

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**AUGUSTO CARVALHO BARBOSA ✓**

---

**A RELEVÂNCIA DO  
TREINAMENTO COMPLEXO NO  
DESEMPENHO DE NADADORES  
COMPETITIVOS /**

---

Campinas  
2006

**BIBLIOTECA CENTRAL  
DESENVOLVIMENTO  
COLEÇÃO  
UNICAMP**

**AUGUSTO CARVALHO BARBOSA**

---

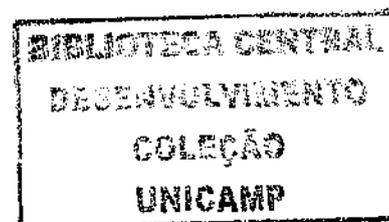
**A RELEVÂNCIA DO  
TREINAMENTO COMPLEXO NO  
DESEMPENHO DE NADADORES  
COMPETITIVOS**

---

Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**Orientador: Prof. Dr. Orival Andries Júnior**

Campinas  
2006



UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	I/UNICAMP
V	7.27.11.12
TOMBO BC	69756
PROC.	16-P.00123-06
C	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	11,00
DATA	24/08/06
Nº CPD	

Bib Ib 385670

## FICHA CATALOGRÁFIA ELABORADA BIBLIOTECA FEF - UNICAMP

B234r Barbosa, Augusto Carvalho.  
A relevância do treinamento complexo no desempenho de nadadores competitivos / Augusto Carvalho Barbosa. - Campinas, SP: [s.n], 2006.

Orientador: Orival Andries Júnior.  
Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação Física,  
Universidade Estadual de Campinas.

1. Treinamento de força. 2. Natação. 3. Creatina-quinase. 4. Uréia. 5. Desempenho. I. Andries Júnior, Orival. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

**AUGUSTO CARVALHO BARBOSA**

**A RELEVÂNCIA DO TREINAMENTO COMPLEXO  
NO DESEMPENHO DE NADADORES  
COMPETITIVOS**

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Augusto Carvalho Barbosa e aprovada pela Comissão julgadora em: 14/06/2006.



Prof. Dr. Orival Andries Júnior  
Orientador

Campinas  
2006

**ESTE TRABALHO TEVE AUXÍLIO FINANCEIRO**

# **FAEPEX**

**FUNDO DE APOIO À PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO**

**PROCESSO Nº: 0175/05**

**COMISSÃO JULGADORA**

Prof. Dr Orival Andries Júnior  
Orientador

Profa. Dra. Camila Coelho Greco  
Titular

Prof. Dr. Paulo Roberto de Oliveira  
Titular

Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli  
Suplente

Prof. Dr. Miguel de Arruda  
Suplente

# **Dedicatória**

*“Não tenho palavras pra agradecer Sua bondade, a cada dia TU me cercas de fidelidade. Nunca me deixe esquecer que tudo o que tenho, tudo o que sou, o que vier a ser vem de TI SENHOR!”*

*“Dependo de TI, preciso de TI, sozinho nada posso fazer”.*

*(Ana Paula Valadão Bessa)*

*Dedico esse trabalho a DEUS, que me acolheu nos braços e tem me proporcionado muitas novas manhãs, em que posso trabalhar com a alegria que colocou no meu coração. O trabalho foi meu, mas o mérito é seu! Dedico TUDO a você!*

# **Agradecimentos**

*Meu maior agradecimento vai para o presente mais doce que Deus poderia me dar: Minha noiva e em breve esposa Helene. Uma princesa virtuosa e cultivada. Poderia escrever páginas, mas um “Eu amo muito você!!!” demonstra (brevemente) todo o meu carinho e respeito.*

*Aos meus pais Adilson e Jane: Fortalezas na fé que me abençoaram desde o dia em que saí de casa e me fizeram enxergar o valor de Deus e das pessoas acima dos títulos. Fico feliz pela nossa restauração.*

*Aos irmãos e respectivos: Andréia e Pr. \_\_\_\_\_, Alexandre e Michelle, Adriana e Alisson.*

*Ao Paizão Orival: Do nosso jeito trabalhamos e chegamos lá. Seu coração abre portas gigantes para minha vida... Espero ter correspondido suas expectativas! Fiz o meu melhor.*

*Ao Professor Paulo Roberto de Oliveira – todos os seus comentários são importantes para o meu crescimento e em muitas situações foram eles que me motivaram a estudar mais.*

*À Professora Camila Coelho Greco – Sua contribuição também foi extremamente valiosa na composição desse trabalho.*

*À Professora Denise Vaz de Macedo por ceder e recepcionar-me com atenção no LABEX.*

*Aos professores Miguel de Arruda, Walmor Tricoli pela disponibilidade.*

*Pr André – Meu discipulador que me ajuda a enxergar além das montanhas que estão à minha frente.*

*Pr Aladir – Grande amigo e companheiro de oração. Você é uma BÊNÇÃO.*

*Lázaro: O cara do sangue! Me ensinou muito...*

*Paulo Marinho e Emílio: A disposição nas coletas foi fundamental para que o trabalho ficasse legal!*

*Aos amigos e companheiros: Mion, Ricardo Braga, Fernando Catanho, Matheuzinho, Lucas (meu mais novo irmão), PH, Marlon, Darlan, Gui e Dani, Wéber e Soraia, Geziel e Rejane.*

*Aos nadadores da Unicamp Swimming Society Reloaded: Em especial àqueles que participaram e se esforçaram pra não deixarem um sonho acadêmico se dissolver: Guilherme Takeda, Diego Ribeiro, Marco Fernandes, Diogo Barbosa, Thiago Cury, Eduardo Marafon, Bruno Sevá, Natália Lucci, André Vieira, Cristina Korogui, Camilla Adania, Luana Damasceno, Rafael Rossin e Daniel Takata. Espero tê-los feito pensar sobre coisas importantes. Grandes amizades...*

*Dois nadadores em especial com quem tenho grande carinho: Thomas Hofer Tebbe e ao Lucas Álvares Leite. Deus abençoe e guie seus passos... Se estes passos estiverem perto dos meus seria mais proveitoso. Assim espero. Grande Abraço.*

*À Igreja Metodista Central de Ipatinga que ora e intercede pelos filhos que estão longe de casa.*

*À Igreja do Nazareno de Barão Geraldo por acreditar no meu ministério e investir suas orações na minha vida. Sei que um dia vocês verão o fruto disso tudo.*

*Rita (DCE), Paulo (piscina) e Maria (CODESP) pela atenção!*

*Bom, acho que é isso...*

BARBOSA, Augusto Carvalho. **A relevância do treinamento complexo no desempenho de nadadores competitivos**. 2006. 134f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

## **RESUMO**

---

---

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do treinamento de força específica no desempenho na natação. Para isso 14 nadadores competitivos em nível estadual foram divididos em dois grupos: controle (GC / n=6) e experimental (GE / n = 8). Ambos os grupos realizaram o mesmo treinamento durante seis semanas, cinco dias por semana. Adicionalmente o GE realizou um treinamento de força específica denominado treinamento complexo (MC) três vezes por semana em sessões extras durante o mesmo período. Todos os atletas foram avaliados em pré e pós-treinamento por testes específicos, a saber: nado amarrado (força), 3 x 25m (velocidade) e teste de desempenho da distância e estilo de competição. Este último foi avaliado também com os resultados da principal competição (Final). Durante todo o treinamento experimental foram coletadas amostras de sangue nas segundas e sextas-feiras para avaliar respostas da creatina quinase e uréia. De Pré para Pós foram encontradas alterações significantes apenas para a força ( $p < 0,05$ ). O GE também apresentou alteração significativa de Pós para Final no desempenho. Os valores de CK e Uréia não apresentaram diferenças intergrupos. É possível concluir que a carga proposta para o MC é eficiente no implemento da força específica sem apresentar indícios preocupantes de lesão muscular e proteólise. Além disso, alterações no desempenho podem estar relacionadas com o efeito posterior duradouro do treinamento (EPDT), devido à melhora significativa do desempenho do GE no momento Final.

**Palavras-Chaves:** Treinamento de Força, Creatina Quinase, Uréia, Desempenho.

BARBOSA, Augusto Carvalho. The relevance of complex training on competitive swimming performance. 2006. 134f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

## **ABSTRACT**

---

---

The aim of this study was to verify the effect of Complex Training (CT) in swimming performance. Fourteen state competitive swimmers were assigned in two groups: control (CG / n=6) and experimental (EG / n=8). Both groups performed the same training in water during six weeks, five days / week. Additionally, EG performed a high specific strength training called CT three times / week in extra training sessions. The swimmers were evaluated in Pre and Post training with specific tests: tethered swimming (strength), 3 x 25m (velocity) and performance test with the same stroke and distance of competition. This last one was also evaluated in the main competition's results (Final). In all the experimental training blood samples were collected on Mondays and Fridays to evaluate creatine kinase (CK) and urea training responses. Significant differences were found only for strength ( $p < 0,05$ ). EG also presented significant differences in performance from Post to Final. CK and urea did not present intergroups differences. It can be concluded that the loads used in CT is efficient to strength improvement and it did not show serious differences in muscular soreness and proteolysis. Additionally, performance improvement may be related to posterior effect of training (EPDT), because of the performance improvement in Final moment.

Keywords: Strength Training, Creatine Kinase, Urea, Performance.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Média de participação em eventos competitivos de nível estadual e nacional do GC e GE.	33
Gráfico 2 -	Volume semanal no treinamento dentro da água. A área pontilhada representa o período no qual o treinamento de força especial foi desenvolvido / C = Competição – AV = Avaliação Controle.	35
Gráfico 3 -	Distribuição percentual das cargas durante o período preparatório (semanas de 05 a 10).	36
Gráfico 4 -	Média da metragem cumprida nas diversas zonas de intensidade em ambos os grupos durante o período preparatório (semanas 05 a 10).	37
Gráfico 5 -	Média do volume do MC e distribuição das cargas de força e velocidade durante o período experimental.	39
Gráfico 6 -	Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Coxa medial esquerda do GC.	52
Gráfico 7 -	Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Ombro do GE.	52
Gráfico 8 -	Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Antebraço Direito do GE.	53
Gráfico 9 -	Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Antebraço Esquerdo do GE.	53
Gráfico 10 -	Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para massa corporal de ambos os grupos (1 = GE / 2 = GC).	55
Gráfico 11 -	Média e Desvio Padrão do percentual de gordura de ambos os grupos.	56
Gráfico 12 -	Gráfico 12 - Dados Individuais da velocidade no teste T25 do GC nos momentos Pré e Pós.	57
Gráfico 13 -	Gráfico 13 - Dados Individuais da velocidade no teste T25 do GE nos momentos Pré e Pós.	58

Gráfico 14 -	Gráfico 14 - Dados Individuais da velocidade no teste de desempenho do GC nos momentos Pré e Pós.	61
Gráfico 15 -	Dados Individuais da velocidade no teste de desempenho do GE nos momentos Pré e Pós.	62
Gráfico 16 -	Média e Desvio-padrão dos valores de IPS no GC e GE em Pré, Pós e Final. * $p < 0,05$ de Pós para Final - † $p < 0,05$ de Pré para Final.	64
Gráfico 17 -	Média da FPM dos grupos nos momento Pré e Pós.	66
Gráfico 18 -	Dados Individuais da FPM10s no teste nado amarrado do GC nos momentos Pré e Pós.	67
Gráfico 19 -	Dados Individuais da FPM10s no teste nado amarrado do GE nos momentos Pré e Pós.	68
Gráfico 20 -	Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FM10s do GC.	68
Gráfico 21 -	Dados Individuais da FM10s no teste nado amarrado do GC nos momentos Pré e Pós.	69
Gráfico 22 -	Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FM10s do GE.	70
Gráfico 23 -	Dados Individuais da FM10s no teste nado amarrado do GE nos momentos Pré e Pós.	70
Gráfico 24 -	Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FPM do GC.	71
Gráfico 25 -	Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FPM do GE.	72
Gráfico 26 -	Dados Individuais da FPM no teste nado amarrado do GC nos momentos Pré e Pós.	72
Gráfico 27 -	Dados Individuais da FPM no teste nado amarrado do GE nos momentos Pré e Pós.	73
Gráfico 28 -	Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FM do GC.	73
Gráfico 29 -	Dados Individuais da FM no teste nado amarrado do GC nos momentos Pré e Pós.	74

<b>Gráfico 30 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FM do GE.</b>	<b>75</b>
<b>Gráfico 31 - Dados Individuais da FM no teste nado amarrado do GE nos momentos Pré e Pós.</b>	<b>75</b>
<b>Gráfico 32 - Histograma de CK dos homens do GC incluindo todas as coletas do período experimental.</b>	<b>78</b>
<b>Gráfico 33 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para CK no GC.</b>	<b>79</b>
<b>Gráfico 34 - Histograma de CK dos homens do GE incluindo todas as coletas do período experimental.</b>	<b>79</b>
<b>Gráfico 35 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para CK no GE.</b>	<b>80</b>
<b>Gráfico 36 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para CK nos homens do GC durante as 6 semanas de acompanhamento.</b>	<b>81</b>
<b>Gráfico 37 - Comportamento da CK para atleta C.A. no período experimental.</b>	<b>81</b>
<b>Gráfico 38 - Comportamento da CK para atleta L.D. no período experimental.</b>	<b>82</b>
<b>Gráfico 39 - Comportamento da CK para atleta N.L. no período experimental.</b>	<b>82</b>
<b>Gráfico 40 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para CK nos homens do GE durante as 6 semanas de acompanhamento.</b>	<b>83</b>
<b>Gráfico 41 - Histograma de Uréia dos homens do GC incluindo todas as coletas do período experimental.</b>	<b>84</b>
<b>Gráfico 42 - Histograma de uréia dos homens do GE incluindo todas as coletas do período experimental.</b>	<b>85</b>
<b>Gráfico 43 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Uréia no GC.</b>	<b>86</b>

<b>Gráfico 44 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Uréia no GE.</b>	<b>86</b>
<b>Gráfico 45 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Uréia nos homens do GC durante as 6 semanas de acompanhamento.</b>	<b>87</b>
<b>Gráfico 46 - Comportamento da uréia para atleta C.A. no período experimental.</b>	<b>88</b>
<b>Gráfico 47 - Comportamento da uréia para atleta L.D. no período experimental.</b>	<b>88</b>
<b>Gráfico 48 - Comportamento da uréia para atleta N.L. no período experimental.</b>	<b>89</b>
<b>Gráfico 49 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Uréia nos homens do GE durante as 6 semanas de acompanhamento.</b>	<b>90</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1 -** Comportamento da força-tempo para uma carga P – (a) situação mínima para superação da carga e (b) situação onde o treinamento interfere no comportamento da curva. Adaptado de Verkhoshansky (SIFF, 2004 p. 97). 05
- Figura 2 -** A interdependência das capacidades físicas força e velocidade adaptado de SIFF e VERKHOSHANSKY, 1999 (SIFF, 2004 p. 96). 07
- Figura 3 -** Curvas força x tempo atingidas por nadadores sob diferentes condições de resistência externa: 1. Isométrico, 2. Dinâmico em aparelho isocinético, 3. Dinâmico em Nado Amarrado (RASULBEKOV et al, 1986). 11
- Figura 4 -** Taxa de ativação dos músculos vasto lateral – VL, vasto medial – VM e reto femoral – RF antes e após treinamento de força (adaptado de AAGAARD et al, 2000). 15
- Figura 5 -** Efeito de Rampa no recrutamento de fibras musculares (MAGLISCHO, 1999 p. 27). 19
- Figura 6 -** Princípio da organização de uma ação motora complexa adaptado de VERKHOSHANSKY (2001). 22
- Figura 7 -** Gráfico resultante da relação força x tempo apresentado pelo software na tela principal. 44

## **LISTA DE QUADROS**

- Quadro 1 - Descrição das cargas aeróbias propostas por Maglischo (1999). 25
- Quadro 2 - Descrição das cargas anaeróbias propostas por Maglischo (1999). 26
- Quadro 3 - Desenho experimental da pesquisa (Pré = testes pré-treinamento / Pós = testes pós-treinamento / X = Semanas de Coletas de Sangue para CK e Uréia/ AV = Semana de testes / C = Competição). 34

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 -	Média e desvio padrão das características dos grupos no início do período experimental * valor estimado pela aferição das dobras cutâneas.	32
Tabela 2 -	Consistência Interna de FPM e FM no teste de 10 segundos em nado amarrado (* $p < 0,05$ ).	50
Tabela 3 -	Estabilidade de FPM e FM no teste de 10 segundos e tempo de prova em nado amarrado.	51
Tabela 4 -	Média, desvio padrão e diferença percentual de Pré para Pós das circunferências de ambos os grupos (* $p < 0,05$ de Pré para Pós).	54
Tabela 5 -	Média e desvio padrão das variáveis VM, FB, CB e IB no teste de velocidade (25m).	56
Tabela 6 -	Varição percentual individual de Pré para pós das variáveis velocidade média (VM), frequência (FB), comprimento (CB) e índice de braçadas (IB) no T25.	59
Tabela 7 -	Média e desvio padrão de VM, FB, CB e IB no teste de desempenho (* $p < 0,05$ de pré para pós).	60
Tabela 8 -	Varição percentual individual de Pré para pós das variáveis velocidade média (VM), frequência (FB), comprimento (CB) e índice de braçadas (IB) no teste de desempenho.	63
Tabela 9 -	Varição percentual individual no teste de desempenho de Pré para Pós e de Pós para Final da variável IPS.	65
Tabela 10 -	Varição percentual individual de Pré para pós das variáveis FPM e FM em 10s, FPM e FM em tempo de prova o GC e GE.	77

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

<b>6-PG</b>	6-fosfogluconato
<b>Δ%</b>	Diferença Percentual
<b>A</b>	Aceleração
<b>ADP</b>	Adenosina Disfosfato
<b>ATP</b>	Adenosina Trifosfato
<b>AV</b>	Avaliação
<b>br/min</b>	Braçadas por minuto
<b>C</b>	Competição
<b>°C</b>	Graus Celsius
<b>CB</b>	Comprimento de Braçadas
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro Quadrado
<b>CL</b>	Contração Lenta
<b>CR</b>	Contração Rápida
<b>CK</b>	Creatina Quinase
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b>F</b>	Força
<b>FB</b>	Frequência de Braçadas
<b>FCM</b>	Faculdade de Ciências Médicas
<b>FAP</b>	Federação Aquática Paulista
<b>FINA</b>	Fédération Internationale Natation Amateur
<b>FEF</b>	Faculdade de Educação Física
<b>FM</b>	Força Média
<b>FPM</b>	Força Propulsora Máxima
<b>FUM</b>	Fuso Muscular
<b>G-6-PDH</b>	Glicose-6-fosfato desidrogenase
<b>GC</b>	Grupo Controle

	Grupo Experimental
<b>H+</b>	Próton Hidrogênio
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Água
<b>HK</b>	Hexoquinase
<b>IMF</b>	Índice de Manifestação de Força
<b>IB</b>	Índice de Braçadas
<b>IPS</b>	International Point Score
<b>Kg</b>	Kilograma
<b>Kgf</b>	Kilograma Força
<b>l</b>	Litro
<b>LABEX</b>	Laboratório de Bioquímica do Exercício
<b>m/br</b>	Metro por braçada
<b>m</b>	Metro
<b>Mm</b>	Milímetro
<b>Ma</b>	Massa
<b>MC</b>	Treinamento Complexo
<b>Mg/dl</b>	Miligrama por decilitro
<b>µl</b>	Microlitro
<b>Min</b>	Minuto
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>N</b>	Número
<b>OTG</b>	Órgão Tendinoso de Golgi
<b>rpm</b>	Rotações por Minuto
<b>S</b>	Segundos
<b>SNC</b>	Sistema Nervoso Central
<b>T25</b>	Teste de 25 metros
<b>UM</b>	Unidade Motora
<b>UNICAMP</b>	Universidade Estadual de Campinas
<b>V<sub>méd</sub></b>	Velocidade Média

# SUMÁRIO

---

---

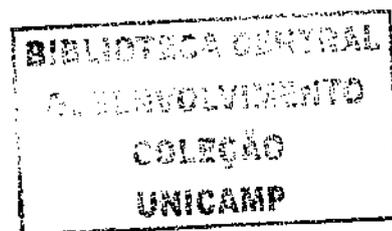
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2. REVISÃO LITERÁRIA</b> .....	04
<b>2.1. Definições e Aplicação dos Conceitos de Força</b> .....	04
2.1.1. Força Absoluta .....	07
2.1.2. Força Máxima .....	08
2.1.3. Força Rápida .....	10
2.1.4. Força Explosiva .....	12
<b>2.2. Fatores Neuromusculares</b> .....	13
<b>2.3. Fatores Estruturais – Tipo de Fibra</b> .....	17
<b>2.4. O Treinamento Complexo (MC)</b> .....	20
<b>2.5. A Adaptação do MC para Natação</b> .....	23
<b>2.6. O Controle da Carga do Treinamento na Natação</b> .....	24
<b>2.7. Os Indicadores Bioquímicos no Treinamento</b> .....	27
2.7.1. Creatina Quinase .....	27
2.7.2. Uréia .....	28
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	29
3.1 Geral .....	29
3.2. Específicos .....	29
<b>4. JUSTIFICATIVA</b> .....	30
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	31
5.1. Amostra .....	31
5.2. Protocolo Experimental .....	34
5.3. Controle da Carga de Treinamento .....	35
5.4. Controle da Carga no Treinamento Complexo .....	38
5.5. Avaliação Antropométrica .....	40
5.6. Condição dos Testes .....	41
5.7. Determinação da Frequência, Comprimento e Índice de Braçadas	41

<b>5.8. Testes</b> .....	43
<b>5.8.1. Velocidade Básica (T25)</b> .....	43
<b>5.8.2. Teste de Desempenho</b> .....	43
<b>5.8.3. Nado Amarrado (Força Específica)</b> .....	44
<b>5.9. Coletas de Sangue</b> .....	45
<b>5.10. Dosagens Bioquímicas</b> .....	46
<b>5.10.1. Creatina Quinase (CK)</b> .....	46
<b>5.11.2. Uréia</b> .....	47
<b>6. TRATAMENTO ESTATÍSTICO</b> .....	48
<b>7. RESULTADOS</b> .....	50
<b>7.1. Reprodutibilidade do Teste Nado Amarrado</b> .....	50
<b>7.2. Comparação entre as cargas do GC e GE</b> .....	51
<b>7.3. Avaliação Antropométrica</b> .....	51
<b>7.4 Velocidade Básica (T25)</b> .....	56
<b>7.5 Desempenho</b> .....	60
<b>7.6. Análise do IPS</b> .....	64
<b>7.7. Força 10s</b> .....	66
<b>7.8. Força Especial</b> .....	71
<b>7.9. CK</b> .....	78
<b>7.10. Uréia</b> .....	84
<b>8. DISCUSSÃO</b> .....	91
<b>8.1. Treinamento</b> .....	91
<b>8.2. Bioquímica</b> .....	100
<b>8.2.1. CK</b> .....	100
<b>8.2.1. Uréia</b> .....	104
<b>9. CONCLUSÕES</b> .....	106
<b>10. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	107
<b>11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	108
<b>ANEXOS</b> .....	124

# 1 Introdução

A força tem sido amplamente estudada, pois acredita-se que seu implemento esteja diretamente relacionado com a melhora da velocidade (BADILLO et al, 2001; OLBRECHT, 2000). Na natação algumas pesquisas dedicaram-se ao estudo do treinamento de força dentro e fora da água (MARINHO et al, 1999; MARINHO, 2002; NEUFER et al, 1987; RASULBEKOV et al, 1986; SCHLEIHAUF, 1983, COSTILL, et al, 1980; DAVIS, 1955; JENSEN, 1963; MIYASHYTA et al, 1983; SHARP et al, 1982; STRASS, 1986; TANAKA et al, 1993;) e algumas delas ressaltam a importância da força na aquisição de braçadas mais velozes (COSTILL, et al, 1980; DAVIS, 1955; MIYASHYTA et al, 1983; STRASS, 1986). Assim, a prática do treinamento de força torna-se essencial para alcançar elevados níveis de desempenho (MARINHO, 2002).

Apesar de diferentes metodologias, os resultados dos estudos acima reforçam a importância da especificidade no treinamento. No entanto, o fato da literatura sobre a preparação de força específica ou especial ser escassa, faz com que esta seja baseada apenas na utilização de elementos como palmares, pára-chutes, nadadeiras, calções de bolso, entre outros, responsáveis por aumentar a resistência ao nado (PLATONOV, 2005). Mas, apesar do movimento ser específico, é de suma importância racionalizar as cargas e entender como utilizar tais materiais no treinamento. Afinal, as respostas do treinamento são específicas às cargas propostas.



Nesse sentido, o efeito da adição do treinamento de força vem alertar para a necessidade não só de desenvolver meios, mas também métodos para a preparação de força especial na natação. Buscando aliar cargas de força e velocidade, o Treinamento Complexo (MC), inicialmente proposto por Verkhoshansky em 1966 (IAAF, 2003), envolve a utilização de cargas altas, que possibilitem um alto nível de mobilização neuromuscular (YOUNG et al, 1998), seguidas de movimentos com pequena resistência externa. Acredita-se que essa combinação entre altas e baixas intensidades permita que as unidades motoras recrutadas na primeira situação estejam ativadas na execução de um movimento mais veloz na seqüência (EBBÉN et al, 2000).

Apesar do MC proposto por Verkhoshansky ter como principal objetivo o desenvolvimento da capacidade reativa do aparelho neuromuscular, acredita-se que seus efeitos de contraste de cargas também sejam uma boa alternativa para aliar força e velocidade na natação, por proporcionar uma transferência imediata. A grande dificuldade do treinamento dentro da água é saber o quanto de força está sendo aplicado no movimento.

Assim, foi proposto nesse trabalho estudar as alterações longitudinais que o MC promove na força, velocidade e indicadores técnicos de nadadores competitivos. Considerando que as respostas internas do organismo são específicas às cargas aplicadas, o estudo é ainda enriquecido com as informações de indicadores bioquímicos como creatina quinase e uréia, que foram coletados durante todo o desenvolvimento do MC.

A hipótese é que seja possível obter ganhos de força com a utilização de cargas de contraste e que isso se transfira para o desempenho dos nadadores.

O presente estudo vem somar com os demais estudos sobre o MC, sendo, em sua grande maioria, direcionados para verificação dos seus efeitos agudos (JONES et al, 2003; SMILIOS et al, 2005; YOUNG et al, 1998). Comprovada sua eficácia o MC poderá contribuir como um primeiro passo no desenvolvimento dos meios e métodos da preparação de força especial na natação.

## **2 Revisão Literária**

### **2.1. Definições e Aplicação dos Conceitos de Força**

“O sucesso do treinamento de força e potência depende de uma compreensão completa dos fatores que influenciam o seu desenvolvimento”. (SIF, 2004 p.83). A partir dessa consideração, é necessário entender os processos físico-mecânicos da atuação músculo-esquelético no desempenho humano (HERZOG, 2004), pois contribuem para a caracterização da manifestação da força e prescrição do treinamento nas diferentes modalidades desportivas.

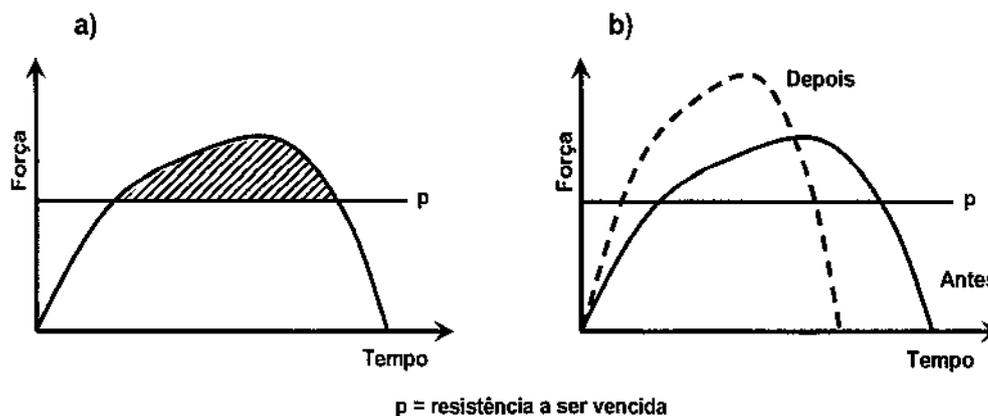
O desempenho está relacionado com a habilidade de aplicar a força no menor espaço de tempo e com a capacidade muscular de continuar produzindo altos níveis de força à medida que há aumento na velocidade de contração (NEWTON et al, 1994). Assim, a compreensão da relação força-tempo e das curvas relacionadas a ela torna-se essencial para um planejamento eficaz e seguro (SIF, 2004).

Segundo Badillo et al (2001, p. 19) “toda ação pode ser representada pela curva força x tempo” e “... as manifestações da força passam pela mesma fase até chegar a sua expressão máxima”, o que a confere informações que facilitam o entendimento das suas diferentes manifestações. Dentre elas pode-se destacar o pico máximo de força, o tempo necessário para atingi-lo, tempo compreendido

entre o início e o fim da ação muscular e o índice de manifestação da força (IMF). Stone et al (2004) colocam que nos desportos com características de potência existem três variáveis essenciais, a saber: a habilidade de produzir força, a capacidade de produzir trabalho e a capacidade direta de acelerar objetos, incluindo a massa do corpo. Na prática essas variáveis são avaliadas pela força máxima, potência e IMF pico respectivamente.

Em atletas dois objetivos paralelos são esperados com o treinamento: (1) a aproximação da manifestação da força voluntária máxima no gesto motor específico (SALE et al, 1990) e a (2) diminuição do tempo necessário para deslocar a resistência externa (BADILLO et al, 2001). A figura 1a mostra o comportamento da relação força-tempo diante de uma resistência "p" que, para ser vencida é necessária a aplicação de um valor mínimo de força. O treinamento bem direcionado dará ao atleta maiores níveis de força que possibilitará deslocar o mesmo corpo com maior velocidade (BADILLO et al, 2001) como mostrado na figura 1b.

**Figura 1 – Comportamento da força-tempo para uma carga P – (a) situação mínima para superação da carga e (b) situação onde o treinamento interfere no comportamento da curva. Adaptado de Verkhoshansky (SIFF, 2004 p. 97).**

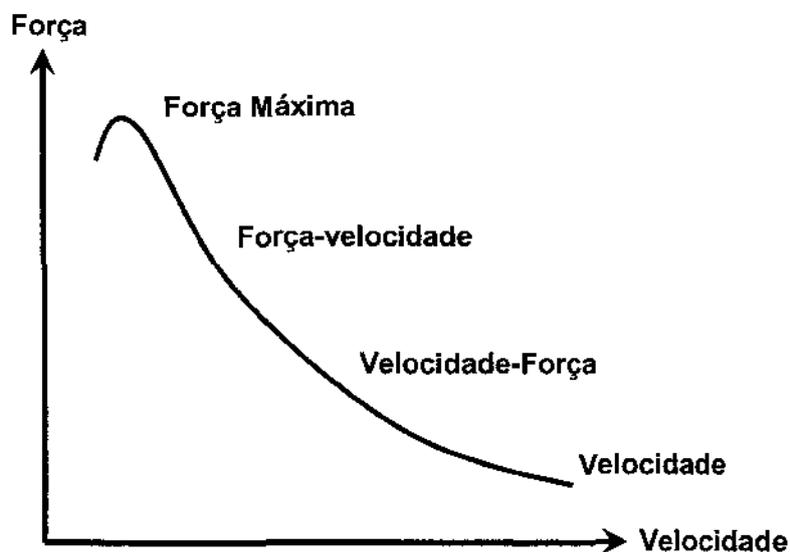


Quando a carga varia o tempo para atingir o pico de velocidade também varia em função dela, ou seja, se a carga “p” aumenta, a média e o pico de velocidade diminuem (CRONIN et al, 2003), o que estabelece uma relação entre força-velocidade. Essa relação caracteriza a versatilidade do sistema neuromuscular de funcionar sob diferentes valores de cargas (CRONIN et al, 2003). Nota-se que força e velocidade assumem posições inversas, inferindo que à medida que a manifestação da força aumenta, a velocidade diminui em decorrência do aumento da carga (CRONIN et al, 2003).

Badillo et al (2001) atentam que essa afirmação não indica que quanto mais força ganharmos mais lentos seremos. No âmbito desportivo essa relação fica destacada quando exemplificamos que uma maior produção de força gera um deslocamento mais rápido. Considerando que a força ( $F$ ) é o produto da massa ( $m$ ) pela aceleração ( $a$ ), é possível atingir os mesmos valores de  $F$  tendo (1) uma massa grande e uma aceleração pequena ( $F = m \times a$ ), (2) uma massa pequena e uma aceleração grande ( $F = m \times A$ ) e por fim (3) valores onde a massa e a aceleração são moderadas ( $F = m \times a$ ) (SIFF, 2004).

Obviamente que cada modalidade possui regras e padrões técnicos que delimitam os valores das cargas, e nessa complexidade do desporto é possível encontrar desportos que variam desde a dependência de esforços lentos e máximos (halterofilismo) à movimentos explosivos – 100m rasos (figura 2). A transição entre essas duas manifestações de força é preenchida pela força-rápida, no gráfico representando a força-velocidade e a velocidade-força.

Figura 2 – A interdependência das capacidades físicas força e velocidade adaptado de SIFF e VERKHOSHANSKY, 1999 (SIFF, 2004 p. 96).



A partir dessas considerações podemos destacar quatro formas de manifestação da força: absoluta, máxima, rápida e explosiva.

### 2.1.1. Força Absoluta

A força absoluta é representada pelo máximo valor de força que um indivíduo pode alcançar, sendo atingida por eletroestimulação, pela via excêntrica, consumo de substâncias farmacológicas e/ ou em situações de perigo de vida, onde a atuação é primordialmente simpática (BADILLO et al, 2001). Em algumas modalidades, níveis máximos de desempenho seriam atingidos pela expressão desta nos movimentos desportivos, no entanto, esta situação é limitada por questões éticas e / ou pela incapacidade do ser humano de manifestá-la voluntariamente.

### 2.1.2. Força Máxima

A força máxima é definida como o valor máximo de esforço que ações musculares voluntárias produzem em condições de tensão isométrica (VERKHOSHANSKY, 1995). Nesta situação permite-se ao músculo um pico de força atingido tardiamente devido à altíssima resistência oferecida, chegando a não permitir nenhuma aceleração (TAN, 1999).

