

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

**PARÂMETROS BIOMECÂNICOS
DO NADO *CRAWL* APRESENTADOS POR
NADADORES E TRIATLETAS**

Flávio Antônio de Souza Castro

Porto Alegre, março de 2002

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

**PARÂMETROS BIOMECÂNICOS
DO NADO CRAWL APRESENTADOS POR
NADADORES E TRIATLETAS**

Flávio Antônio de Souza Castro

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Stringhini Guimarães

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Porto Alegre, março de 2002.

fcastro@portoweb.com.br

Ficha Catalográfica

C355p Castro, Flávio Antônio de Souza.
Parâmetros biomecânicos do nado crawl apresentados por nadadores e triatletas. / Flávio Antônio de Souza Castro. - Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
xiii, 129 f., il., tab., graf..

Contém anexos.

Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Escola de Educação Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

1. Biomecânica: natação. 2. Natação: respiração. I. Título. II. Guimarães, Antônio Carlos Stringhini, orientador.

CDU: 797.2.012

Agradecimentos

- A todos os **técnicos** que liberaram seus atletas e a todos os **atletas** que se dispuseram a participar deste estudo.
- Ao **Prof. Dr. Antônio Carlos Stringhini Guimarães** pela orientação durante todo o mestrado.
- Ao **Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss** pelos inúmeros ensinamentos.
- Aos colegas e amigos professores **Ms. Cláudia Tarragô Candotti, Ms. Márcio Alves de Oliveira, Ms. Cíntia de la Rocha Freitas, Ana Maria Steffens Pressi, Eduardo Mendonça Scheeren, Marinês Ramos e Ms. Eduardo Ramos da Silva** pelos momentos de apoio, amizade, estudo, discussão e compreensão.
- Aos **orientadores e pesquisadores** do Grupo de Pesquisa em Cinesiologia e Biomecânica, grupo o qual pertenço, e ao **Grupo de Pesquisas em Atividades Aquáticas**, minha porta de entrada para a vida acadêmica.
- Aos acadêmicos **Fábio Henrique Minghelli, Érico da Silveira, Henrique Marquadt Lammerhirt e Carlos Dreyer Neto** pela imprescindível ajuda.
- A todos **acadêmicos, funcionários e professores** da Escola de Educação Física desta Universidade, que, de algum modo, contribuíram para a realização deste estudo.
- À minha **família**, em especial a **Manoelinha Santos de Souza Castro**, minha mãe, por todo apoio dispensado, não só durante o mestrado, mas sempre.

Sumário

| | |
|--|------|
| Definição Operacional dos Termos | viii |
| Lista de Abreviaturas | ix |
| Lista de Tabelas | x |
| Lista de Figuras | xv |
| Lista de Quadros | xvii |
| RESUMO | xix |
| ABSTRACT | xxii |
| 1 - INTRODUÇÃO | 2 |
| 2 - OBJETIVOS | 6 |
| 2.1 - Geral | 6 |
| 2.2 - Específicos | 6 |
| 3 - REVISÃO DE LITERATURA | 9 |
| 3.1 - Resistência e Propulsão em Natação | 9 |
| 3.2 - Distância Média Percorrida por Ciclo, Frequência Média de Ciclos e Velocidade Média de Nado | 17 |
| 3.3 - Rolamento de Corpo | 25 |
| 3.4 - Dados Antropométricos | 34 |
| 3.5 - Avaliação Crítica da Literatura | 36 |
| 4 - HIPÓTESES | 40 |
| 5 - METODOLOGIA | 44 |
| 5.1 - Caracterização da Pesquisa | 44 |
| 5.2 - População e Amostra | 44 |
| 5.3 - Procedimentos de Aquisição | 45 |
| 5.3.1 - Medidas Antropométricas | 45 |
| 5.3.1.1 - Instrumentos para a Coleta das Medidas Antropométricas | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 5.3.2 - Variáveis Biomecânicas..... | 46 |
| 5.3.2.1 - Protocolo para Aquisição das Variáveis Biomecânicas | 47 |
| 5.3.2.2 - Instrumentos para a Coleta das Variáveis Biomecânicas..... | 48 |
| 5.3.2.3 - Distância Média Percorrida por Ciclo (DC) e Frequência Média de Ciclos (FC) | 49 |
| 5.3.2.4 - Velocidade Média de Nado (VM)..... | 50 |
| 5.3.2.5 - Ângulo Médio Total de Rolamento de Corpo (RC) e Ân- gulos Médios Parciais de Rolamento de Corpo (R, NR, P, NP)..... | 50 |
| 5.4 - Procedimento de Análise das Variáveis Biomecânicas..... | 54 |
| 5.5 - Definição das Variáveis | 55 |
| 5.6 - Design Explicativo..... | 55 |
| 5.7 - Análise Estatística | 56 |
| 5.8 - Estudo Piloto..... | 57 |
| 6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 61 |
| 6.1 - Medidas Antropométricas..... | 61 |
| 6.2 - Variáveis Biomecânicas..... | 63 |
| 6.2.1 - Distância Média Percorrida por Ciclo de Braçadas (DC) | 63 |
| 6.2.1.1 - Distância Média Percorrida por Ciclo de Braçadas: Resultados Intra-Grupos..... | 63 |
| 6.2.1.2 - Distância Média Percorrida por Ciclo de Braçadas: Resultados Inter-Grupos..... | 65 |
| 6.2.1.3 - Distância Média Percorrida por Ciclo de Braçadas: Discussão dos Resultados..... | 67 |
| 6.2.2 - Frequência Média de Ciclos de Braçada (FC)..... | 70 |
| 6.2.2.1 - Frequência Média de Ciclos de Braçada: Resultados Intra-Grupos | 71 |
| 6.2.2.2 - Frequência Média de Ciclos de Braçada: Resultados Inter-Grupos..... | 71 |
| 6.2.2.3 - Frequência Média de Ciclos de Braçada: Discussão dos Resultados | 72 |
| 6.2.3 - Velocidade Média de Nado (VM) | 73 |
| 6.2.3.1 - Velocidade Média de Nado: Resultados Intra-Grupos | 74 |
| 6.2.3.2 - Velocidade Média de Nado: Resultado Inter-Grupos..... | 77 |

| | |
|---|------------|
| 6.2.3.3 - Velocidade Média de Nado: Discussão dos Resultados..... | 79 |
| 6.2.4 - Rolamento de Corpo..... | 82 |
| 6.2.4.1 - Rolamento de Corpo Durante o Nado com Respiração: Intra-Grupos | 83 |
| 6.2.4.2 - Rolamento de Corpo Durante o Nado sem Respiração: Intra-Grupos | 89 |
| 6.2.4.3 - Rolamento de Corpo Total: Inter-Grupos..... | 96 |
| 6.2.4.4 - Rolamento de Corpo: Discussão dos Resultados..... | 98 |
| 6.3 - Correlações entre as Variáveis..... | 107 |
| 6.3.1 - Correlações entre as Variáveis Antropométricas e Biomecânicas..... | 107 |
| 6.3.2 - Correlações entre as Variáveis Biomecânicas..... | 116 |
| 7 - CONCLUSÕES E DIREÇÕES FUTURAS..... | 123 |
| 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 126 |
| ANEXOS | |

Definição Operacional dos Termos

| | |
|--|---|
| Distância média percorrida por ciclo de braçadas | Distância média percorrida, em metros, por um indivíduo a cada ciclo de braçadas (duas braçadas completas). |
| Frequência média de ciclos de braçadas | Número de ciclos de braçadas executados a cada segundo. |
| Velocidade média de nado | Velocidade média que um nadador atinge em determinada distância. Produto entre a distância média percorrida por ciclo de braçadas e a frequência média de ciclos de braçada. |
| Ângulo médio total de rolamento de corpo | Rolamento executado ao longo do eixo longitudinal de um nadador a cada ciclo de braçadas, compreende a soma dos rolamentos para ambos os lados. |
| Ângulo médio parcial de rolamento de corpo | Rolamento executado ao longo do eixo longitudinal de um nadador a cada braçada; para o lado da respiração e para o lado contrário ao da respiração, durante as situações de nado com respiração; para o lado de preferência da respiração e para o lado contrário ao de preferência da respiração, durante as situações de nado sem respiração. |

Lista de Abreviaturas

| | |
|--------------------|---|
| DC | Distância média percorrida por ciclo de braçadas |
| FC | Frequência média de ciclos de braçadas |
| VM | Velocidade média de nado |
| RC | Ângulo médio total de rolamento de corpo |
| R | Ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração, durante o nado com respiração |
| NR | Ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração, durante o nado com respiração |
| P | Ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração |
| NP | Ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração |
| REP1 A REP6 | Cada repetição em nado <i>crawl</i> (de 1 a 6) com diferentes características de intensidade e/ou respiração |

Lista de Tabelas

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabela 1 | Médias e desvios padrões de estatura, massa e envergadura dos grupos deste estudo; $\alpha < 0,05$; n indica o número de indivíduos avaliados..... | 62 |
| Tabela 2 | Distâncias médias percorridas e desvios-padrão por ciclo de braçadas, em m, dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas, em relação às 6 repetições; $\alpha < 0,05$; n indica o número de indivíduos avaliados..... | 64 |
| Tabela 3 | Média de DC corrigida pela envergadura ($DC/2$ -envergadura), e desvios-padrão, dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas, em relação às 6 repetições; $\alpha < 0,05$; n indica o número de indivíduos avaliados..... | 66 |
| Tabela 4 | Frequência média de ciclos e desvios-padrão, em ciclos/s, dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas em relação às velocidades de nado; $\alpha < 0,05$; n indica o número de indivíduos avaliados..... | 70 |
| Tabela 5 | Médias e desvios-padrão das velocidades de nado, em m/s, para as seis repetições, apresentadas pelos nadadores de 50 m, em cada repetição; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 74 |
| Tabela 6 | Médias e desvios-padrão das velocidades de nado, em m/s, para as seis repetições, apresentadas pelos nadadores de 1.500 m nado livre, em cada repetição; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 75 |
| Tabela 7 | Médias e desvios-padrão das velocidades de nado, em m/s, para as seis repetições, apresentadas pelos triatletas, em cada repetição; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 76 |
| Tabela 8 | Velocidades médias de nado e desvios-padrão, em m/s, dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas, em relação as 6 repetições; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 77 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Tabela 9 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo, em graus, dos nadadores de 50 m a cada repetição com respiração; R: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração; NR: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 84 |
| Tabela 10 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo, em graus, dos nadadores de 50 m a cada repetição com respiração. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 85 |
| Tabela 11 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 1.500 m a cada repetição. R: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração; NR: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 86 |
| Tabela 12 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 1.500 m a cada repetição. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 87 |
| Tabela 13 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos triatletas a cada repetição. R: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração; NR: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 88 |
| Tabela 14 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos triatletas a cada repetição. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 89 |
| Tabela 15 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 50 m a cada repetição. P: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; NP: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 90 |
| Tabela 16 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 50 m a cada repetição. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 91 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Tabela 17 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 1.500 m a cada repetição. P: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; NP: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 92 |
| Tabela 18 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 1.500 m a cada repetição. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição..... | 93 |
| Tabela 19 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos triatletas a cada repetição. P: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; NP: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição | 94 |
| Tabela 20 | Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos triatletas a cada repetição. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição | 95 |
| Tabela 21 | Médias e desvios-padrão dos ângulos totais de rolamento de corpo em graus nas seis repetições dos três grupos analisados; n indica o número de indivíduos avaliados em cada repetição..... | 96 |
| Tabela 22 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as velocidades de nado (VM) dos nadadores de 50 m nas 6 repetições * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 108 |
| Tabela 23 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as velocidades médias de nado (VM) dos nadadores de 1.500 m nas 6 repetições * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 108 |
| Tabela 24 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as velocidades de nado dos triatletas * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 109 |
| Tabela 25 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as distâncias médias percorridas por ciclo de braçadas (DC) em cada repetição dos nadadores de 50 m * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 110 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Tabela 26 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as distâncias médias percorridas por ciclo de braçadas (DC) dos nadadores de 1.500 m * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 110 |
| Tabela 27 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as distâncias percorridas por ciclos dos triatletas * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 111 |
| Tabela 28 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as frequências médias de ciclos (FC) dos nadadores de 50 m em cada repetição * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 112 |
| Tabela 29 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as frequências médias de ciclos (FC) dos nadadores de 1.500 m em cada repetição * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 112 |
| Tabela 30 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as frequências médias de ciclos (FC) dos triatletas a cada repetição * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 113 |
| Tabela 31 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e os ângulos médios totais de rolamento de corpo (RC) dos nadadores de 50 m para cada repetição * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 114 |
| Tabela 32 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e os ângulos médios totais de rolamento de corpo (RC) dos nadadores de 1.500 m para cada repetição * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 114 |
| Tabela 33 | Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e os ângulos médios totais de rolamento de corpo (RC) dos triatletas para cada repetição * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 115 |
| Tabela 34 | Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos nadadores de 50 m, durante as repetições com respiração * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 116 |
| Tabela 35 | Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos nadadores de 50 m, durante as repetições sem respiração * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 116 |
| Tabela 36 | Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos nadadores de 1.500 m, as repetições com respiração * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 118 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Tabela 37 | Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos nadadores de 1.500 m, durante o nado sem respiração * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 118 |
| Tabela 38 | Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos triatletas, durante o nado com respiração * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 119 |
| Tabela 39 | Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos triatletas, nas repetições sem respiração * Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$ | 119 |

