram 3 séries de 25 segundos com 2 minutos de recuperação ativa na intensidade de 95% da FC Máx, onde a média da FC inicial foi de  $137,88 \pm 14,28$  e a final de  $179,96 \pm 8,21$  bpm. Por último foram realizadas 3 séries de 15 segundos com 2 minutos e 30 segundos de recuperação ativa em cima de 100% da FC Máx, onde a média da FC inicial foi de  $138,54 \pm 13,02$  e a final de  $174,79 \pm 10,10$  bpm. Os resultados estatísticos indicaram que, nos percentuais de 85%, 90%, 95% e 100% de intensidade de esforço (One-way ANOVA), quando comparado os registros iniciais de cada percentual não houve diferença estatística significativa, ocorrendo o mesmo com os registros finais mostrando assim, a homogeneidade da amostra investigada. Com relação à comparação entre os 3 registros nas diferentes intensidades iniciais e finais de 85%, 90%, 95% e 100% da FC máx (One-way ANOVA, LSD,  $P < 0,05$ ). Os resultados da comparação inicial mostram diferenças significativas entre a FC 85% para com as outras, mostrando um aumento linear sem extrapolar a FC Máx. Já na comparação das coletas finais dos mesmos percentuais, houve uma diferença significativa nos resultados, entre todas as FC, e em alguns momentos chegaram a extrapolar a FC Máx. Já na análise de todas as coletas iniciais e finais de cada percentual foram encontradas diferenças significativas entre todos os percentuais (Paired-Samples T Test). Ambas as análises foram realizadas através do pacote estatístico SPSS *For Windows 7.5*. Conclui-se que através destes dados coletados verificou-se situações relevantes nos trabalhos diários dos atletas tornando o controle da FC em  $\neq$  % de esforço, um diferencial no ganho de performance e nas conquistas de resultados positivos, em especial no futebol de campo. Isso tudo depende do controle rígido dos registros coletados em todas as atividades e treinos de preparação física, já que o respectivo parâmetro é um indicador fisiológico relevante e aceito para caracterizar se os atletas se encontram bem condicionados, bem como utilizados para descrever atividades e prescrever treinamentos.

Palavras-chaves: futebol, frequência cardíaca, recuperação ativa, treinamento.

<sup>1</sup> Acadêmicos do 8º período do Curso de Educação Física do CEULJI/ULBRA

<sup>2</sup> Professor (a) Orientador (a) do Curso de Educação Física do CEULJI/ULBRA

## **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TECLE)**

Eu (atleta) R.G expedido por declaro estar ciente da minha participação no projeto de pesquisa de Luiz Delmar da Costa Lima desenvolvido no Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná em parceria com o Sport Club ULBRA, intitulado: **A INFLUÊNCIA DO TRABALHO DE FORÇA-RESISTÊNCIA NOS FATORES DE RENDIMENTO DE JOGADORES DE FUTEBOL DE ALTO NÍVEL**

O presente trabalho tem por **objetivos**:

Determinar a composição corporal;

Determinar a potência aeróbica máxima;

Avaliar a força dinâmica máxima (1RM) no exercício do quadríceps;

Avaliar a força dinâmica máxima (1RM) no exercício no leg-press;

Avaliar a força dinâmica máxima (1RM) no exercício de femorais em pé;

Avaliar a força dinâmica máxima (1RM) no exercício dos gastrocnêmios.

Esperam-se obter os seguintes **benefícios** decorrentes da presente pesquisa:

- A finalidade de conhecer melhor as capacidades fisiológicas dos jogadores e poder ajustar a preparação física e o planejamento da temporada de acordo com os dados;
- Que os testes de campo e de laboratório permitem medir alguns dos fatores fundamentais específicos do rendimento esportivo de forma que o rendimento humano possa ser definido no término de trabalhos de potência e força;
- Que o futebol é reconhecido internacionalmente como um dos esportes mais populares do mundo, se fazendo necessário estudos que apontem dados que sirvam como indicadores para a melhora do desempenho em atletas da respectiva modalidade coletiva;

Estou informado que os instrumentos de intervenção e registro utilizados para este estudo incluem:

É-me dada a liberdade de recusar a continuar ou de retirar meu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. A qualquer momento posso buscar, junto ao (à) coordenador (a) do projeto, esclarecimentos de qualquer natureza, inclusive os relativos à metodologia de trabalho. Os responsáveis pela pesquisa garantem o sigilo que assegure a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

Finalmente, declaro ter ciência de que as atividades são sempre registradas, podendo vir a ser usadas para fins científicos, aqui incluídos, publicações e participações em congressos, nos limites da ética e do proceder científico íntegro e idôneo – e de que a participação nesse projeto não oferece riscos nem desconfortos, sendo que a minha participação nesta pesquisa é total e completamente isenta de qualquer ônus financeiro. Caso eu venha a ter qualquer despesa decorrente da minha participação nesta pesquisa, serei imediatamente ressarcido mediante a devolução dos valores despendidos, a exceção de transporte até o local e alimentação correspondente ao período.

O (A) pesquisador (a) se responsabiliza por reparar danos eventuais associados e/ou decorrentes da pesquisa, sejam eles imediatos ou tardios, inclusive no que diz respeito às indenizações.

Nome:

Assinatura: .....

Local:

Data:

Nome do Pesquisador: Luiz Delmar da Costa Lima

Telefone de contato: 062 84466134