O fato da força máxima ser requerida apenas em alguns desportos (NEWTON et al, 1994) faz com que a aplicação de regimes de contração isométrica seja inespecífica para a maioria das modalidades, indicando que a predominância dos treinos não deve ser direcionada para essa capacidade. Sua importância está em preparar o organismo de maneira geral para suportar das cargas de treinamento específico (TAN, 1999).

Mais próximo à realidade desportiva Siff (2004 p. 87) define força máxima como "... a habilidade de um grupo particular de músculos produzir contração voluntária máxima em resposta contra uma carga externa". Nessa ótica é possível dizer que a manifestação da força máxima é relativa em diferentes modalidades, cada desporto possui uma manifestação máxima que varia segundo as especificidades da resistência externa.

Na natação o máximo valor de força atingido em condições específicas de nado é definido como força propulsora máxima (FPM) (MARINHO, 2002). Sua mensuração ocorre nos primeiros 10 segundos de esforço e se assemelha à força

máxima por utilizar primordialmente o sistema ATP-CP e refletir o maior nível de força do indivíduo naquela situação específica.

O treinamento da FPM exige o aumento da resistência externa para que haja maiores níveis de recrutamento de unidades motoras, assim como descrito por TAN (1999) para o treinamento fora da água. Implementos como palmares, pára-chutes de grande área, nadadeiras são utilizados para aumentar a sobrecarga.

A velocidade de movimento precisa ser máxima para a resistência oferecida, pois as propriedades da água contribuem para o alcance de maiores níveis de manifestação de força. Segundo Karpovich (1933) o aumento da velocidade ocasionará o aumento do arrasto para uma mesma resistência externa.

No momento em que o pico de força é influenciado pelos níveis de força máxima as características desse treinamento (séries com alta velocidade de execução de movimento e com alta resistência externa) passam a ter grande importância. Considerando que uma dada carga pode representar uma pequena porcentagem da força máxima, uma pessoa mais forte poderá acelerá-la com mais facilidade (STONE et al, 2004). É possível ainda, que um indivíduo com um alto valor de força máxima apresente maior quantidade de proteína contrátil nas fibras do tipo II. Tais fibras são as principais responsáveis pela produção de potência (STONE et al, 2004). Além disso, as adaptações neuromusculares provenientes do treinamento de força máxima específica podem gerar ganhos, principalmente relacionadas à coordenação (HOFF et al, 2002; ØSTERAS et al, 2002), que tenham efeito positivo na ativação de unidades motoras e um aumento na

quantidade de força produzida num mesmo espaço de tempo (STONE et al, 2004).

Ao aplicar um treinamento fora da água com ênfase na força máxima, Strass (1986) mostrou uma melhora no tempo para alcançar a força pico resultando em alterações na velocidade e nos indicadores técnicos dentro da água. Tais alterações podem ter sido decorrentes de qualquer um dos três fatores citados acima. A crítica sobre o treino fora da água para natação está baseada no fato de tanto o padrão eletromiográfico como a coordenação de movimento dos exercícios serem substancialmente diferentes dos movimentos executados durante o nado (OLBRECHT et al, 1983).

### **2.1.3. Força Rápida**

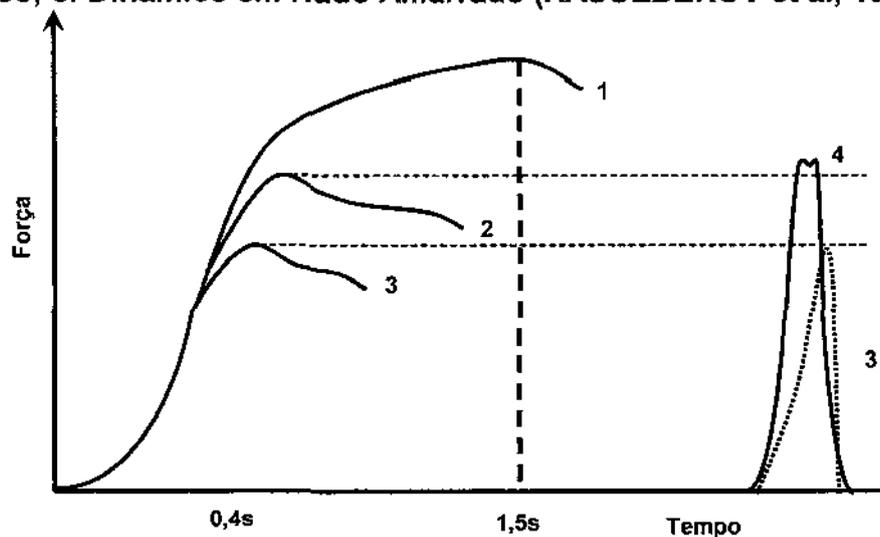
Segundo Verkhoshansky (2001) a manifestação da força rápida se dá em movimentos cuja resistência externa é relativamente pequena e é garantida pelas capacidades do aparelho neuromuscular. A força rápida manifesta-se numa transição da força explosiva e da força máxima, dando ao gesto motor uma característica de velocidade (submáxima) gerada pelo recrutamento, que é dependente da resistência externa oferecida.

Com tais características consideramos que a força rápida apresente predominância na natação. No entanto, melhores resultados estão relacionados com a capacidade de manter a força rápida por todo o percurso, ressaltando a resistência de força rápida ou simplesmente força especial.

No estudo de Rasulbekov et al (1986) a força especial foi desenvolvida em distâncias de até 25m, em máxima velocidade e aliada ao aumento da resistência externa com palmar. Fora da água, foi realizado treinamento isométrico onde foram utilizados de 6 a 8 repetições com duração de 1 a 2 s para 10 a 12s de pausa, buscando reproduzir os ângulos de tração da braçada.

Após avaliar o tempo e o nível de força sob diferentes condições de resistência externa, foram relatados os resultados das curvas de força mostrados na figura 3.

**Figura 3 – Curvas força x tempo atingidas por nadadores sob diferentes condições de resistência externa: 1. Isométrico, 2. Dinâmico em aparelho isocinético, 3. Dinâmico em Nado Amarrado (RASULBEKOV et al, 1986).**



1. Regime isométrico / fora da água
2. Aparelho isocinético / fora da água
3. Pré-treinamento: Nado amarrado / dentro da água
4. Pós-treinamento: Nado amarrado / dentro da água

As curvas 3 e 4 representam a manifestação da força mensurada de maneira específica (nado amarrado). Pós-treinamento a re-avaliação (curva 4) mostrou que o formato da curva força x tempo (lado direito da figura) se alterou,

apontando que o treinamento gerou aumento na força pico e também diminuiu o tempo para atingi-la, ou seja, o nadador foi capaz de reproduzir maior potência nas braçadas (ver figura 3 - lado direito).

Tais alterações foram acompanhadas de uma melhora percentual de 4,41% no desempenho. Segundo o relato, o nadador que, em 1980, cumpria a distância de 100m no estilo borboleta em 58s94, passou a executá-la em 56s34 em 1981. Badillo et al (2001) confirma relatando que uma maior aplicação de força pode levar a uma melhora de potência e conseqüentemente ser traduzida em uma maior velocidade de execução do gesto desportivo.

#### **2.1.4. Força Explosiva**

Na natação a força explosiva, que pode ser encontrada tanto em regimes musculares dinâmicos como isométricos, é observada em componentes competitivos como saídas e viradas, que exigem máxima aceleração. Apesar de apresentar uma força inicial máxima, a força explosiva tem a sua aceleração final dependente da resistência externa oferecida, ou seja, cargas baixas podem impedir uma manifestação máxima, pois não oferecem resistência suficiente para um recrutamento ótimo de unidades motoras no gesto motor (VERKHOSHANSKY, 2001).

A partir dessas considerações, acredita-se que a combinação sistematizada das variáveis do treinamento desportivo com as diferentes manifestações de força gere adaptações que interfiram positivamente no rendimento de provas com

características de velocidade nos 50 e 100m, resistência de velocidade nos 200 e 400m e até mesmo provas de fundo (800 e 1500m).

## **2.2. Fatores Neuromusculares**

A estrutura básica do sistema neuromuscular é a unidade motora, basicamente composta por um motoneurônio e pelas fibras músculo-esqueléticas ligadas a ele. Quando estimulado, o motoneurônio provoca uma contração sincronizada das fibras que a ele se ligam (PALMIERI, 1983).

O sistema nervoso central (SNC) modula a variação do número, o tipo e a frequência de ativação das unidades motoras (UMs) recrutadas (PALMIERI, 1983). A “decisão” do SNC em contrair mais ou menos se dá pelas informações obtidas através de basicamente duas microestruturas proprioceptivas, a saber: órgão tendinoso de golgi (OTG) e fuso muscular (FUM). Suas atribuições lhes dão responsabilidades como movimentos reflexos e voluntários, posição corporal e sensação sinestésica (PALMIERI, 1983).

O OTG se localiza nos tendões e tem a função de detectar e transmitir a tensão muscular e sua velocidade de alteração (GUYTON et al, 1997). O FUM se localiza no interior de fibras intrafusais (PALMIERI, 1983) e informam o SNC sobre o comprimento muscular e a velocidade de alteração do mesmo (GUYTON et al, 1997).

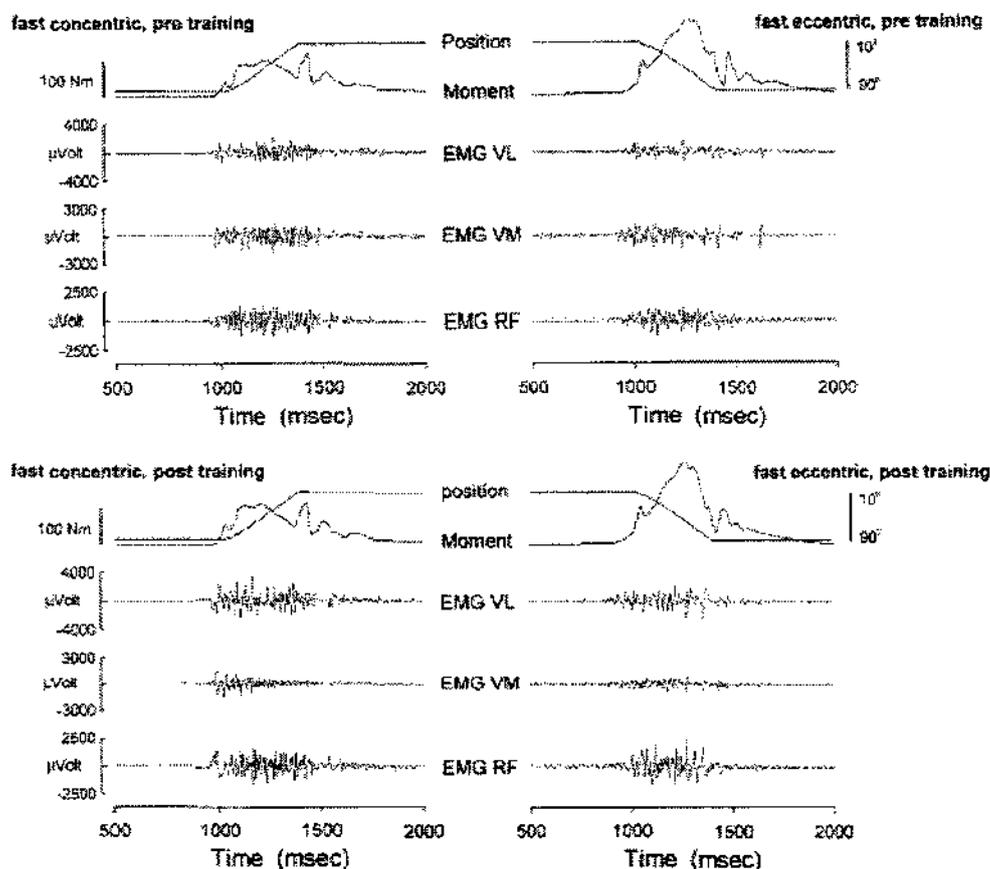
O número, a sincronização e a taxa de ativação (ou frequência de ativação) de unidades motoras ocupam um papel preponderante no aumento da

manifestação da força voluntária (CRONIN et al, 2002; STONE et al, 2005). Apesar da interdependência desses fatores, a taxa de ativação determina, primariamente, o número e a sincronia de UMs.

O estudo de Judge et al (2003) verificou que o treinamento em altas intensidades em atletas altamente treinados gerou adaptações significantes na produção de tensões musculares máximas. O aumento da força na extensão do joelho apresentou melhoras de 15% a 24% em diferentes tipos de contração após o período de 16 semanas de treinamento. Tais resultados vieram acompanhados de um aumento significante na taxa de ativação do grupo experimental em relação ao grupo controle.

Em outro estudo, Aagaard et al (2000) verificaram que o treinamento de força promoveu alterações significantes na taxa de ativação em contrações rápidas (figura 4).

**Figura 4 –Taxa de ativação dos músculos vasto lateral – VL, vasto medial – VM e reto femoral – RF antes e após treinamento de força (adaptado de AAGAARD et al, 2000).**



Existindo uma alta taxa de ativação, o recrutamento de UMs acontecerá de maneira sincronizada, ou seja, UMs inativas passam a participar do processo de contração gerando aumentos significantes nos níveis de força da contração muscular (GABRIEL et al, 2001).

Além dos fatores intramusculares encontramos a coordenação intermuscular. Caracterizada pelo estreitamento das relações motoras entre dois ou mais músculos, ela é basicamente, um nível muito fino de organização de ações musculares onde agonistas, antagonistas e sinergistas exercem funções

específicas para melhor desempenho técnico, o que gera um menor despêndio energético em decorrência da economia de movimento.

Gabriel et al (2001) coloca que o SNC, ao adquirir uma nova habilidade motora, aprende a minimizar o antagonista e ações musculares desnecessárias. Segundo os autores, a força isométrica ótima é obtida quando a contração do agonista ocorre sem a co-ativação do antagonista.

Carolan et al (1992) apresentaram aumentos significantes na carga levantada em uma ação voluntária máxima na extensão de joelho após oito semanas de treinamento de alta intensidade, sem encontrar alterações na atividade eletromiográfica dos músculos do quadríceps. Tais resultados foram decorrentes de uma diminuição da co-ativação dos músculos antagonistas, caracterizando uma diminuição da inibição neural.

Segundo Stone et al (2005), a inibição neural pode ser classificada como consciente ou somática reflexiva. A primeira refere-se à percepção subjetiva do corpo em relação a uma determinada ação que pode conduzir o surgimento de alguma lesão, como por exemplo, erguer uma carga muito pesada. A segunda está relacionada com respostas dadas ao SNC pelos receptores musculares e articulares periféricos (OTG e FUM), sendo que esta também atua de maneira a proteger o organismo (STONE et al, 2005). Nota-se que a diminuição desta inibição contribui positiva e significativamente tanto no implemento da coordenação intra como intermuscular.

O treinamento de força atua de modo a amenizar os efeitos desta inibição no momento da contração, especialmente em ações musculares rápidas, de modo a proporcionar maiores condições de desempenho.

Aplicado ao desempenho Hoff et al (2002) e Østeras et al (2002) verificaram que a utilização do treinamento de força com ênfase em adaptações neurais influi direta e positivamente no pico de força, no desempenho aeróbio e no tempo de exaustão de atletas, resultados esses creditados à melhora de coordenação do movimento, que causou um aumento na economia de movimento. Apesar da coordenação inter e intramuscular não terem sido quantificadas, foi sugerido que a interação desses dois fatores influíram no desempenho.

As influências coordenativas no implemento da força estão intimamente relacionadas ao padrão de movimento adotado (SEMMLER et al, 2000 citado por STONE et al, 2005). Em atletas, acredita-se que exista um nível técnico apurado o que nos remete a aplicação direta da especificidade anteriormente abordada.

### **2.3. Fatores Estruturais - Tipos de Fibra**

A classificação de fibras lentas ou rápidas é realizada por meio de avaliações histoquímicas que determinam a atividade ATPásica conferida à cabeça de miosina (STARON, 1997).

Às fibras lentas (Ia) são conferidas características essencialmente oxidativas tendo predominância de metabolismo de lipídios e glicídios. Por isso, observa-se maior vascularização e grande quantidade de mioglobina em suas

células musculares. Bioquimicamente são observadas maiores quantidades de enzimas da via aeróbia como succinato desidrogenase e malato desidrogenase além de maior quantidade e maior volume das mitocôndrias. Os motoneurônios responsáveis por estas fibras apresentam menor quantidade de mielina (PALMIERI, 1983) fazendo com que a transmissão do estímulo nervoso seja mais lenta. Todos esses fatores conferem à esse tipo de fibra um limiar de fadiga mais alto para ser atingido.

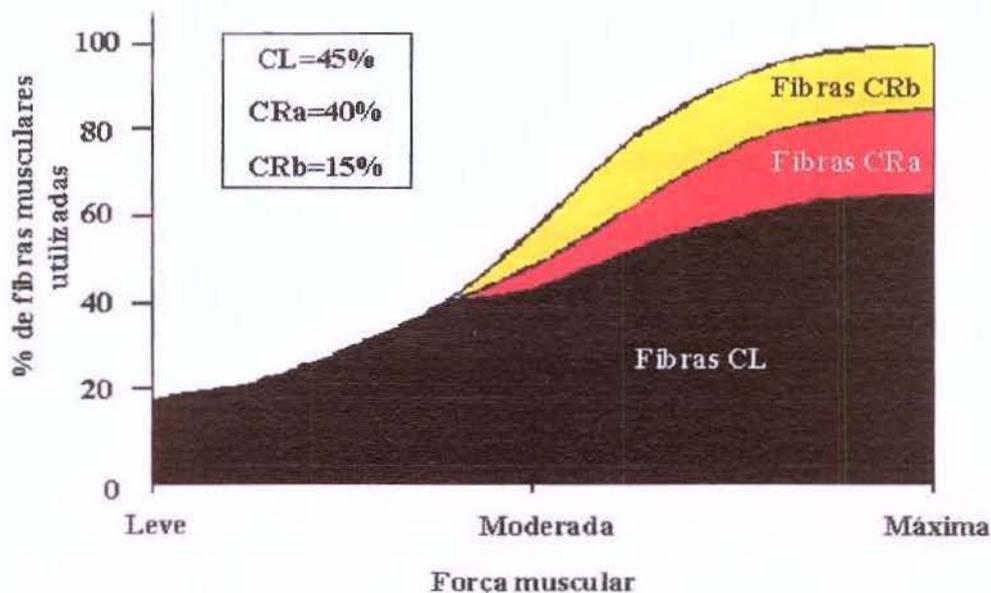
As fibras de contração rápida (IIa) podem ter suas características definidas pelo tipo de treinamento a que são submetidas. Segundo Palmieri (1983) e Pearson (2004) o tipo de fibra não pode ser mudado, mas suas propriedades bioquímicas se alteram conforme o enfoque do treinamento. Seus atributos a posicionam entre as fibras lentas e as fibras rápidas tendo uma capacidade simultânea de gerar potência e de resistir à fadiga.

Alta capacidade anaeróbia, grandes quantidades de fosfofrutoquinase, lactato desidrogenase muscular e miosinas com alta capacidade ATPásica são características das fibras do tipo IIb. Inervadas por neurônios grandes e com grande quantidade de mielina, essas fibras são utilizadas em esforços de alta aplicação de força e potência (PALMIERI, 1983).

Obviamente que somente a presença isolada de determinado tipo de fibra não produz os efeitos desejáveis de desempenho, sendo necessária a conexão de todas as variáveis relacionadas ao treinamento para que entre si gerem maiores condições de força.

Nas condições mostradas na figura 5 observa-se que o padrão do recrutamento é dependente no nível de força aplicado (COSTILL, 1980).

**Figura 5 – Efeito de Rampa no recrutamento de fibras musculares (MAGLISCHO, 1999 p. 27).**



À medida que as exigências externas aumentam, muda-se a configuração do tipo de fibra a ser recrutado, o que torna o padrão de recrutamento um fator determinante no comportamento da relação força-velocidade (CHALLIS, 2004). Observamos ainda que em exigências máximas todas as fibras são recrutadas, sendo que a participação das contrações rápidas determina em torno de 40% do efeito total.

#### **2.4. O Treinamento Complexo (MC)**

Conciliar o aumento da força com o aumento de velocidade converge para a metodologia proposta por Verkhoshansky (1995) denominada de Treinamento Complexo (MC).

Conceituado por Verkhoshansky como “complexo de exercícios unidos de acordo com o princípio de que o exercício básico para o desenvolvimento da capacidade reativa se realiza em um contexto de destacada excitabilidade do sistema nervoso central, ocasionados pela execução preliminar de exercícios que requerem grande potência” (EBBEN et al, 2000 p. 451).

O MC tem como objetivo aumentar a potência da ação muscular através da execução alternada de séries de exercícios com alta e baixa resistência externa (SMILIOS et al, 2005). Segundo Fleck et al (1986) as contrações musculares realizadas com alta resistência atuam nos mecanismos neurais – aumento na taxa de ativação, diminuição na inibição pré-sináptica, maior sincronização e recrutamento de UM (DOCHERTY et al, 2004) – que inibem a excitação do motoneurônio em contrações voluntárias máximas. Desta forma, existe um aumento na ativação neuromuscular, que conseqüentemente proporcionará um melhor desempenho em ações sem resistência (SMILIOS et al, 2005).

Apesar de muito citada, a explicação acima se mostra divergente com os resultados de Ebben et al (2000). O estudo avaliou a atividade muscular (EMG) no lançamento de medicine ball em duas condições: precedido de estimulação com

altas cargas (supino) e sem tal procedimento. Seus resultados mostraram que a ativação do peitoral maior e o tríceps não se diferenciaram nas duas situações.

Mas, existe ainda um outro mecanismo que pode estar relacionado com o aumento do potencial muscular após estimulações máximas: fosforilação da cabeça leve de miosina (CLM). Segundo Docherty et al (2004) “a estimulação muscular gera um aumento do  $Ca^{2+}$  sarcoplasmático, que ativa a CLM quinase. Essa enzima é responsável por disponibilizar mais ATP no complexo da actina e miosina, aumentando assim, a taxa de cruzamento das pontes da actina e miosina”.

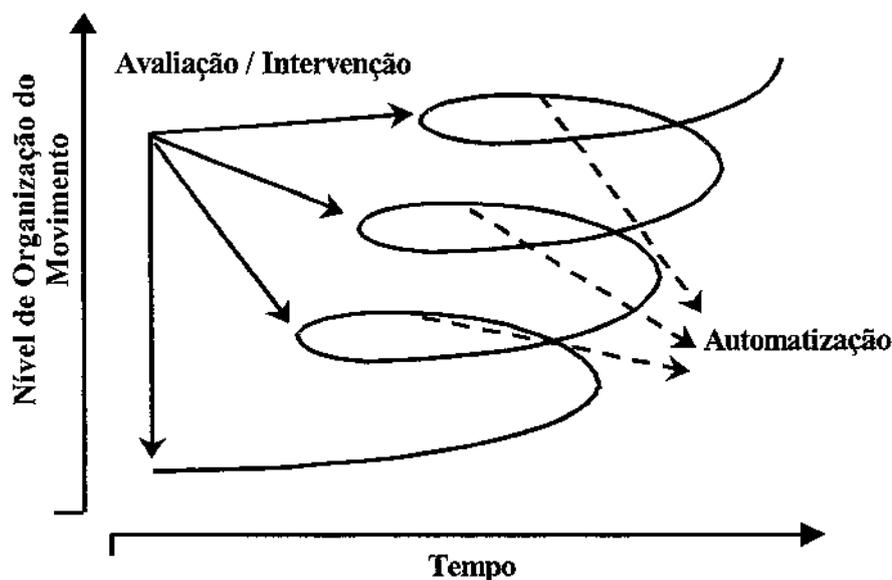
Assim, no treinamento das diferentes manifestações de força, sobretudo àquelas onde são exigidas contrações musculares potentes, os mecanismos citados acima se aliam à capacidade reativa, característica do sistema músculo esquelético. Caracterizada pelo esforço explosivo após a extensão intensiva mecânica dos músculos, seu princípio é baseado na capacidade muscular de acumulação de energia elástica na fase excêntrica e em seguida transferindo uma maior capacidade de trabalho na fase concêntrica (POTTEIGER et al, 1999). No MC, contrações com essa característica acontecem nos exercícios subseqüentes à série de força máxima, onde a pliometria ocupa a preferência dos estudiosos.

A hipótese é que o MC possa proporcionar adaptações mecânicas, estruturais e neuromusculares, dependendo do nível do atleta e da forma que for abordado. Em sua maioria, os estudos dedicaram-se aos efeitos agudos do MC, apresentando resultados controversos (BAKER, 2003; EBBEN et al, 2000; GOTO et al, 2004; JONES et al, 2003; SMILIOS et al, 2005; YOUNG et al, 1998).

Apenas dois estudos (BURGER et al, 2000 e LOTURCO FILHO et al, 2005) abordaram seus efeitos crônicos, apontando eficácia na utilização do MC. Quando utilizado de maneira longitudinal dentro da periodização, o MC deve ser posicionado no período preparatório específico com uma periodicidade de até três vezes numa mesma semana (FLECK et al, 1986).

Nessa abordagem o MC funciona de maneira seqüencial (Figura 6), possibilitado o incremento das capacidades de força e velocidade através da coordenação: passa-se de movimentos básicos para ações motoras complexas.

**Figura 6 - Princípio da organização de uma ação motora complexa adaptado de Verkhoshansky (2001).**



À medida que o processo de construção da ação complexa avança os padrões de movimento passam a um estado consciente ou de automatização, e em seguida, pela aplicação de um novo estímulo, passa-se a uma nova dinâmica de trabalho mais complicada o que exigirá do atleta um novo processo de

absorção proprioceptiva (Figura 6). Nesse entendimento o MC deve ser inserido num contexto dentro da preparação física do atleta.

## **2.5. A Adaptação do MC para Natação**

As informações sobre o processo de estruturação do treinamento devem ser utilizadas na transposição do MC às diversas modalidades. No entanto, direções sobre volume, exercícios específicos devem considerar a especificidade dos diferentes gestos motores.

Na natação a literatura sobre o treinamento de força é escassa, e ainda não existem estudos sobre a utilização do MC.

Dentro da água as ações musculares excêntricas são limitadas pela propriedade isocinética da água. Desta forma, a capacidade reativa fica reduzida a movimentos de saídas e viradas. Apesar disso, o princípio de contraste de cargas de força e velocidade pode ser empregado.

Considerando as diversas formas de desenvolvimento da força específica citadas anteriormente (tópico 2.1), entendemos que o contraste das cargas pode acontecer com a utilização de séries que caracterizem treinos de força propulsora máxima sucedidos de séries de velocidade pura ou minimamente resistidas.

Uma outra adaptação necessária é prover condições para que as exigências metabólicas da natação sejam atendidas. Atentando para a necessidade de desenvolver a capacidade glicolítica, acredita-se que as séries em

velocidade devam ser iniciadas com distâncias curtas passando às distâncias específicas de competição.

Considerando a utilização do MC para nadadores competitivos, a proposta é conseguir aumentos da força especial através de mecanismos neuromusculares ou até mesmos ajustes mecânicos. Os treinos utilizados como MC no presente estudo estão presentes no ANEXO C.

## **2.6. O Controle da Carga do Treinamento na Natação**

Segundo sugestão de MAGLISCHO (1999), o sistema aeróbio é dividido em três zonas de intensidade: sub-limiar, limiar e supra-limiar, onde cada uma delas possui características específicas.

A intensidade sub-limiar ou A1, situada abaixo do limiar anaeróbio, utiliza predominantemente fibras lentas, com participação de até 60% do metabolismo de ácidos graxos e sua intensidade varia de 1 a 3 mmol de lactato (MAGLISCHO, 1999). Em séries de A1 é recomendado o acréscimo de 4 segundos no tempo de 100m nadado em A2, sendo portanto, uma intensidade muito confortável.

Nadar no limiar ou A2 significa, segundo Maglischo (1999), que o atleta contará com a participação tanto de fibras lentas (Ia) quanto de rápidas (IIa). Além disso, a participação dos ácidos graxos torna-se menos importante, sendo feita em 70% pelo glicogênio muscular. A concentração de lactato para a maioria dos nadadores varia entre 3 a 5 mmol (MAGLISCHO, 1999). A intensidade subjetiva

recomendada é aquela onde o atleta é capaz de manter um ritmo relativamente forte por um grande período de tempo.

Com ampla participação das fibras rápidas (IIa e IIb), a intensidade supra-limiar ou A3 gera uma concentração de 6 mmol de lactato ou mais. Como controle subjetivo é recomendado a diminuição de 2 segundos do tempo de 100m nadado em limiar (MAGLISCHO, 1999).

**Quadro 1 - Descrição das cargas aeróbias propostas por Maglischo (1999).**

	Sigla	Treino	Volume Máximo	Objetivos
Aeróbio	A1	Sub-Limiar	3000m	Preservar reserva de glicogênio, remoção do lactato residual, maior capacidade lipolítica e oxidativa.
	A2	Limiar	2500m	Aumento da capacidade de produção / remoção de lactato entre e após esforço, aumento da capilarização nas áreas periféricas.
	A3	Supra-Limiar	2000m	Aumento da capacidade de oxidar piruvato, aumento da velocidade das reações químicas do ciclo de Krebs e do número de mitocôndrias

Os quadros 1 e 2 sintetizam as orientações de Maglischo (1999) em relação à carga de treinamento. O volume máximo indica a metragem pico atingida naquela zona intensidade, ou seja, na montagem dos treinos nenhuma série ultrapassou esses valores de referência.

As cargas anaeróbias também são divididas de modo a atingir três objetivos diferentes: Velocidade e potência, produção de lactato e tolerância ao lactato. O quadro a seguir mostra as especificações dessas intensidades.

**Quadro 2 - Descrição das cargas anaeróbias propostas por Maglischo (1999).**

	Sigla	Treino	Volume Máximo	Objetivos
Anaeróbio	TL	Tolerância ao Lactato	1000m	Melhora na capacidade de tamponamento, tolerância à fadiga.
	PL	Produção de Lactato	600m	Aumento da atividade enzimática da via glicolítica, maior velocidade de produção de lactato.
	VEL	Velocidade e Potência	300m	Aumento da potência e força muscular.

E todas as intensidade propostas para o sistema anaeróbio é predominante a utilização de fibras do tipo Ila e Iib. O principal substrato energético para os treinos de TL e PL é o glicogênio muscular enquanto no treino de VEL o sistema ATP-CP é o principal responsável pela ressíntese de ATP (MAGLISCHO, 1999).

Isso faz com que a concentração de lactato nos treinos de TL e PL seja elevada, podendo chegar até 25 mmol. Em todas as três intensidades propostas solicita-se a velocidade máxima ou bem próxima.

Apesar de existir parâmetros para o treinamento dos sistemas aeróbio e anaeróbio, ainda não existem referências sobre o desenvolvimento desses sistemas com a utilização de sobrecarga.

## **2.7. Os Indicadores Bioquímicos no Treinamento**

### **2.7.1. Creatina Quinase (CK)**

A atividade plasmática da enzima CK tem sido usada como um indicador de lesões no músculo esquelético em resposta ao exercício (BEAN et al, 1994; KLEINER et al, 1996; KIRWAN et al, 1988; TOTSUKA et al, 2002; ZAJAC et al, 2001). Normalmente essa enzima não é encontrada no plasma, e ao abalar a integridade da membrana celular com o exercício, seus níveis plasmáticos aumentam. A intenção das dosagens de CK é verificar se existem diferentes respostas adaptativas com o treinamento de força específica.

A creatina quinase (CK) é responsável por catalisar a reação reversível:  $\text{Creatina} + \text{ATP} \leftrightarrow \text{Creatina Fosfato} + \text{ADP}$ , sendo encontrada principalmente no músculo esquelético (TOTSUKA et al, 2002) e miocárdio (HENRY, 1999). Entre as causas da elevação das concentrações de CK encontram-se a prática de

exercício, aplicação de injeção intramuscular, reações psicóticas agudas ou patologias específicas (HENRY, 1999).

### **2.7.2. Uréia**

Acredita-se que o aumento da velocidade de degradação de proteínas sinaliza para o ponto em que um treinamento provocará a perda das adaptações musculares (MAGLISCHO, 1999). Com o exercício, a demanda energética do músculo aumenta e à medida que a concentração de glicogênio muscular diminui, a degradação de proteínas torna-se uma opção para produção de energia, e o produto disso é a uréia (HARTMANN et al, 2000). A uréia tem sido usada por causa da relação entre sua concentração e a velocidade de catabolismo protéico (MAGLISCHO, 1999).

Esse indicador bioquímico pode ser encontrado na urina, no suor e no sangue, entretanto, Wolfe (1987) coloca que sua concentração no sangue está sujeita a variação muito menor sob condições normais. Segundo Hartmann et al (2000), as concentrações normais de uréia variam de 10 a 50 mg/dl.

## **3 Objetivos**

### **3.1. Geral**

Este trabalho tem objetivo geral verificar os efeitos da adição do treinamento complexo no desempenho de nadadores competitivos.

### **3.2. Específicos**

Como objetivos específicos estão: (1) Estabelecer parâmetros para controle da carga de força, (2) verificar se o MC é um meio eficiente para o ganho de força especial na natação, (3) verificar os efeitos do treinamento complexo no desempenho, (4) averiguar se ocorrem alterações na frequência, comprimento e índice de braçadas mediante o MC e (4) verificar e caracterizar as respostas internas de creatina quinase e uréia durante o treinamento.

## **4 Justificativa**

Sabendo que as adaptações do treinamento acontecem de maneira específica à carga aplicada (CISSIK, 2005), surge a necessidade de buscar formas de preparação de força especial para as diferentes modalidades desportivas. O presente estudo foi proposto para atender a necessidade da natação, haja visto que o treinamento fora da água tem sido o meio mais utilizado para ganho de força na modalidade, e é comprovadamente ineficiente (BARBOSA, s/d; TANAKA et al, 1993; OLBRECHT et al, 1983; SCHLEIHAUF, 1983)

Trazendo a possibilidade de analisar a resposta específica do treinamento de força especial e considerando a íntima relação entre força e desempenho (BADILLO et al, 2001), os resultados do atual estudo podem contribuir para melhora do rendimento de nadadores competitivos.

Uma vez acompanhado o comportamento de indicadores bioquímicos, o estudo também contribuirá para o entendimento conjunto de resposta internas e externas.