Lista de Figuras

| | | |
|-----------------|--|----|
| Figura 1 | Desenho frontal de um nadador, com a haste e os ângulos α de rolamento (BEEKMAN & HAY, 1988)..... | 29 |
| Figura 2 | Sistema de meio-periscópio para imagens frontais desenvolvido por HAY & GEROT (1991)..... | 30 |
| Figura 3 | Diferenças esperadas na distância média percorrida por ciclo de braçadas entre os grupos deste estudo: nadadores de 50 m, nadadores de 1.500 m e triatletas..... | 40 |
| Figura 4 | Diferenças esperadas na frequência média de ciclos de braçadas entre os grupos deste estudo: nadadores de 50 m, nadadores de 1.500 m e triatletas..... | 41 |
| Figura 5 | Comportamento esperado dos ângulos médios totais de rolamento de corpo em função da velocidade de nado, para os três grupos deste estudo: nadadores de 50 m, nadadores de 1.500 m e triatletas..... | 42 |
| Figura 6 | Diferenças esperadas nos ângulos médios totais de rolamento de corpo entre os grupos deste estudo: nadadores de 50 m, nadadores de 1.500 m e triatletas..... | 42 |
| Figura 7 | Haste utilizada: base de fibra de vidro com resina, reforçada com fibra de carbono (A), uma haste de PVC de 70 cm (B), com dois marcadores reflexivos fixados a 55 cm (C) e a 70 cm (D) da base..... | 52 |
| Figura 8 | Vista lateral de um nadador usando o colete e a haste utilizados no estudo, nas setas os pontos reflexivos da haste e do punho direito..... | 53 |
| Figura 9 | Indivíduo nadando com o colete e a haste; nas setas, os marcadores reflexivos da haste e do punho..... | 53 |

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 10 | <i>Design</i> explicativo da estrutura do estudo..... | 56 |
| Figura 11 | Média e desvios-padrão de DC corrigida pela envergadura em cada repetição dos três grupos deste estudo..... | 69 |
| Figura 12 | Frequência média de ciclos e desvios-padrão, em ciclos/s, nas seis repetições dos três grupos deste estudo..... | 73 |
| Figura 13 | Velocidades médias e desvios-padrão, em m/s (produto entre DC e FC), nas seis repetições dos três grupos deste estudo | 78 |
| Figura 14 | Comportamento do ângulo de rolamento de corpo total de um indivíduo da amostra. No eixo vertical, o ângulo em graus, no eixo horizontal, o tempo em segundos. Valores angulares negativos representam o rolamento da haste para a direita do nadador e valores angulares positivos, representam o rolamento da haste para a esquerda do nadador | 83 |
| Figura 15 | Ângulos médios totais e desvios-padrão de rolamento de corpo nas 6 repetições para os três grupos deste estudo..... | 98 |

Lista de Quadros

| | | |
|-----------------|---|----|
| Quadro 1 | Comparação entre os valores de densidade, peso específico e viscosidade entre o ar e a água, fluídos mensurados a 20° C, com pressão atmosférica padrão (adaptado de HALL, 1993)..... | 10 |
| Quadro 2 | Ângulos médios de rolamento de corpo em graus mensurados e/ou recomendados pela literatura..... | 27 |
| Quadro 3 | Testes e análises estatísticas utilizados neste estudo nas diferentes situações e as variáveis analisadas..... | 58 |

RESUMO

RESUMO

Os parâmetros biomecânicos do nado *crawl*: distância média percorrida por ciclo de braçadas (DC), frequência média de ciclos (FC), velocidade média de nado (VM) e ângulos médios de rolamento de corpo (RC) e parâmetros antropométricos: estatura, massa e envergadura de 16 nadadores competitivos (10 especialistas na prova de 50 m nado livre e 6 especialistas da prova de 1.500 m nado livre) e 8 triatletas foram mensurados em seis situações distintas de nado: 3 intensidades subjetivas específicas (aquecimento, 1.500 m e 50 m nado livre) com e sem respiração, a fim de se verificar e comparar o comportamento dessas variáveis nos três grupos em relação à variação da velocidade média de nado e em relação à presença ou ausência do movimento de respiração. Cada atleta realizou 6 repetições de 25 m nas condições já citadas, os quais foram gravados utilizando-se dois sistemas independentes de vídeo, um para imagens frontais (uma haste de 0,70 m de PVC foi fixada às costas dos atletas para permitir a mensuração dos ângulos de rolamento de corpo) e outro para imagens laterais (uma fita reflexiva foi fixada ao punho direito dos atletas para permitir a mensuração de DC, FC e V). Adotando-se um nível de significância de 0,05, nadadores de 50 m nado livre apresentaram maior estatura e envergadura apenas que triatletas. Em relação às variáveis biomecânicas, os nadadores de 50 m nado livre

apresentaram maiores VM do que nadadores de 1.500 m e do que triatletas, com maiores DC e similares FC. O RC diminuiu com o aumento da VM apenas para o grupo de nadadores de 50 m. Os nadadores de 50 m nado livre apresentaram similar RC em relação a triatletas e maior RC do que nadadores de 1.500 m em apenas duas (intensidade de aquecimento e intensidade de prova de 1.500 m nado livre, ambas com respiração) das seis situações de nado. Foram encontradas correlações significativas entre os parâmetros biomecânicos FC e DC nos três grupos, entre VM e RC e entre DC e RC apenas no grupo de nadadores de 50 m nado livre. Os parâmetros natropométricos não limitaram a performance tanto às técnicas de nado; e incrementos na DC, em paralelo a RC equilibrado entre os dois lados, devem ser incentivados em nadadores e triatletas competitivos.

Palavras-chave: biomecânica, natação, rolamento de corpo, respiração

ABSTRACT

ABSTRACT

The front crawl swimming biomechanics parameters: mean stroke length (SL), mean cycle frequency (CF), mean velocity (VM) and body roll angles (BR), as well as anthropometrics parameters height, weight and upper limbs span were measured in 16 front-crawl male competitive swimmers (10 specialists in 50 m front crawl and 6 specialists in 1.500 m front crawl) and in 8 triathletes. Six different swimming conditions were analyzed: 3 specific velocities (warm up, 1.500 m and 50 m) with and without breathing motion, to verify and compare the biomechanics parameters behavior in the 3 groups with respect to the velocity and the presence and absence of breathing motion. Each subject performed 6 trials of 25 m in the previously described conditions. The trials have were recorded with two independent video systems, one from the front view (a 0.70 m long PVC stick with two reflective markers was fixed on the swimmers back to determine the BR) and another from the side view (a reflective landmark was fixed on the swimmers' right wrist to determine CL, CF and VM). Assuming a 0.05 significant level, 50 m swimmers were taller and had longer upper limbs span than triathletes. Fifty meters swimmers were faster than 1.500 m swimmers and triathletes; with longer absolute CL and similar CF. Fifty meters swimmers had similar index of relative CL to upper limbs span to 1.500 m swimmers

and to better index to triathletes. BR angles decreased as velocity increased just for the 50 m swimmers, who showed similar BR angles than triathletes and greater angles than 1.500 m swimmers in only 2 conditions, velocity of warm-up and relative to 1.500 m, breathing. A significant correlation were found between CF and CL in all the three groups, and between VM and BR, and between VM and BR only in the 50 m group. Anthropometric parameters did not restrict the performance as well as the swimming technique. Competitive swimmers and triathletes should be encouraged to increase CL, and keeping equilibrium in BR.

Key-Words: biomechanics, swimming, body roll, breathing.

1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

A natação é um esporte que vem sendo, há muito tempo, estudado sob diversas óticas: fisiológica, antropométrica, pedagógica, biomecânica. Em relação a biomecânica, registros, no Brasil, datam de 1937, quando LOTUFO publicou um artigo com a descrição das técnicas de execução dos principais nados então utilizados.

De acordo com TOUSSAINT & HOLLANDER (1994), é necessário identificar e quantificar fatores energéticos e biomecânicos que poderiam influenciar a performance da natação. Em relação à biomecânica da natação, os mesmos autores reconhecem que uma considerável parte da energia produzida pelo nadador é utilizada a fim de superar a resistência da água.

Descrições e comparações quantitativas das forças de resistência e propulsão, das técnicas de nado, de saída e de virada, incluindo rolamento de corpo, comprimento e frequência de braçada no nado *crawl*, como parâmetros que podem ser quantificados, são, entre outros, pontos de interesse para o estudo da biomecânica aplicada à natação (CRAIG *et al.*, 1985; LIU *et al.*, 1993).

Comprimento e frequência de braçadas são estudados há algum tempo e, frequentemente, são citados como parâmetros que interferem na velocidade de nado (MAGLISCHO, 1999). Já rolamento de corpo no nado *crawl*, descrito por COSTILL *et*

al. (1992), COUNSILMAN (1995) e MAGLISCHO (1999), há pouco tempo vem sendo mensurado e estudado. BEEKMAN & HAY (1988); LIU *et al.* (1993); CAPPAERT *et al.* (1995); PAYTON *et al.* (1999); YANAI & HAY (2000); e YANAI (2001) mensuraram os ângulos de rolamento, apresentando controvérsias a respeito dos valores encontrados. Nesses estudos, as medidas angulares de rolamento do corpo, realizadas com cinemática em duas ou três dimensões, estão relacionadas com a incidência ou não de lesões de ombro, com a trajetória da mão na fase subaquática, com o movimento para a respiração ou com as causas mecânicas do movimento de rolamento. Esses estudos foram realizados em velocidades específicas, não experimentando o efeito da velocidade de nado sobre os ângulos de rolamento de corpo.

Sendo assim, surgiram os seguintes problemas: qual o comportamento do rolamento de corpo à medida que a velocidade de nado pode variar? O que acontece com distância percorrida por ciclo de braçadas e a frequência de ciclos, em três distintas velocidades de nado? Quais as relações entre essas variáveis biomecânicas e variáveis antropométricas? Há diferenças entre as variáveis biomecânicas e as variáveis antropométricas entre em nadadores de *crawl* (de 50 m nado livre e de 1.500 m nado livre) e triatletas?