## **5 Materiais e Métodos**

### **5.1. Amostra**

Participaram do estudo 14 nadadores competitivos em nível paulista, sendo 11 homens e 3 mulheres atletas da equipe de natação da Universidade Estadual de Campinas/ UNICAMP. Para participação na pesquisa foi exigido um período mínimo de 06 anos de atividade competitiva na modalidade e obter o índice em provas de 50, 100 e 200m (ANEXO A) em piscinas de 25m, determinado pela Federação Aquática Paulista (FAP) para a categoria Sênior (acima de 18 anos). O índice teve obrigatoriamente que ser atingido há um período máximo de 01 ano do início da pesquisa em qualquer competição oficial, critério esse determinado pela FAP para participação no Campeonato Estadual.

Os índices individuais foram convertidos em *International Point Score* (IPS). O IPS é reconhecido pela FINA (*Fédération Internationale Natation Amateur*) e permite comparações para homens e mulheres em diferentes provas de natação competitiva. O índice parte de 1000 pontos, valor correspondente ao melhor tempo daquela prova em toda a história e pode ser calculado no endereço eletrônico <http://www.swimnews.com/Ranking/ips.ihtml>. Pyne et al (2001), ao estudar nadadores de nível olímpico, utilizou desse recurso para caracterizar sua amostra. Com base no desempenho, convertido em IPS e obtido até um ano antes do início do treinamento experimental, os atletas foram divididos em dois grupos

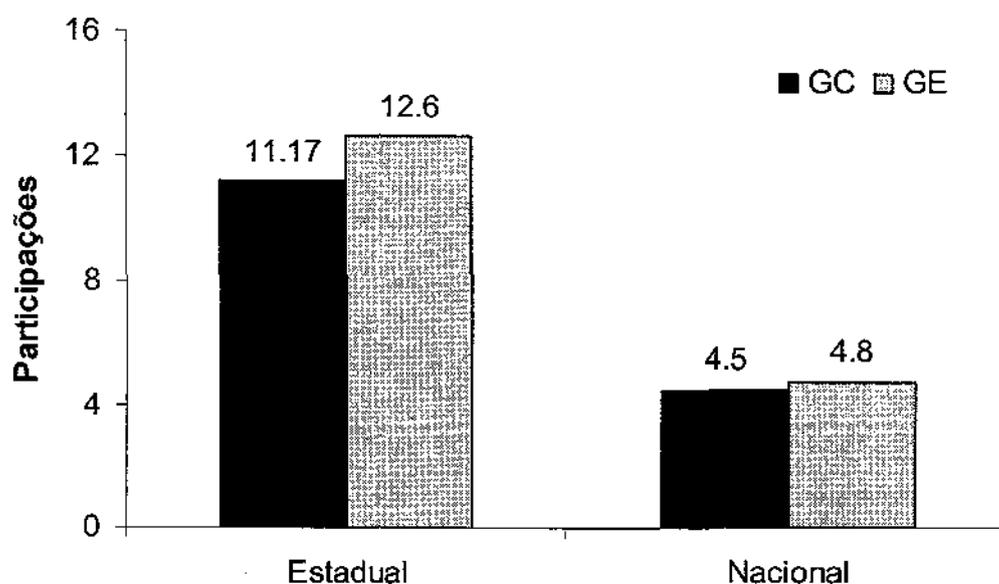
semelhantes: Controle (GC / n=6) e Experimental (GE / n=8). As características de ambos os grupos no início da pesquisa podem ser observadas na tabela 1.

**Tabela 1 – Média e desvio padrão das características dos grupos no início do período experimental \* valor estimado pela aferição das dobras cutâneas.**

	GC (n=6)	GE (n=8)
Idade (anos)	22,33 ± 1,9	21,25 ± 1,3
Altura (m)	1,72 ± 0,10	1,75 ± 0,05
Envergadura (m)	1,73 ± 0,10	1,82 ± 0,08
Massa Corporal (Kg)	67,2 ± 9,5	71,7 ± 10,7
Massa Magra (Kg)	56,75 ± 8,75	61,30 ± 8,67
% de Gordura*	13,75 ± 5,59	17,18 ± 7,12
IPS	700, 2 ± 67,1	713,8 ± 75,9
Tempo de competição (anos)	11,7 ± 2,9	9,8 ± 2,0
Estilo de Competição (n)		
Crawl	1	3
Borboleta	2	2
Peito	1	1
Costas	2	2
Distância de Competição (n)		
50m	3	3
100m	3	4
200m	-	1

A experiência competitiva da amostra se deu no âmbito estadual (São Paulo, Pernambuco, Paraná e Califórnia), nacional (Brasil e Finlândia) e internacional (02 Sul-americanos e 01 Multinations). O Gráfico 1 mostra a participação de ambos os grupos nestes eventos.

**Gráfico 1 – Média de participação em eventos competitivos de nível estadual e nacional do GC e GE.**



Antecedendo ao estudo os nadadores foram convidados a uma explanação verbal a respeito dos procedimentos e dos possíveis riscos da pesquisa, conforme determinação do Conselho Nacional de Saúde (Resoluções 196/96 e 251/97). A seguir os atletas preencheram o termo de consentimento livre e esclarecido, sendo o projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas / FCM – UNICAMP.

## 5.2. Protocolo Experimental

Durante 06 semanas ambos os grupos foram submetidos ao mesmo treinamento, que teve a duração de 1 hora por dia, 5 dias por semana (segunda à sexta). Adicionalmente, o GE realizou um treinamento de força específica 3 vezes por semana em dias alternados (segunda, quarta e sexta) em sessões extras ao treinamento convencional.

Antes e depois do período experimental todos os indivíduos foram submetidos à semana de avaliação e testes. Durante as 06 semanas foram coletadas amostras de sangue para acompanhamento das concentrações de creatina quinase e uréia, objetivando verificar a influência das cargas de treino no comportamento desses indicadores bioquímicos. O quadro 3 mostra o desenho experimental adotado no processo.

**Quadro 3 – Desenho experimental da pesquisa (Pré = testes pré-treinamento / Pós = testes pós-treinamento / X = Semanas de Coletas de Sangue para CK e Uréia / AV = Semana de testes / C = Competição).**

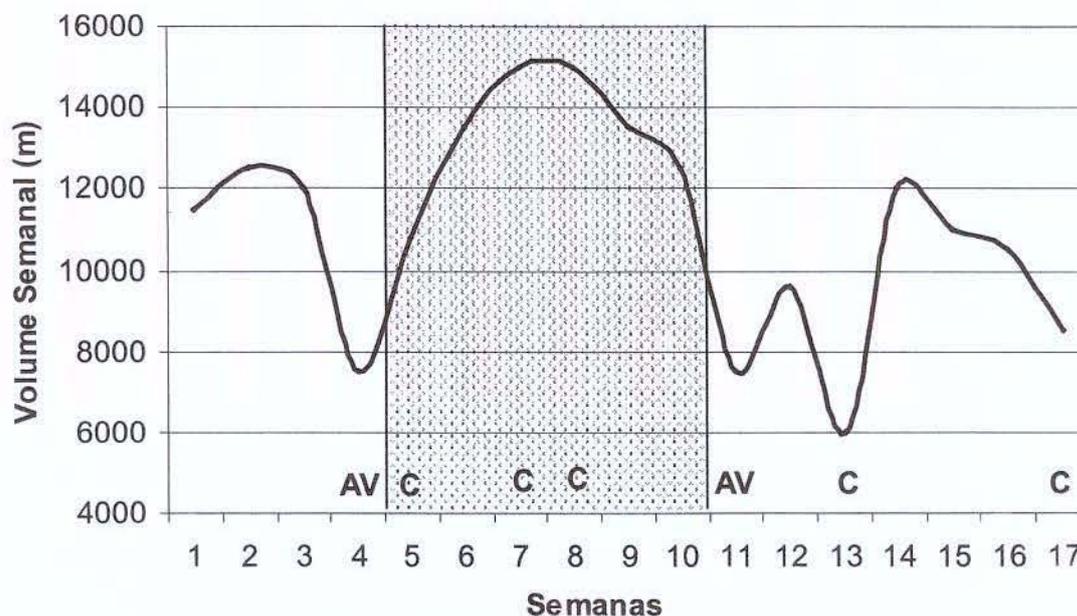
TREINAMENTO – 17 SEMANAS																
Adaptação			Pré	Preparatório						Pós	Competitivo					
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
			AV	X	X	X	X	X	X	AV						C

### 5.3. Controle de Carga de Treinamento

Após um período de 3 semanas de adaptação, houve uma avaliação (Pré) e em seguida 06 semanas de desenvolvimento do MC e, por fim, a re-avaliação (Pós). Apesar de não ter sido realizada uma terceira semana de testes ao final das 17 semanas, os resultados dos atletas na competição principal (semana 17) foram coletados e convertidos em IPS. A partir disso, o desempenho do GC e GE foi comparado na primeira (Pré) e segunda avaliação (Pós) e também na competição principal.

O volume de treinamento (gráfico 2) foi gradativamente aumentado do início até atingir o pico (15000m / semana) na sétima e oitava semanas, diminuindo progressivamente em seguida atingindo o mínimo de 8500m na 17ª semana.

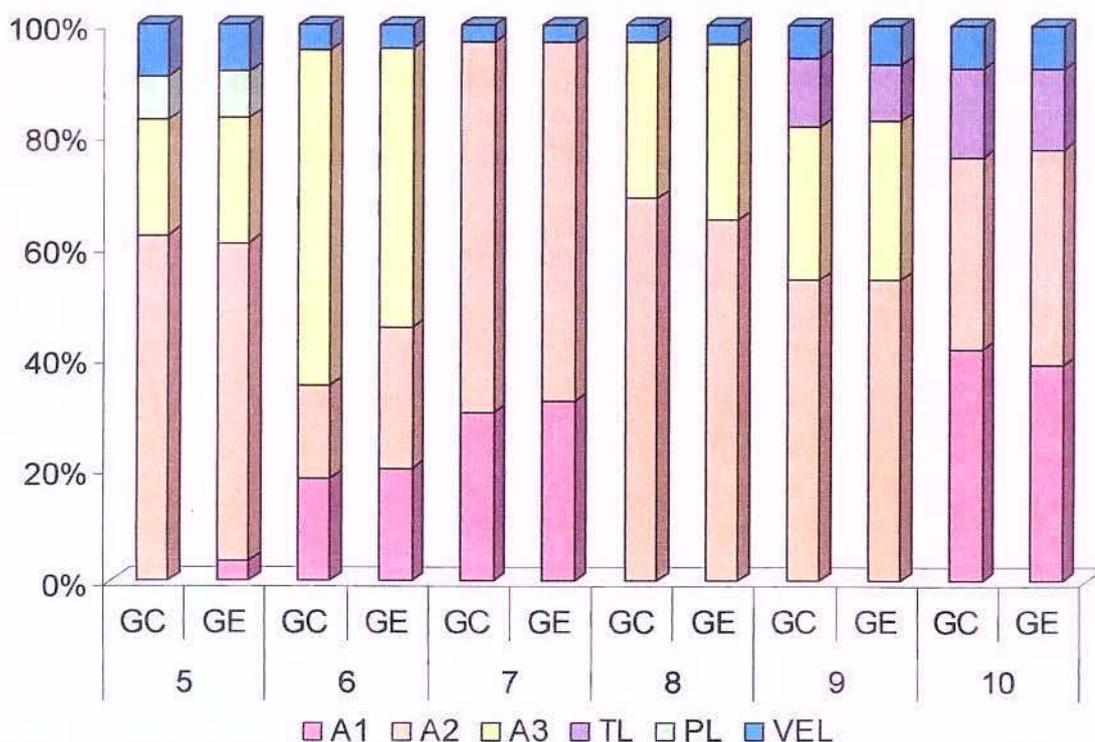
**Gráfico 2 - Volume semanal no treinamento dentro da água. A área pontilhada representa o período no qual o treinamento de força especial foi desenvolvido / C = Competição – AV = Semana de testes.**



Durante todo macrociclo competitivo (ANEXO B), as sessões de treinamento tiveram ampla predominância de trabalhos intervalados. A carga foi controlada segundo as orientações de Maglischo (1999). Durante o período experimental (semanas de 5 a 10) 7,14% dos treinos foram realizados em intensidade regenerativa, 14,29% em sublimiar, 42,86% em limiar e 25% em supralimiar, totalizando 89,29% de treinos predominantemente aeróbios e 10,71% anaeróbios. Nessa fase, foram incluídos estímulos de velocidade que estiveram presentes em 46,43% dos treinos.

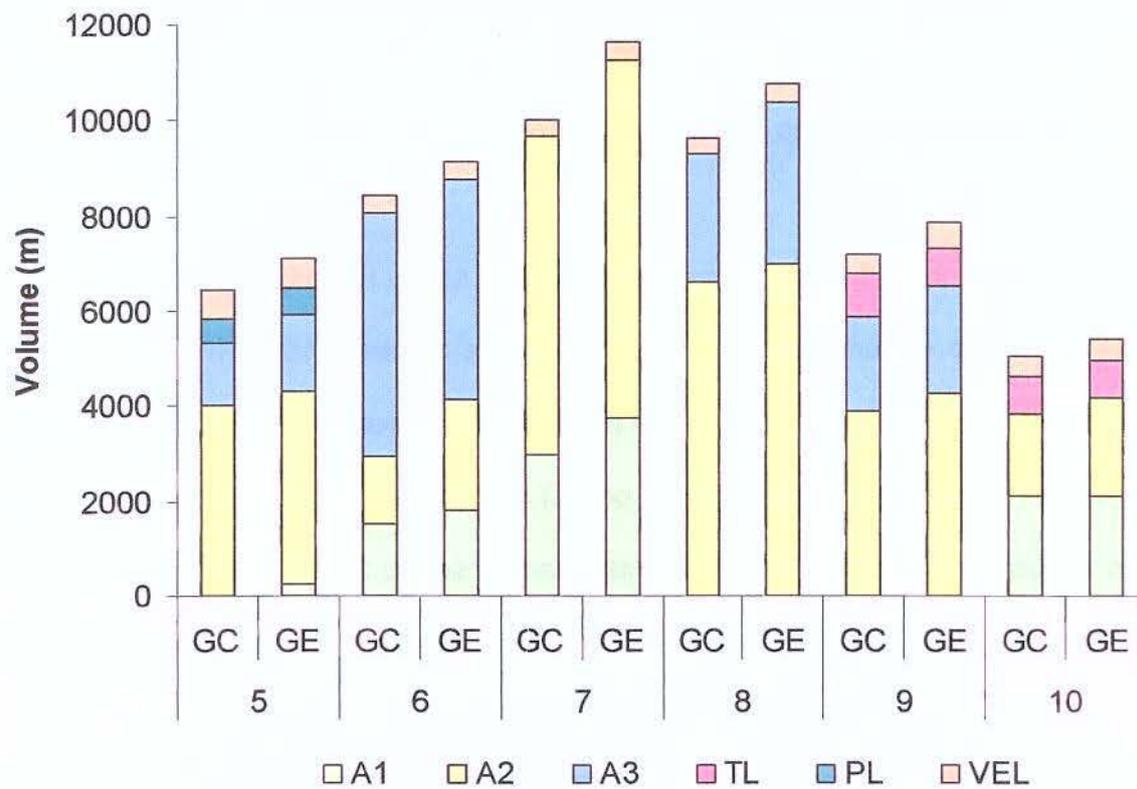
A distribuição percentual das cargas durante as semanas do período experimental está mostrada no gráfico abaixo.

**Gráfico 3 – Distribuição percentual das cargas durante o período preparatório (semanas de 05 a 10).**



O volume em metros das cargas de treinamento no período experimental pode ser observado no gráfico abaixo.

**Gráfico 4 – Média da metragem cumprida nas diversas zonas de intensidade em ambos os grupos durante o período preparatório (semanas 05 a 10).**



Os valores do gráfico acima mostram que normalmente as cargas de treinamento foram maiores no GE. Três atletas que participaram desse grupo realizaram treinos complementares nas terça e quintas quando o MC não era utilizado.

No período competitivo (semanas de 11 a 16) a dinâmica das cargas aeróbias e anaeróbias se equilibrou, passando a 39,29% de treinos aeróbios e 60,71% anaeróbios divididos em 25% de produção e tolerância ao lactato e

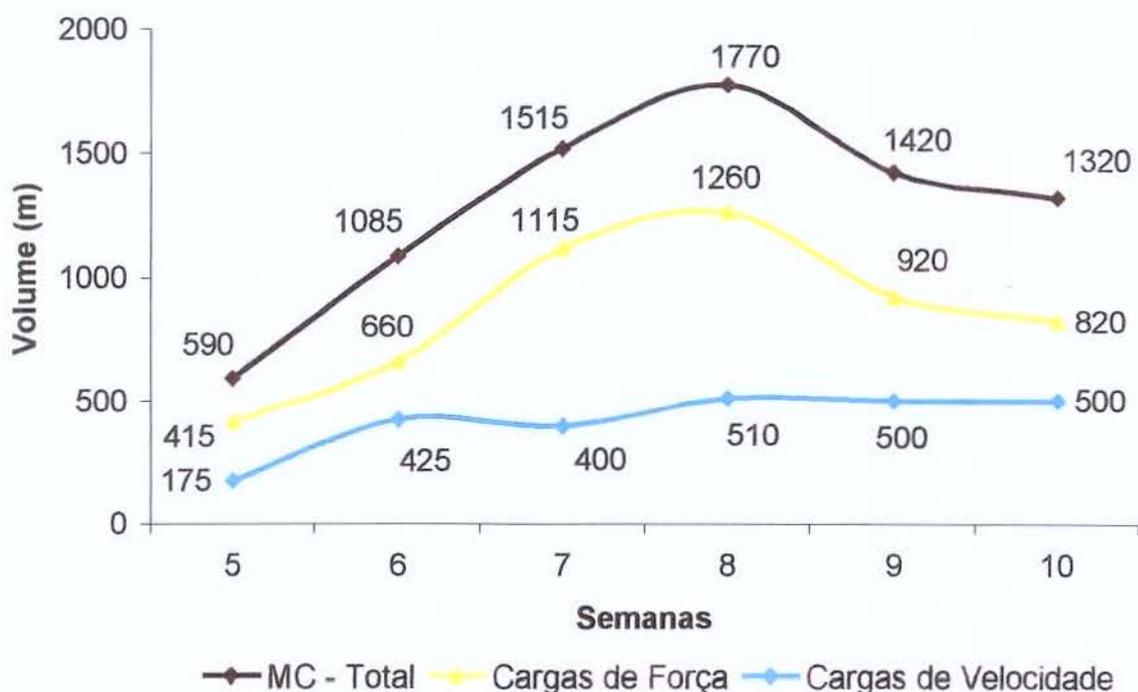
28,57% de potência e velocidade. Optou-se por não descrever as cargas somente das semanas 05 a 10, pois foi nelas que aconteceu o desenvolvimento do MC e nos demais períodos da periodização as cargas foram distribuídas de maneira similar nos grupos controle e experimental.

#### **5.4. Controle da Carga no Treinamento Complexo**

Quando exigidos membros superiores, as séries de força se caracterizavam pela utilização de um palmar e um pára-chute de área  $150\text{ cm}^2$  e  $2500\text{ cm}^2$ , respectivamente. Para sobrecarga de membros inferiores também foram utilizados nadadeira, caneleiras (1Kg em cada perna) e pranchas. As sessões aconteceram três vezes a cada semana em dias alternados, sendo 2ª e 6ª destinadas para o treinamento dos membros superiores e as de 4ª para membros inferiores.

O fato de não existir valores de referência para o MC na natação, fez com que o treinamento iniciasse com o mesmo padrão de volume para os estímulos de velocidade (máximo de 300m, quadro 2). Observando o comportamento da amostra, esse valor foi aumentado gradativamente seguindo a ordem dos volumes de PL e TL propostos, chegando ao máximo de aproximadamente 1700m. O gráfico 5 mostra o comportamento do volume do MC durante as 06 semanas.

**Gráfico 5 – Média do volume do MC e distribuição das cargas de força e velocidade durante o período experimental.**



O gráfico 5 também mostra a distribuição da metragem utilizada no desenvolvimento da força e da velocidade, onde houve predominância das cargas de força. A queda do volume nas duas últimas semanas teve como objetivo supercompensar o desempenho dos atletas para a semana de avaliação.

Visando atingir as exigências metabólicas competitivas de maneira progressiva, o volume MC - Total foi inicialmente dividido em distâncias curtas (12,5 até 25m), passando por distâncias médias (37,5m a 50m) e chegando a metragens longas (até 150m), sendo que, o tempo necessário para cumprir tais estímulos com os implementos (para-chutes e palmar) era aproximadamente 25,

60 e 120 segundos respectivamente. Todos os treinos do MC realizados no período experimental encontram-se no ANEXO C.

### 5.5. Avaliação Antropométrica

Todas as medições foram realizadas segundo as prescrições de Callaway et al (1988). Foram determinadas as seguintes variáveis em cada indivíduo: massa corporal, estatura, envergadura, nove dobras cutâneas (tricipital, bicipital, subescapular, peitoral, axilar média, supra-ilíaca, abdominal, medial da coxa e medial da perna) e 11 circunferências (ombro, peitoral, braço, antebraço, quadril, abdômen, glúteo, panturrilha, coxa proximal, medial e distal).

A estatura e a massa corporal foram mensuradas utilizando-se um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm e uma balança eletrônica Filizolla, com precisão de 0,1 kg, respectivamente. A espessura das dobras cutâneas foi aferida utilizando-se um compasso científico tipo Lange com precisão de 0,1 mm. As circunferências foram medidas com o auxílio de uma fita métrica com precisão de 1mm.

Para o cálculo da densidade corporal (DC) foram utilizadas as fórmulas propostas por Pollock et al (1980) apud Pollock et al (1993), sendo que o protocolo utiliza a soma das dobras (ST) subescapular, axilar média, tricipital, coxa, supra-ilíaca, abdome e peitoral:

$$DC \text{ Homens} = 1,112 - [0,00043499 (ST) + 0,00000055 (ST)^2] - [0,0002882 (\text{idade})]$$

$$\text{DC Mulheres} = 1,0970 - [0,00046971 (\text{ST}) + 0,00000056 (\text{ST})^2] - [0,00012828 (\text{idade})]$$

Para obtenção do percentual de gordura (%G), os valores da DC foram utilizados na fórmula de Siri:  $\%G = [(4,95 / \text{DC}) - 4,50] \times 100$ .

As atletas que estavam em período pré-menstrual foram avaliadas uma semana após.

## **5.6. Condição dos Testes**

Todos os testes (ANEXO D) foram realizados sob a direção dos mesmos avaliadores, buscando obedecer a mesma ordem de aplicação. A temperatura da água variou entre 25 e 26 °C.

Também foi padronizado o aquecimento, no qual os atletas realizavam alongamento passivo realizado fora da água, seguido de 10 minutos nadando em intensidade submáxima e mais 04 repetições de 15m em máxima velocidade com intervalo de 1 minuto e 15 segundos. Passados 03 minutos da última repetição os testes foram iniciados.

## **5.7. Determinação da Frequência, Comprimento e Índice de Braçadas**

Para determinação da frequência (FB), comprimento (CB) e índice de braçadas (IB), os testes de velocidade e desempenho foram filmados com uma câmera digital Samsung SCD 101 (30 hertz = 30 quadros por segundo). Após

transferir os dados para o computador, dois avaliadores cronometraram a mesma imagem duas vezes, e o valor utilizado foi a média dos quatro valores obtidos. A fim de minimizar a influência da saída, os nadadores iniciaram os testes ao comando do avaliador. Na contagem de tempo, os cronômetros só foram acionados no momento em que o pé do nadador perdeu o contato com a borda e interrompido quando o atleta finalizou a distância proposta com o toque na borda.

Como parâmetros auxiliares na determinação dos indicadores técnicos, foi utilizada a velocidade média ( $VMéd = 25 / \text{tempo em segundos}$ ) e tempo de 5 ciclos em cada 25m.

A partir disso, a frequência de braçadas (FB) foi determinada pela fórmula:  $FB = (60 \times 5) / \text{Tempo (s) de 5 ciclos de braçadas}$ , sendo o resultado expresso em braçadas por minuto.

Para o cálculo do comprimento de braçadas (CB) a fórmula utilizada foi:  $Vméd (m/s) / FB (ciclos / s)$  – os valores são expressos em distância (m) por ciclo.

O índice de braçadas (IB) foi determinado pelo produto da multiplicação pelo entre a  $Vméd$  e a CB ( $IB = Vméd \times CB$ ). O IB é um indicador de eficiência técnica e quanto maior for o seu valor, mais eficiente será a braçada do atleta.

Todos os indicadores técnicos foram determinados segundo os relatos de Caputo et al (1999).

## **5.8. Testes**

### **5.8.1. Velocidade Básica (T25)**

Esse teste visou avaliar o máximo potencial de sprint (COSTILL et al, 1980). O teste consiste em três execuções da distância de 25m para o melhor tempo no estilo específico de competição. Dos três tempos foi tomado o melhor como referência.

O atleta posiciona-se na borda e sai ao comando sonoro dado pelo avaliador.

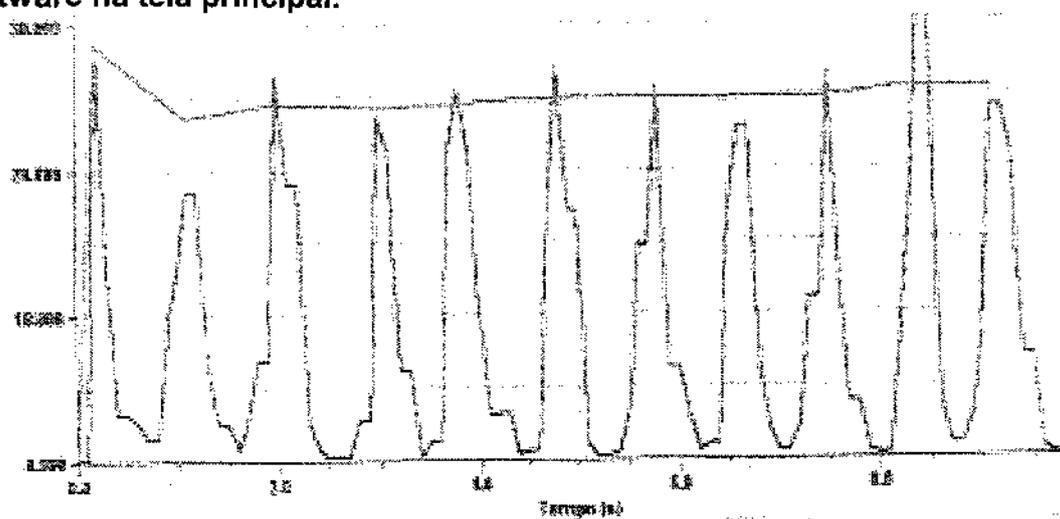
### **5.8.2. Teste de Desempenho**

O teste de desempenho consistiu na realização de uma repetição para melhor tempo das distâncias de 50, 100 ou 200m no estilo específico. A partir dos tempos obtidos foram calculados os respectivos valores de IPS para comparação do desempenho. Além dos dois momentos de avaliação o IPS também foi calculado IPS para os resultados atingidos na principal competição (Final), a fim de avaliar as diferenças inter grupos pós-período competitivo para a variável performance.

### 5.8.3. Nado Amarrado (Força Específica)

A avaliação da força aconteceu por meio do nado amarrado, que quantifica em kilograma força (kgf) os valores referentes à força aplicada pelo atleta. O atleta nada amarrado através de um cinto preso através de cordas a um transdutor de força de 200 kgf de capacidade na condição de tração e um erro de linearidade e reprodutibilidade de 0,10% e 0,05% respectivamente. O transdutor transmite para circuitos eletrônicos, que são responsáveis por receber os sinais emitidos e modelá-los para que o computador possa aceitá-los e ler os dados. O aparelho fornece dois dados: Força propulsora máxima (FPM) e força propulsora média (FM). O primeiro corresponde ao pico e o segundo à média, atingidos no período de tempo delimitado. A figura mostra o gráfico gerado a partir do software.

**Figura 7 – Gráfico resultante da relação força x tempo apresentado pelo software na tela principal.**



Foram realizadas três repetições de 10 segundos nadando amarrado tendo um mínimo de 3 minutos de intervalo passivo. O teste tem por objetivo avaliar a força propulsora máxima (FPM) e por isso foi tomado o maior valor para análise.

Avaliada a FPM, foi dado um intervalo ativo de 15 minutos para que, em seguida fosse realizado o teste de força especial, no tempo específico de suas provas, sendo 30 segundos para 50m, 60s para 100m e 120s para 200m.

Visando eliminar qualquer influência da aprendizagem neste teste, foram destinadas 03 sessões de adaptação no período introdutório para a aplicação do teste em nado amarrado, tendo as mesmas condições e protocolos utilizados na semana de avaliação. A seguir os dados foram tratados para confirmação da reprodutibilidade.

### **5.9. Coletas de Sangue**

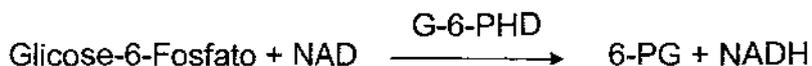
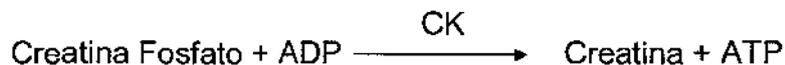
Em todas as segundas e sextas-feiras do período preparatório (Quadro 1) os atletas compareceram, no período de 7:00 às 11:00 da manhã, ao Laboratório de Bioquímica do Exercício (LABEX) para coletas de sangue, que aconteceram sob responsabilidade de um profissional capacitado, seguindo todos os cuidados de higiene e assepsia. Coletar o sangue nesse horário permitiu verificar o comportamento de CK e Uréia diante das cargas aplicadas em todos os dias da semana, exceto sexta-feira, quando os treinos do GC e do GE aconteciam após coleta.

Após pequena punção no dedo, 500µl sangue foram armazenados em tubos Microvette Sarsted heparinizado Lithium. A seguir essas amostras foram centrifugadas por 15 min, a 3000 rpm, a fim de separar o plasma das células sanguíneas. Terminado o procedimento, 200µl de plasma de cada tubo foram armazenados a -80 °C para análise posterior.

## 5.10. Dosagens Bioquímicas no Plasma

### 5.10.1. Creatina Quinase (CK)

Para a dosagem da atividade plasmática da enzima CK no plasma foi utilizado o kit CK-NAC-UV (Wiener Lab) no aparelho automático Autolab Boehringer executando as leituras via metodologia espectrofotométrica, de acordo com as seguintes reações:

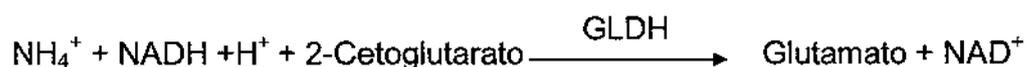
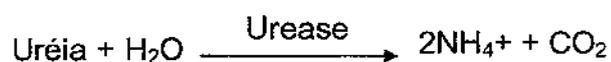


A CK catalisa a reação entre a creatina fosfato e adenosina difosfato (ADP), formando creatina e adenosina trifosfato (ATP). O ATP fosforila a glicose sob a ação da hexoquinase (HK), formando glicose-6-fosfato, que é oxidada a 6-

fosfogluconato (6-PG) na presença de NAD, por ação catalítica da glicose-6-fosfato desidrogenase (G-6-PDH). Uma quantidade equimolar de NAD é reduzida a NADH, aumentando a absorvância em 340 ou 365 nm, proporcionalmente à atividade da CK na amostra.

### 5.10.2. Uréia

A uréia foi dosada no aparelho Autolab Boehringer utilizando o Kit Wiener Lab via metodologia espectrofotométrica. A uréia é hidrolisada pela urease em íons amônia e CO<sub>2</sub>. A amônia reage com o 2-cetoglutarato e NADH em uma reação catalisada pela glutamato desidrogenase (GLDH), ocorrendo oxidação do NADH a NAD<sup>+</sup>. O consumo de NADH, medido pela diminuição da absorvância em 340 nm, é proporcional à concentração de uréia na amostra.



## **6 Tratamento Estatístico**

---

---

Para plotagem dos dados foi utilizado o programa EXCEL for Windows. Para tratamento dos dados foram utilizados os programas SPSS 12.0 e STATISTICA™ for Windows. Na estatística descritiva utilizou-se média e mediana como medidas centrais. Como medidas de dispersão foram utilizadas desvio-padrão, quartis, valores mínimos e máximos.

Após totalizar a metragem individual dos atletas em cada zona de intensidade, os dados de ambos os grupos foram comparados pelo teste Mann-Whitney. O volume total nadado durante o período experimental também foi comparado pelo teste t de student para amostras independentes.

A reprodutibilidade do teste nado amarrado aconteceu pela verificação da consistência interna (medidas realizadas no mesmo dia) e estabilidade (entre os dias). Como foram destinadas 03 sessões de adaptação ao teste, as possíveis diferenças foram testadas pela análise de variância (ANOVA) por medidas repetidas. Além disso, foi verificado o coeficiente de correlação intraclass, o coeficiente de variação (gerado pela divisão dos desvios-padrão pelas médias dos valores obtidos) e o intervalo de confiança. Verificando valores de significância  $p < 0,05$ , obtendo um alto coeficiente de correlação, um pequeno intervalo de confiança e um coeficiente de variação abaixo de 10% o teste apresenta uma boa reprodutibilidade.

Nos testes, as diferenças intragrupo foram constatadas a partir do teste t de student para amostras dependentes. Quando os dados não apresentaram uma distribuição paramétrica, testada pelo teste de Shapiro-Wilk, optou pela utilização do teste de Wilcoxon. Para contraste intergrupos (GC e GE) foram calculadas as diferenças percentuais de Pré para Pós de todas as variáveis. Verificada a normalidade dos dados (Shapiro-Wilk) optou-se pelo teste t de student para amostras independentes. Caso contrário o teste de Mann-Whitney foi utilizado.

Para verificação das diferenças intra e intergrupos para a variável desempenho, avaliada pelo IPS (Pré, Pós e competição final), foi utilizada a análise de variância (ANOVA) por medidas repetidas. Quando verificadas diferenças significantes estas foram detectadas pelo teste de Post-Hoc de Scheffé. Anteriormente a esse procedimento foi verificada a homocedasticidade dos dados pelo teste de homogeneidade de Levene. Em todas as situações o nível de significância foi pré-fixado em  $p < 0,05$ .

Para as dosagens bioquímicas os momentos de coleta e análise foram considerados variáveis dependentes. Como algumas delas não apresentaram normalidade (Shapiro-Wilk), optou-se pela utilização do teste de Kruskal-Wallis. Comprovada a existência de diferenças significantes, foi utilizado o teste de Wilcoxon para relações intragrupo e Mann-Whitney para intergrupo.

# 7 Resultados

## 7.1. Reprodutibilidade do Teste Nado Amarrado

Os resultados de consistência interna para o teste nado amarrado em 10 segundos podem ser visualizados na tabela a seguir.

**Tabela 2 – Consistência Interna de FPM e FM no teste de 10 segundos em nado amarrado (\* p<0,05).**

	Correlação Intraclasse	ANOVA	Intervalo de Confiança	Coefficiente de variação
<b>FPM</b>				
Dia 1	0,99	0,07	0,96 - 0,99	6%
Dia 2	0,98	0,75	0,95 - 1,00	7%
Dia 3	0,99	0,96	0,96 - 1,00	6%
<b>FM</b>				
Dia 1	0,99	0,02*	0,97 - 1,00	7%
Dia 2	0,98	0,25	0,96 - 1,00	7%
Dia 3	0,99	0,67	0,98 - 1,00	5%

Os dados de estabilidade das medidas, que verifica a relação entre os três dias de adaptação, podem ser verificados na tabela 3 a seguir.

**Tabela 3 – Estabilidade de FPM e FM no teste de 10 segundos e tempo de prova em nado amarrado.**

	Correlação Intraclasse	ANOVA	Intervalo de Confiança	Coefficiente de variação
<b>10s</b>				
<b>FPM</b>	0,99	0,47	0,96 - 1,00	7%
<b>FM</b>	0,99	0,38	0,96 - 1,00	9%
<b>Prova</b>				
<b>FPM</b>	0,98	0,06	0,93 - 0,99	7%
<b>FM</b>	0,98	0,11	0,92 - 0,99	11%

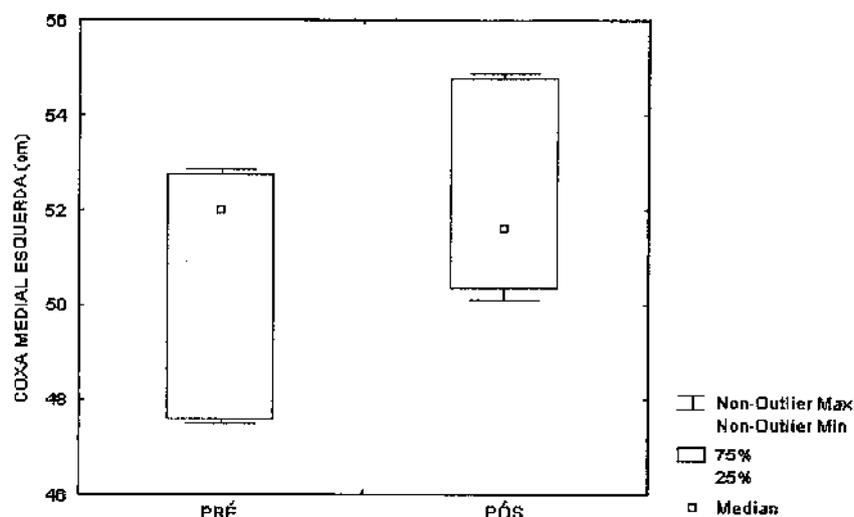
## 7.2. Comparação entre as Cargas do GC e GE

Não foram encontradas diferenças entre a metragem nadada pelo GC e GE em nenhuma das zonas de intensidades. Já o volume total apresentou diferenças intergrupos significantes ( $p < 0,01$ ) durante as 06 semanas – GC =  $48934 \pm 73$  e GE =  $58804 \pm 777$ m.

## 7.3. Avaliação Antropométrica

Alguns dados de circunferência muscular não apresentaram distribuição paramétrica. No GC a variável coxa medial esquerda não apresentou diferenças significantes entre os momentos de avaliação e está apresentada no gráfico 6.

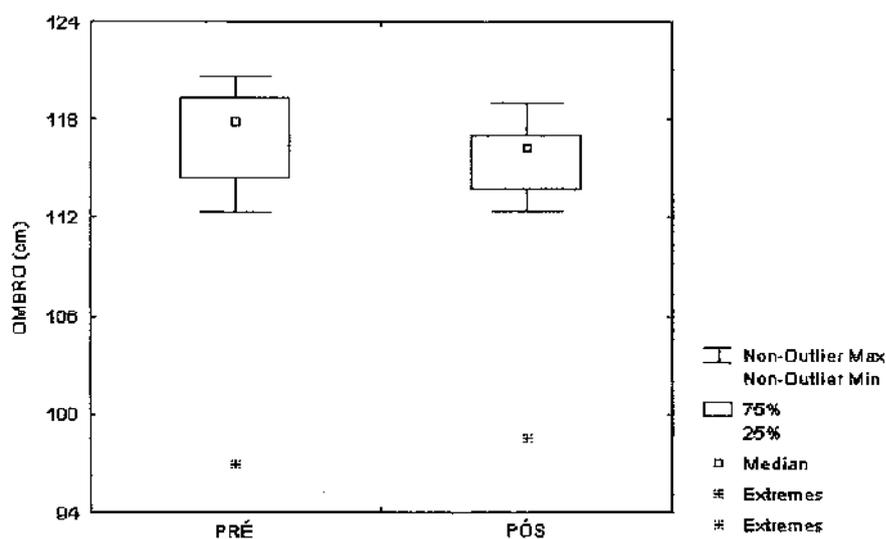
**Gráfico 6 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Coxa medial esquerda do GC.**



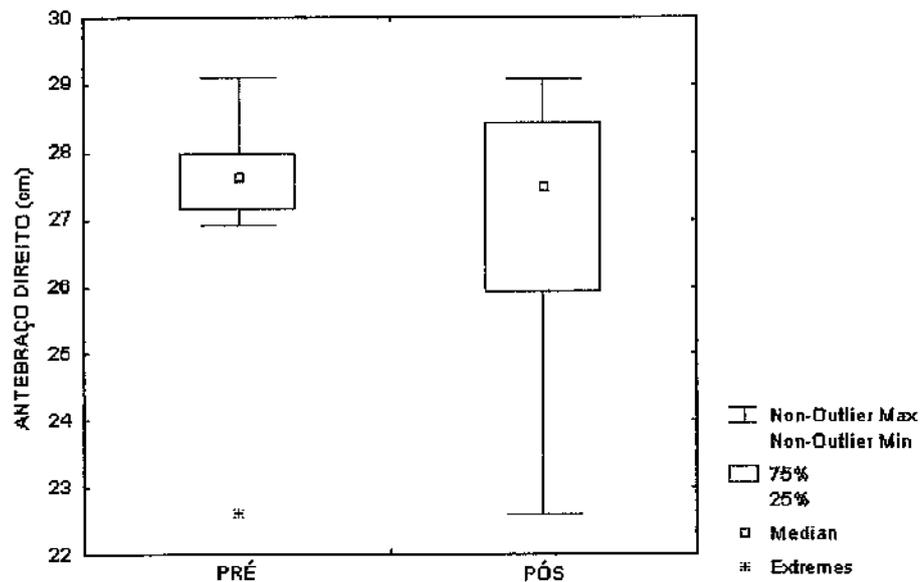
No GE as medições de ombro, antebraço direito e antebraço esquerdo também mostraram uma distribuição não gaussiana e estão apresentados nos gráficos 7, 8 e 9, respectivamente.

Ressalta-se que em nenhuma das variáveis graficamente representadas foi verificada diferenças de Pré para Pós.

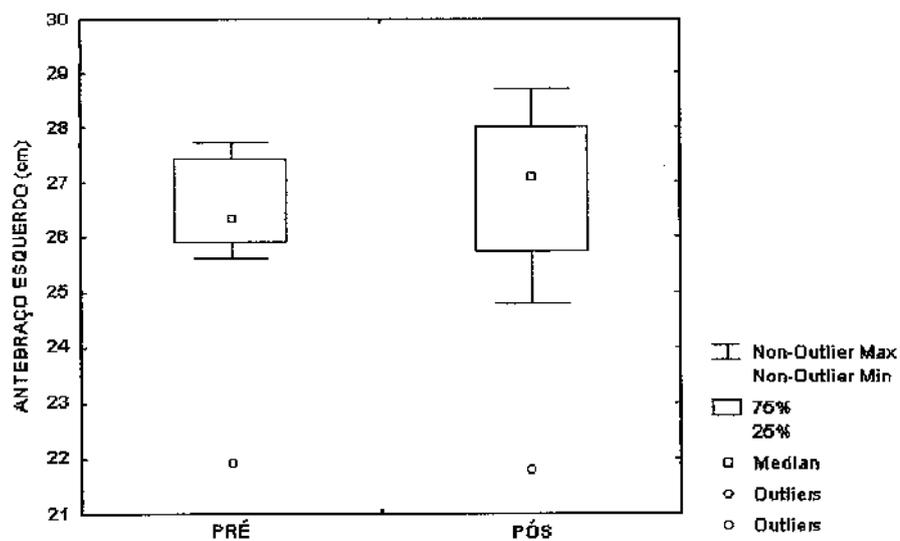
**Gráfico 7 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Ombro do GE.**



**Gráfico 8 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Antebraço Direito do GE.**



**Gráfico 9 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Antebraço Esquerdo do GE.**



Os demais resultados das circunferências podem ser visualizados na tabela

4.

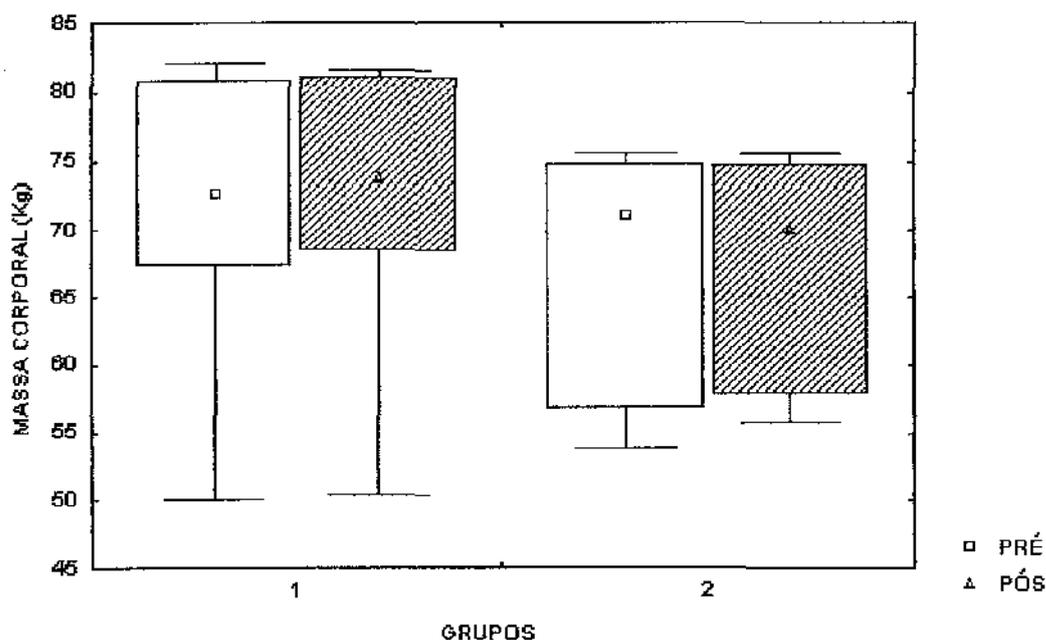
**Tabela 4 – Média, desvio padrão e diferença percentual de Pré para Pós das circunferências de ambos os grupos (\* p<0,05 de Pré para Pós).**

	GC			GE		
	Pré	Pós	Δ%	Pré	Pós	Δ%
Ombro	111,5±7,2	110,6±5,6	-0,8	-	-	-
Peitoral	93,5±5,4	92,7±5,9	-0,9	97,6±6,9	97,4±5,4	-0,2
Cintura	74,7±6,2	75,3±6,7	0,8	78,7±7,5	77,7±7,0	-1,3
Abdômen	80,7±5,1	81,3±4,5	0,7	81,4±7,1	82,6±6,0 *	1,5
Quadril	94,3±1,8	95,1±2,2	0,8	94,9±5,4	95,2±6,6	0,3
Braço Direito	29,8±2,8	30,6±2,8 *	2,6	31,0±2,6	31,4±3,3	1,3
Braço Esquerdo	29,7±2,5	30,8±2,7 *	3,5	30,5±2,8	30,9±3,3	1,1
Antebraço Direito	25,9±2,5	26,1±2,1	0,8	-	-	-
Antebraço Esquerdo	25,5±2,4	25,9±2,0	1,7	-	-	-
Coxa Proximal Direita	55,6±1,7	55,8±2,8	0,3	57,3±4,8	56,9±5,6	-0,6
Coxa Proximal Esquerda	55,9±1,7	56,3±2,4	0,7	56,2±4,8	56,7±5,6	0,9
Coxa Medial Direita	51,1±1,7	51,9±1,5	1,5	52,8±4,3	53,7±5,0	1,6
Coxa Medial Esquerda	-	-	-	51,6±3,8	52,7±4,5	2,0
Coxa Distal Direita	38,6±1,6	38,8±2,1	0,6	38,9±2,4	39,5±3,4	1,7
Coxa Distal Esquerda	38,5±1,4	39,0±2,0	1,3	39,0±2,2	40,0±2,7	2,4
Panturrilha Direita	36,0±2,6	36,5±2,1	1,2	36,2±1,7	36,2±2,1	-0,1
Panturrilha Esquerda	36,2±2,6	36,7±2,2	1,4	36,3±1,7	36,5±1,8	0,5

No tratamento dos dados da diferença percentual não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos em nenhuma das variáveis de circunferência, indicando que, além de ter tido pouco efeito no volume muscular, o treinamento não diferenciou os grupos.

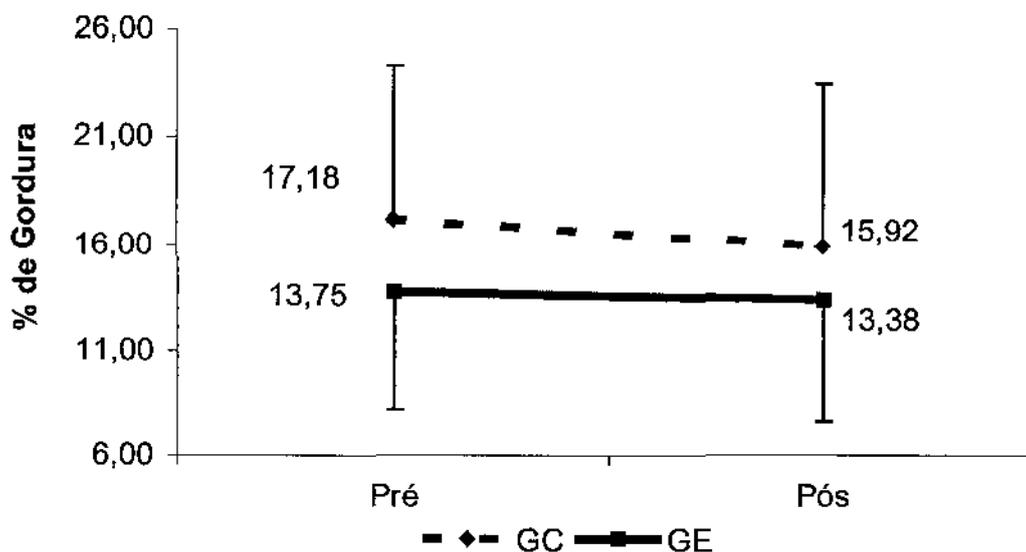
Além disso, nenhuma alteração intragrupos foi encontrada na massa corporal em nenhum dos grupos (gráfico 10). A alteração percentual de Pré para Pós também não mostrou significância.

**Gráfico 10 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para massa corporal de ambos os grupos (1 = GE / 2 = GC).**



O percentual de gordura de ambos os grupos não sofreu alteração de Pré para Pós (gráfico 11) e o contraste intergrupos também não revelou significância. Isso mostra que o treinamento não gerou alterações significantes no ganho de massa muscular. As siglas Pré e Pós são referentes à primeira e segunda semanas de avaliação.

**Gráfico 11 – Média e Desvio Padrão do percentual de gordura de ambos os grupos.**



#### 7.4. Velocidade Básica (T25)

Os resultados obtidos nos parâmetros técnicos no T25 podem ser observados na tabela 5 a seguir.

**Tabela 5 – Média e desvio padrão das variáveis VM, FB, CB e IB no teste de velocidade (25m).**

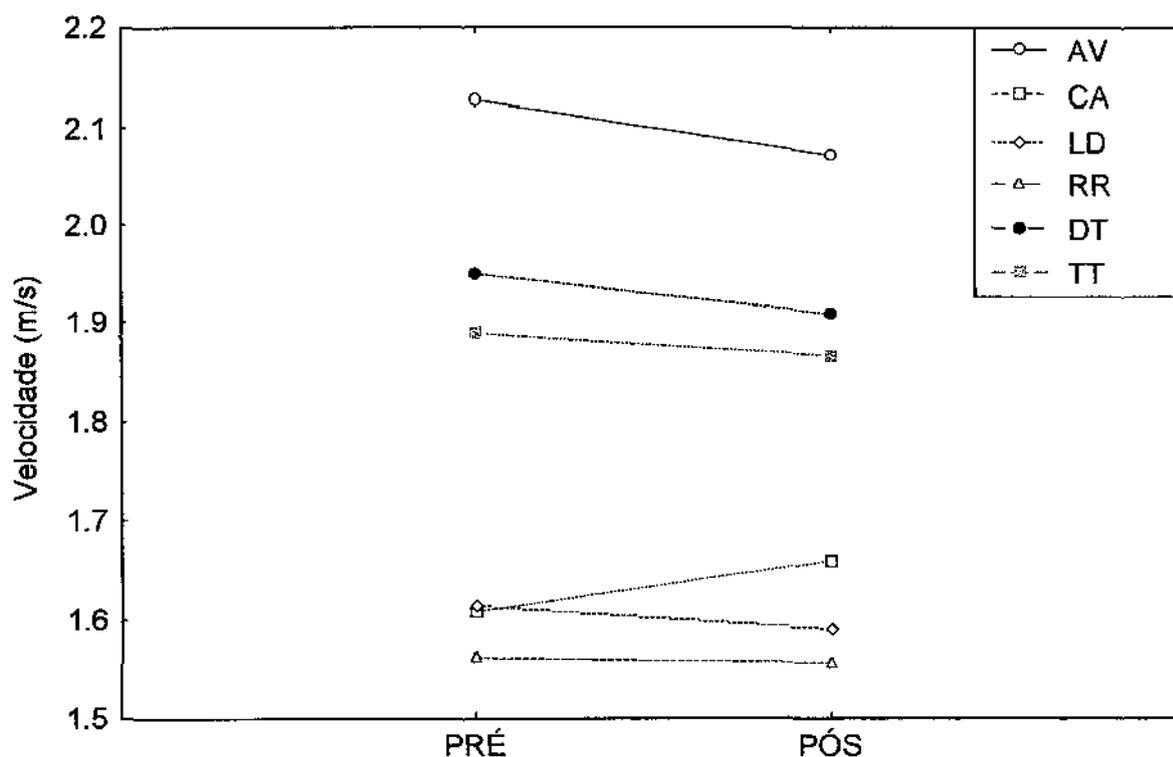
	GC (n=6)			GE (n=8)		
	Pré	Pós	Δ%	Pré	Pós	Δ%
VM (m/s)	1,79 ± 0,23	1,78 ± 0,21	-0,55	1,87 ± 0,17	1,85 ± 0,16	-1,06
FB (br/min)	52,32 ± 7,49	52,02 ± 8,12	-0,57	56,96 ± 7,49	55,12 ± 6,71	-3,23
CB (m/br)	2,08 ± 0,32	2,08 ± 0,33	0	1,98 ± 0,23	2,02 ± 0,19	2,02
IB	3,76 ± 0,89	3,71 ± 0,79	-1,32	3,71 ± 0,65	3,74 ± 0,54	0,80

Não foi observada diferença significativa intragrupo em nenhum dos parâmetros técnicos avaliados. Na comparação intergrupo da variação percentual também não foram encontradas diferenças significantes.

É interessante ressaltar que, apesar da ausência de alterações significantes nos parâmetros analisados, a eficiência técnica do GE apresentou uma ligeira melhora, assim como o comprimento de braçadas. Em contrapartida, ambas as variáveis mostraram estabilidade ou pequena queda no GC.

Os resultados individuais do T25 podem ser observados no gráfico 12.

**Gráfico 12 - Dados Individuais da velocidade no teste T25 do GC nos momentos Pré e Pós.**

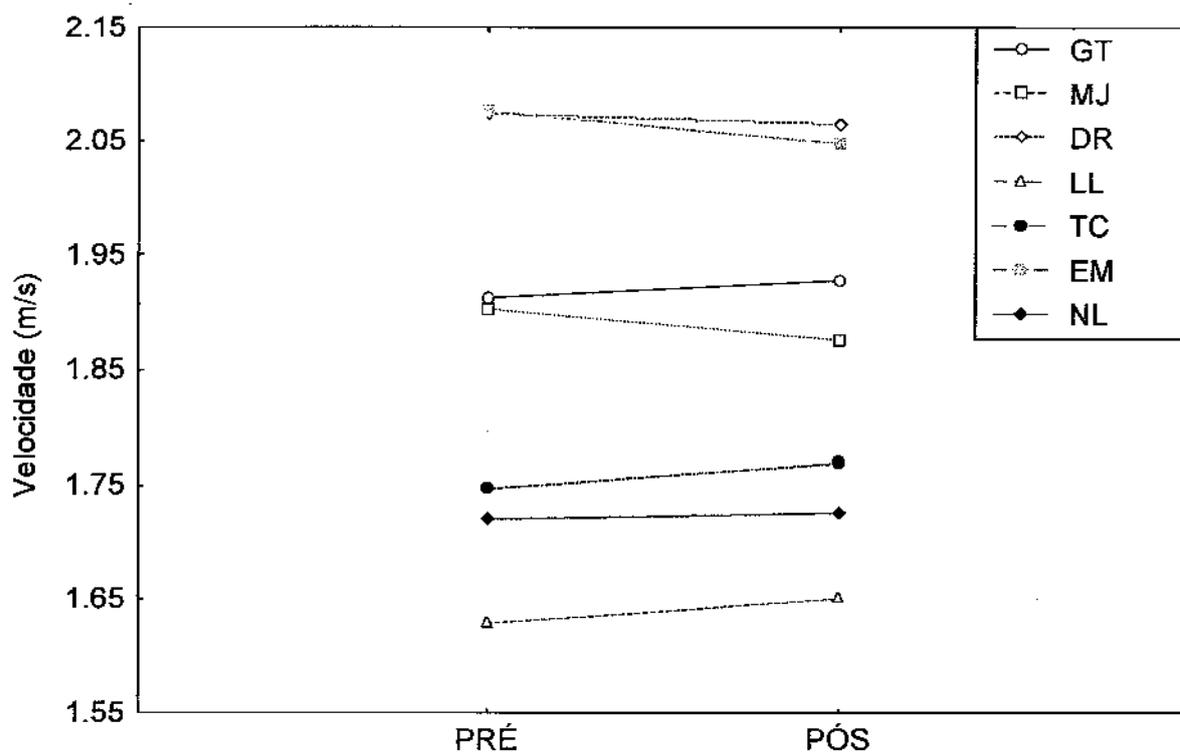


Quando avaliados os resultados individuais do GC (gráfico 12), percebe-se que apenas um atleta (CA) apresentou melhora. Percentualmente sua velocidade

foi aumentada em 3,2%, enquanto a queda dos demais componentes do grupo variou entre -0,3 e -2,6%.

O gráfico 13 apresenta os valores individuais do GE no T25.

**Gráfico 13 - Dados Individuais da velocidade no teste T25 do GE nos momentos Pré e Pós.**



Apesar de não apresentar significância, a melhora na velocidade do GE variou entre 0,3 e 1,4%, aonde se enquadram os atletas GT, LL, TC e NL. Apesar disso, os nadadores MJ, DR e EM reagiram de maneira diferente apresentando quedas de 0,5 a 1,4%.

**Tabela 6 – Variação percentual individual de Pré para pós das variáveis velocidade média (VM), frequência (FB), comprimento (CB) e índice de braçadas (IB) no teste de velocidade básica (T25).**

	VM	FB	CB	IB
<b>Grupo Controle</b>				
AV	-2,6	-2,2	-0,4	-2,9
CA	3,2	-0,4	3,6	6,9
LD	-1,5	-6,0	4,7	3,1
RR	-0,3	2,6	-2,8	-3,1
DT	-2,1	3,1	-5,1	-7,1
TT	-1,2	-1,5	0,3	-0,9
<b>Grupo Experimental</b>				
GT	0,8	-0,4	1,1	1,9
MJ	-1,4	0,5	-2,0	-3,4
DR	-0,5	-3,9	3,6	3,0
DB	-	-	-	-
LL	1,3	3,9	-2,5	-1,2
TC	1,3	-2,0	3,3	4,7
EM	-1,4	-1,0	-0,4	-1,7
NL	0,3	-5,4	6,0	6,3

### 7.5. Desempenho

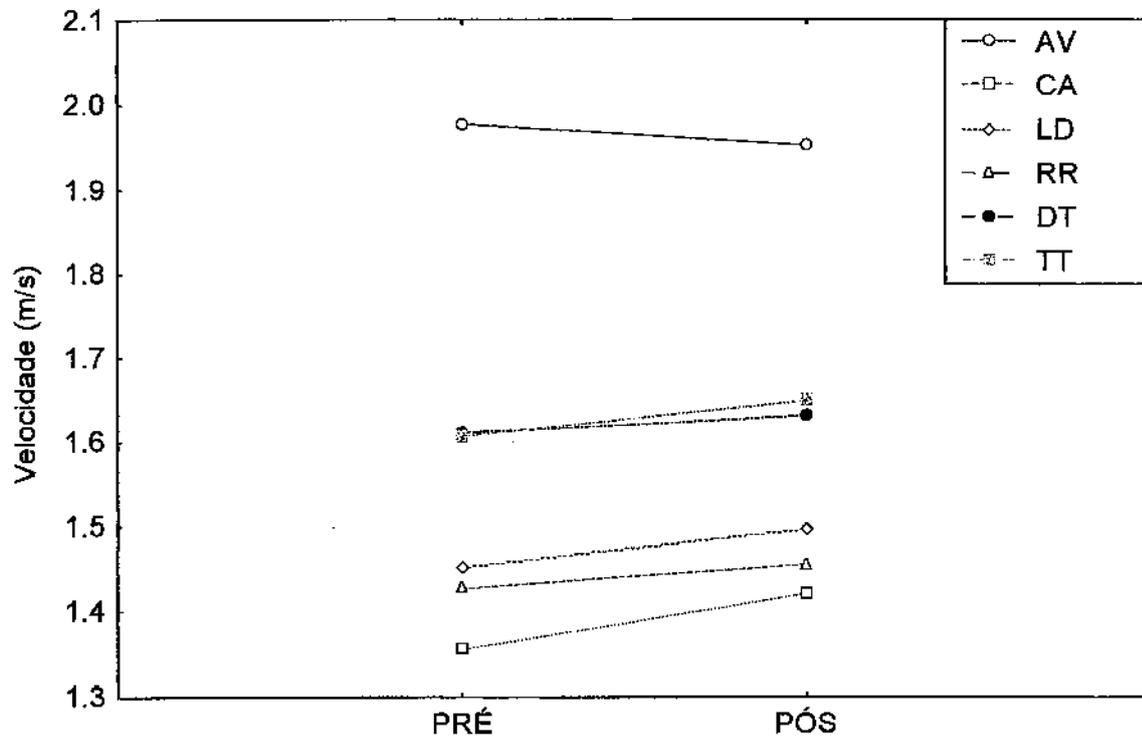
Para o teste de desempenho, o GC não apresentou alteração significativa em nenhuma das variáveis, como mostrado na tabela abaixo. No GE esse comportamento foi similar, exceto pela FB ( $p < 0,04$ ) que aumentou significativamente sem que houvesse perda significativa para o CB. No GC a melhora na VM também foi decorrente do aumento na FB, haja visto que não houve alteração no CB. Apesar disso, houve diferença significativa no contraste entre a variação percentual.

**Tabela 7 - Média e desvio padrão de VM, FB, CB e IB no teste de desempenho (\* $p < 0,05$  de pré para pós).**

	GC (n=6)			GE (n=8)		
	Pré	Pós	$\Delta\%$	Pré	Pós	$\Delta\%$
VM (m/s)	1,58 $\pm$ 0,22	1,61 $\pm$ 0,19	1,89	1,60 $\pm$ 0,12	1,62 $\pm$ 0,11	1,25
FB (br/min)	47,95 $\pm$ 6,43	48,77 $\pm$ 5,83	1,71	46,48 $\pm$ 4,72	48,27 $\pm$ 3,94*	3,85
CB (m/br)	1,99 $\pm$ 0,28	1,99 $\pm$ 0,27	0	2,08 $\pm$ 0,25	2,02 $\pm$ 0,18	-2,88
IB	3,18 $\pm$ 0,74	3,23 $\pm$ 0,69	1,57	3,34 $\pm$ 0,56	3,28 $\pm$ 0,44	-1,80

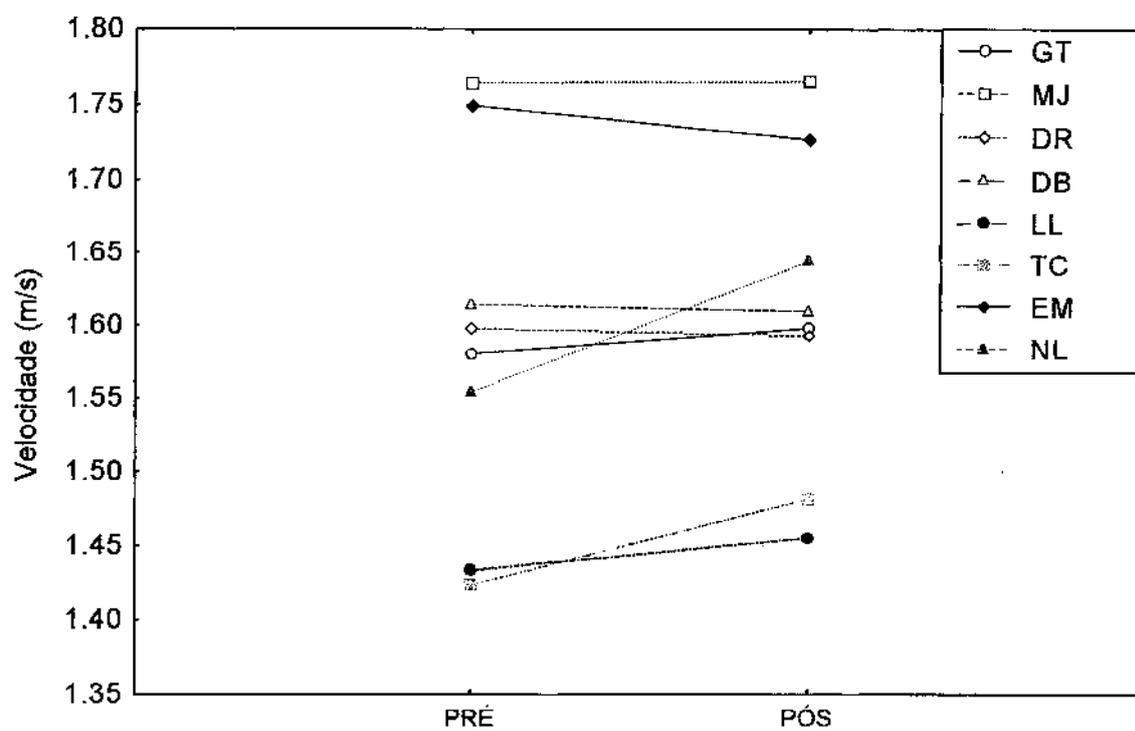
No gráfico 14 podemos observar o comportamento da velocidade no teste de desempenho para o GC. Observa-se que, apesar de não apresentar melhoras significantes, apenas o atleta AV apresentou queda (1,3%). Todos os demais melhoraram entre 1,2 a 4,8%.

**Gráfico 14 - Dados Individuais da velocidade no teste de desempenho do GC nos momentos Pré e Pós.**



O gráfico 15 mostra o comportamento da velocidade no teste de desempenho no GE. Os atletas GT, LL, TC e NL apresentaram melhora de 1,1, 1,5, 4,1 e 5,8% respectivamente. Enquanto os demais tiveram uma variação percentual máxima de -1,3%.

**Gráfico 15 - Dados Individuais da velocidade no teste de desempenho do GE nos momentos Pré e Pós.**



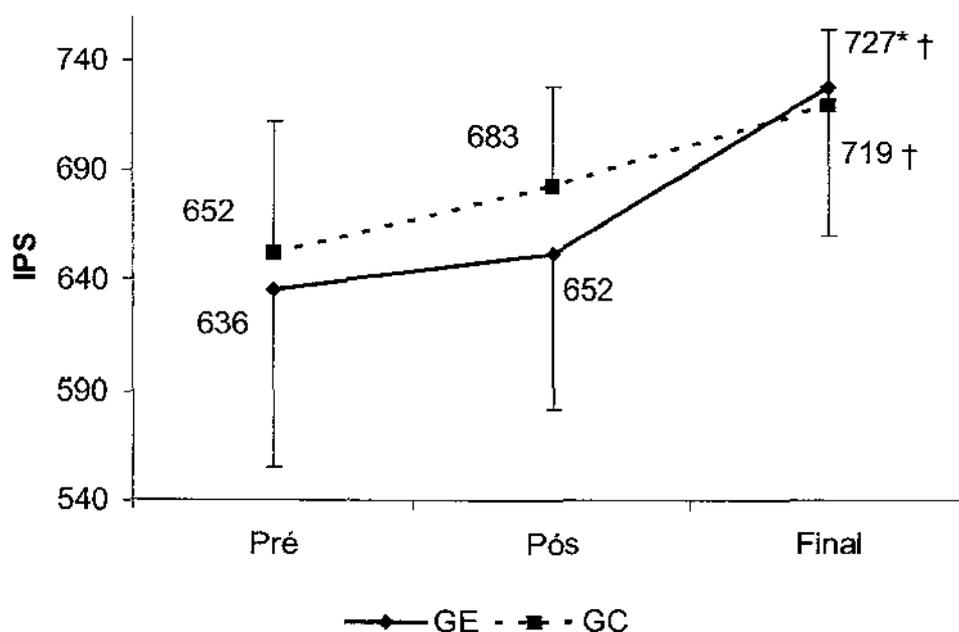
**Tabela 8 – Variação percentual individual de Pré para pós das variáveis velocidade média (VM), frequência (FB), comprimento (CB) e índice de braçadas (IB) no teste de desempenho.**

	<b>VM</b>	<b>FB</b>	<b>CB</b>	<b>IB</b>
<b>Grupo Controle</b>				
AV	-1,35	-3,72	2,50	1,10
CA	4,92	3,49	1,29	6,28
LD	2,93	-0,98	3,99	6,87
RR	1,94	-0,91	2,85	4,79
DT	1,42	3,11	-1,67	-0,15
TT	2,73	10,64	-7,23	-4,67
<b>Grupo Experimental</b>				
GT	1,13	3,79	-2,44	-1,15
MJ	-0,09	2,13	-2,16	-2,38
DR	-0,53	-2,98	2,65	1,86
DB	-0,31	6,04	-5,99	-6,28
LL	1,63	12,32	-9,53	-7,98
TC	3,72	5,02	-1,21	2,04
EM	-0,91	7,51	-7,72	-8,69
NL	5,70	-0,70	6,40	12,51

## 7.6. Análise do IPS

O gráfico 16 mostra o comportamento do desempenho de ambos os grupos nos diferentes períodos de análise.