Segundo ZAMPARO *et al.* (2000), a habilidade técnica de um nadador representa um dos fatores que podem incrementar ou reduzir o custo energético da natação (outros fatores seriam o estilo em que se nada, o gênero do nadador, as características antropométricas, a capacidade de flutuação, as resistências passivas e ativas e a eficiência propulsiva).

A atividade desportiva de alto nível requer, cada vez mais, estudos especializados que forneçam informações de relevância a técnicos, competidores e cientistas do esporte. Os dados conflitantes encontrados a respeito do parâmetro biomecânico rolamento de corpo no nado crawl, sem dúvida, de grande importância para a melhor execução da técnica de nado (MAGLISCHO, 1999), e a necessidade de aprofundamento do estudo dos padrões biomecânicos dos nadadores (de 50 m nado livre e de 1.500 m nado livre) e triatletas brasileiros, a fim de possibilitar melhoras na performance desportiva, justificaram o presente estudo.

2 - OBJETIVOS

2 - OBJETIVOS

2.1 - Geral

Estudar parâmetros biomecânicos selecionados do nado crawl de nadadores (de 50 m nado livre e de 1.500 m nado livre) e triatletas, a fim de verificar sua possível influência na performance em intensidades características de aquecimento, de prova de 1.500 m nado livre e de prova de 50 m nado livre.

2.2 - Específicos

- 1) Quantificar envergadura, estatura e massa de nadadores e triatletas;
- 2) Quantificar a distância média percorrida por ciclo de braçadas de nadadores e triatletas;
- 3) Quantificar a frequência média de ciclos de braçadas de nadadores e triatletas;
- 4) Quantificar a velocidade média de nado de nadadores e triatletas;
- 5) Quantificar os ângulos de rolamento de corpo de nadadores e triatletas;

6) Comparar os resultados obtidos entre nadadores de 50 m nado livre, nadadores de 1.500 m nado livre e triatletas;

7) Identificar as correlações entre as variáveis antropométricas e biomecânicas e entre as variáveis biomecânicas de nadadores e triatletas.

3 - REVISÃO DE LITERATURA

3 - REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - Resistência e Propulsão em Natação

Segundo HUGHES & BRIGHTON (1974), o estudo do movimento da matéria é chamado de dinâmica, a qual pode ser subdividida em duas partes: a dinâmica dos corpos rígidos, a qual preocupa-se, basicamente, com posição em função do tempo e suas derivações e a dinâmica dos corpos não rígidos, que, ao não tratar de corpos ou partículas, não permite a mesma preocupação da dinâmica dos corpos rígidos. Em relação à dinâmica dos corpos não rígidos, a mecânica dos fluídos vai tratar das forças e movimentos apresentados pelos fluídos.

Um fluído pode ser definido, mecanicamente, como uma substância que não pode resistir a uma força de cisalhamento ou a uma tensão sem se mover ou, ainda, que tende a fluir ou deformar-se continuamente sob ação de uma força tangencial (HALL, 1993). A água é um fluído que apresenta propriedades físicas específicas que interferem no deslocamento de um corpo nela inserido, alterando a magnitude das forças envolvidas. De acordo com HALL (1993), essas propriedades são a densidade (quociente entre massa e volume), o peso específico (quociente entre peso e volume) e a viscosidade (resistência que um fluído apresenta ao fluir). Em compa-

ração com o ar (Quadro 1), a água apresenta maiores valores nas três propriedades, por conseguinte, a magnitude das respostas de forças aplicadas no meio líquido é maior em comparação à magnitude das respostas de forças aplicadas no ar.

Quadro 1 - Comparação entre os valores de densidade, peso específico e viscosidade entre o ar e a água, fluídos mensurados a 20° C, com pressão atmosférica padrão (adaptado de HALL, 1993)

| Fluído | Densidade | Peso Específico | Viscosidade |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Ar | 1,2 kg/m ³ | 11,8 N/m ³ | 0,000018 N.s/m ³ |
| Água | 998 kg/m ³ | 9790 N/m ³ | 0,0010 N.s/m ³ |

Um fluído apresenta-se, sempre que “parado”, com característica laminar, ou seja, em camadas regulares e superpostas fluindo em uma mesma direção e sentido. À proporção que são aplicadas forças que aumentem a velocidade de fluxo do fluído, ou que deixem o fluxo instável, este vai adquirindo um caráter turbulento, em que as camadas deixam de estar dispostas de maneira regular e não mais fluem na mesma direção e no mesmo sentido (HUGHES & BRIGHTON, 1974). Segundo HALL (1993), ao existir alguma turbulência, alteram-se substancialmente as forças exercidas pelo fluído sobre um corpo nele inserido.

Em natação a propulsão final, a uma velocidade constante, será o resultado entre as forças resistivas, impostas pelo meio, e as forças propulsivas, aplicadas pelo nadador (TOUSSAINT *et al.*, 2000), ou seja, a força de propulsão menos a força

de resistência será igual à força propulsiva final. De acordo com TOUSSAINT *et al.* (2000), as forças resistivas podem ser decompostas em resistência de fricção, resistência de pressão e resistência de onda.

Segundo TOUSSAINT *et al.* (2000), a resistência de fricção está relacionada com a viscosidade da água; é proporcional à área de superfície total do corpo em contato com o meio e à velocidade de deslocamento. A uma determinada velocidade, o fluxo da água torna-se turbulento. O início da turbulência é freqüentemente abrupto e pode ser estabelecido pelo número de REYNOLDS (número escalar adimensional):

$$Re = \frac{v \times L \times \rho}{\eta}$$

Onde Re representa o valor crítico onde a turbulência inicia; v , a velocidade de deslocamento do nadador; L , as dimensões do indivíduo; ρ , a densidade da água e η , a viscosidade da água.

A resistência de pressão está relacionada com a separação das camadas de água gerando vórtices e diferenciais de pressão e pode ser definida por:

$$D_p = \frac{\rho \times A_R \times v^2 \times C_D}{2}$$

Onde D_p representa o valor da resistência de pressão; ρ , a densidade da água; A_R , a área da seção transversa do nadador; v^2 , o quadrado da velocidade de deslocamento do nadador e C_D , o coeficiente de arrasto relacionado à forma do corpo.

A resistência de onda, por sua vez, é caracterizada pelas ondas formadas pelos movimentos do nadador no meio. A velocidade relativa do nadador, junto com

a forma do corpo determinam a magnitude da resistência de onda, definida como número de FROUDE:

$$F_R = \frac{v}{\sqrt{g \times L}}$$

Onde F_R representa o número de FROUDE (número escalar adimensional); v , a velocidade de deslocamento do nadador; g , a aceleração da gravidade e L , as dimensões do indivíduo.

Essas três formas de resistência, de acordo com TOUSSAINT *et al.* (2000), podem ser generalizadas por:

$$D = K \times v^2$$

Onde D representa a resistência total; K , uma constante que incorpora a resistência de fricção, a resistência de pressão e a resistência de onda e v^2 , a velocidade de deslocamento ao quadrado. Ou seja, ao se considerar as forças resistivas encontradas pelo nadador, considerando constantes a densidade e a viscosidade da água e do nadador, e a área da seção transversa do corpo do nadador, poderão alterar-se a forma do corpo do nadador (diferentes posições para execução das técnicas de nado) e a velocidade de deslocamento, que, então, definirão o nível de resistência encontrado.

CLARYS & JISKOOT (1975) examinaram, experimentalmente, a resistência total associada com duas posições selecionadas do nado *crawl* a cinco diferentes velocidades, em 43 indivíduos do sexo masculino, considerados bons nadadores. A partir de técnicas de engenharia naval, utilizaram um sistema para mensuração das forças agindo sobre o corpo em movimento, no qual os nadadores eram rebocados em dife-

rentes velocidades e posições, e a resistência produzida era registrada. As duas posições básicas avaliadas foram (1) corpo pronado, em *stream-line* e (2) corpo de lado, a 45° em relação à superfície da água, um braço estendido sob a cabeça, o outro contra o corpo, pernas unidas e estendidas; as velocidades variaram de 1,5 a 1,9 m/s, com incrementos 0,1 m/s, o que resultariam em tempos estimados para os 100m de 66,6 s a 52,6 s, respectivamente. Os autores encontraram resistências significativamente menores na posição lateral nas velocidades de 1,5 e 1,6 m/s e nenhuma diferença significativa nas velocidades maiores. Em relação ao aumento da velocidade, a resistência total aumentou progressivamente de $7,019 \pm 0,76$ kg a $11,005 \pm 1,12$ kg (variação de 36,21%) na posição pronada; e de $6,521 \pm 1,01$ kg a $11,165 \pm 1,53$ kg (variação de 41,59%) na posição lateral, com velocidade variando de 1,5 m/s a 1,9 m/s, para ambas posições. Os autores concluíram que a posição lateral não possui influência sobre a resistência total em velocidades maiores do que 1,7 m/s. Esses resultados sugerem que um nado executado em posições laterais não encontraria resistências diferenciadas a maiores velocidades, em relação a posições horizontalizadas. Por outro lado, ao passo que aumentou a velocidade de deslocamento, a variação percentual da resistência foi maior para a posição lateral em relação à posição horizontal. Como não foram mensuradas as resistências em velocidades maiores que 1,9 m/s, nada se pode afirmar a respeito da tendência da resistência em velocidades ainda maiores, hoje mais comuns na natação competitiva.

Mais recentemente, KOLMOGOROV & DUPLISCHEVA (1992) estudaram a resistência ativa em 73 nadadores, de ambos os sexos, nos 4 estilos competitivos, em máxima velocidade, a partir da colocação de um dispositivo, de resistência co-

nhecida, nos nadadores. Mensurando-se a resistência produzida pelo nadador com o dispositivo e subtraindo-se a resistência do dispositivo extra, encontrou-se a resistência total ativa do nadador. Os valores encontrados, depois de analisados, variaram de acordo com o nado executado e com o sexo do nadador. Nos nadadores, a resistência ativa variou de 42,23 N a 167,1 N no nado *crawl*, de 46,95 N a 156,09 N no nado borboleta, de 55,61 N a 176,87 N no nado peito e de 46,36 N a 146,28 N no nado costas. Verificaram, também, variação individual da resistência quando puxados em uma mesma velocidade: no nado *crawl*, na mesma posição, houve variações de 62,39 a 162,24% na resistência encontrada. Tais variações foram explicadas pelas individualidades em relação às técnicas, que poderiam ser quantitativamente estimadas com o coeficiente de força hidrodinâmica, o qual fornece um adequado índice de técnica.

Para BRANDT & PICHOWSKY (1995), apesar do interesse e da possível aplicação à natação competitiva, a biomecânica aplicada à natação não tem sido, ainda, extensivamente investigada. Segundo esses autores, pesquisadores, há pouco, começaram a entender os precisos mecanismos da propulsão e da utilização das forças na água, mas ainda há considerável discordância sobre a natureza e a magnitude das forças resistivas envolvidas na natação. Segundo BRANDT & PICHOWSKY (1995), a energia utilizada pelo nadador é incrementada pelo consumo de oxigênio e diminuída pela produção de trabalho e de calor; o trabalho realizado pelo nadador seria de dois tipos, um que contribui para a propulsão horizontal e outro que não contribui de maneira significativa para a propulsão horizontal, mas incrementa a resistência encontrada. A magnitude da propulsão final é determinada pela magnitude da força de resistência, mas o valor desta resistência, não é, ainda, consenso na literatura, em-

bora o trabalho propulsivo final seja pequeno quando comparado à energia gasta pelo nadador na água.