**Gráfico 16 – Média e Desvio-padrão dos valores de IPS no GC e GE em Pré, Pós e Final. \* $p < 0,05$  de Pós para Final - †  $p < 0,05$  de Pré para Final.**



Na análise intragrupos verifica-se que nenhum dos grupos apresentou diferenças de Pré para Pós e que ambos se alteraram significativamente de Pré para Final (GC,  $p=0,02$  / GE,  $p=0,001$ ). Apenas o GE apresentou alteração significativa nos valores de Pós para Final ( $p=0,03$ ). Apesar disso, nenhuma diferença intergrupo foi observada em nenhum dos momentos de avaliação.

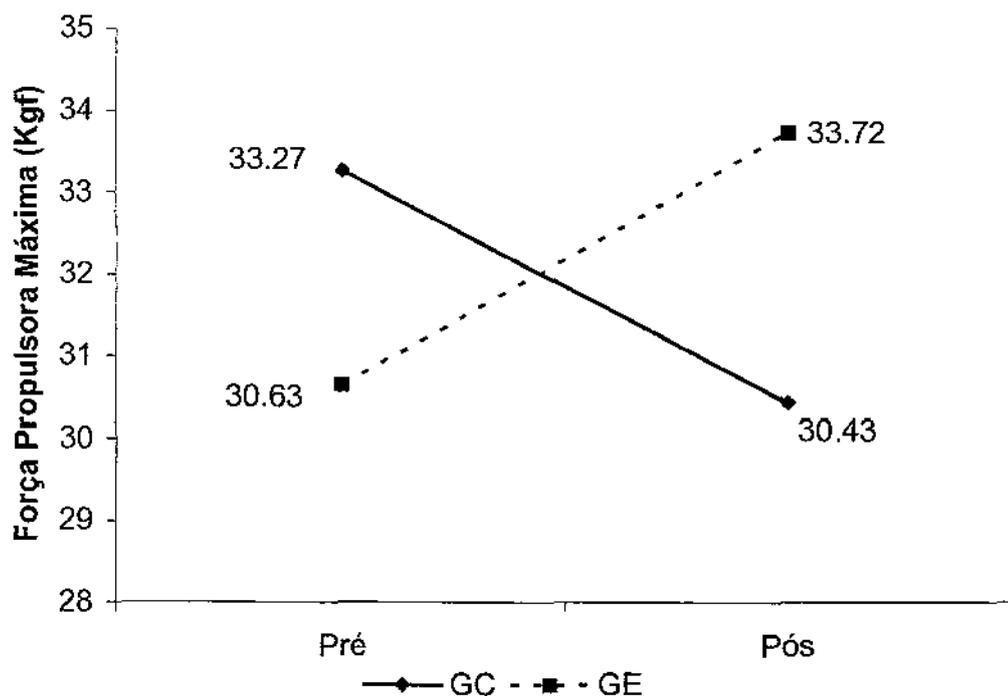
**Tabela 9 – Variação percentual individual no teste de desempenho de Pré para Pós e de Pós para Final da variável IPS.**

	Pré para Pós	Pós para Final
<b>Grupo Controle</b>		
AV	-2.9	6.7
CA	11.7	4.6
LD	7.4	-1.6
RR	4.9	15.8
DT	2.8	7.6
TT	5.8	0.3
<b>Grupo Experimental</b>		
GT	2.6	9.4
MJ	0.0	-2.6
DR	-0.7	9.2
DB	-4.6	-
LL	3.2	13.3
TC	10.8	11.7
EM	-2.9	11.4
NL	14.6	10.9

### 7.7. Força - 10s

O gráfico 17 apresenta os valores médios obtidos por ambos os grupos nos momentos Pré e Pós.

**Gráfico 17 – Média da FPM dos grupos nos momento Pré e Pós.**

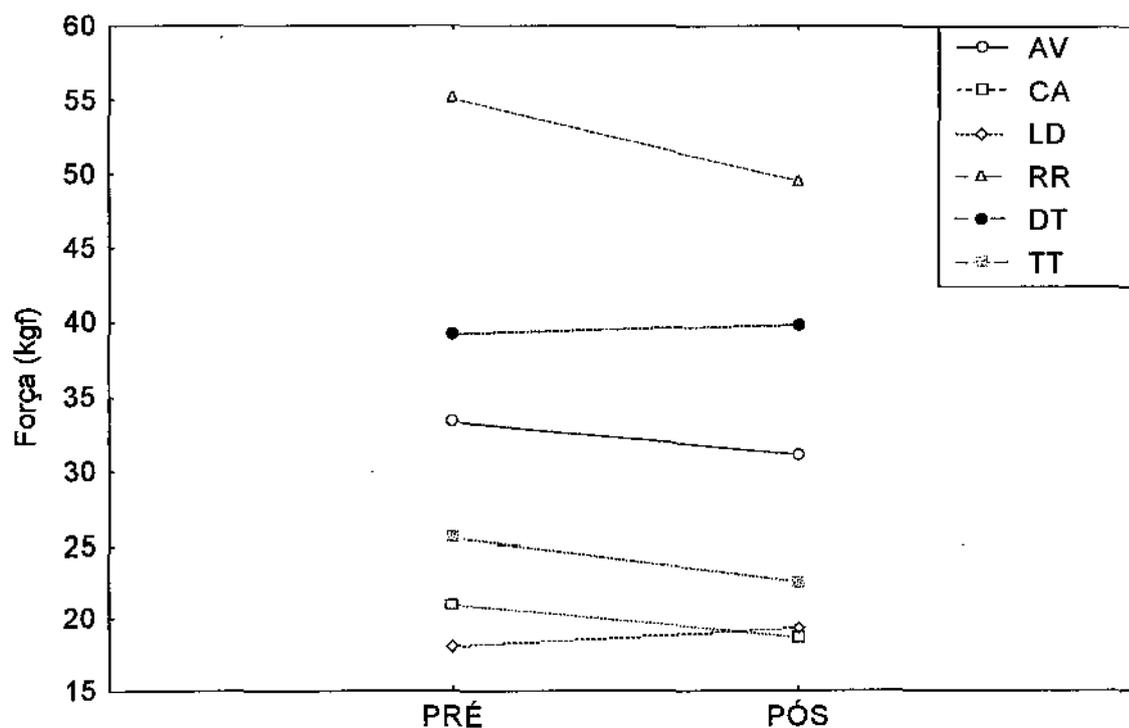


Apesar de nenhum dos grupos apresentar diferenças significantes de Pré para Pós, observa-se que, diferentemente do GC que apresentou uma queda de 9,33% na FPM, o GE obteve uma melhora de 10,08%.

Nos gráficos 14 e 15 podemos observar o comportamento da FPM em cada indivíduo no GC e GE nos momentos Pré e Pós-treinamento. A grande diferença nos dados apresentados é decorrente da diversidade de estilos avaliados. É

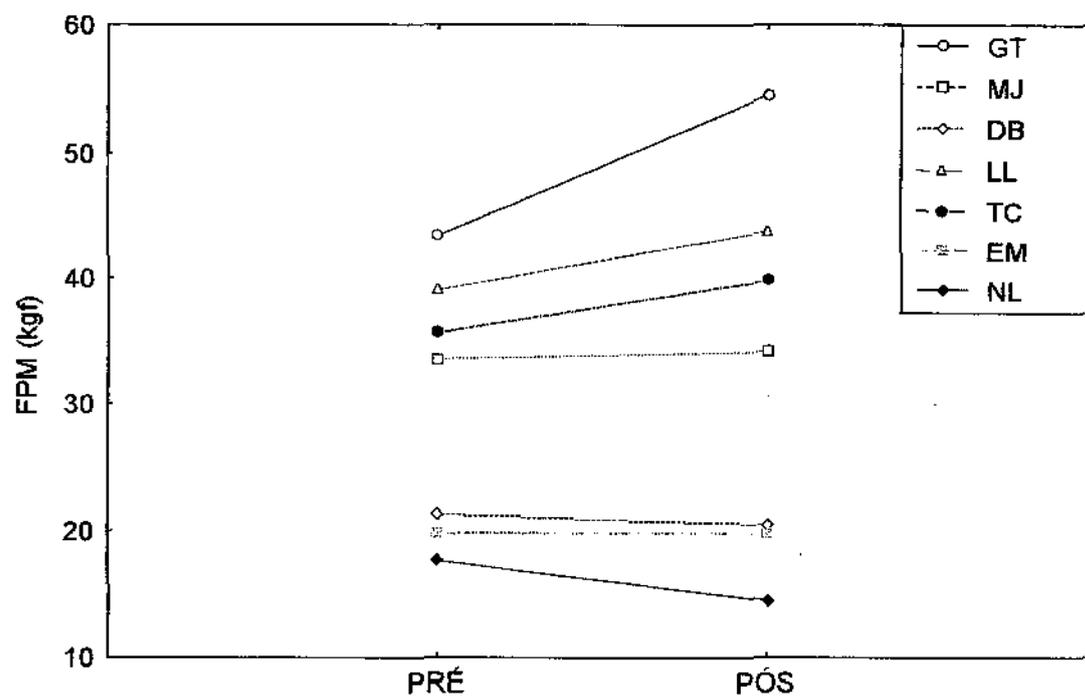
interessante notar que a maioria dos atletas no GC apresenta queda ou manutenção nessa variável (Gráfico 18).

**Gráfico 18 – Dados Individuais da FPM10s no teste nado amarrado do GC nos momentos Pré e Pós.**



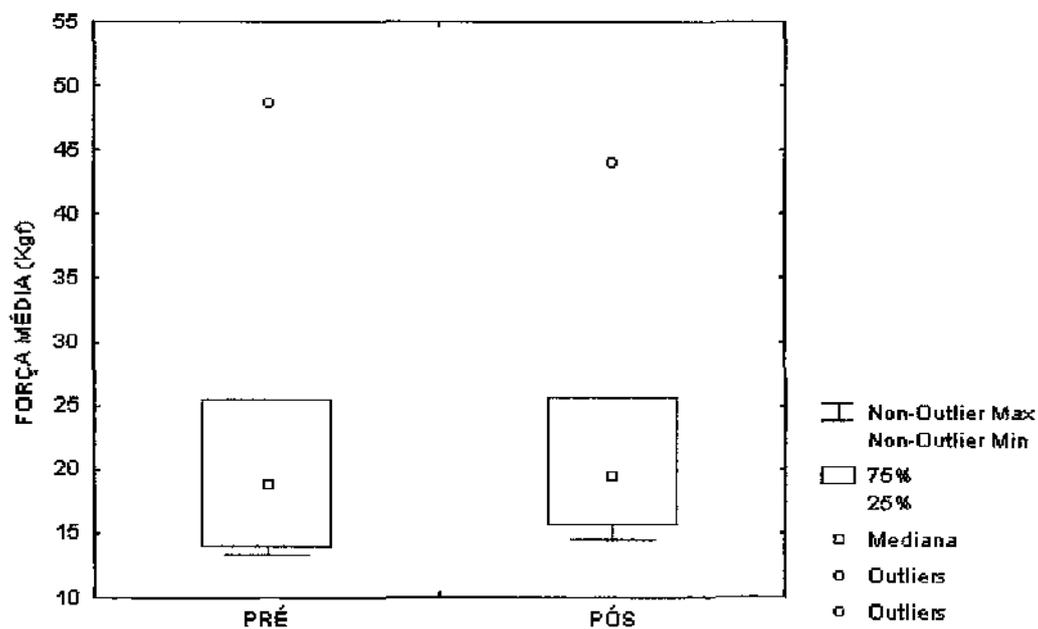
Contrariamente ao GC, a variável FPM apresenta tendência à melhora no GE mostrada no gráfico 19 (resultados individuais do GE).

**Gráfico 19 – Dados Individuais da FPM10s no teste nado amarrado do GE nos momentos Pré e Pós.**

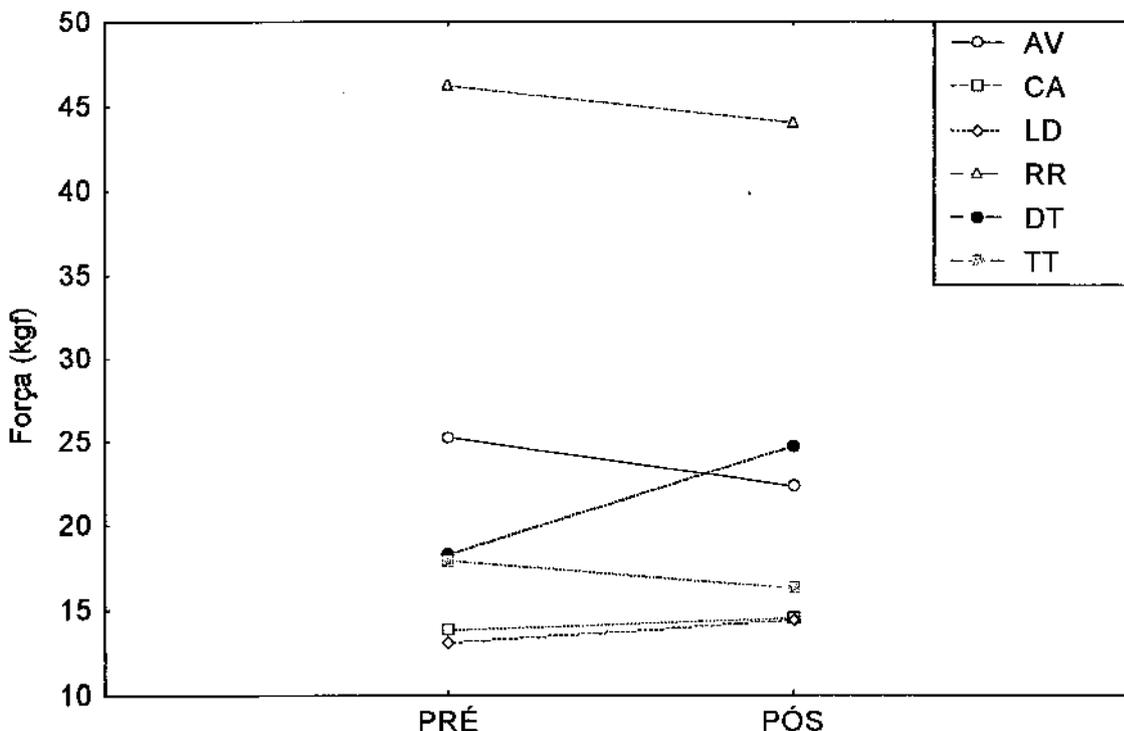


Os gráficos 20 e 21 mostram os resultados do GC para a variável FM,

**Gráfico 20 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FM10s do GC.**



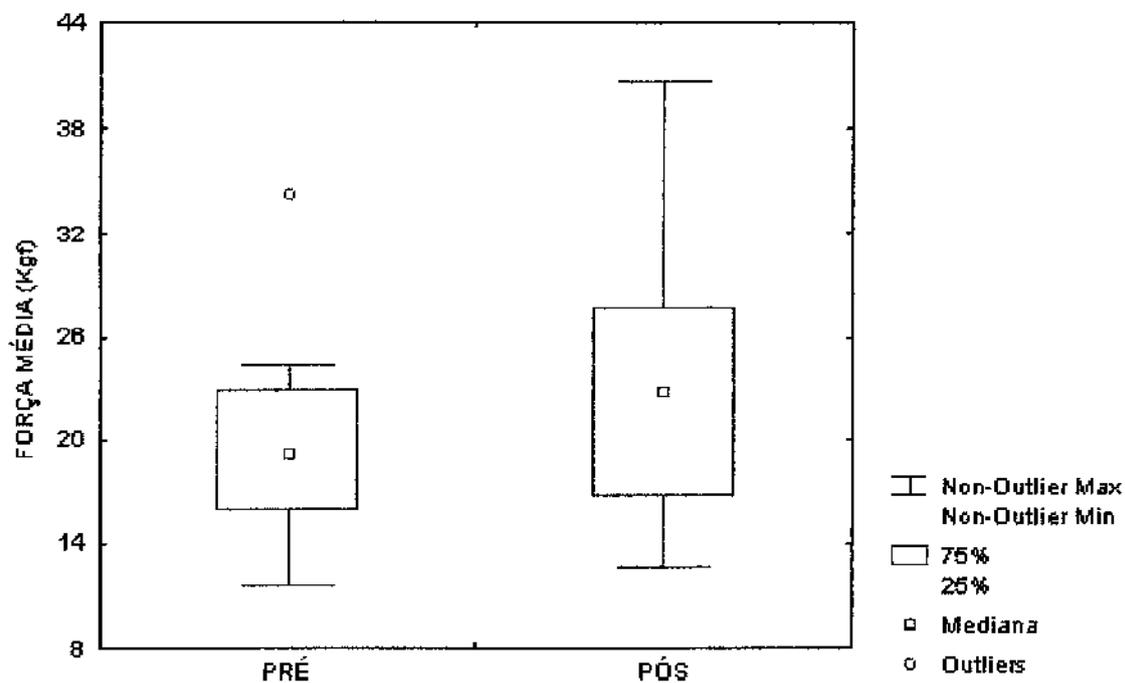
**Gráfico 21 – Dados Individuais da FM10s no teste nado amarrado do GC nos momentos Pré e Pós.**



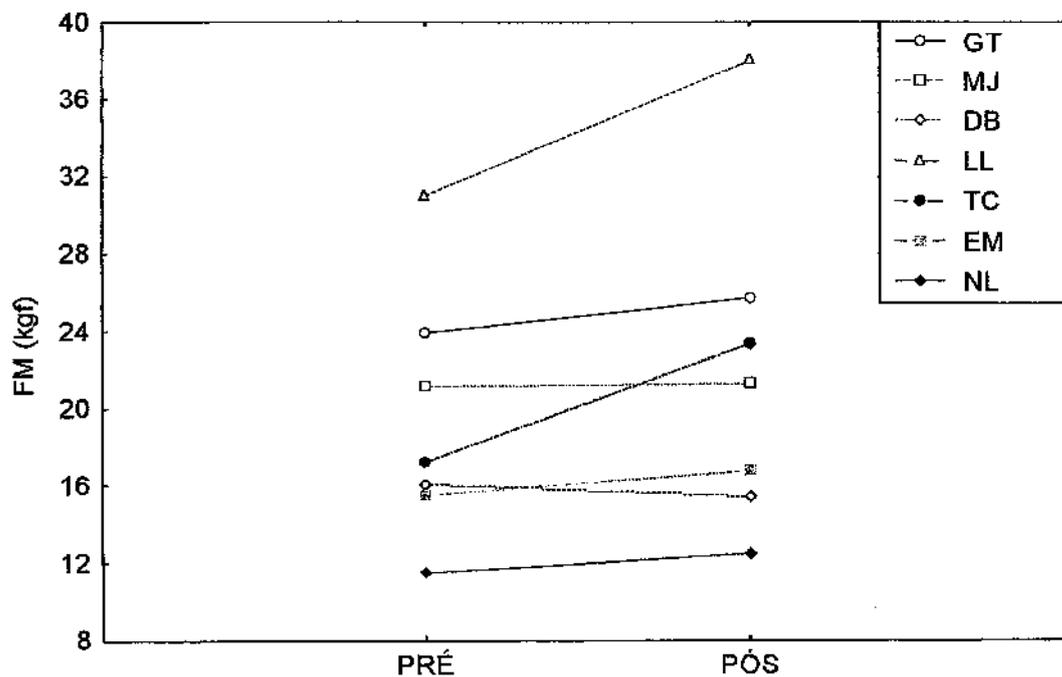
O GC não apresentou alterações significantes de Pré para Pós. Já os resultados do GE, mostrado nos gráficos 22 e 23, mostram diferença significativa de Pré para Pós na variável FM ( $p < 0,03$ ). Apesar da comparação da variação percentual intergrupos não ter apresentado diferenças significantes, o GE obteve uma melhora de 18,72% nos valores de mediana da FM, enquanto o GC teve um comportamento similar nos diferentes momentos.

É interessante ressaltar que os valores *outliers* mostrados em ambos os gráficos são nadadores especialistas no estilo peito e que a força propulsora destes nadadores está bem acima ao dos valores obtidos nas demais especialidades.

**Gráfico 22 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FM10s do GE.**



**Gráfico 23 – Dados Individuais da FM10s no teste nado amarrado do GE nos momentos Pré e Pós.**

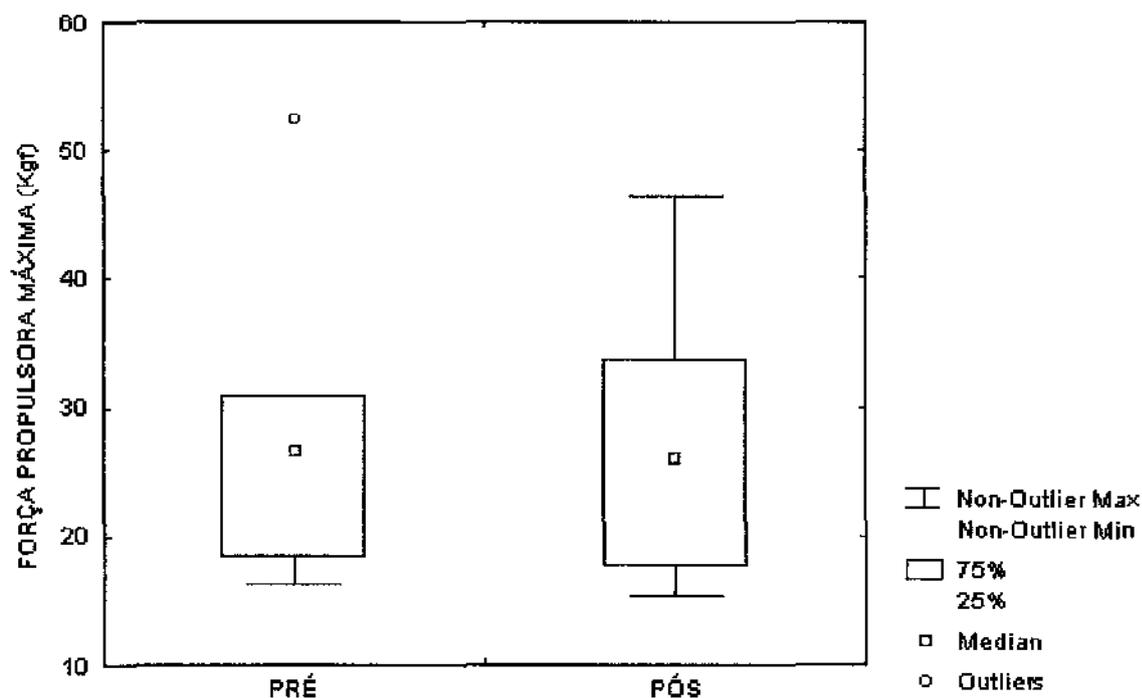


## 7.8. Força Especial

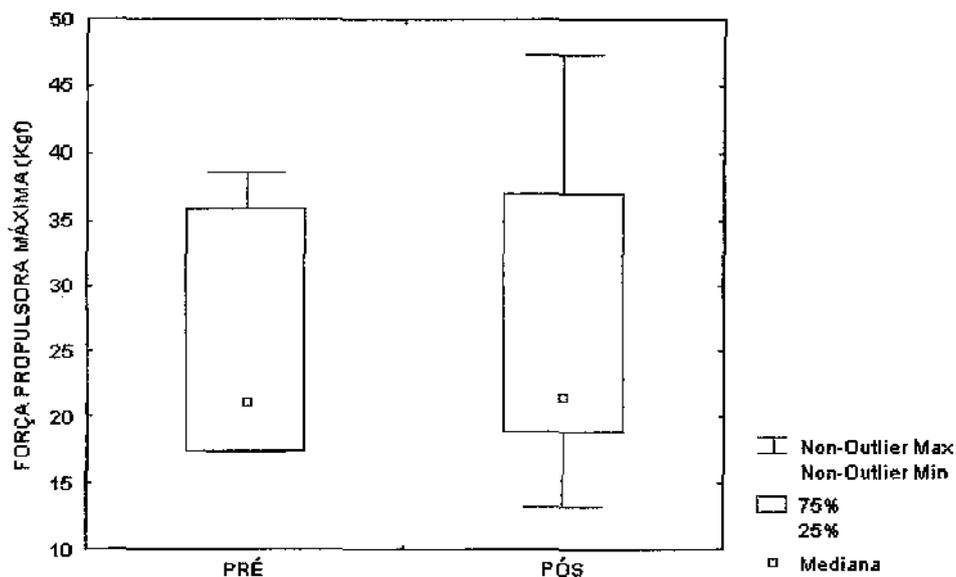
Os gráficos 24 e 25 apresentam os dados de FPM do GC e GE, respectivamente. Estatisticamente, apenas o GE apresentou alterações significantes ( $p < 0,02$ ), sem, no entanto, existir diferenças na alteração percentual intergrupo.

O GC novamente apresentou um *outlier* (gráfico 16) que corresponde ao nadador especialista no estilo peito. A queda na mediana da FPM no GC atingiu inclusive esse atleta, pois observa-se que em Pós seus níveis de força já se encontram dentro do padrão do grupo.

**Gráfico 24 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FPM do GC.**

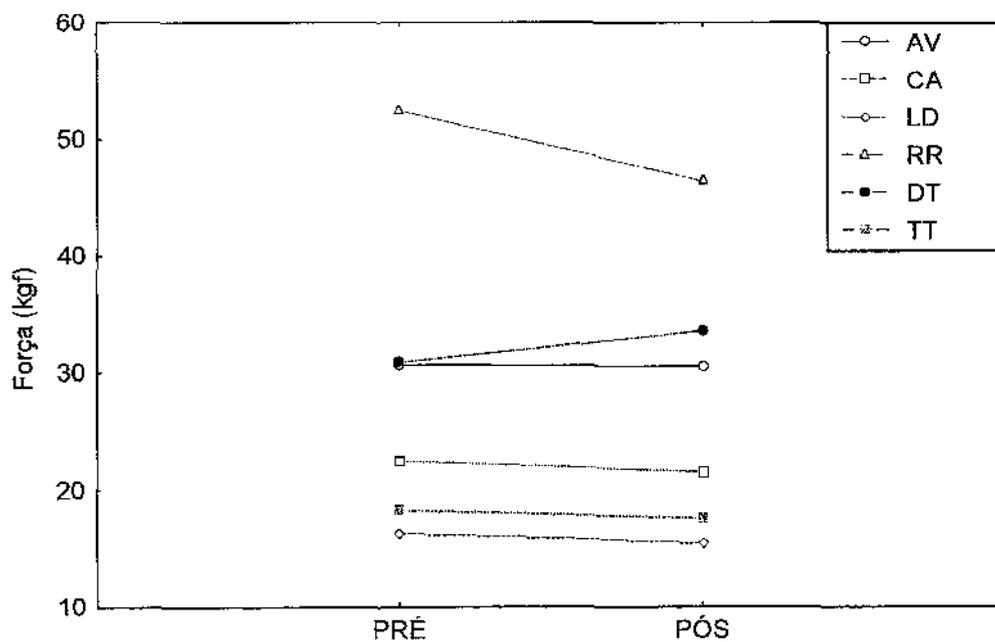


**Gráfico 25 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FPM do GE.**



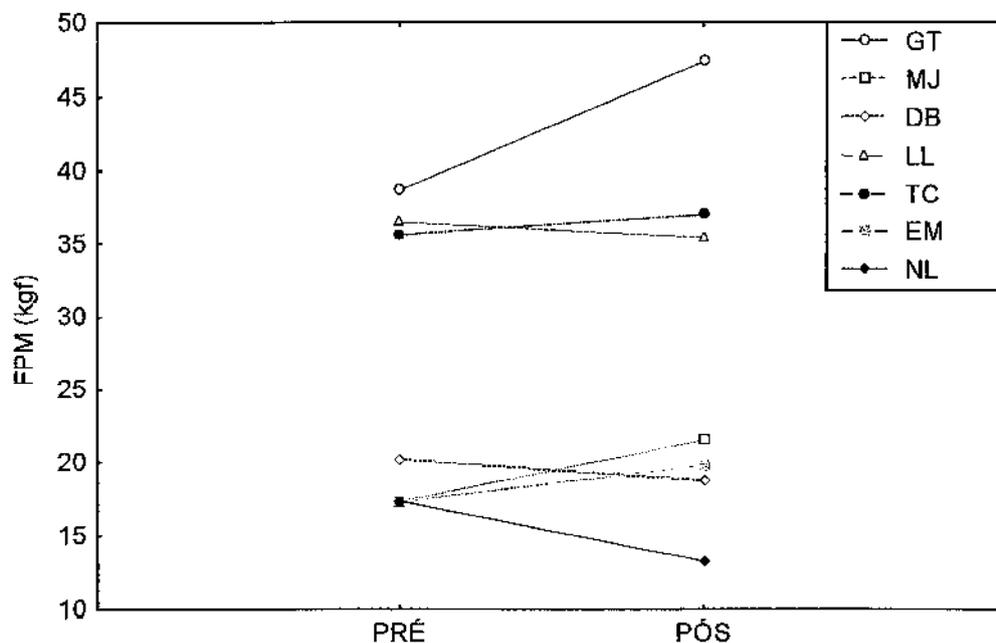
O gráfico abaixo é referente aos dados individuais do GC na variável FPM no teste realizado no tempo de prova.

**Gráfico 26 – Dados Individuais da FPM no teste nado amarrado do GC nos momentos Pré e Pós.**



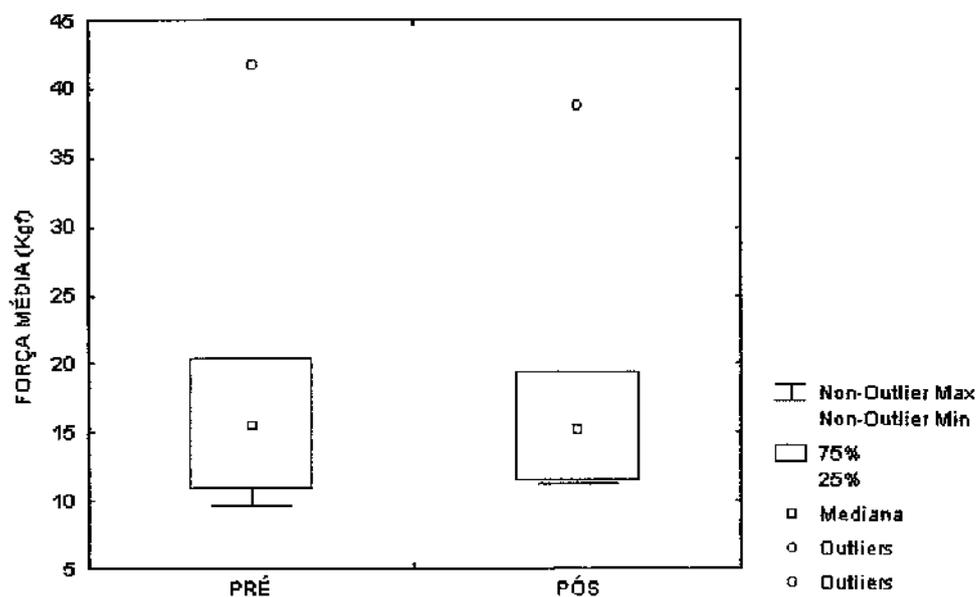
A seguir os valores individuais do GE na variável FPM no teste em tempo de prova

**Gráfico 27 – Dados Individuais da FPM no teste nado amarrado do GE nos momentos Pré e Pós.**

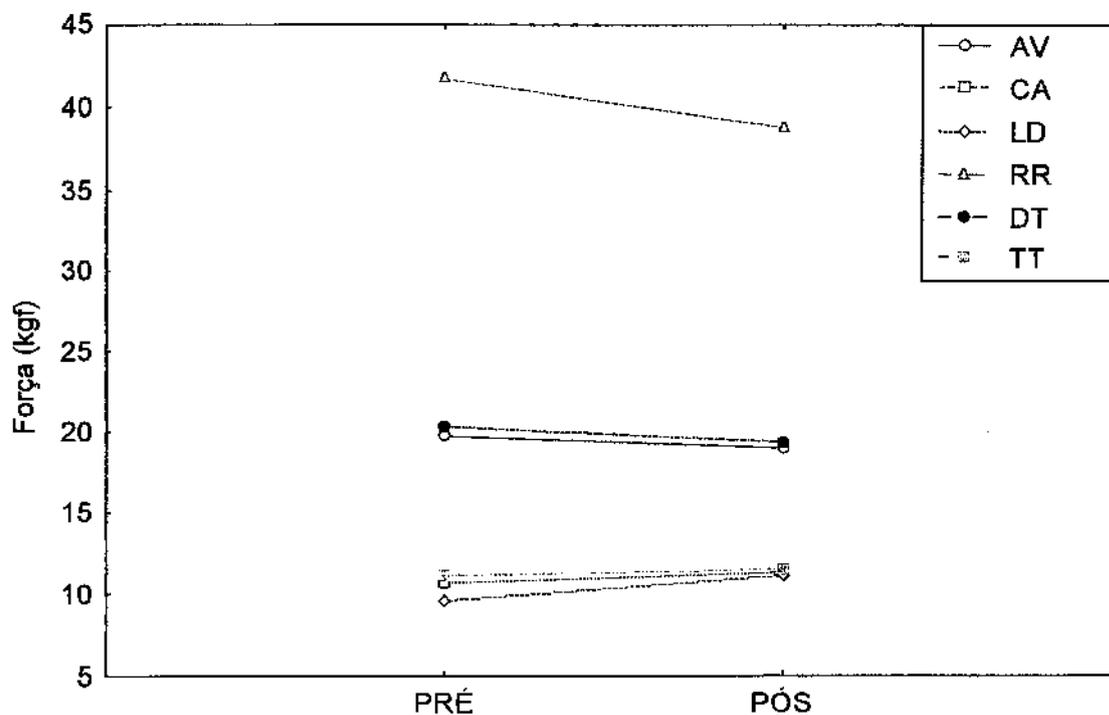


A FM no tempo de prova do GC está mostrada nos gráficos 28 (grupo) e 29 (individuais).

**Gráfico 28 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FM do GC.**

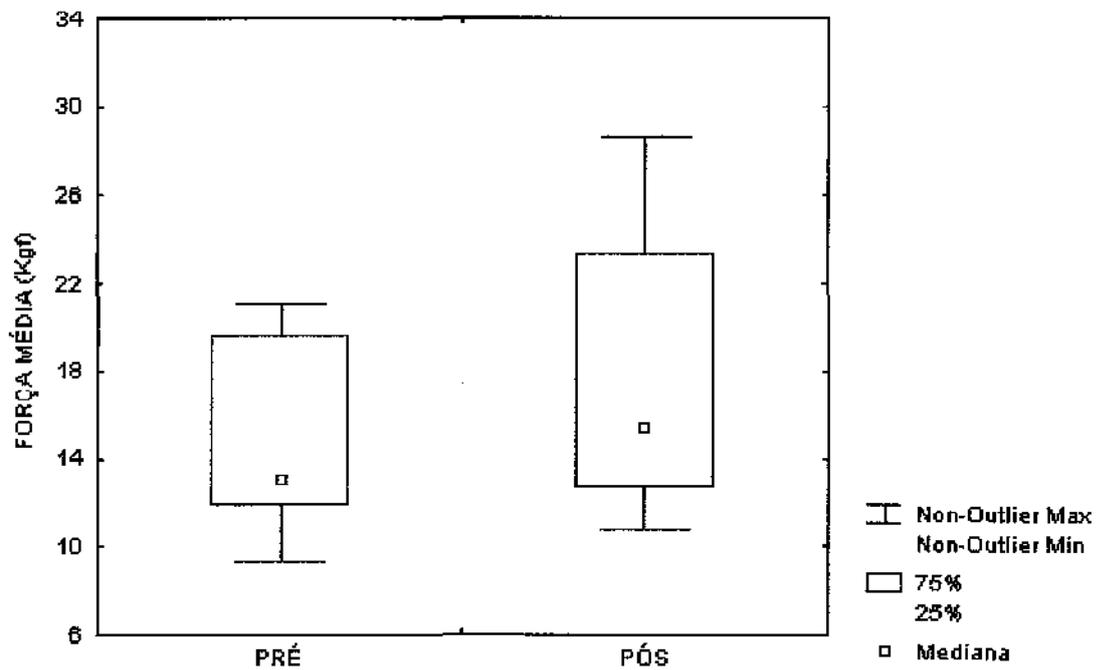


**Gráfico 29 – Dados Individuais da FM no teste nado amarrado do GC nos momentos Pré e Pós.**

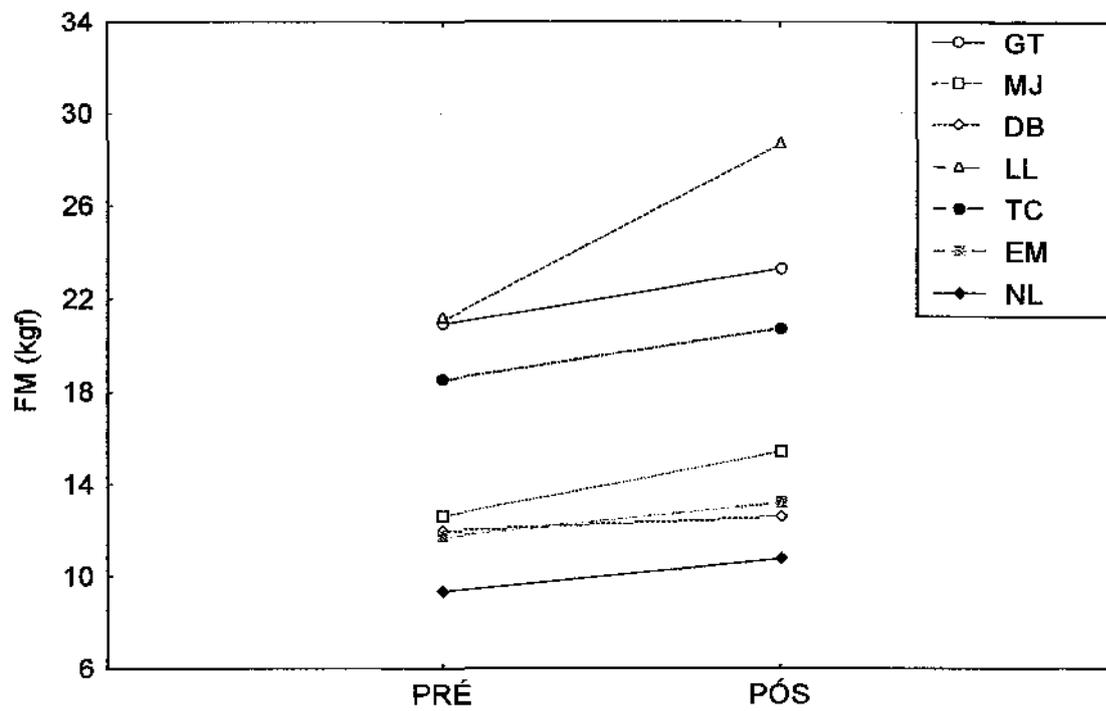


Nos dados de FM é interessante ressaltar que, além da diferença significativa de Pré para Pós do GE, a variação percentual foi significativamente diferente do GC (29,63% x -3,25%). Além disso, novamente os outliers são correspondentes ao estilo peito, que apresentou ligeira queda também na FM (gráfico 30).

**Gráfico 30 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para FM do GE.**



**Gráfico 31 – Dados Individuais da FM no teste nado amarrado do GE nos momentos Pré e Pós.**



Curiosamente a melhora na FPM no GE veio acompanhada da melhora significativa ( $p < 0,02$ ) da FM (29,63%) – gráfico 19. Apesar disso, não houve alterações significantes na VM (tabela 6).

A tabela 7 abaixo mostra a variação percentual individual de Pré para pós nas variáveis velocidade (T25), desempenho, frequência, comprimento e índice de braçadas, FPM e FM em 10s, FPM e FM em tempo de prova.

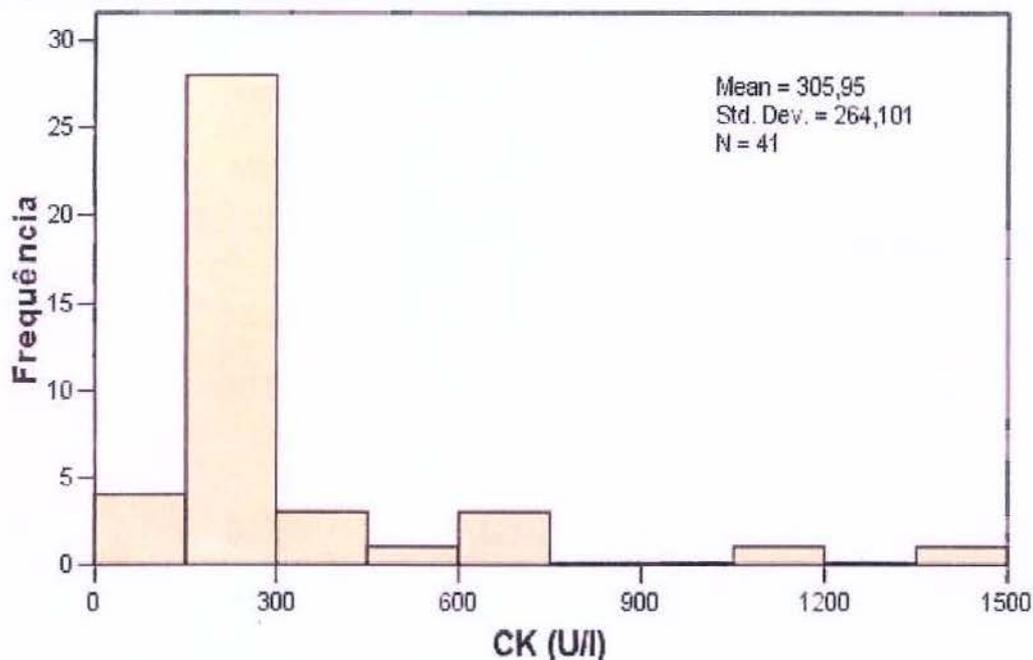
**Tabela 10 – Variação percentual individual de Pré para pós das variáveis FPM e FM em 10s, FPM e FM em tempo de prova o GC e GE.**

	10s		Tempo de Prova	
	FPM	FM	FPM	FM
<b>Grupo Controle</b>				
AV	-6,56	-11,66	-0,50	-3,82
CA	-10,85	5,05	-4,49	5,87
LD	7,09	11,03	-5,09	17,13
RR	-10,17	-4,80	-11,54	-7,11
DT	1,47	34,99	8,81	-4,74
TT	-11,59	-9,17	-3,74	3,39
<b>Grupo Experimental</b>				
GT	25,52	7,53	22,54	11,75
MJ	1,77	0,64	23,96	22,31
DR	-	-	-	-
DB	-4,11	-3,71	-7,00	5,65
LL	12,30	22,62	-2,86	36,12
TC	11,72	35,62	3,92	12,11
EM	0,15	8,17	14,04	12,66
NL	-17,73	8,86	-23,79	15,58

### 7.9. CK

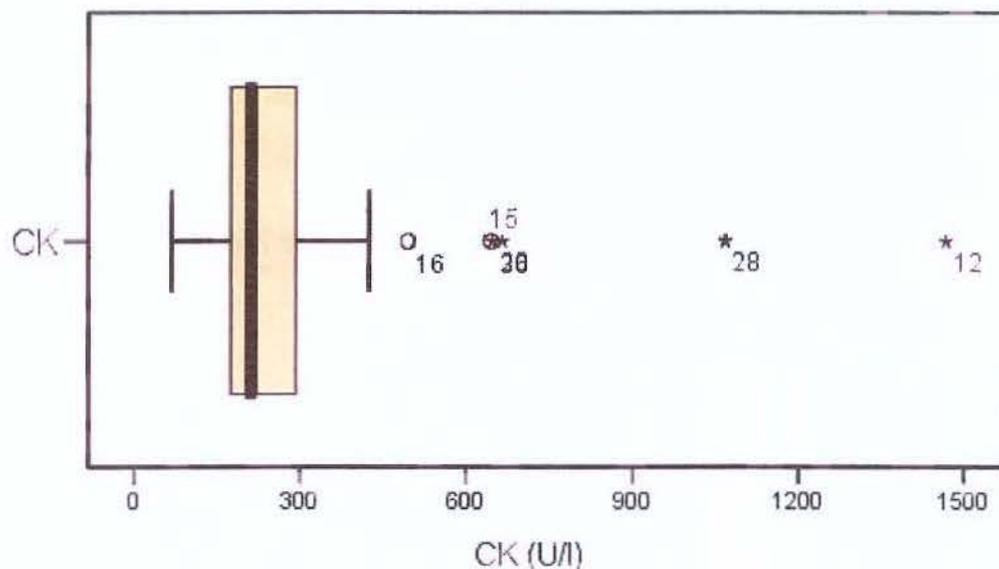
Os gráficos de histograma mostram a frequência que um mesmo valor se repete. Ao confeccioná-lo, todos os dados de todas as coletas são plotados. O gráfico fornece a idéia de onde se concentram os valores de, nesse caso CK, de acordo com o treinamento.

**Gráfico 32 – Histograma de CK dos homens do GC incluindo todas as coletas do período experimental.**



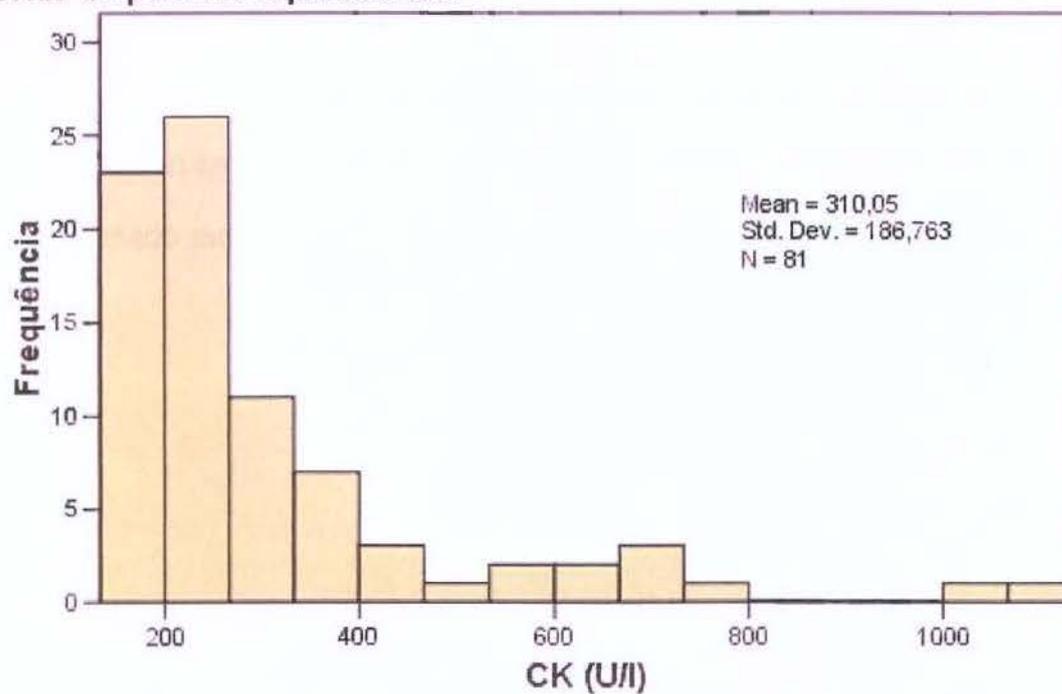
Pelos gráficos 32 e 33 observamos que o treinamento aplicado no GC gerou uma predominância nos valores de 0 a 300 unidades por litro de CK, sendo que os valores extremos acontecem em baixa prevalência em decorrência de alguma resposta acentuada de algum atleta. Considerando que o valor de referência encontra-se próximo a 600 u/l, observamos que os valores do GC estiveram concentrados abaixo.

**Gráfico 33 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para CK no GC.**



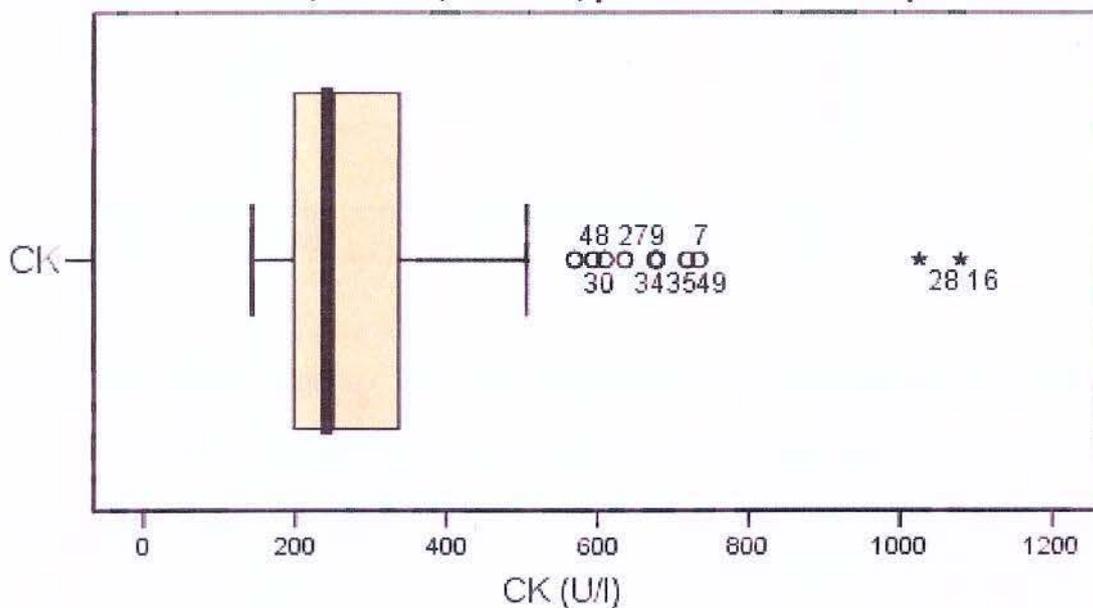
Diferentemente do GC, o GE apresentou uma variação maior, com uma concentração dos dados entre 100 e 750 a 800 u/l, mostrado no gráfico 34.

**Gráfico 34 – Histograma de CK dos homens do GE incluindo todas as coletas do período experimental.**



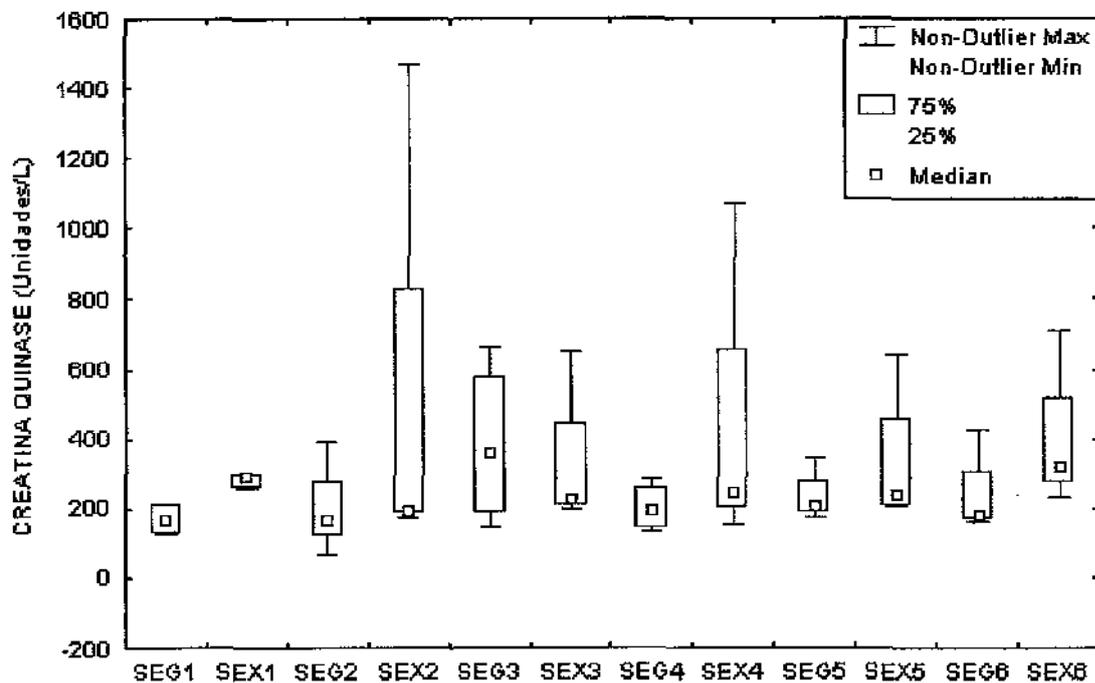
Apesar de maior predominância de CK acontecer em valores entre 100 e 750 u/l, observamos no gráfico 35 que o baseline de 600 u/l foi ultrapassado apenas em algumas situações. O GE se manteve dentro dos níveis normais de CK mesmo com a realização do treinamento de força.

**Gráfico 35 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para CK no GE.**



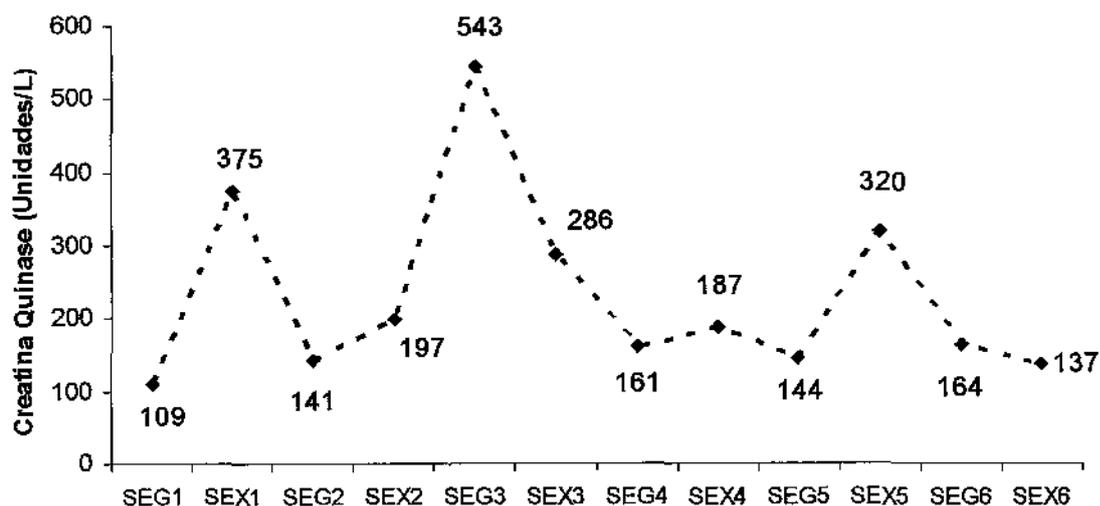
No GC não foi observada nenhuma diferença significativa intragrupo, ou seja, o treinamento convencional não gerou alterações significantes nos diferentes momentos de análise. O comportamento da CK para o GC pode ser observado no gráfico 36 a seguir.

**Gráfico 36 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para CK nos homens do GC durante as 6 semanas de acompanhamento.**

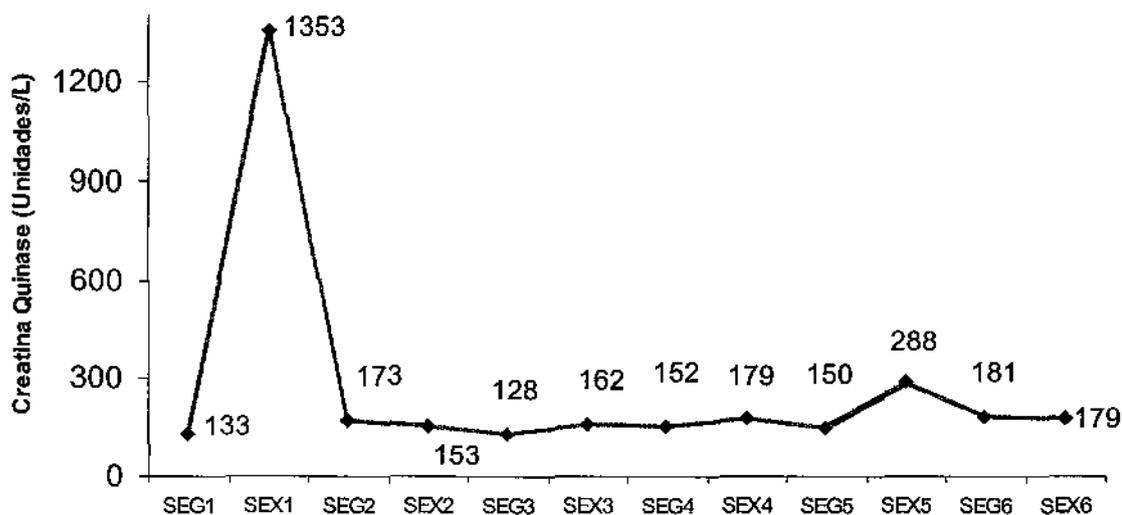


O fato de duas mulheres pertencerem ao GC e por haver comportamentos diferentes quando comparados os gêneros, estas foram separadas nos gráficos 37 e 38.

**Gráfico 37 – Comportamento da CK para atleta C.A. no período experimental.**

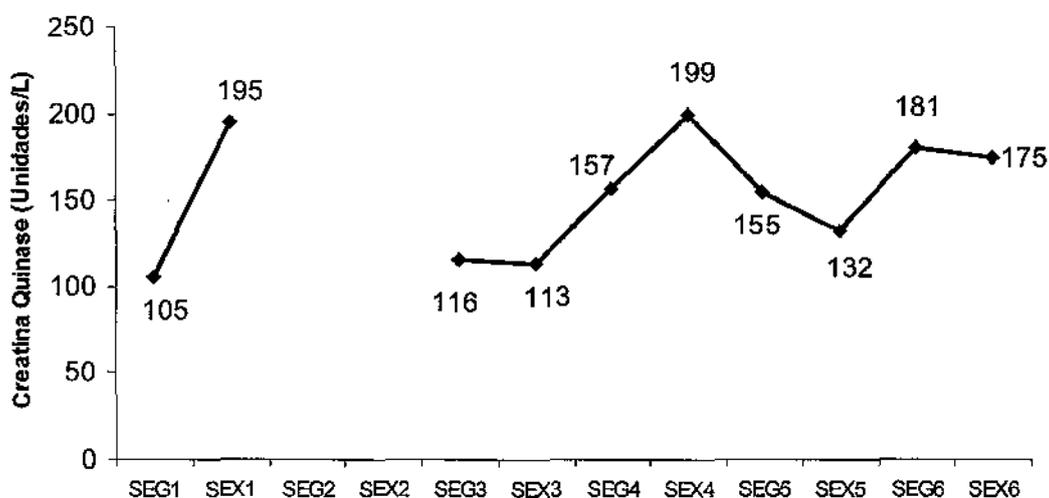


**Gráfico 38 – Comportamento da CK para atleta L.D. no período experimental.**



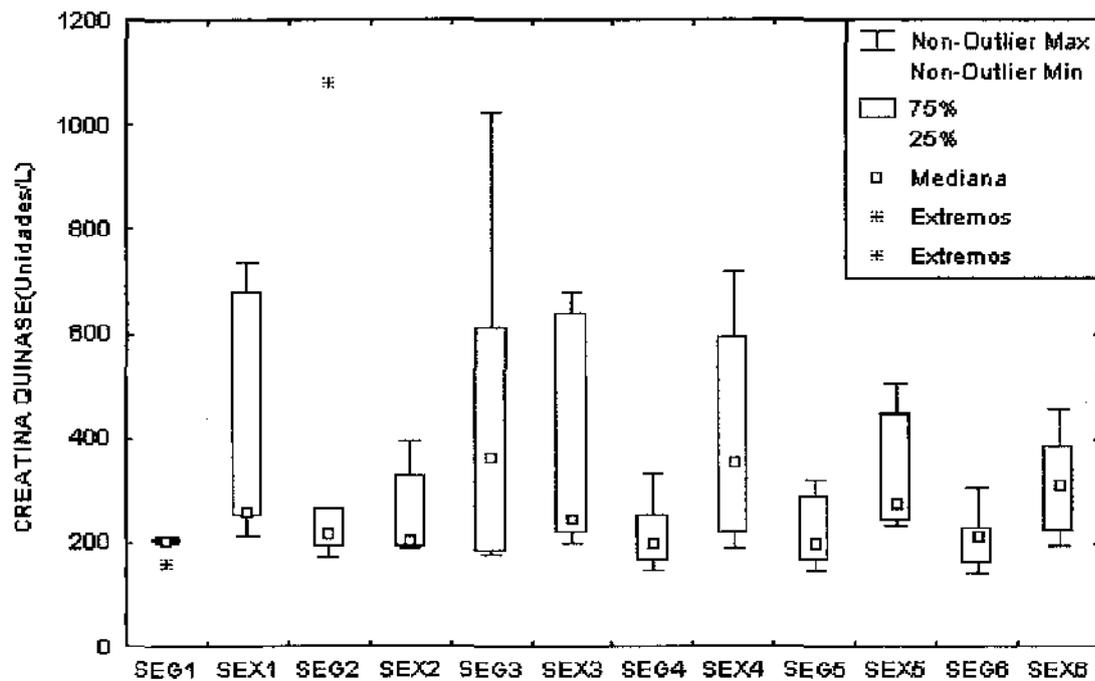
De igual modo procedeu-se com o GE, que continha uma mulher (Gráfico 39). Como observado, a semana 2 não apresenta valores, pois motivos pessoais impediram a coleta de sangue.

**Gráfico 39 – Comportamento da CK para atleta N.L. no período experimental.**



O comportamento longitudinal da CK no GE pode ser observado no gráfico 40. Nota-se a presença de dois valores extremos nas duas primeiras segundas-feiras (SEG1 e SEG2).

**Gráfico 40 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para CK nos homens do GE durante as 6 semanas de acompanhamento.**

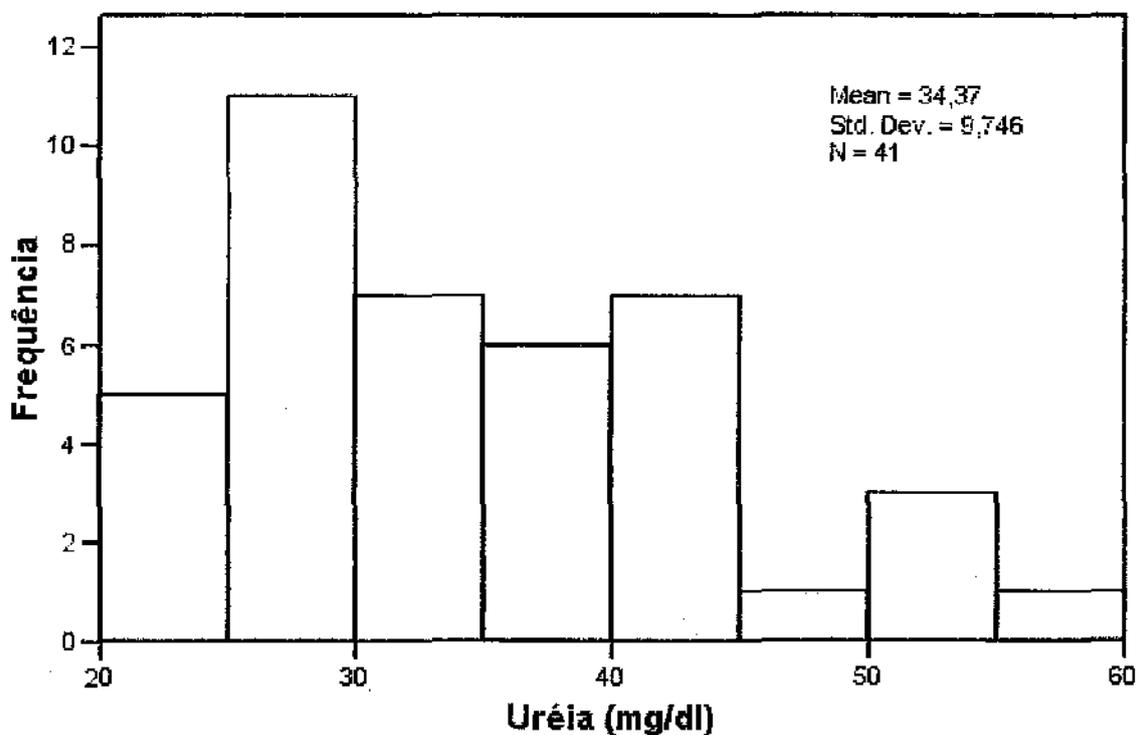


As diferenças intragrupo no GE foram detectadas em momentos específicos, a saber: SEG1 para SEX1 ( $p=0,04$ ), SEX3 para SEG4 ( $p=0,03$ ), SEG4 para SEX4 ( $p=0,02$ ), SEX4 para SEG5 ( $p=0,02$ ), SEG5 para SEX5 ( $p=0,02$ ), SEX5 para SEG6 ( $p=0,02$ ) e SEG para SEX6 ( $p=0,02$ ).

### 7.10. Uréia

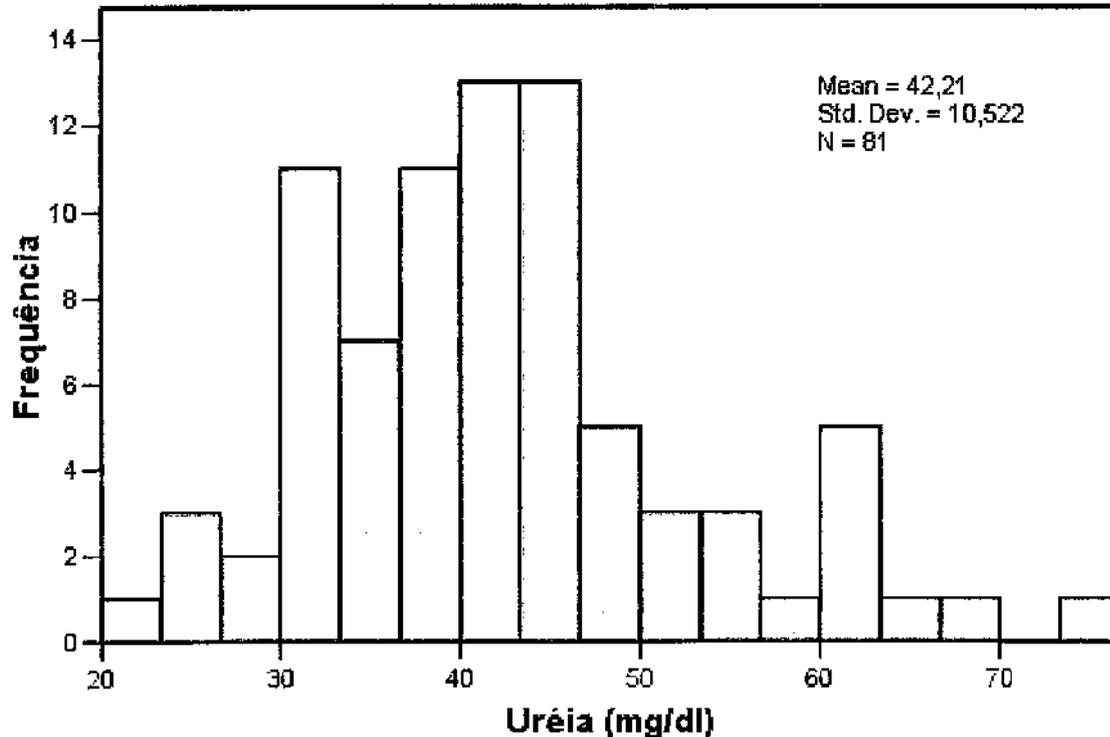
O gráfico 41 mostra a incidência dos valores de uréia do GC. Observamos que nenhum valor ultrapassou 60 mg/dl e a grande maioria dos dados se concentra até 45 mg/dl. Essas foram as ocorrências de uréia sob efeito do treinamento convencional.