A forma como a propulsão é gerada, em natação, tem sido foco de diversos estudos. Segundo RACKHAM (1975), havia um consenso, até os anos 70, entre treinadores, professores e cientistas de que, para gerar uma maior propulsão, um nadador deveria executar um movimento com os braços semelhante a uma remada, percorrendo uma linha reta subaquática, sem desvios. Na década de 70, com o advento de modernas técnicas de filmagem, visualizou-se que os nadadores mais rápidos, na verdade, não executavam o movimento em uma linha reta, mas desviando, também, lateralmente, afastando e aproximando a mão da linha média do corpo, o que foi explicado como movimentos de palmateio.

Já em 1971, COUNSILMAN & BROWN explicaram a propulsão gerada pelo movimento de palmateio, a partir da força de sustentação, separando as técnicas de propulsão utilizadas pelos nadadores em dois modelos: um baseado na força de resistência (pelo princípio da ação e da reação) e outro baseado na força de sustentação (pelo teorema de BERNOULLI), o qual, segundo o autor, mais convincente para explicar os movimentos dos nadadores mais rápidos e eficientes.

De acordo com BERGER *et al.* (1995), no nado *crawl*, as mãos seguem uma trajetória subaquática curvilínea, criando forças de sustentação perpendiculares à direção do movimento da mão. Sob um ponto de vista teórico, foi demonstrado que forças propulsivas podem ser mais eficientemente derivadas a partir dessas forças de sustentação mais do que das forças de resistência. A fim de mensurar as forças propulsivas no nado *crawl*, os autores elaboraram um protótipo de mão/membro supe-

rior humano. BERGER *et al.* (1995) preocuparam-se com a orientação do modelo em relação ao fluido, com a velocidade de deslocamento do modelo, com o tamanho do modelo e com a contribuição relativa da mão e do antebraço para os coeficientes de resistência e sustentação. Os resultados indicaram que orientação ótima da mão, em relação à direção do movimento, a fim de produzir maiores forças de sustentação, seria de 55º para o primeiro dedo e 25º para o quinto dedo, e que sua orientação é o fator predominante para o total de força de sustentação produzida, à medida que velocidade e tamanho do modelo tiveram pouca influência nos valores dos coeficientes de resistência e de arrasto, e, também, a mão seria a principal fonte de força propulsiva de sustentação, principalmente em altas velocidades.

Ainda em relação às teorias que buscam explicar a propulsão em natação, COLWIN (citado por MAGLISCHO, 1999) propõe a formação de vórtices de água, ao redor dos segmentos corporais em movimento, como responsável pela propulsão em natação. Os vórtices, de acordo com o movimento do segmento, seriam de dois tipos: remoinhos recorrentes e remoinhos concorrentes e estariam relacionados com um aumento na magnitude da força de sustentação e com uma contraforça na água que impeliria o nadador para frente.

MAGLISCHO (1999) acredita que cada teoria tem contribuído para uma melhor compreensão da propulsão em natação e que a força de sustentação seja a mais predominante força propulsora na natação, mas que não se pode negar a importante contribuição da força de resistência na geração da propulsão em natação.

3.2 - Distância Média Percorrida por Ciclo, Frequência Média de Ciclos e Velocidade Média de Nado

Diferentes autores (CRAIG & PENDERGAST, 1979; HAY, 1981; MAGLISCHO, 1999), utilizam o termo comprimento médio de braçada como sinônimo de distância média percorrida por ciclo e frequência média de braçada como sinônimo de frequência média de ciclo. Entretanto, no presente estudo, optou-se pelos termos distância e frequência de ciclo, compreendendo-se um ciclo de braçadas como duas braçadas completas, uma braçada com cada braço, opção justificada pela metodologia adotada. Mesmo assim, mantiveram-se os termos e as unidades originais dos estudos e textos revisados.

O comprimento da braçada é influenciado pelas forças aplicadas sobre e pelo nadador na água (HAY, 1981) e definido como a distância em metros que o corpo do nadador se desloca para a frente durante cada ciclo de braços (MAGLISCHO, 1999). Quanto à frequência de braçadas, esta é definida como um valor que expressa o número de ciclos efetuados pelo nadador a cada minuto (ciclos/min) (MAGLISCHO, 1999) e depende do tempo que o nadador gasta na fase propulsiva e na recuperação de cada braço (HAY, 1981).

WAKAYOSHI *et al.* (1994), ao referirem-se à velocidade de nado, afirmam que esta é o produto da frequência de braçadas pelo comprimento de braçada e que incrementos ou diminuições na velocidade de nado são devidos a combinações entre incrementos e diminuições de frequência e comprimento.

De acordo com MAGLISCHO (1999), há uma relação negativa entre comprimento e frequência de braçada; um aumento no comprimento da braçada deve, geralmente, gerar uma diminuição na frequência; um aumento na frequência deve gerar, de maneira geral, uma diminuição no comprimento de braçada. Aumentos, tanto no comprimento médio de braçada, quanto na frequência média de braçada poderiam resultar em melhoras significativas na performance desportiva.

CRAIG & PENDERGAST (1979), analisando 41 nadadores de diferentes níveis, em máxima velocidade, por distâncias curtas, encontraram valores médios de comprimento de $1,62 \pm 0,03$ m/braçada e de frequência de braçada de $63 \pm 1,1$ braçadas/min. Os mesmos autores concluem que os nadadores devem selecionar uma combinação ótima entre comprimento e frequência de braçada, levando em consideração que a relação entre frequência e comprimento de braçada é fundamental para o aumento ou a diminuição da velocidade do nado.

HAY & GUIMARÃES (1983), baseados no fato de que a velocidade em natação é dependente do comprimento e da frequência de braçadas, surpreendem-se que poucos estudos tivessem sido feitos, até então, para uma melhor compreensão dessas relações. Em seus estudos, acompanhando os nadadores da Universidade de Iowa em provas de 200 jardas, encontraram relação significativa positiva entre comprimento de braçada e resultados em competição em três dos quatro estilos (nado *crawl*, nado borboleta e nado peito); fraca relação entre frequência de braçada e resultados em competição e significativa e negativa relação entre comprimento e frequência de braçada, dados estes confirmados por MAGLISCHO (1999).

CRAIG *et al.* (1985) indicaram que melhorias na execução técnica das braçadas são refletidas na frequência e no comprimento de braçada durante uma competição. Compararam frequência de braçada, comprimento de braçada e velocidade de nado dos nadadores que participaram das seletivas norte-americanas para os Jogos Olímpicos de 1984 e encontraram variadas informações a respeito da frequência média de braçada, do comprimento médio de braçada e da velocidade de nado, de acordo com a prova, de 100 a 1.500 m nado livre, com resultados médios dos participantes das séries eliminatórias, presumivelmente mais fracas, e das finais, presumivelmente mais fortes. Os resultados indicaram, para as provas de nado livre analisadas, 100, 200, 400 e 1.500 m, velocidade de nado e comprimento de braçada maior e frequência de braçada menor nas finais em relação às eliminatórias, dados que reforçam as relações já estabelecidas entre esses parâmetros de avaliação biomecânica do nado.

Entretanto, CHATARD *et al.* (1990), em um estudo de habilidades de nove nadadores, com idade média de $21 \pm 1,9$ anos, atletas da Divisão II norte-americana, utilizaram, entre outros, o comprimento e a frequência de braçadas como critérios para separação dos indivíduos entre mais ou menos habilidosos. Ao se correlacionar os parâmetros biomecânicos com o consumo máximo de oxigênio (este como parâmetro determinante da classificação entre mais e menos habilidosos, para os autores) nos diferentes grupos, frequência de braçada foi o melhor indicador dos mais habilidosos do que comprimento de braçada. Os valores médios encontrados para frequência de braçada e comprimento de braçada foram, respectivamente, para os grupos de menos habilidosos e mais habilidosos: $44 \pm 3,5$ ciclos/min e $50,4 \pm 4,2$ ciclos/min; $2,02 \pm 0,08$ m/ciclos e $1,79 \pm 0,14$ m/ciclos. Ou seja, os indivíduos classificados como

mais habilidosos (pelo valor maior de consumo de oxigênio) apresentaram um menor comprimento de braçada e uma maior frequência de braçada. Do ponto de vista fisiológico, maior número de repetições de um exercício, teoricamente, teria a capacidade de aumentar o consumo máximo de oxigênio, o que poderia explicar os resultados encontrados no estudo, contraditórios em relação a outros (CRAIG *et al.*, 1985; TOUSSAINT, 1990), já que maior consumo de oxigênio, não representa, necessariamente, melhor performance ou mais habilidade.

TOUSSAINT (1990), em um estudo de comparação de eficiência propulsiva entre nadadores competitivos e triatletas, realizado com 6 nadadores e 5 triatletas, utilizando um sistema para Mensuração da Resistência Ativa, não encontrou diferenças significativas, com uma mesma carga de 1000 W, entre força produzida, eficiência bruta, trabalho produzido por braçada e frequência de braçada, mas encontrou diferença significativa entre os grupos no comprimento de braçada ($1,22 \pm 0,22$ m/braçada para os nadadores e $0,93 \pm 0,15$ m/braçada para os triatletas) e na velocidade em natação ($1,20 \pm 0,07$ m/s para os nadadores e $0,93 \pm 0,12$ m/s para os triatletas), o que poderia ser explicado pela maior eficiência em gerar propulsão pelos nadadores. TOUSSAINT (1990) conclui que os triatletas deveriam focalizar seu treinamento de natação mais na técnica de nado e menos na condição de realizar trabalho. Neste estudo, variáveis antropométricas não foram investigadas.

Dados de ARELLANO *et al.* (1992), coletados durante os Jogos Olímpicos de 1992, nas provas de nado livre, de 50 a 200 m, e apresentados sob forma de relatório, sem análises, confirmam que o comprimento de braçada aumenta e a frequência

de braçadas diminui à medida que a velocidade de nado diminui, paralelamente ao aumento da distância das provas em nado livre.

TOUSSAINT & BEEK (1992), em um estudo de revisão sobre a biomecânica do nado crawl competitivo, ao se referirem à distância por braçada, tomando por pressuposto que a propulsão é obtida, primariamente, a partir da força de sustentação, concluíram que o comprimento de braçada fornece uma boa indicação da eficiência propulsiva e pode ser utilizado para avaliar progressos individuais nas técnicas de nado. Embora, segundo os autores, a exata relação entre eficiência propulsiva, distância por braçada e força de sustentação permaneça, ainda, a ser definida.

KESKINEN & KOMI (1993), em um estudo cujos objetivos eram examinar as diferenças nas relações entre características de braçadas nos diferentes exercícios de natação, e determinar se essas relações mudariam de acordo com as intensidades propostas, mensuraram velocidade, frequência de braçadas e comprimento de braçadas em dez nadadores voluntários (idade média de $19,9 \pm 2,4$ anos e experiência em natação competitiva de $10,1 \pm 1,8$ anos) considerados bem treinados, durante uma série de cinco a seis tiros de 400 m, em nado *crawl*, com intensidade pré-determinada. À medida que a velocidade média aumentou, de um nível considerado aeróbio, para um nível considerado de limiar anaeróbio, aumentou, também, a frequência de braçada e diminuiu o comprimento de braçada, fato explicado por desenvolvimento de fadiga muscular localizada. A redução no comprimento de braçada estaria relacionada ao acúmulo muscular de lactato, como subproduto do metabolismo anaeróbio, característica das intensidades mais altas; enquanto a manutenção ou aumento da frequência de braçada estaria relacionada com a de adaptação ativação neural adequada.