**Gráfico 41 – Histograma de Uréia dos homens do GC incluindo todas as coletas do período experimental.**



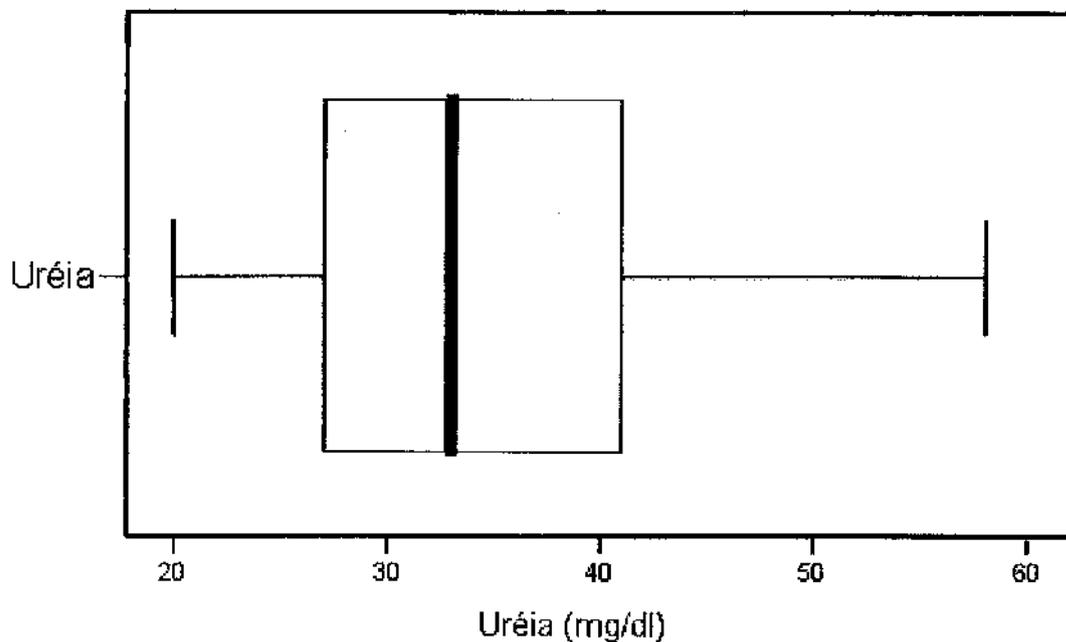
No GE o comportamento foi diferente, apresentando valores extremos de até 80 mg/dl, sendo que a prevalência aconteceu entre 30 e 60 mg/dl.

**Gráfico 42 – Histograma de uréia dos homens do GE incluindo todas as coletas do período experimental.**

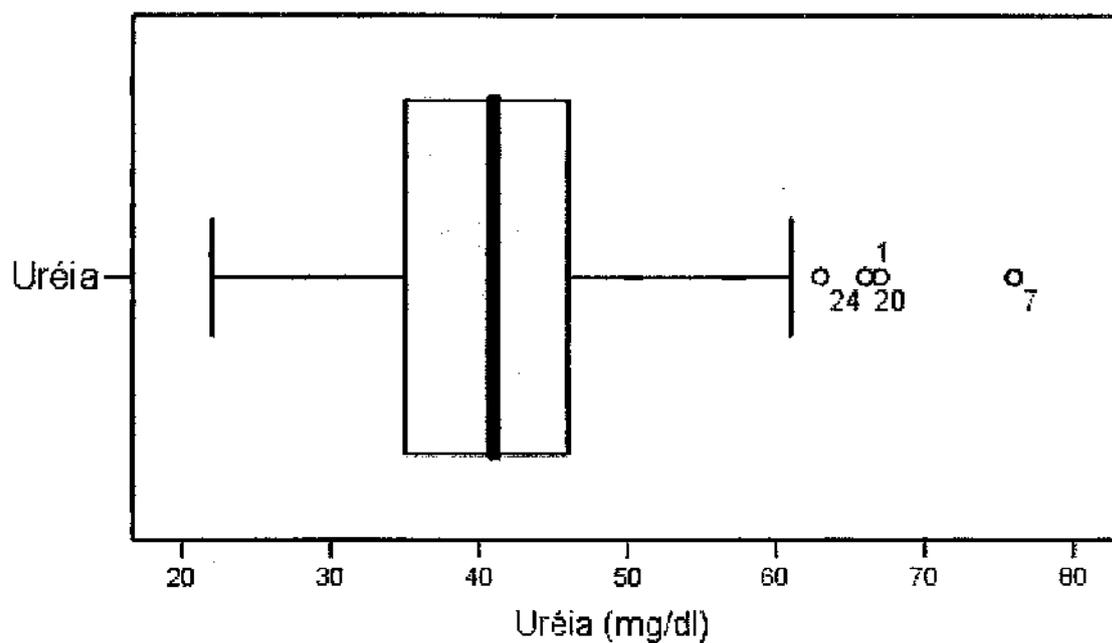


No gráfico 43 e 44 mostram como foi o comportamento dos valores de uréia no GC e GE, respectivamente. Apesar do GC apresentar uma tendência maior à dispersão dos dados, observamos que a mediana se encontra próximo a 30 mg/dl enquanto o GE pouco acima de 40 mg/dl. No entanto, observamos no GE alguns indivíduos que reagiram de maneira extrema ao treino chegando próximo de 80 mg/dl, valores considerados elevados.

**Gráfico 43 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Uréia no GC.**

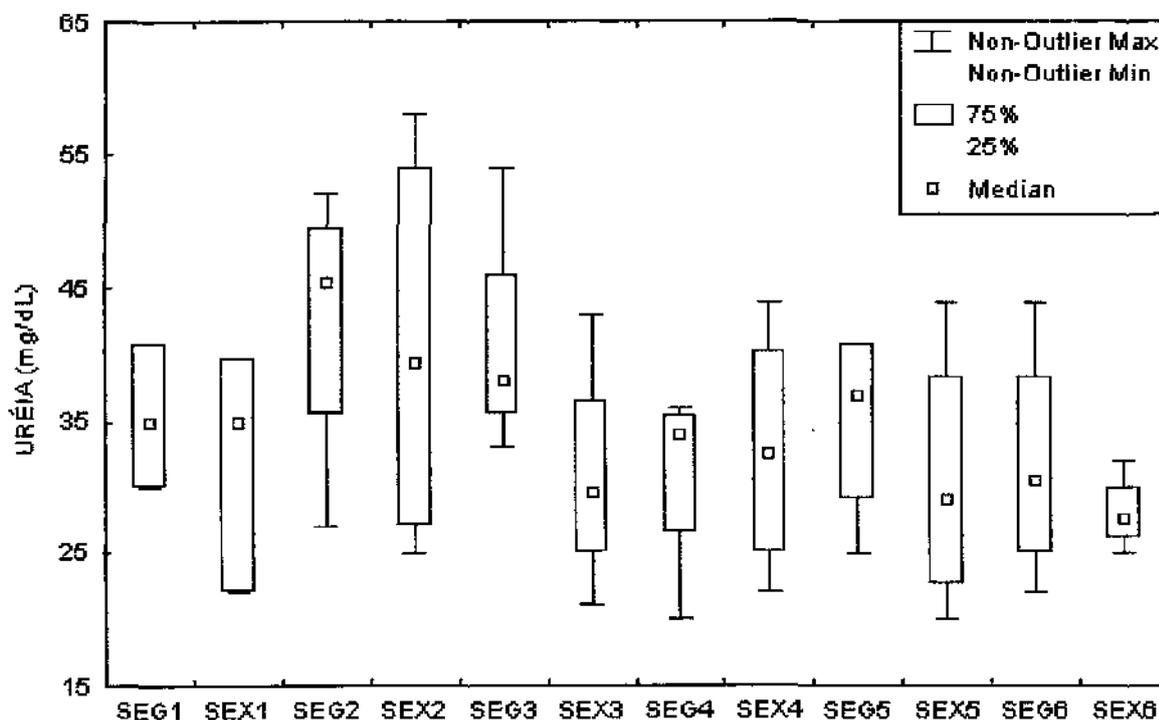


**Gráfico 44 – Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Uréia no GE.**

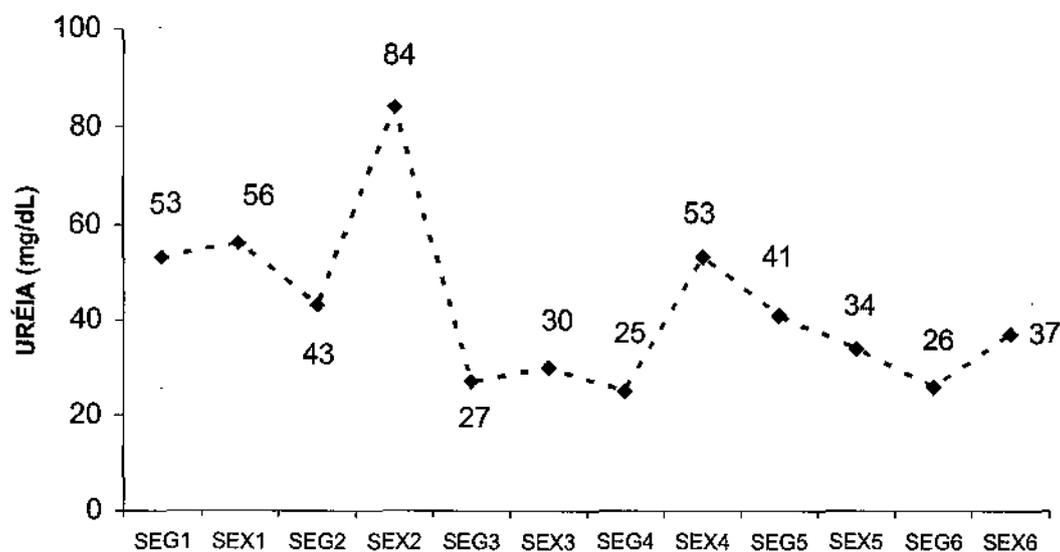


O comportamento longitudinal da uréia no GC pode ser observado nos gráficos 45 (homens), 46 e 47 (mulheres). Essa diferenciação é feita pela diferença na quantidade de massa magra existente entre homens e mulheres. Ressalta-se que durante todo o protocolo experimental o GC não apresentou alteração intragrupo significativa.

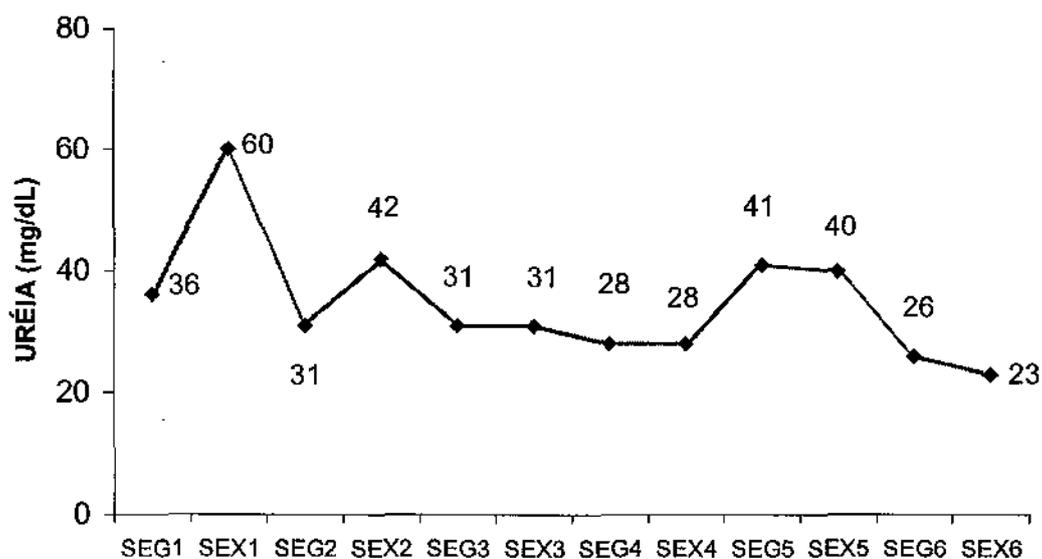
**Gráfico 45 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Uréia nos homens do GC durante as 6 semanas de acompanhamento.**



**Gráfico 46 – Comportamento da uréia para atleta C.A. no período experimental.**



**Gráfico 47 – Comportamento da uréia para atleta L.D. no período experimental.**

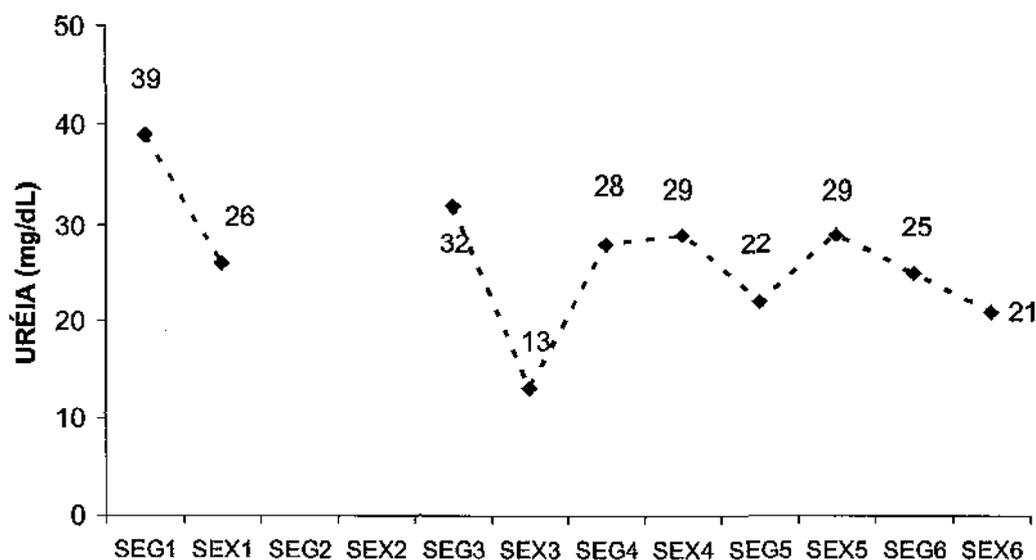


Diferenças intergrupo foram detectadas apenas na primeira semana, tanto na SEG1 quanto na SEX1. Após esse período inicial nenhuma alteração

significante foi encontrada, mostrando que o treinamento de força não promoveu diferenciação nessa variável.

No GE, a análise intragrupo mostra que as alterações significantes aconteceram nos períodos de SEG2 para SEX2 ( $p=0,03$ ), SEX2 para SEG3 ( $p=0,02$ ), SEG3 para SEX3 ( $p=0,05$ ), SEX3 para SEG4 ( $p=0,03$ ) e SEG4 para SEX4 ( $p=0,02$ ). O comportamento longitudinal pode ser observado nos gráficos 48 (mulher) e 49 (homens).

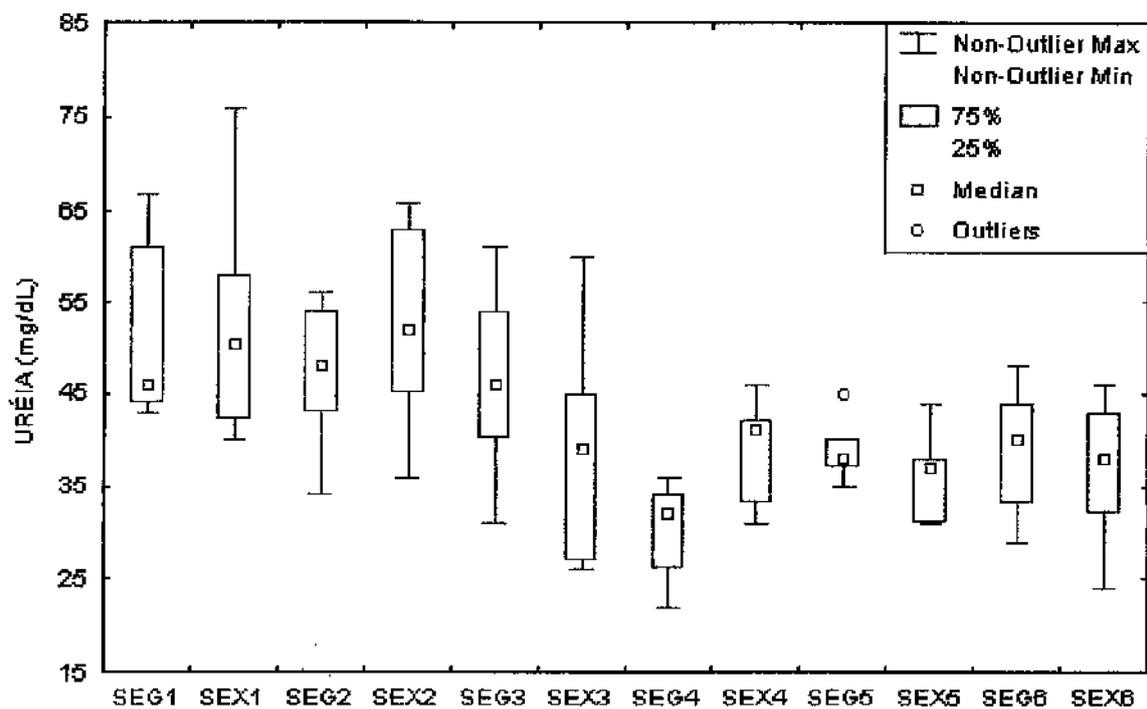
**Gráfico 48 – Comportamento da uréia para atleta N.L. no período experimental.**



Na segunda semana a coleta de sangue foi interrompida por motivos pessoais.

Contrariamente aos dados de CK, os valores de uréia no GE parecem se estabilizar juntamente com o aumento do volume do treinamento de força.

**Gráfico 49 - Mediana, mínimo, máximo, percentil 25% e 75% para Uréia nos homens do GE durante as 06 semanas de acompanhamento.**



## **8 Discussão**

### **8.1. Treinamento**

A maioria dos estudos que utilizaram o MC se deteve em identificar os efeitos agudos (BAKER, 2003; GOTO et al, 2004; JONES et al, 2003; SMILIOS et al, 2005), sem, no entanto, abordar as alterações longitudinais. Assim como Loturco Filho et al (2005) apresentaram alterações significantes após 10 semanas de treinamento com o MC, o atual estudo também apresentou melhoras na força especial.

Embora esse aumento não tenha se refletido primariamente a uma melhora no desempenho, observou-se que após o período competitivo os atletas do GE foram estatisticamente diferentes do GC para a variável IPS. O gráfico 16 mostra que o IPS de ambos os grupos se manteve sem alterações de Pré para Pós. No entanto, os resultados do GE, que até o momento Pós estiveram abaixo do GC, foram positivamente aumentados de Pós para Final, ultrapassando o GC. Considerando que os nadadores tiveram uma distribuição de cargas similar durante o período competitivo, assumimos que tal diferenciação ocorreu pela utilização do MC.

Verkhoshansky (1995) sugere que a utilização das cargas de força de maneira concentrada pode gerar redução dos índices funcionais especiais, como

velocidade dos movimentos, deslocamento do atleta, força máxima e explosiva e a potência dos esforços desenvolvidos. Oliveira (1998) chama esse fenômeno de efeito posterior duradouro do treinamento (EPDT) e o considera decorrente "... da relação particular entre o nível de preparação do atleta e a carga de treinamento, considerada em uma perspectiva macro, ou seja, após fases prolongadas de treinamento" (OLIVEIRA, 1998 p. 36). Após a redução do volume que sucede a etapa de preparação de força especial, os indicadores de desempenho podem ser superados em até 30% (VERKHOSHANSKY, 1995).

Ao observar o atleta EM verifica-se decréscimo de Pré para Pós nas variáveis VM e CB no teste de desempenho (-0,91 e -7,72%, respectivamente), VM e CB no T25 (-1,4 e -0,4%, respectivamente) e IPS (-2,9%). Apesar de não termos dados de CB e VM, observamos que a variável IPS apresentou significativa melhora (11,4%) de Pós para Final. Considerando que as cargas do MC se concentraram na etapa inicial do treinamento e que o maior volume de treino foi concentrado nesse período, características da preparação de força especial, os resultados do atleta EM demonstram um comportamento típico do EPDT. Segundo Verkhoshansky (1995) quanto maior for a redução dos indicadores maior será a supercompensação posterior. Desta forma, se o percentual de redução dos indicadores fosse maior, é provável que o desempenho de EM tivesse sido mais significativo.

Nos dados obtidos pelo T25, não foram detectadas diferenças significantes em nenhum dos parâmetros analisados, indicando que, tanto as cargas aplicadas ao GE como ao GC não foram adequadas para o desenvolvimento da capacidade

de velocidade. O fato de não haver melhoras significantes na VM no T25 pode ser explicada pelas características das cargas de treinamento aplicadas, essencialmente aeróbias. Como mostrado, a disposição das cargas de treinamento no período preparatório tende ao desenvolvimento da capacidade aeróbia nos estilos e distâncias específicas de cada atleta (MAGLISCHO, 1999), haja visto que a predominância das cargas anaeróbia se deu no período competitivo. Assim, a estabilidade na VM do GC era esperada. No entanto, o GE apresentou o mesmo comportamento, apesar de ter realizado em paralelo um treinamento com estímulos anaeróbicos.

A possibilidade do implemento da força ser concorrente ao desenvolvimento da capacidade de resistência foi abordada por Tanaka et al (1993). Em seu trabalho, os atletas realizaram um treinamento com pesos (inespecífico) em conjunto com o treinamento convencional dentro da água. Apesar de aumentos de 35% na força muscular avaliada fora da água, não foi constatada nenhuma interferência significativa nem na potência e nem no CB. Esse comportamento parece se repetir quando combinadas essas capacidades de maneira específica.

O teste nado amarrado apresentou boa reprodutibilidade. Na consistência interna a ANOVA mostrou diferença significativa no dia 1 para a variável força média (Tabela 2), no entanto, esse comportamento não foi mais observado nos dias 2 e 3, comprovando que o aprendizado do teste aconteceu de maneira rápida. Na estabilidade das medidas, a única variável que apresentou comportamento indesejado foi a força média avaliada no tempo de prova (tabela

3). No entanto, todos os outros indicadores mostraram valores com boa significância. Com tais resultados fica assegurado que qualquer alteração que houver na força de Pré para Pós é decorrente do treinamento e não da aprendizagem no teste.

No teste força do GE os dados refletem que o MC foi capaz de alterar tanto os valores de FPM como os valores de FM em ambos os testes.

Especialmente no teste de força especial esse aumento conjugado de FPM e FM expõe uma relação que, segundo Carlock et al (2005), é muito próxima. Os autores exemplificam citando o estudo de Bubuian et al (1986) colocando que a "... potência anaeróbia é um fator crítico que determina o êxito entre os corredores de cross-country com similares valores de  $VO_2$ ". Na natação alguns estudos mostraram fortes correlações entre o rendimento em distâncias de até 400m e a força máxima de membros superiores (COSTILL et al, 1980 e SHARP et al, 1982).

O interessante é que, mesmo com um ligeiro aumento na FPM10s, a velocidade do T25 não foi influenciada, contrariando os resultados de Marinho (2002) que apresentou boa correlação (0,95) entre FPM e velocidade em 15m. Costill et al (1980) e Sharp et al (1982) também apresentam resultados onde o aumento na potência de nado avaliada em banco isocinético se mostrou bem correlacionada (0,93) com a velocidade de nado. Tamanha significância no aumento da força sugere que, se aplicada em velocidade, os atletas poderão ter uma maior quantidade de força em um menor tempo, atingindo alterações próximas à de Rasulbelkov et al (1986).

Analisando as variações percentuais nos dados de força (tabela 10) do atleta MJ observamos que o treinamento gerou pouca alteração no teste de 10s (1,77% na FPM e 0,64% na FM). Já no teste de força especial suas alterações chegaram a 23,96% na FPM e 22,31% na FM. Apesar de variações tão significantes o atleta não melhorou significativamente seu IPS (0,09% de Pré para Pós e -2,6% de Pós para Final). Esse atleta foi avaliado na prova de 50m costas, pois não atingiu o IPS mínimo na prova de 100m costas (676 – 1.03.00, ANEXO A). Apesar disso, seu IPS do 100m costas no momento Final (competição final) também foi calculado, mostrando uma grande evolução ao atingir 731 (8,14% do índice), fato que pode estar relacionado com o grande aumento na FM no teste de força especial.

O desempenho na natação como uma modalidade de resistência de força, exige que os esforços musculares se mantenham até o fim da distância. Desta forma, é extremamente desejável que se seja melhorada a FM, e um dos principais resultados do trabalho foi o aumento da FM. Ainda que por meio de distâncias curtas (12,5 a 50m) a resistência do palmar e do pára-chute fez com que o tempo de estímulo aumentasse. Além disso, a ênfase no comprimento de braçadas permitiu a concentração dos atletas ao mesmo tempo um alto nível de aplicação de força em todas as braçadas. Como resultado de tudo isso foi observada grande melhora no IPS dos atletas.

Dentre as causas para o aumento da força destacamos as alterações mecânicas, a hipertrofia e o ganho coordenativo por meio de adaptações neuromusculares. Segundo Judge et al (2003), as respostas neuromusculares

decorrentes da cinética da carga e intensidade de treino em atletas apresentam características mais relacionadas ao aumento da força e dos níveis máximos de atividade eletromiográfica, em detrimento das alterações morfológicas hipertróficas. Não havendo alterações significantes no percentual de gordura e nem nas circunferências pode-se sugerir que, no atual estudo, a hipertrofia não parece ter sido a causa do aumento da força no GE. Baker (2003) acredita ainda que as alterações na força decorrentes da utilização do MC ficam reduzidas aos ajustes coordenativos e as adaptações mecânicas, no entanto, as abordagens longitudinais são poucas para serem conclusivas.

Quando analisados os grupos, também não foram encontradas alterações significantes nos parâmetros técnicos (exceto FB). É possível que o padrão técnico não tenha se modificado, pois alterações mecânicas podem levar tempo e talvez fosse necessário um período maior de treinamento para observá-las.

Neste aspecto o estudo apresenta uma limitação, pois FB, CB e IB são formas subjetivas de avaliação mecânica. Os indicadores técnicos podem não refletir alterações no desenho da braçada, embora o inverso aconteça. Além disso, o cálculo da VMéd a partir da distância total (incluindo viradas) superestima a velocidade real em 3% e 2,6% em 100m e 1500m, respectivamente (EAST, 1970). No entanto, a distância atingida pelo nadador na virada não se altera significativamente, o que torna o erro padrão. Os cálculos de CB também superestimam a real distância percorrida por ciclo em aproximadamente 5% (CRAIG et al, 1985). No entanto, East (1970) mostrou que esses erros não influenciam significativamente a comparação de diferentes grupos de nadadores.

Apesar do comportamento do grupo (GE) de uma forma geral mostrar ausência de adaptações mecânicas, podemos observar que alguns atletas apresentaram resultados divergentes. A atleta NL apresenta 8,86 e 15,58% de melhora na FM no teste de 10s e tempo de prova, respectivamente. Seu IPS apresentou melhora de 14,6% de Pré para Pós e 10,9% de Pós para Final. A velocidade média (VM) aumentou em 5,7% e 0,3% e o comprimento de braçadas (CB) 6,4% e 6% no teste de desempenho e velocidade, respectivamente. Isso mostra que, apesar do GE não ter apresentado alterações mecânicas, no caso da atleta NL, o treinamento de força gerou mudanças significantes na técnica, que foi refletida no desempenho.

Por situações como essa é que o processo de pesquisa no treinamento desportivo precisa ser revisto. É necessário que a metodologia de pesquisa se encaixe no treinamento e não o contrário. O atual estudo apresenta o comportamento de diversos nadadores diante do treinamento de força, o que pode auxiliar os técnicos ao aplicar tal metodologia. Se em algum momento for verificado que algum indivíduo de determinada equipe apresenta queda na FPM, por exemplo, o técnico terá a possibilidade de comparar seu atleta com algum caso deste estudo e entender que uma queda na força pode não significar que o treinamento não esteja sendo desenvolvido no caminho certo.

Observando a tabela 10, percebe-se que nem todos os atletas do GE apresentaram melhoras na FPM. No entanto, a FM alterou-se significativamente em todos os atletas (exceto DB no teste de 10s) tanto em 10s como no tempo de prova. Isso indica que apesar do MC utilizar distâncias relativamente curtas, ele

gera efeitos positivos na força especial. Gabriel (2000) constatou que à medida que o treinamento de força é aplicado, menor é o envio de informações por parte do órgão tendinoso de golgi ao sistema nervoso central, indicando um ganho de coordenação tanto intra como intermuscular. Provavelmente o MC atuou de modo similar provendo respostas na força decorrente de ganho de coordenação.

Em contrapartida, o GC apresenta diversos nadadores com quedas significantes na força. Isso evidencia uma deficiência da preparação convencional, uma vez que a força se relaciona com o desempenho (BADILLO et al, 2001, RASULBEKOV et al, 1986) e o treinamento tradicional não atende essa exigência, o MC ganha mais importância dentro da preparação física de nadadores competitivos.

No estudo conduzido por Rasulbekov et al (1986) o ganho de força, provavelmente acompanhado da melhora na coordenação, fizeram com que o pico de força dos atletas fosse mais elevado, e obtido em menor tempo. Segundo os autores, uma maior capacidade de força proporciona ao atleta realizar a mesma FB com um CB maior (caso da atleta NL). No entanto, alguns atletas obtiveram um aumento na FB muito grande com uma pequena diminuição no CB (atletas TC, LL e TC no teste de desempenho do GE – tabela 10), o que também gerou alterações positivas na velocidade. É provável que com mais força os atletas tenham maior capacidade de acelerar a braçada sem diminuição significativa no CB.

Os resultados de Strass (1986) mostraram que o treinamento de força fora da água proporcionou melhoras de 12,5% e 24,8% na força máxima e na taxa de desenvolvimento da mesma, respectivamente, indicando que a capacidade de

aplicar força num menor espaço de tempo (potência) foi determinante para a alteração significativa dos dados de FB, CB e VM tanto para 25 como para 50m. Foi detectado aumento significativo na VM dos nadadores, alterando os valores de correlação entre o desenvolvimento da força e indicadores técnicos como a frequência (-0,33 para -0,73 em 25m e -0,48 para -0,57 em 50m pré / pós-treinamento respectivamente) e o comprimento de braçadas (0,54 para 0,72 em 25m e 0,62 para 0,73 em 50m pré / pós-treinamento, respectivamente). Apesar disso, a avaliação e o treinamento inespecífico não refletem o padrão de recrutamento de unidades motoras e nem a FB quando comparadas à situação real de nado (OLBRECHT et al, 1983; SCHLEIHAUF, 1983).

No atual estudo esse comportamento foi divergente por avaliar diferentes estilos dentro de um mesmo grupo, o que pode não refletir o comportamento similar na correlação obtida por eles, pois diferenças entre especialidades de estilo e provas influenciam no desenvolvimento da força. Além disso, as alterações do GE aconteceram apenas na FB, que aumentou significativamente no teste de desempenho. Em contrapartida, o CB não variou significativamente, apresentando ligeira queda. Apesar de não apresentar significância observa-se que no T25 esse comportamento se inverteu, mostrando um aumento do CB e uma diminuição da FB, mostrando um possível ajuste dos atletas às cargas de força aplicadas ao GE. Ao avaliarmos o IB observamos que o treinamento proporcionou uma ligeira melhora na eficiência técnica. Apesar disso, não foram observadas alterações relevantes em nenhum dos parâmetros técnicos, sugerindo que os fatores

responsáveis pelo aumento da força propulsora máxima e média foram as adaptações neurais.

## **8.2. Bioquímica**

### **8.2.1. CK**

Ao observar os gráficos 32 e 34 percebe-se que a curva formada no histograma apresenta uma característica concentrada na extremidade esquerda, fugindo da forma chamada de sino. Além disso, observando a disposição desses dados no GC e GE, observa-se grande variação. Isso indica que a variação de CK é indivíduo-dependente, ou seja, diferentes pessoas responderão ao treinamento com diferentes concentrações. Isso indica que em algumas situações o atleta pode apresentar valores altos de CK sem, necessariamente, estar próximo de lesão ou overtraining. Segundo Hartmann et al (2000), essa situação é explicada pela tolerância individual ao exercício, onde o fator chave é a característica do treino.

O autor ressalta também que o treinamento deve ter uma boa preparação que considere a alternância de períodos de carga e de regeneração. Nesse sentido, o presente estudo apresenta dados interessantes. Tanto o GC como o GE apresentam uma característica ondulatória na concentração de CK durante o período experimental, onde os valores aumentam das coletas de segunda para sexta e retornam aos níveis normais na segunda posterior. Isso indica que a

recuperação de dois dias (fim de semana) pareceu ser adequada para as cargas de treino propostas. Essa variação dentro da zona considerada normal pode ser explicada pelas características da água, que limitam as contrações excêntricas.

Entretanto, nota-se que apesar do GE apresentar alterações intragrupo, em nenhum momento do período experimental foi encontrada diferença intergrupo significativa. Pode-se sugerir que, apesar de elevar significativamente as concentrações de CK, o MC pode não ter gerado estímulos suficientemente estressantes para evidenciar alterações intergrupo.

Ressalta-se que as demais diferenças significantes coincidiram (exceto o primeiro momento) com o aumento do volume das cargas do treinamento de força. De igual modo, à medida que o volume decresceu foi observada uma diminuição na concentração de CK (semanas 5 e 6 – gráfico 40). Millard et al (1985) apud Mujica et al (2004) apresenta quedas de 70 e 30% nos valores de CK pós-treino e em repouso, respectivamente, ao comparar o período de polimento com períodos onde o volume foi predominante. Esses resultados sugerem que os níveis de CK parecem refletir o volume em detrimento da intensidade. Em acordo, Rama et al (1994) verificaram aumentos significantes na concentração de CK de corredores após corrida de 100 km ( $91,1 \pm 25,1$  vs  $2843 \pm 2341$  U/l). Dressendorfer et al (1991) também mostraram que 400 km de corrida ocasionaram um aumento de 380% ( $152 \pm 11$  para  $731 \pm 74$  U/l,  $p < 0,001$ ) na atividade da CK e foi associado à seqüência de 4 dias de competição que gerou lesões recorrentes no músculo da perna.