CAPPAERT *et al.* (1995), em uma análise tridimensional de doze nadadores olímpicos de 100 m nado livre, classificados em grupos de sub-elite e elite, de acordo com seus resultados nas eliminatórias e finais dos jogos de 1992, encontraram valores médios, para comprimento de braçada e frequência de braçada, respectivamente, para sub-elite e elite, de $2,06 \pm 0,08$ m/braçada e $2,50 \pm 0,16$ m/braçada e $0,91 \pm 0,07$ Hz e $0,82 \pm 0,11$ Hz. Esses resultados corroboram as afirmações de HAY & GUIMARÃES (1983) e MAGLISCHO (1999) a respeito da relação negativa entre comprimento de braçada e frequência de braçada.

CAPUTO *et al.* (2000) verificaram os parâmetros frequência de braçada, distância por braçada (comprimento de braçada), velocidade média e índice de braçada (produto entre velocidade média e comprimento de braçada) nas distâncias 50, 100, 200 e 400 m, em dezesseis atletas brasileiros (doze nadadores e quatro triatletas), de 14 a 28 anos, com, no mínimo, dois anos de experiência competitiva na modalidade, a fim de analisar esses parâmetros no mesmo grupo, sem distinção entre velocistas e fundistas, e de analisar as correlações desses índices com a performance nas distâncias observadas. Dentre outros resultados, para a distância de 50 m, foram encontrados os seguintes valores médios: distância por braçada: $1,90 \pm 0,21$ m; frequência de braçadas: $57,41 \pm 4,4$ braçadas/minuto. Para a distância de 400 m, foram encontrados os seguintes valores médios: distância por braçada: $2,32 \pm 0,26$ m; frequência de braçadas: $36,15 \pm 4,1$ braçadas/minuto. Ressalta-se que nesse estudo os índices foram obtidos de modo indireto, com cronômetro manual, sem utilização de cinemática. Segundo os autores, a distância por braçada apresentou aumento significativo e frequência de braçadas diminuiu significativamente dos 50 para os 400 m, havendo

uma adequação para a economia de energia, com menos movimentos nas distâncias maiores, mas com possível maior aplicação de força em cada braçada. Concluíram afirmando que, em indivíduos de moderada performance, a distância por braçada pode ser utilizada para a predição da performance do nado crawl em curtas e médias distâncias.

Adaptações na frequência e no comprimento de ciclos, e conseqüentemente, na velocidade de nado, ao treinamento aeróbio, foram relatadas por WAKAYOSHI *et al.* (1993) a partir de um estudo que contou com a participação de 8 nadadores competitivos, com idade média de $19,75 \pm 0,37$ anos durante 6 meses de treinamento predominante aeróbio. Os autores realizaram pré e pós-teste, em piscina de 50 m, que consistia de um tiro de 400 m em nado *crawl* em máxima velocidade e, 24 horas após, três tiros de 400 m em nado *crawl*, a 85, 90 e 95% da velocidade média do tiro de 400 m em máxima velocidade; entre cada 400 m, os nadadores repousavam passivamente por 60 min. A velocidade média de cada tiro foi calculada a partir do quociente entre cada 50 m dos 400 m e o tempo que cada indivíduo levou para percorrê-lo. A frequência de ciclos foi calculada mensurando-se o tempo de 10 ciclos executados no meio do percurso de cada piscina nadada. O comprimento de braçada foi calculado pelo quociente entre a velocidade e a frequência. Segundo os autores, houve diferenças significativas entre pré e pós-teste para as velocidades médias máximas ($1,432 \pm 0,028$ m/s e $1,473 \pm 0,021$ m/s, respectivamente) e para os comprimentos médios máximos de ciclo ($2,179 \pm 0,036$ m/ciclo e $2,224 \pm 0,031$ m/ciclo, respectivamente), mas não entre as médias das máximas frequências de ciclos ($0,658 \pm 0,014$ ciclos/s e $0,664 \pm 0,014$ ciclos/s, respectivamente). Treinamento aeróbio pode ter sido respon-

sável por melhorias na proficiência técnica, resultando em um decréscimo no custo energético para as mesmas velocidades antes e após o treinamento, refletindo-se no aumento no comprimento de ciclos entre os 300 e 400 m dos tiros, segundo os autores, e, conseqüentemente, aumentando a velocidade média.

Distância por ciclo, freqüência de ciclo e velocidade de nado foram utilizados por CARDELLI *et al.* (2000) em um estudo que buscava analisar a respiração no nado crawl em função de habilidade de nado e características de braçada. Os autores selecionaram doze nadadores divididos em dois grupos, mais rápidos (idade média de $21,86 \pm 1,34$ anos) e mais lentos (idade média de $21,38 \pm 1,34$ anos) e solicitaram que perfizessem duas séries de oito repetições de 25 m em nado crawl; a primeira série foi nadada em baixa velocidade (velocidade de prova de 800 m nado livre) e a segunda série em alta velocidade (velocidade de prova de 100 m nado livre). Os nadadores realizaram dois tipos de respiração, a cada ciclo para o lado de preferência e a cada ciclo para o lado de preferência com um *nose-clip* (clipe de nariz). Velocidade de nado foi obtida a partir de uma imagem lateral, enquanto indivíduo percorria a distância de 12,5 m, dos 10 aos 22,5 m da piscina; freqüência de ciclos foi obtida com um cronômetro manual que registrava o tempo de determinado número de ciclos (não explicitado no estudo) e distância percorrida por ciclo foi obtida através do quociente entre a velocidade pela freqüência. Os autores verificaram, também, através de um microfone acoplado à touca dos nadadores, os tempos de inspiração, apnéia e expiração. Os resultados encontrados para velocidade de nado, freqüência de ciclos e distância percorrida por ciclo, na alta velocidade, foram, respectivamente, $1,65 \pm 0,009$ m/s, $0,77 \pm 0,03$ ciclos/s e 2,14 m/ciclo para os seis nadadores mais rá-

pidos e $0,96 \pm 0,05$ m/s, $0,56 \pm 0,06$ ciclos/s e $1,73 \pm 0,11$ m/ciclo para os seis nadadores mais lentos; na baixa velocidade, foram, respectivamente, $1,28 \pm 0,07$ m/s, $0,51 \pm 0,05$ ciclos/s e $2,5 \pm 0,27$ m/ciclo para os seis nadadores mais rápidos e $0,96 \pm 0,05$ m/s, $0,43 \pm 0,03$ ciclos/s e $1,62 \pm 0,13$ m/ciclo para os seis nadadores mais lentos. CARDELLI *et al.* (2000) encontraram diferenças estatísticas intra-grupo, nas três variáveis, comparando as duas velocidades, e diferenças inter-grupos, comparando as três variáveis, nas mesmas velocidades. Em relação às condições de respiração, não encontraram diferenças com e sem *nose-clip*, mas concluíram que tempo de inspiração, tempo de expiração e tempo de apnéia podem ser considerados indicadores do nível de aptidão de nadadores, à medida que encontraram relações significativas entre as variáveis respiratórias e distância por ciclo, frequência de ciclo e velocidade de nado. Os nadadores mais velozes, ao aumentar suas velocidades, provocaram diminuição no tempo de inspiração e aumento no tempo de expiração, e ao nadar em mais baixas velocidades provocaram aumento no tempo de apnéia relacionada ao aumento da distância percorrida por ciclo, que é considerada um indicador da eficiência da braçada.

3.3 - Rolamento de Corpo

Ao nadar em estilo *crawl*, o corpo descreve um rolamento sobre seu eixo longitudinal (COSTILL *et al.*, 1992; HAY *et al.*, 1993). Esse rolamento ocorre de acordo com a alternância dos movimentos de braço, entre fases submersas e aéreas. Quando

um braço está começando sua fase submersa, o ombro correspondente deve estar submerso, enquanto o outro braço está na sua fase aérea, o ombro correspondente deve estar emerso. À medida que a fase submersa da braçada evolui em direção à coxa do nadador, o ombro que estava submerso, passa a emerso. O rolamento seria necessário para a melhor manutenção da posição hidrodinâmica do corpo.

COUNSILMAN (citado por LIU *et al.*, 1993) publicou um estudo cujas conclusões apontaram para o entendimento de que um nado “chapado” (sem variações na posição horizontal em relação à superfície da água) seria o estilo que menor resistência ofereceria ao nadador. O mesmo autor, mais tarde, (citado por LIU *et al.*, 1993), observou que o corpo rola 35º a 45º em cada lado do eixo longitudinal do mesmo. Esta segunda afirmação é corroborada por COLWIN (citado por LIU *et al.*, 1993), ao inferir que a soma total de rolamento de um nadador de *crawl* varia entre 70º e 90º, ou seja, 35º a 45º de cada lado de seu eixo longitudinal.

MAGLISCHO (1999), indicou que o nadador deveria rolar, pelo menos 45º para cada lado, referindo-se, ainda, a três motivos básicos para se executar o rolamento do corpo:

1. Posicionar melhor os braços para a geração de força propulsiva;
2. Permitir pernadas diagonais, ajudando a estabilizar o tronco durante os movimentos dos braços;
3. Minimizar os movimentos laterais do tronco e os movimentos laterais excessivos das pernas.

PRICHARD (1993, p. 17), a respeito da propulsão gerada pelo nadador, afirma que “nadadores de elite propulsionam-se com os músculos dos quadris e do tronco - não com os braços e os ombros”. O que o autor chama de “o novo paradigma

ma em natação”. Explica-se afirmando que rolamento de corpo equilibrado para os dois lados permitiria uma maior propulsão ao nadador.

Apesar de COUNSILMAN e COLWIN (citados por LIU *et al.*, 1993) e MAGLISCHO (1999) recomendarem os ângulos de rolamento de corpo como parâmetros que influenciam a performance, seus estudos não oferecem dados quantitativos que apóiem tais recomendações. Neste sentido, análise bidimensionais (BEEKMAN & HAY, 1988; LIU *et al.*, 1993; e PAYTON *et al.*, 1999) e tridimensionais (CAPPAERT *et al.*, 1995; e YANAI, 2001), foram realizados e, independente dos métodos utilizados na análise, os achados desses estudos parecem convergir em relação às recomendações técnicas e suas implicações para a performance. O Quadro 2 apresenta a comparação entre os ângulos recomendados pela literatura e mensurados de modo bidimensional.

Quadro 2 - Ângulos médios de rolamento de corpo em graus mensurados e recomendados pela literatura

| Estudo | Rolamento sem respiração | Rolamento com respiração |
|---|--------------------------|--------------------------|
| BEEKMAN & HAY (1988), ângulos mensurados: “grupo lesionados” “grupo não lesionados” | 49,9º 54,8º | 57,8º 53,7º |
| LIU <i>et al.</i> (1993) ângulos mensurados | 60,8 ± 4,4º | Não medido |
| PAYTON <i>et al.</i> (1999), ângulos mensurados | 57 ± 4º | 66 ± 5º |
| COUNSILMAN e COLWIN*, ângulos recomendados | 35º a 45º | 35º a 45º |
| MAGLISCHO (1999), ângulos recomendados | 45º | 45º |

* citados por LIU *et al.* (1993)

BEEKMAN & HAY (1988), registraram valores de rolamento de corpo que variaram de 49,9º a 57,8º para ambos os lados, respectivamente, para rolamento sem respiração e rolamento durante a respiração. LIU *et al.* (1993) encontraram valores nalgulares de rolamento do corpo entre 51,5º e 66º, com média de 60,8º durante a respiração. PAYTON *et al.* (1999) registraram valores de 57º e 66º, respectivamente, para rolamento sem respiração e rolamento durante a respiração. Diferenças entre os valores dos três estudos que podem ser explicadas, talvez, pelas características heterogêneas (antropometria, se velocista ou fundista) dos nadadores avaliados.

BEEKMAN e HAY (1988), ao estudarem diferenças nas técnicas de execução do nado crawl entre nadadores com e sem lesão de ombro, mensuraram rolamento de corpo em 22 nadadores de ambos os sexos e de diferentes níveis competitivos em alta velocidade. Registraram, em uma vista frontal, os movimentos de uma haste dorsal fixada às costas do nadador, considerando que (p.17, tradução livre)...” a haste estava perpendicular à linha dos ombros, o ângulo α então mensurado, era igual ao ângulo formado pela linha dos ombros com a horizontal” (Figura 1). Este estudo contou com um grupo de nadadores com características pouco homogêneas. Foram registradas imagens de duas nadadoras de *high school*, quatro nadadores universitários, quatro nadadoras universitárias e uma nadadora já graduada que não mais participava de competições. A esses nadadores foi solicitado que perfizessem uma série de seis tiros de vinte e cinco jardas em alta velocidade, diferentemente do proposto por LIU *et al.* (1993), que solicitaram que os nadadores executassem 15m em intensidade de prova de longa duração. Seus resultados indicaram que nadadores com lesão de ombro possuíam técnicas inconsistentes de rolamento de corpo, já que os ângulos de

rolamento de corpo para este grupo, durante a respiração, foram, significativamente maiores que os ângulos de rolamento sem respiração, possivelmente relacionado a um aprendizado técnico prévio de maior rolamento para evitar a dor. Os autores indicaram, também, que poderia haver alguma relação entre as características do nadador (velocista, meio-fundista ou fundista) e técnica de rolamento utilizada e que altas frequências de braçadas poderiam intervir, diminuindo o rolamento de corpo.

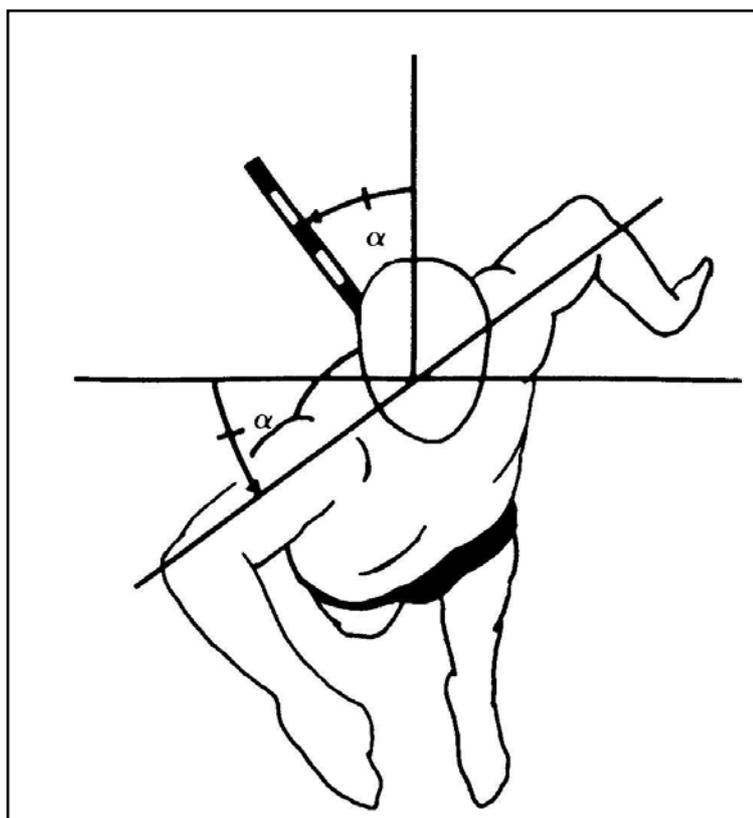


Fig. 1 - Desenho frontal de um nadador, com a haste e os ângulos α de rolamento (BEEKMAN & HAY, 1988).

O estudo de LIU *et al.* (1993) contou com dez nadadores de uma equipe universitária, aos quais foi solicitado que nadassem uma série de três tiros de quinze metros com uma velocidade correspondente a uma prova de longa distância. Os autores registraram imagens dos nadadores utilizando dois sistemas de meio-periscópio (Figura 2) desenvolvidos por HAY & GEROT (1991): um sistema para registros laterais, com objetivo de verificar a trajetória da mão, e outro sistema para registros frontais, com objetivo de verificar o rolamento do corpo em sincronia com a fase submersa da braçada. No nadador foi acoplada uma haste de madeira sobre uma base curva de alumínio, que, por sua vez, era fixada às costas do indivíduo através de tiras de velcron. A posição da haste foi gravada em tomadas frontais para a determinação dos ângulos de rolamento.

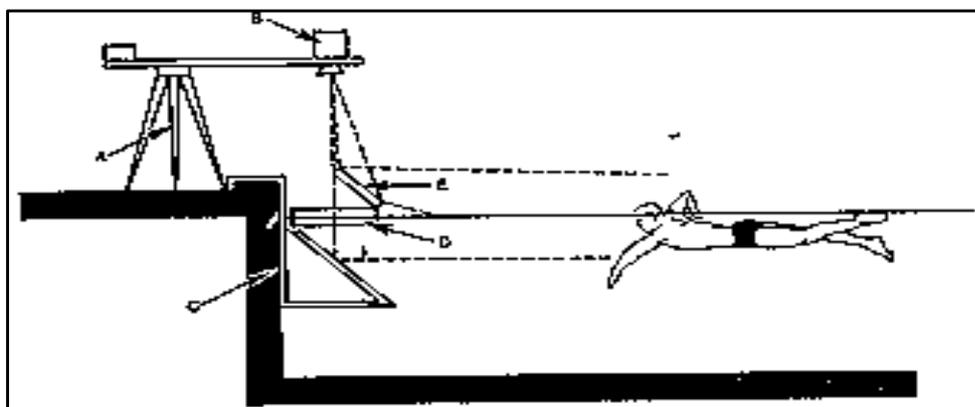


Fig. 2 - Sistema de meio-periscópio para imagens frontais desenvolvido por HAY & GEROT (1991).

LIU *et al.* (1993) adotaram um sistema referencial inercial com o propósito de determinar a localização dos eixos articulares, os ângulos de projeção dos segmentos do membro superior direito e o ângulo de rolamento do corpo. O ângulo de

rolamento do corpo foi definido como a projeção do ângulo α (Figura 1), registrado em uma vista frontal. As imagens foram obtidas e analisadas com a ajuda de um sistema de vídeo de duas dimensões.

CAPPAERT *et al.* (1995), durante os Jogos Olímpicos de 1992, em uma análise tridimensional de doze nadadores de 100 m nado livre, classificados em sub-elite e elite, de acordo com seus resultados, encontraram valores angulares para rolamento de ombro para cada lado, respectivamente de, $35,4 \pm 2,5^\circ$ e $34,4 \pm 1,7^\circ$. No entanto, a comparação de seus resultados com os demais não pode ser realizada, uma vez que neste trabalho foram verificados os ângulos de rolamento a partir dos ombros e, nos outros trabalhos, a partir do tronco, o que poderia gerar algum erro de interpretação.

PAYTON *et al.* (1999), a fim de determinar as influências do movimento de respiração na cinemática do tronco e dos membros superiores em nadadores de *crawl*, determinaram, entre outros parâmetros (frequência e comprimento de braçada, amplitude médio-lateral da braçada, profundidade da braçada, tempo da fase propulsiva da braçada, ângulo de cotovelo e ângulo de flexão horizontal do ombro), o ângulo de rolamento de corpo em 6 nadadores de competição de alto nível ($21 \pm 1,4$ anos de idade). Foram registradas imagens frontais de um bastão de madeira, de 0,37 m de comprimento, acoplado às costas dos nadadores. O bastão foi fixado em uma base de alumínio, que por sua vez, era presa às costas, no nível das bordas inferiores das escápulas, com duas tiras elásticas. Aos nadadores foi solicitado que realizassem 12 tiros de 25 m a uma intensidade característica de uma prova de 200 m nado livre. As imagens, após gravação em um sistema de vídeo, a 50 Hz, foram digitalizadas e os ângulos de rolamento mensurados em relação ao eixo vertical. Neste estudo, os

autores encontraram valores de $66 \pm 5^\circ$ para o lado da respiração e $57 \pm 4^\circ$ para o lado contrário à respiração.

Os possíveis efeitos do rolamento do corpo sobre a velocidade e sobre a trajetória da mão foram também estudados em trabalhos de simulação. O estudo desenvolvido por HAY *et al.* (1993) concluiu que os pesquisadores que estudassem a trajetória da mão em estilo livre de natação deveriam considerar mais a contribuição do rolamento do corpo e menos os movimentos relativos dos braços na trajetória da mão na fase propulsiva.

Em uma simulação computacional, PAYTON *et al.* (1997) usou, como referência, os valores angulares de rolamento encontrados no estudo de BEEKMAN (citado pelo próprio autor) de 45° e 60° , respectivamente, como ângulos mínimos e máximos de rolamento de corpo. Concluíram que um aumento no ângulo de rolamento do corpo, por simulação, estaria relacionado a um aumento no potencial da mão em desenvolver força de sustentação propulsiva.

Por outro lado, YANAI & HAY (2000), ao analisarem a técnica do nado *crawl* de onze nadadores de uma equipe universitária norte-americana, com objetivo de determinar as variáveis cinemáticas que poderiam influenciar a ocorrência de lesões em ombro de nadadores, relacionaram o ângulo máximo de rolamento de corpo como uma das variáveis (as outras são fases da braçada, velocidade de nado, utilização de palmares e efeito do movimento para a respiração). Segundo esses autores, a incidência deste tipo de lesão é maior em velocistas que em fundistas e, também, maior no ombro do lado da respiração mais freqüente, lado que apresenta maior ângulo de rolamento de corpo. Entre outros resultados apresentados, concluíram que

maiores ângulos de rolamento de corpo não deveriam ser enfatizados entre os nadadores quando se quer prevenir possíveis lesões de ombro. De acordo com BEEKMAN & HAY (1988), a lesão de ombro mais freqüente em nadadores está relacionada ao tendão supraespinhoso. Durante o nado *crawl*, o ombro é freqüentemente forçado em uma abdução extrema concomitante a uma flexão horizontal e rotação interna durante a entrada da mão na água. Ao completar a fase propulsiva da braçada, o ombro encontra-se aduzido, nesta posição, o tendão supraespinhoso é alongado por sobre a cabeça do úmero e seu suprimento de sangue é cortado. Assim, adução extrema pode, também, irritar o tendão supraespinhoso. Dor associada com pinçamento do tendão supraespinhoso e bloqueio do suprimento sangüíneo é referida como síndrome de *impingement* de ombro.

Já no estudo realizado em 11 nadadores com cinemetria em 3 dimensões, YANAI (2001) buscou, a partir do método da dinâmica inversa, relacionar, em ordem de importância, as causas mecânicas do rolamento de corpo. Essas causas mecânicas são o torque sobre o corpo produzido pela forças da água e o efeito da freqüência de braçadas. O autor buscou a compreensão da mecânica do rolamento de corpo e sua ligação com a propulsão em natação. YANAI (2001) apresenta um modelo teórico matemático, o qual explica que qualquer aumento no rolamento de corpo é acompanhado por um aumento proporcional no torque externo e se, com manutenção dos ângulos de rolamento, houver aumento na freqüência de braçadas, haverá aumento do torque externo a partir de forças geradas pelos segmentos em direções não-propulsivas (médio-lateral e vertical), o que poderia significar uma diminuição na capacidade de geração de propulsão pelo nadador. Seus resultados indicam que o rola-

mento de corpo consiste de um rolamento do tronco por inteiro na mesma frequência de braçada executada pelo nadador e que, em relação à fonte mecânica primária do rolamento de corpo, parece haver uma dependência maior do rolamento com o torque externo (torque produzido pelas forças do fluido) do que com o torque interno (torque produzido pela aceleração de braços e pernas).