Os dois últimos estudos citados (Rama et al, 1994 e Dressendorfer et al, 1991) caracterizam os efeitos agudos da CK, ou seja, acompanharam o comportamento da sua atividade após um estímulo competitivo isolado e não representam exatamente as condições de treino.

Contrariando os resultados acima, o estudo de Symansky et al (1983) sustenta a possibilidade de que altos níveis de intensidade por períodos prolongados podem não gerar trauma suficientemente intenso para stress muscular. Após 1 hora de nado amarrado contínuo a 70% do  $VO_2$ máx não verificou alteração nas concentrações de CK em nadadores treinados.

No presente estudo, os dados do GC apresentam uma variação muito pequena para homens e mulheres, mesmo quando o volume do treinamento convencional atinge seu ápice (gráfico 2 – semanas 7 e 8). No GE, grandes variações aconteceram já que este foi submetido a um treinamento essencialmente intenso. Considerando que não houve diferença significativa entre as cargas realizadas por ambos os grupos, o comportamento do GE contraria a suposta relação entre aumento de volume x aumento de CK e parece se relacionar mais com a intensidade.

No estudo desenvolvido por Costill et al (1991) foram comparadas as concentrações de CK em dois grupos de nadadores. Durante 06 semanas o primeiro grupo (SHORT) foi submetido a uma metragem média de 4950 m/dia apresentando um gasto calórico diário médio de 1265 kcal, enquanto o segundo grupo (LONG) cumpriu em média 9435 m/dia utilizando em média 2411 kcal/dia. Os resultados mostraram que, apesar da grande diferença no volume e no gasto

calórico, não foram encontradas alterações intergrupos significantes nas concentrações de CK durante as 06 semanas, suportando a possibilidade das variações de CK estarem mais relacionadas com a intensidade e não com o volume. Apesar do aumento do volume, Costill et al (1991) não verificaram diferença intergrupo significantes no desempenho dos grupos.

A hipótese de muitos técnicos e atletas é de que o desempenho esteja relacionado com o volume de trabalho executado, inferindo que o atleta só atingirá altos níveis de desempenho se atingir longas metragens durante o treinamento. Considerando a amostra do estudo de Costill et al (1991) – nadadores competitivos, entendemos que, para atletas competitivos, o nível de desempenho parece se relacionar mais com a intensidade proposta no treino do que com volume.

Bean et al (1994) acompanharam os níveis de CK durante 6 meses e não verificaram relação direta entre o volume de treinamento e as concentrações de CK plasmáticas avaliadas em repouso.

Com dados tão controversos a respeito do comportamento da CK, Zajac et al (2001) sugere a possibilidade da CK estar relacionada com a tensão muscular, tipo de contração e com a quantidade de células musculares envolvidas no exercício. Apesar disso, o fato da CK se mostrar indivíduo dependente trás a possibilidade de que existam diferentes comportamentos diante de um mesmo volume e/ ou intensidade.

## 8.2. Uréia

Os histogramas do GC e GE (gráficos 41 e 42, respectivamente) apresentaram um formato próximo à curva de sino, indicando que a uréia possui pequena variação entre indivíduos, sendo dependente da quantidade de massa magra. Segundo Hartmann et al (2000), as concentrações normais de uréia variam de 10 a 50 mg/dl. Observamos nos gráficos 42 e 43 que, ambos os grupos tiveram a maior incidência de valores até 60 mg/dl, caracterizando um comportamento próximo ao normal. Observamos ainda que apenas o GE apresentou valores de 70 a 80 mg/dl, indicando um possível efeito do treinamento de força, já que Nikolaidis et al (2003) colocam que esse indicador bioquímico tem sido usado para avaliar a carga de treinamento.

O fato de nenhum dos grupos apresentar excesso de valores extremos durante o período experimental mostram conformidade com o dados de massa corporal, onde não foi detectada nenhuma diferença significativa de pré para pós. Se as concentrações de uréia excedessem a normalidade proposta por Hatmann et al (2000), seria possível detectar diminuição na massa magra visualizada a partir do percentual de gordura.

Segundo Nikolaidis et al (2003) a uréia também é utilizada para avaliar o processo de recuperação do treinamento. O período de recuperação de dois dias parece ter sido suficiente, pois apesar do aumento de uréia diante da carga de treino durante a semana, os valores diminuía quando avaliados na segunda-feira posterior. Essa característica pode ser mais claramente notada no GE.

É possível que o aumento inicial da concentração de uréia tenha acontecido em virtude do início do treinamento. No entanto, é provável que a estabilização das concentrações de uréia acontecesse logo nas três primeiras semanas, destinadas para adaptação. Desta forma, assumimos que as variações dos valores de uréia avaliados da semana 5 à 10 aconteceram em decorrência da carga de treinamento aplicada. Nota-se que os maiores valores foram encontrados nas semanas 5, 6 e 7, onde o volume foi predominante.

Contrariamente ao comportamento controverso da CK, o aumento nas concentrações de uréia parece estar mais intimamente ligado ao aumento do volume. Em exercícios mais prolongados as concentrações de glicogênio muscular caem e assim o organismo necessitará de outras fontes de energia, entre elas a quebra de proteína. Segundo Calles-Escandon et al (1984), exercícios em intensidade leve a moderada resultam num aumento de proteólise e que, apesar da uréia reagir nessa intensidade, a proteína é não é a principal fonte de energia nessa intensidade.

## **9 Conclusões**

Levando em consideração os objetivos do presente estudo é possível chegar às seguintes conclusões:

(1) O MC foi eficiente no ganho de força especial na natação, haja visto os aumentos na FPM e na FM.

(2) Embora o aumento da força especial não tenha se refletido primariamente a uma melhora no desempenho, observou-se que após o período competitivo os atletas do GE foram estatisticamente diferentes do GC na variável IPS.

(3) Ao verificar frequência, comprimento e índice de braçadas, o MC parece produzir alterações apenas na frequência.

(4) O fato da CK não ter se diferenciado, mostra que a sobrecarga gerada pelo MC não se distingue significativamente do método convencional de treino, quando tratamos de stress muscular.

(5) As cargas propostas foram não produziram perda de massa magra, pois os valores de uréia permaneceram normais em ambos os grupos.

(6) Os dados bioquímicos mostram que os volumes propostos foram adequados, criando um dado inicial para referenciar o treinamento de força específica.

## **10 Considerações Finais**

Apesar de apresentar bons resultados, o MC ainda não foi verificado em atletas jovens. Recomenda-se que esse tipo de treinamento seja precedido de uma preparação multilateral, e que em fases iniciais de especialização seja realizado um período de aprendizagem com os implementos utilizados.

## **11 Referências Bibliográficas**

---

---

AAGAARD, P; SIMONSEN, E.B; ANDERSEN, J.L; MAGNUSSON, S.P; HALKJAER-KRISTENSEN, J, DYHRE-POULSEN, P. Neural Inhibition During Maximal Eccentric and Concentric Quadriceps Contraction: Effects of Resistance Training. **Journal Applied Physiology**, 89: p. 2249-2257, 2000.

AQUÁTICA PAULISTA. **Tabelas de Índices para os campeonatos estaduais – Inverno de 2005.** [http://www2.aquaticapaulista.org.br/regulamentos/1\\_semestre/7\\_indices\\_inverno\\_05.pdf](http://www2.aquaticapaulista.org.br/regulamentos/1_semestre/7_indices_inverno_05.pdf). Acessado em 16 de maio de 2005.

BADILLO, J.J.G; AYESTARÁN, E.G. **Fundamentos do treinamento de força – aplicação ao alto rendimento desportivo.** 2ª Edição. Porto Alegre, Artmed, 2001.

BAKER, D. Acute effect of alternating heavy and light resistance on power output during upper-body complex power training. **Journal of Strength Conditioning Research**, 17 (3): 493-497, 2003.

BARBOSA, A.C; ANDRIES JÚNIOR, O. Efeito do treinamento de força no desempenho da natação. **Revista Brasileira de Educação Física e Esportes**, artigo aceito e não publicado.

BEAN, M.H, NEISLER, M, HALL, M, THOMPSON, W.R, JOHNSON, J.T, YOUNG, T, PITTINGTON, J. The isoforms of CK-MM in response to competitive swim training. **Journal of Strength Conditioning Research**, 8 (3): p. 155-160, 1994.

BUBUIAN, R; WILCOX, A.R; DARABOS, B.L. Anaerobic contribution to distance running performance of trained cross-country runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 18: p. 107-118, 1986.

BURGER, T. T; BOYER-KENDRICK, DOLNY, D. Complex training compared to a combined weight training and plyometric training program. **Journal of Strength Conditioning Research**, 14 (3): S360 (Abstract), 2000.

CALLAWAY, W.C; CHUMLEA, W.C; BOUCHARD, C; HIMES, J.H; LOHMAN, T.G; MARTIN, A.D; MITCHELL, C.D; MUELLER, W.H; ROCHE, A.F; SEEFELDT, V.D. Circunferences. In: LOHMAN, T.G; ROCHE, A.F; MARTORELL, R. (Editores). **Anthropometric Standartization Reference Manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988, p. 39-54.

CALLES-ESCANDON, J; CUNNINGHAM, J.J; SNYDER, P; JACOB, R; HUSZAR, G; LOKE, J; FELIG, P. Influence of exercise on urea, creatinine, and 3-methylhistidine excretion in normal human subjects. **American Journal of Physiology**, 246 (4 Pt 1): E334-E338, 1984 (Abstract).

CAPUTO, F, DENADAI, B. S. Característica da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e a correlação com a performance. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 8 (1): p. 15-21, 1999.

CARLOCK, J; STONE, M; STONE, M. La resistencia tiene alguna correlación con la fuerza máxima y el entrenamiento de la fuerza? **PubliCE Standard**. 15/04/2005.  
Pid: 453

CAROLAN, B; CAFARELLI, E. Adaptations in Coactivation After Isometric Resistance Training. **Journal of Applied Physiology**, 73: p. 911-917, 1992 (Abstract).

CISSIK, J.M. Basic principles of strength training and conditioning. **NSCA's Performance Training Journal**. 1 (4): p. 7-11, 2005.

CHALLIS, J.H. Arquitetura Músculo-Tendão e Desempenho do Atleta. In: ZATSIORSKY, V.M (Org.). **Biomecânica no esporte – Performance de Desempenho à Prevenção de Lesão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. v. único, p. 26-43.

COSTILL, D.L; THOMAS, R; ROBERGS, R.A; PASCOE, D; LAMBERT, C; BARR, S; FINK, W.J. Adaptations to swimming training: influence of training volume. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 23 (3): p. 371-377, 1991.

COSTILL, D; SHARP, R; TROUP, J. Muscle strength: contributions to sprint swimming. **Swimming World**, 21: p. 29-34, 1980.

CRAIG, A. B. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 17 (6): 625-634, 1985.

CRAIG, B.W. Hyperplasia: Scientific Fact or Fiction? **National Strength and Conditioning Association Journal**, 5 (23): p. 42-44, 2001.

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**, 42: p. 267-273, 2002.

CRONIN, J.B; MCNAIR, P.J; MARSHALL, R.N. Force-Velocity of Strength-Training Techniques and Loads: Implications for Training Strategy and Research. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 17 (1): p. 148-155, 2003.

DAVIS, J. S. Effect of weight training on speed in swimming. **Physical Education**, 12: p. 28-29, 1955.

DRESSENDORFER, R.H; WADE, C.E. Effects of a 15-d race on plasma steroid levels and leg muscle fitness in runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 17 (6): p. 625-634, 1985 (Abstract).

DOCHERTY, D; ROBBINS, D; HODGSON, M. Complex training revisited: a review of its current status as a viable training approach. **National Strength and Conditioning Association**, 26 (6): p.52-57, 2004.

EBBEN, W. P; JENSEN, R. L; BLACKARD, D. O. Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 14 (4): p. 451-456, 2000.

EBBEN, W.P. Complex Training: A Brief Review. **Journal of Sports Science and Medicine**, 2: p. 42-46, 2002.

EAST, D. J. Swimming: an analysis of stroke frequency, stroke length, and performance. **Journal Health, Physical Education, Recreational**, 3: 16-27, 1970.

FLECK, S.J; KRAEMER, W.J. Hyperplasia versus Hypertrophy. **National Strength and Conditioning Association Journal**, 5 (1): p. 62-63, 1983.

FLECK, S; KONTOR, K. Complex Training. **National Strength and Conditioning Association Journal**, 8 (5): p. 66-72, 1986.

GABRIEL, D.A; BASFORD, J.R; AN, K. Neural Adaptations to Fatigue: Implications for muscle Strength and Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 33 (8): p. 1354-1360, 2001.

GOTO, K; NAGASAWA, M; YANAGISAWA, O; KIZUKA, T; ISHII, N; TAKAMATSU, K. Muscular Adaptations to Combinations of High and Low-Intensity Resistance Exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 18 (4): p. 730-737, 2004.

GUYTON, A.C; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1997.

HARMAN, E. Biomechanical factors in human strength. **National Strength and Conditioning Association**, n. v. : p. 46-53, 1994.

HARTMANN, U; MESTER, J. Training and overtraining markers in selected sports events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 32 (1): p. 209-215, 2000.

HENRY, J.B. **Diagnósticos Clínicos e Tratamento por Métodos Laboratoriais**. São Paulo, Manole, 1999

HERZOG, W Propriedades Mecânicas e Desempenho nos Músculos Esqueléticos. In: ZATSIORSKY, V.M (Org.). **Biomecânica no esporte – Performance de Desempenho à Prevenção de Lesão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. v. único, p. 17-25.

HOFF, J; GRAN, A; HELGERUD, J. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 12: p. 288-295, 2002.

IAAF. Componentes Complejos de Entrenamiento y Fisiologia – Métodos complejos de entrenamiento. **IAAF Letter**, n. 2, Maio 2003.

JENSEN, C. R. Effects of five training combinations of swimming and weight training on swimming the front crawl. **The Research Quarterly**, 34 (4), p. 471-477, 1963.

JONES, P; LEES, A. A Biomechanical Analysis of the Acute Effects of Complex Training Using Lower Limbs Exercises. **Journal of Strength Conditioning Research**, 17 (4): p. 694-700, 2003.

JUDGE, L.W; MOREAU, C; BURKE, J.R. Neural Adaptation with Sport-Specific Resistance training in Highly Skilled Athletes. **Journal of Sports Science**, 21: p. 419-427, 2003.

KARPOVICH, P. V. Water resistance in swimming. **Research Quarterly**, 4: p. 21-28, 1933.

KIRWAN, J. P, COSTILL, D. L, FLYNN, M. G, MITCHELL, J. B, FINK, W. J, NEUFER, P. D, HOUMARD, J. A. Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 20 (3): p. 255-259, 1988.

KLEINER, D.M, WORLEY, M.E, BLESSING, D. Creatine kinase response to various protocols of resistance exercise. **Journal of Strength Conditioning Research**, 10 (1): p. 15-19, 1996.

LOTURCO FILHO, TRÍCOLI, W; UGRINOWITSCH. Efeitos de 10 semanas de treinamento complexo no desempenho de força e salta vertical em jogadores de futebol profissional. **Edição Especial da Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 13 (4) (suplemento): p. 42, 2005 (Resumo).

MAGLISCHO, E. W. **Nadando ainda mais rápido**. São Paulo, Manole, 1999.

MARINHO, Paulo Cezar Silva. **Nado Amarrado: mensuração da força propulsora e sua relação com a velocidade básica de nadadores de nível competitivo**. Campinas, SP. Originalmente apresentada como dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

MARINHO, P.C; GOMES, A. C. Diagnóstico dos níveis de força especial em nadadores e sua influência no resultado desportivo. **Treinamento Desportivo**, 2 (2), p. 41-47, 1999.

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

MIYASHITA, M; KANEHISA, H. Effects of isokinetic, isotonic and swim training on swimming performance. In: HOLLANDER, A.P; HUIJING, P.A; DE GROOT, G (Org.). **Biomechanics and medicine in swimming**. Champaign: Human Kinetics, 1983. v. 14, p. 329-34.

MUJICA, I; PADILLA, S; PYNE, D; BUSSO, T. Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. **Sports Medicine**, 34 (13): p. 891-927, 2004.

NEUFER, P. D, COSTILL, D. L; FIELDING, R. A; FLYN, M. G; KIRWAN; J. P. Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 19 (5), p. 486-490, 1987.

NEWTON, R.U; KRAEMER, W.J. Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Method Training Strategy. **Strength and Conditioning Journal**, 16 (5): p. 20-31,1994.

NIKOLAIDIS, M.G; PROTOSYGELLOU, M.D; PETRIDOU, A; TSALIS, G; TSIGILIS, N, MOUGLOS, V. Hematological and biochemical profile of juvenile and adult athletes of both sexes: implications for clinical evaluation. **International Journal of Sports and Medicine**, 24: p. 506-511, 2003.

OLBRECHT, J. **The Science of Winning – Planing, Periodizing and Optimizing Swim Training**. Luton, SwimShop, 2000.

OLBRECHT, J; CLARYS, J.P. EMG of Specific Strength Training Exercise for Front Crawl. In: HOLLANDER, A.P; HUIJING, P.A; DeGROOT, G. (Org.). **Biomechanics and Medicine in Swimming**. Champaign: Human Kinetics, 1983. v. 14, p. 136-141.

OLIVEIRA, Paulo Roberto de. **O efeito posterior duradouro do treinamento (EPDT) das cargas concentradas e de força – Investigação a partir de ensaio com equipe infanto-juvenil e juvenil de voleibol**. Campinas, SP. Originalmente apresentada como Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 1998.

ØSTERÅS, H; HELGERUD, J; HOFF, J. Maximal strength-training effects on force-velocity and force-power relationship explains increases in aerobic performance in humans. **European Journal Applied Physiology**, 88: p. 255-263, 2002.

PALMIERI, G.A. The Principles of Muscle Fiber Recruitment Applied to Strength Training. **National Strength and Conditioning Association Journal**, 5 (5): p. 22-24, 1983.

PEARSON, D. Muscle Fibers. **National Strength and Conditioning Journal**, 27 (1): p. 45, 2004.

PLATONOV, V.N. **Treinamento Desportivo para nadadores de alto nível**. São Paulo, Editora Phorte, 2005.

POLLOCK, M.L; WILMORE, J.H; ROCHA, M.L. **Exercícios na saúde e na doença – avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação**. Rio de Janeiro, Editora Medita e Científica Ltda, 1993.

POTTEIGER, J.A; LOCKWOOD, R.H; HAUB, M.D; DOLEZAL, B.A; ALMUZAINI, K.S; SCHROEDER, J.M; ZEBAS, C.J. Muscle Power and Fiber Characteristic Following 8 Weeks of Plyometric Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 13 (3): p. 275-279, 1999.

PYNE, D.B; LEE, H; SWANWICK, K.M. Monitoring the Lactate Threshold in World-Ranked Swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 33 (2): p. 291-297, 2001.

RAMA, R ; IBANEZ, J; RIERA, M; PRATS, M.T ; PAGES, T ; PALACIOS, L. Hematological, electrolyte, and biochemical alterations after a 100-km run. **Canadian Journal Applied Physiology**, 19 (4): p. 411-420, 1994 (Abstract).

RASULBEKOV, R.A; FOMIN, R.A; CHULKOV, V.U; CHUDOVSKY, V.I. Does a Swimmer Need Explosive Strength? **National Strength and Conditioning Association Journal**, 2 (8): p. 56-57, 1986.

SALE, D. G; JACOBS, I; MACDOUGALL, J. D; GARNER, S. Comparison of two regiments of concurrent strength and endurance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 22 (3): p. 348-356, 1990.

SCHLEIHAUF, R.E. Specificity of strength training in swimming: a biomechanical view point. In: HOLLANDER, A.P; HUIJING, P.A; DE GROOT, G (Org.). **Biomechanics and medicine in swimming**. Champaign: Human Kinetics, 1983. v. 14, p. 184-191.

SIFF, M.C. Fundamentos Biomecânicos do Treinamento de Força e Potência. In: ZATSIORSKY, V.M (Org.). **Biomecânica no esporte – Performance de Desempenho à Prevenção de Lesão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. v. único, p. 81-108.

SHARP, R. L; TROUP, J. P; COSTILL, D. L. Relationship between power and sprint freestyle swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 14 (1): p. 53-56, 1982.

SMILIOS, I; PILIANIDIS, T; SOTIROPOULOS, K, ANTONAKIS, M; TOKMAKIDIS, S.P. Short-Term Effects of Selected Exercise and Load in Contrast Training on Vertical Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 19 (1), p. 135-139, 2005.

STARON, R.S. The Classification of Human Skeletal Muscle Fiber Types. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 11 (2): p. 67, 1997.

STONE, M.H; SANDS, W.A; CARLOCK, J; CALLAN, S; DICKIE, D; DAIGLE, K; COTTON, J; SMITH, S.L; HARTMAN, M. The Importance of Isometric Maximum Strength and Peak Rate-of-Force Development in Sprint Cycling. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 18 (4): p. 878-884, 2004.

STONE, M; STONE, M; LAMOUNT, H. Ejercicio Explosivo. **PubliCE Standard**, Pid: 451, 2005.

STRASS, D. Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. In: UNGERECHTS, B.E; REISCHLES, K. (Org.). **International series on sports science – Swimming Science V**. Champaign: Human Kinetics, 1986. v. 18, p. 149-156.

SYMANSKY, J.D; MCMURRAY, R.G; SILVERMAN, L.M; SMITH, B.W SIEGEL, A.J. Serum creatine kinase and CK-MB isoenzyme response to acute and prolonged swimming in trained athletes. **Clinical Chim Acta**, 129 (2): p. 181-187, 1983 (Abstract).

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize Maximum Strength in men: A Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 13 (3), p. 289-304, 1999.

TANAKA, H; COSTILL D. L; THOMAS, R; FINK, W. J; WIDRICK, J. J. Dry-land resistance training for competitive swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 25 (8): p. 952-959, 1993.

TOTSUKA, M; NAKAJI, S; SUZUKI, K; SUGAWARA, K; SATO, K. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. **Journal of Applied Physiology**, 93: p. 1280-1286, 2002.

VERKHOSHANSKY, Y; OLIVEIRA, P.R. **Preparação de Força Especial**. Rio de Janeiro, Grupo Palestra Sport, 1995.

\_\_\_\_\_. **Treinamento Desportivo**. Porto Alegre, Artmed, 2001.

WAGNER, D.L. Skeletal Muscle Growth: Hypertrophy and Hiperplasia. **Strength and Conditioning Journal**, 18 (5): p. 38-39, 1996.

WOLFE, R.R. Does exercise stimulate protein breakdown in humans? Isotropic approach to problem. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 17 (2): p. S172-S178, 1987 (Supplement).

YOUNG, W.B; JENNER, A; GRIFFITHS, K. Acute Enhancement of Power Performance From Heavy Loads Squats. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 12 (2): p. 82-84, 1998.

ZAJAC, A, WASKIEWICZ, Z, PILIS, W. Anaerobic power, creatine kinase activity, lactate concentration, and acid-base equilibrium changes following bouts of exhaustive strength exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 15 (3): p. 357-361, 2001.

# ANEXOS

**ANEXO A:** Índices Paulista 2005 e IPS referente para masculino e feminino para piscinas de 25m (AQUÁTICA PAULISTA, 2005).

	FEMININO		MASCULINO	
	TEMPO	IPS	TEMPO	IPS
50m Livre	29:50	691	24:85	761
50m Borboleta	34:20	557	28:20	675
50m Costas	36:30	559	31:00	572
50m Peito	38:80	617	32:80	670
100m Livre	1:04:50	692	55:00	752
100m Borboleta	1:14:00	602	1:03:00	658
100m Costas	1:13:50	642	1:03:00	676
100m Peito	1:23:50	625	1:12:00	671
200m Livre	2:18:00	719	2:02:00	742
200m Borboleta	2:50:00	539	2:24:00	618
200m Costas	2:38:00	640	2:22:00	633
200m Peito	2:58:00	632	2:38:00	652

## ANEXO B: Periodização 17 semanas e modelo de controle de carga

MACRO – 17 SEMANAS																			
MÊS	AGO			SET				OUT				NOV			DEZ				
PERÍODO	PREPARATÓRIO											COMPETITIVO							
MÉDIO	BDG			BDE 1				BDE 2				PRÉ-COMPETITIVO			COMPETITIVO				
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
MICRO	ORD	ORD	EST	CO	CHO	ORD	ORD	CHO	CHO	ORD	CO	CHO	ORD	CHO	CHO	CHO	REC		
DIAS	Segunda	08 A1	15 A1	22 A1*	29 MA	05 A2	12 A3	19 A2*	26 A2	03 A2*	10 A1*	17 MA	24 A3	31 FER	07 PL	14 VEL	21VEL	28 A1*	
	Terça	09 A1	16 A2*	23 A2	30 TD	06 A3*	13 A2*	20 A1	27 A3*	04 A3	11 TL	18 TD	25 PL*	01 FER	08 VEL	15 TL	22 A1	29 REG	
	Quarta	10 NA	17 A3	24 A1*	31 T25	07 FER	14 A3	21 A2*	28 A2	05 TL	12 FER	19 T25	26 A2	02 FER	09 TL	16 VEL	23 PL	30 VEL	
	Quinta	11 NA	18REG*	25 A2	01 NA	08 A2*	15 A1*	22 REG	29 A1*	06 A2	13 A2*	20 NA	27 A1*	03 PL	10 VEL	17 PL	24 REG	01 REG	
	Sexta	12 NA	19 A1	26 A1*	02 -	09 PL	16 A3	23 A2*	30 A2	07 A3*	14 REG	21 -	28 C	04 A3*	11 PL	18 VEL	25 VEL	02 A1*	
	Sábado	13 -	20 -	27 -	03 -	10 C	17 -	24 -	01 C	08 -	15 -	22 -	29 C	05 -	12 -	19 -	26 C	03 C	
	Domingo	14 -	21 -	28 -	04 -	11 -	18 -	25 -	02 -	09 -	16 -	23 -	30 C	06 -	13 -	20 -	27 -	04 C	
Intensidade	60%	65%	65%	100%	80%	75%	65%	70%	80%	70%	100%	90%	80%	90%	100%	90%	60%		
VOLUME	Diário	2300m	2500m	2400m	AVALIAÇÃO E CONTROLE	2700m	2700m	3000m	3000m	2700m	2500m	AVALIAÇÃO E CONTROLE	2400m	3000m	2400m	2200m	2100m	1700m	
	Semanal	11500m	12500m	12000m		10800m	13500m	15000m	15000m	13500m	12500m		9600m	6000m	12000m	11000m	10500m	8500m	
	Aeróbio	70%	70%	65%		80%	85%	100%	80%	85%	70%		70%	100%	70%	-	60%	50%	
	Anaeróbio	-	50%	60%		100%	80%	60%	50%	90%	80%		70%	90%	100%	100%	80%	60%	
ZONAS DE TREINO	REG	-	2100m	-		-	-	3000m	-	-	-		-	-	-	-	-	1800m	3000m
	A1	6300m	4200m	3900m		-	2550m	3000m	2400m	-	2100m		2100m	-	-	-	-	1800m	3000m
	A2	-	1750m	3250m		4000m	2125m	7500m	6000m	4250m	1750m		1750m	-	-	-	-	-	-
	A3	-	1400m	-		1600m	5100m	-	1600m	3400m	-		1400m	2000m	-	-	-	-	-
	TL	-	-	-	-	-	-	-	900m	800m	-	-	1000m	1000m	-	-	-		
	PL	-	-	-	600m	-	-	-	-	-	420m	540m	1200m	600m	480m	-	-		
	VEL	-	300m	540m	600m	480m	540m	300m	540m	480m	440m	-	600m	900m	480m	540m	-		

REG – Regenerativo, Recuperativo, Solto ou A0

A2 – Limiar, End2, Aeróbio Forte

TL – Tolerância ao Lactato

VEL – Velocidade

A1 – Sublimiar, End1, Aeróbio Fraco

A3 – SupraLimiar, End3 ou VO<sub>2</sub>

PL – Produção de Lactato

CONTROLE VOLUME												
		100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%
AERÓBIO	A1	3000m	2850m	2700m	2550m	2400m	2250m	2100m	1950m	1800m	1650m	1500m
	A2	2500m	2375m	2250m	2125m	2000m	1875m	1750m	1625m	1500m	1375m	1250m
	A3	2000m	1900m	1800m	1700m	1600m	1500m	1400m	1300m	1200m	1100m	1000m
ANAERÓBIO	TL	1000m	950m	900m	850m	800m	750m	700m	650m	600m	550m	500m
	PL	600m	570m	540m	510m	480m	450m	420m	390m	360m	330m	300m
	VEL	300m	285m	270m	255m	240m	225m	210m	195m	180m	165m	150m

\* Estímulos de Velocidade

FER – Feriado

T25 – Teste de Velocidade

C – Competição

NA – Nado Amarrado

MA – Medidas Antropométricas

TD – Teste de Desempenho

**ANEXO C: Treinos de força realizados durante o período experimental****Treinos Semana 5 – CHO (Aeróbio: 80% - Anaeróbio: 100%)**

Data	Treino
05/09	400m + 400m variando 25m estilo / 25m crawl Série: 12 x 25m 3 com PQ azul + palmar / 1 sem nada a cada 2' 200m solto
06/09	-
07/09	Feriado
08/09	-
09/09	600m nadando 6 x 15m 2PQ Azul a cada 2' 2 x 50m com regressivo em PQ (azul – amarelo) a cada 3' 200m solto com luvas e PQ 1 x 100m para melhor tempo 200m solto

**Treinos Semana 6 – ORD (Aeróbio: 85% - Anaeróbio: 80%)**

Data	Treino
12/09	400m + 400m variando 25m estilo / 25m crawl - (3 x 15m PQ azul a cada 1'10" + 3 x 25m PQ amarelo a cada 1'20" + 3 x 25m nadando a cada 2') 100m Solto - (2 x 15m PQ GG palmar grande + 1 x 75m) 200m solto
13/09	-
14/09	300m variando estilo e finalizando forte + 300m educativo 6 x 30segundos perna vertical com nadadeira – intervalo de 1' 6 x 15m com PQ azul com 1' intervalo 2 x 50m nadando a 100% (com mais perna) com 10" 200m solto
15/09	-
16/09	800m variando estilo 2 x (4 x 10m a cada 1' com PQ e palmar) entre série 1 x 25m fazendo viradas 2 x 20m a cada 1'30" com palmar 4 x 37,5m a cada 3' 200m solto

**Treinos Semana 7 – ORD (Aeróbio: 100% - Anaeróbio: 60%)**

Data	Treino
19/09	500m nadando com PQ vermelho + 2 x 100m medley invertido 2 x (10 x 15m a cada 1'20" com 2PQAzul + palmar) – entre séries 3 x 25m fazendo viradas com 10" intervalo 200m solto
20/09	-
21/09	200m nadando + 300m perna 4 x 25m perna submerso com nadadeira a cada 1' 2 x (12 x 10m saída regressivo em PQ a cada 1'10") entre série 200m solto de braço 4 x 50m saindo de cima fazendo saída, virada e chega com muita perna 200m solto
22/09	-
23/09	400m nadando + 300m braço com PQ vermelho Série: 100% 10 x 37,5m com PQ azul + Palmar a cada 2'10" 4 x 25m com PQ amarelo a cada 1'20" 100m solto com luvas 1 x 50m para melhor tempo 200m solto

**Treinos Semana 8 – CHO (Aeróbio: 90% - Anaeróbio: 70%)**

Data	Treino
26/09	800m variando estilo 4 x (6 x 10m a cada 45" com 2PQ azul + 1 amarelo e palmar) – entre séries fazer tiro regressivo de 100m – 75m – 50m – 25m 200m solto
27/09	-
28/09	Força: 500m nadando + 300m perna 12 x 50m com PQAzul e nadadeira a cada 1'30" 4 x 15m perna a cada 1'15" 200m solto
29/09	-
30/09	400m nadando + 300m educativo estilo → Repete 3x 4 x 25m com 2 PQGGG e palmar 1 x 50m para tempo → Repete 2x 4 x 15m com 1 PQazul e palmar + 1 x 25m para tempo 200m Solto

**Treinos Semana 9 – CHO (Aeróbio: 85% - Anaeróbio: 90%)**

Data	Treino
03/10	400m nadando + 2 x 150m braço + 100m solto 8 x (2 x 10" no elástico com palmar com 5" intervalo) com 1' intervalo – efeito vai e volta 1 x (75m (10") 25m) para melhor tempo 200m solto
04/10	-
05/10	400m variando estilo + 200m medley + 200m braço 8 x (4 x 10" com nadadeira no elástico descansando 5") – a cada 1'10" – entre série 1 x 25m de cima para tempo 200m solto
06/10	-
07/10	800m nadando 4 x (30" no elástico e palmar mantendo posição + 1 x 25m com viradas) – entres séries 1'30" 200m solto com luvas 4 x 50m – 2 com palmar / 2 sem palmar com 2" 200m solto

**Treinos Semana 10 – ORD (Aeróbio: 70% - Anaeróbio: 80%)**

Data	Treino
10/10	500m nadando + 200m educativo estilo 4 x 25m com PQ amarelo + Palmar a cada 1'45" 1 x 75m para tempo de cima 100m solto 4 x 15" no elástico a cada 45" + 1 x 50m para tempo de cima 100m solto 4 x 15m com Palmar a cada 1' 1 x 25m para tempo de cima 200m solto
11/10	300m nadando + 300m educativo 4 x (4 x 20m 2 PQ preto + palmar / 2 perna prancha vertical a cada 1'30") – entre séries 1 x 50 para tempo 200m solto
12/10	Feriado
13/10	-
14/10	500m nadando + 400m medley invertido 3 x (2 x 15" elástico com palmar com 1' / 2 x 15m com PQ preto + palmar a cada 1'20") – entre séries 1 x 25m para tempo / 1 x 50m / 1 x 75m 300m Solto

**ANEXO D: Cronograma dos testes**

<b>SEG</b>	<b>TER</b>	<b>QUA</b>	<b>QUI</b>	<b>SEX</b>
Medidas de Composição Corporal e Antropometria	Teste de Velocidade	Força Propulsora Máxima + Força por Tempo de Prova	Teste de Desempenho	-