3.4 - Dados Antropométricos

O estudo de variáveis antropométricas e sua relação com variáveis biomecânicas também tem sido alvo de investigações, principalmente as que se referem a comprimento e frequência de braçadas. Em geral procuram estabelecer uma relação entre os dados antropométricos, principalmente envergadura e estatura, com comprimento de braçada. Em contrapartida, uma relação entre variáveis antropométricas com rolamento de corpo não foi encontrada em nenhuma investigação.

GRIMSTON & HAY (1986), em um estudo com doze nadadores competitivos de uma equipe universitária norte-americana, a fim de desenvolver um modelo teórico capaz de identificar a relevância de variáveis antropométricas para o sucesso na natação competitiva, relacionaram comprimento de braçadas, frequência de braçadas e velocidade de nado de provas de nado livre desses nadadores com diversos dados antropométricos. De maneira específica, os resultados encontrados indicaram que comprimento de braço, comprimento de perna e tamanho de mãos e pés relacio-

nam-se significativamente a comprimento e freqüência de braçadas utilizados, geralmente, por nadadores de *crawl* muito bem treinados.

No estudo em que LIU *et al.* (1993), descreveram o rolamento de corpo e a trajetória da mão, foram mensurados, também, os seguintes parâmetros antropométricos: (a) diâmetro de ombros, (b) comprimento de braço, (c) comprimento de antebraço e, (d) comprimento de mão. Este procedimento foi realizado com o intuito maior de fornecer dados referentes às localizações das articulações e segmentos corporais envolvidos na braçada e no rolamento de corpo, no entanto, relação entre variáveis antropométricas e biomecânicas não foram verificadas.

KHERIF *et al.* (1994), estudando 159 nadadores e 169 nadadoras, encontraram correlação entre comprimento de braçada e envergadura entre as nadadoras, mas não entre os nadadores. PELAYO *et al.* (1996), relacionando características da braçada do nado *crawl* com dados antropométricos, incluindo envergadura, de 303 nadadores e 325 nadadoras de nível nacional e internacional, relataram não haver encontrado diferenças nas características antropométricas entre os nadadores de diferentes especialidades, mas entre as nadadoras de 50 e 100 m, estatura e envergadura correlacionaram-se com comprimento de braçada.

A relação entre envergadura e comprimento de braçada foi estudada, juntamente com velocidade de nado e freqüência de braçada, por PELAYO *et al.* (1997) em um grupo de 2058 nadadores de ambos os sexos (1.097 nadadores e 961 nadadoras), não competitivos, de 11 a 17 anos, com objetivo de verificar a influência do sexo e do crescimento nas variáveis biomecânicas de nado. Foram mensuradas as variáveis antropométricas estatura, massa e envergadura e as variáveis biomecânicas do

nado *crawl* velocidade de nado, comprimento e frequência de braçadas. As variáveis biomecânicas foram obtidas de modo manual, sem a utilização de cinemetria, a partir do registro, em um cronômetro do tempo gasto para nadar 50 m e do número de braçadas efetuado nos 50 m. Os resultados indicaram que a frequência de braçadas permanecia constante nas diferentes idades e o comprimento de braçadas aumentava, possibilitando as maiores velocidades apresentados, no estudo, pelos indivíduos mais velhos. O parâmetro biomecânico comprimento de braçada foi influenciado, positivamente, pela envergadura do sujeito, sem diferenças significativas entre nadadores e nadadoras.

3.5 - Avaliação Crítica da Literatura

A propulsão final de um nadador, como visto, é o resultado final entre as forças propulsivas e as forças resistivas. As forças propulsivas, aplicadas por um nadador na água, dependem da técnica de execução do nado, para melhor aplicação das forças, e da capacidade fisiológica energética do nadador. Já as forças resistivas dependerão, basicamente, da viscosidade e da densidade do fluido e das condições da piscina ou água aberta, da velocidade de deslocamento e das posições assumidas pelo corpo do nadador. Técnicas específicas de nado têm o objetivo de, ao aumentar as forças propulsivas e diminuir as forças resistivas, incrementar a propulsão final de um nadador, refletindo em uma maior velocidade de deslocamento, com um menor gasto energético, objetivos de nadadores e triatletas competitivos.

A variável biomecânica rolamento de corpo, como parte das técnicas de execução do nado crawl, poderia influenciar a velocidade atingida por um nadador, à medida que interfere na posição do corpo e na trajetória da mão durante o nado.

Nadadores especialistas em provas de velocidade (nadadores de 50 m nado livre, por exemplo), ao atingirem velocidades de nado mais altas do que nadadores especialistas em provas de fundo (nadadores de 1.500 m nado livre e triatletas, por exemplo) encontram forças resistivas de maior intensidade, ao mesmo tempo em que aplicam forças propulsivas também de maior intensidade. Poderia-se esperar, então, alterações nas variáveis biomecânicas para superar essa maior resistência encontrada. O comportamento do rolamento de corpo em relação às variações de velocidade de nado e as possíveis diferenças entre nadadores especialistas em provas de velocidade e provas de resistência não estão claras na literatura, assim como, são conflitantes, na literatura, os valores angulares recomendados e mensurados.

A distância percorrida por ciclo e a frequência de ciclos alteram-se à medida que se altera a velocidade de um nadador, como já visto. Essas variáveis biomecânicas relacionam-se com as forças aplicadas sobre e pelo nadador na água e com a técnica de execução das braçadas, ou seja, com a propulsão atingida e possível de ser mantida pelo nadador. Assim como pode haver diferenças entre os ângulos de rolamento de corpo entre nadadores de provas de velocidades e nadadores de provas de resistência, pode haver diferenças entre a distância percorrida por ciclo e a frequência de ciclos entre os grupos, nas mesmas velocidades, não necessariamente absolutas, mas relativas ao esforço do nadador. Também é possível existir alguma relação entre essas variáveis biomecânicas citadas e rolamento de corpo. As relações entre antropo-

metria, rolamento de corpo e comprimento e frequência de braçadas ainda não são claras, embora a relação entre frequência de braçada e rolamento de corpo tenha sido objeto de um estudo encontrado (YANAI, 2001).

Até então, há poucos e contraditórios estudos a respeito de ângulos de rolamento de corpo no nado *crawl*; nenhum estudo com grupos de nadadores com características específicas (nadadores de 50 m nado livre, de 1.500 m nado livre e triatletas) e estudos iniciais associando ângulos de rolamento de corpo com comprimento de braçada, frequência de braçada, velocidade de nado e antropometria. Ainda, de acordo com a literatura revisada, a técnica executada por triatletas parece estar aquém da técnica executada por nadadores, devido, talvez, à falta de treinamento de técnica. Entretanto, não há, na literatura, informações mais específicas a respeito dessas diferenças. Além disso, escassos são os dados biomecânicos e antropométricos a respeito de nadadores e triatletas brasileiros. Ou seja, esta pesquisa veio a preencher um espaço no estudo da técnica do nado *crawl*.

4 - HIPÓTESES

4 - HIPÓTESES

As seguintes hipóteses foram formuladas a partir da revisão de literatura:

1) Há diferenças na distância média percorrida por ciclo de braçadas entre nadadores de 50 m nado livre, nadadores de 1.500 m nado livre e triatletas: nadadores de 50 m nado livre apresentam maior distância média em relação a nadadores de 1.500 m nado livre e triatletas (Figura 3);

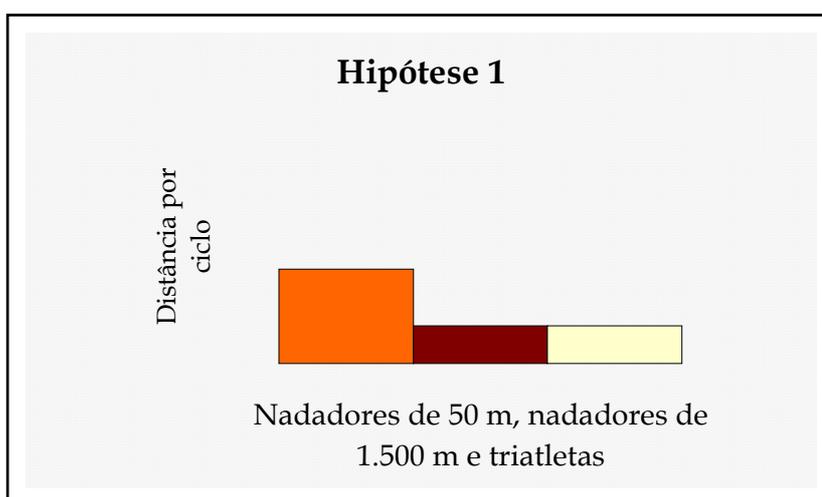


Fig. 3 - Diferenças esperadas na distância média percorrida por ciclo de braçadas entre os grupos deste estudo: nadadores de 50 m, nadadores de 1.500 m e triatletas.

2) Há diferenças de frequência média de ciclos entre nadadores de 50 m nado livre, nadadores de 1.500 m nado livre e triatletas: nadadores de 50 m nado livre apresentam menores frequências em relação a nadadores de 1.500 m e triatletas (Figura 4);

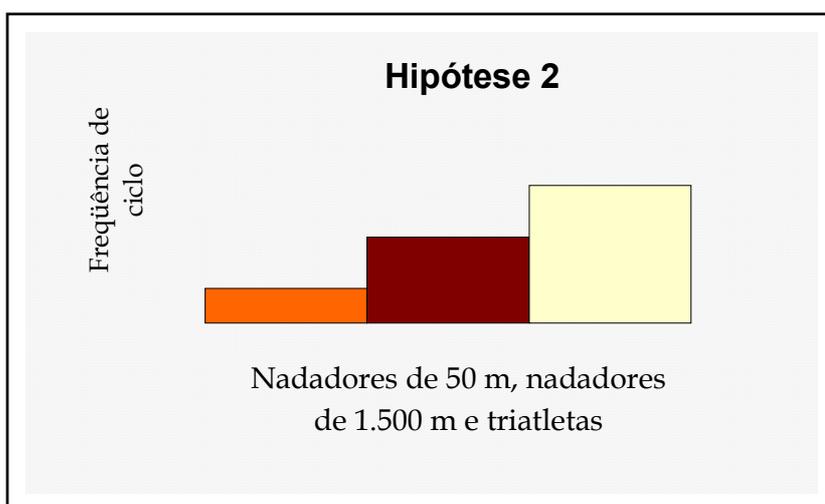


Fig. 4 - Diferenças esperadas na frequência média de ciclos de braçadas entre os grupos deste estudo: nadadores de 50 m, nadadores de 1.500 m e triatletas.

3) Há diferenças nos ângulos médios totais de rolamento de corpo no nado *crawl* de acordo com a velocidade de nado: quanto maior a velocidade, menor o ângulo médio total de rolamento de nadadores de 50 m nado livre, nadadores de 1.500 m nado livre e triatletas (Figura 5);

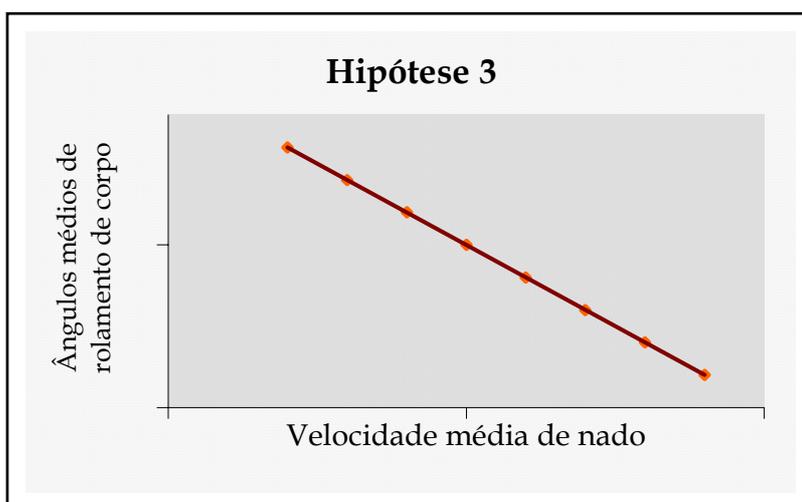


Fig. 5 - Comportamento esperado dos ângulos médios totais de rolamento de corpo em função da velocidade de nado, para os três grupos deste estudo: nadadores de 50 m, nadadores de 1.500 m e triatletas.

4) Há diferenças nos ângulos médios totais de rolamento de corpo entre nadadores de 50 m nado livre, nadadores de 1.500 m nado livre e triatletas: nadadores de 50 m nado livre apresentam maior ângulo médio total de rolamento em relação a nadadores de 1.500 m nado livre e a triatletas (Figura 6).

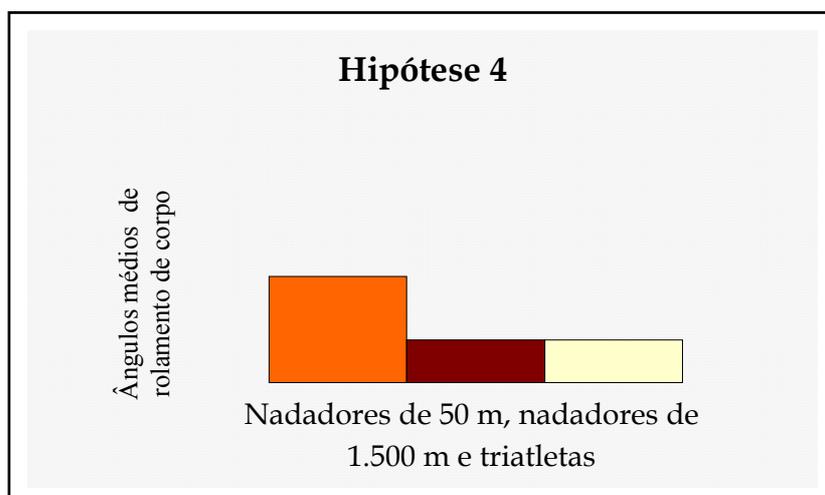


Fig. 6 - Diferenças esperadas nos ângulos médios totais de rolamento de corpo entre os grupos deste estudo: nadadores de 50 m, nadadores de 1.500 m e triatletas.

5 - METODOLOGIA

5 - METODOLOGIA

5.1 - Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa caracterizou-se como sendo do tipo *ex-post-facto*, no modelo descritivo comparativo, de corte transversal, visando à mensuração e comparação de parâmetros biomecânicos do nado *crawl* e antropométricos de nadadores e triatletas.

5.2 - População e Amostra

A população deste estudo constituiu-se de nadadores especialistas na prova de 50 m nado livre, nadadores especialistas na prova de 1.500 m nado livre e triatletas de elite. No ano de 2001 divulgou-se, entre os nadadores e triatletas do estado do Rio Grande do Sul, durante competições oficiais, esta pesquisa, a fim de se constituir a amostra (Anexo 1). A amostra foi composta por vinte e quatro indivíduos do sexo masculino, voluntários, com idade média de $23,1 \pm 4,8$ anos, divididos em três grupos, de acordo com a modalidade que praticavam.

Foram avaliados dez nadadores especialistas na prova de 50 m nado livre, do estado do Rio Grande do Sul, todos com índice de participação em Campeonato Brasileiro de Natação, com média de melhor tempo na prova de 50 m nado livre de $23,59 \pm 0,66$ s, em piscina de 25 m; seis nadadores especialistas na prova de 1.500 m nado livre, cinco do estado do Rio Grande do Sul e um do estado do Paraná, com média de melhor tempo na prova de 1.500 m nado livre de $987,8 \pm 58,4$ s (16 min 27 s), em piscina de 25 m; quatro dos nadadores da prova de 1.500 m nado livre possuíam índice de participação em Campeonato Brasileiro de Natação; e oito triatletas que não tinham sido atletas de natação, porém considerados de elite no estado do Rio Grande do Sul.

Os participantes do estudo, sem exceção, apresentavam, no mínimo, quatro anos de experiência competitiva. Todos os sujeitos foram devidamente informados a respeito dos procedimentos que foram utilizados e assinaram um termo de participação voluntária (Anexo 2), que lhes permitia se retirar do estudo a qualquer momento, se assim o decidissem.

5.3 - Procedimentos de Aquisição

5.3.1 - Medidas Antropométricas

Foram realizadas medidas de estatura, massa e envergadura, antes da aplicação do teste para mensuração dos parâmetros biomecânicos, no Centro Natatório da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

5.3.1.1 - Instrumentos para a Coleta das Medidas Antropométricas

Os seguintes instrumentos foram utilizados para a aquisição das medidas antropométricas:

- balança marca *Filizola*, modelo 31, com resolução de 0,1 kg, para mensurar a massa de cada participante do estudo;
- estadiômetro marca *Filizola*, modelo 31, com resolução de 0,01 m, para mensurar a estatura de cada participante do estudo;
- trena marca *Top-Long*, com resolução de 0,01 m, para mensurar a envergadura de cada participante do estudo;
- ficha para apontamento dos dados com espaços para nome e código dos indivíduos, estatura, massa e envergadura.

5.3.2 - Variáveis Biomecânicas

Foram mensurados, no nado *crawl*, a distância média percorrida por ciclo (DC); a frequência média de ciclos (FC); o ângulo médio total de rolamento do corpo (RC), e os ângulos médios parciais de rolamento de corpo para ambos os lados (nado com respiração: R e NR; nado sem respiração: P e NP).

5.3.2.1 - Protocolo para Aquisição das Variáveis Biomecânicas

Para determinação da DC, da FC, da VM, do RC, do R, do NR, do P e do NP, foi solicitado, a cada indivíduo, após 10 min de aquecimento nadando em baixa intensidade, que perfizesse 6 repetições de 25 m executando o nado *crawl* em piscina semi-olímpica. Todas as coletas foram realizadas na piscina do Centro Natatório da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, cuja água apresentou temperatura entre 30,5º e 31,4º, nos dias de aquisição dos dados. Cada repetição foi executada com saída de dentro da água e com impulsão na parede. As três primeiras repetições foram executadas com respiração a cada ciclo de braçadas, para o lado de preferência do nadador. Aos participantes do estudo era solicitado que nadassem em três intensidades diferentes: característica de aquecimento em nado *crawl* (repetição 1); característica de prova de 1.500 m nado livre (repetição 2) e característica de prova de 50 m nado livre (repetição 3). As últimas três repetições foram executadas sem respiração, nas mesmas intensidades já descritas (repetição 4, repetição 5 e repetição 6, respectivamente, característica de aquecimento em nado *crawl*, característica de prova de 1.500 m nado livre e característica de prova de 50 m nado livre). A cada repetição era informado ao indivíduo o tempo que ele havia feito na distância de 25 m para que o próprio controlasse a intensidade. O intervalo entre cada tiro e entre cada série foi determinado pelo próprio atleta, de maneira que conseguisse realizar o tiro seguinte na intensidade solicitada.

Coletas não foram validadas quando o participante não tivesse observado o critério de respiração, ou quando tivesse sentido que a velocidade nadada não estava adequada à intensidade solicitada.

5.3.2.2 - Instrumentos para a Coleta das Variáveis Biomecânicas

Os seguintes instrumentos foram utilizados a fim de se coletar os dados das variáveis biomecânicas:

- **ficha de controle de coleta de dados** que possibilitava apontar as seguintes informações: o nome e o código do indivíduo, a data de nascimento, o telefone e o endereço eletrônico para contato, a especialidade (se nadador de prova 50 m nado livre, de prova de 1.500 m nado livre ou triatleta), o lado de preferência de respiração, o tempo em segundos e centésimos em que o indivíduo realizava cada repetição e observações a respeito da coleta de cada repetição;
- **cronômetro manual** marca *Casio* modelo 863, a fim de verificar o tempo de cada repetição;
- **duas câmeras de vídeo** : (1) marca *Pullnix*, modelo TM640, operando com frequência de 60 HZ, a fim de gravar imagens no plano sagital das repetições em natação; (2) marca *Panasonic*, modelo WV CL350, operando com frequência de 60 Hz, a fim de gravar imagens das repetições no plano transversal das repetições em natação;

- **dois vídeo-cassetes:** (1) marca *Panasonic*, modelo AGI 960 ligado à câmera 1 e, (2) marca *JVC*, modelo BR-S5378U, ligado à câmera 2;
- **dois holofotes** com uma lâmpada de 300 W cada um, acoplados nos tripés das câmeras, a fim de iluminar marcadores reflexivos fixados aos indivíduos;
- **uma haste de PVC**, de 0,70 m de comprimento e 0,02 m de diâmetro que foi acoplada às costas dos participantes do estudo com um colete de neoprene a fim de possibilitar a aquisição dos dados referentes aos rolamentos de corpo;
- **marcadores reflexivos** adesivos fixados ao punho direito (1) de cada indivíduo, a fim de possibilitar a aquisição dos dados de DC e FC e fixados à haste de PVC (2) e (3), a fim de possibilitar a aquisição de dados de RC, R, NR, P e NP.

5.3.2.3 - Distância Média Percorrida por Ciclo (DC) e Frequência Média de Ciclos (FC)

DC e FC foram coletadas do seguinte modo: cada tiro de 25 m, de cada indivíduo, foi gravado, no plano sagital ao nadador, utilizando um sistema de vídeo em 2D (*Peak-Performance Technologies Inc., Englewood, E.U.A.*). A câmera foi montada sobre um tripé, em uma escada, a uma altura de 6m acima do nível da água, com o centro da imagem a 16,15 m de distância da câmera, possibilitando captar imagens com uma abertura de 12 m. Foi utilizado um holofote com lâmpada halogênica de 300 W, colocado lateralmente à câmera, iluminando o nadador, que tinha, em seu punho direito, fita reflexiva fixada. Uma régua de calibração de 2 m de comprimento

foi filmada no plano de deslocamento dos nadadores para fins de definição da escala linear a ser utilizada na determinação da distância por ciclo e posterior cálculo da velocidade. Digitalizaram-se as imagens do marcador reflexivo fixado ao punho direito dos quadros em que o marcador surgia da água. Dependendo do indivíduo e da repetição, foi possível digitalizar entre 3 e 5 ciclos de braçadas. A FC foi determinada a partir da frequência do sistema (60 Hz) em relação à digitalização dos quadros em que surgia o marcador reflexivo da água. Não foram aproveitadas as repetições em que menos de 3 ciclos pudessem ser digitalizados. Utilizaram-se as unidades de m/ciclo para a DC e ciclos/s para a FC.

Possíveis erros relacionados a distância da câmera aos marcadores reflexivos foram sistemáticas para todas as coletas.

5.3.2.4 - Velocidade Média de Nado (VM)

A VM de cada indivíduo, em cada repetição, em m/s, foi calculada pelo produto entre DC média de cada indivíduo e FC média de cada indivíduo.

5.3.2.5 - Ângulo Médio Total de Rolamento de Corpo (RC) e Ângulos Médios Parciais de Rolamento de Corpo (R, NR, P, NP)

Os ângulos médios de rolamento de corpo (total e parcial) foram determinados utilizando-se a imagem de uma haste firmemente acoplada às costas dos indi-

víduos, durante todas as repetições, conforme adotado previamente por BEEKMAN & HAY (1988), LIU *et al.* (1993), e PAYTON *et al.* (1999), enquanto o nadador estivesse entre os 5 e os 20 m do percurso. Todas as repetições foram gravadas utilizando uma câmera e o mesmo sistema de vídeo-2D, já citado, também operando com uma frequência de 60 Hz, colocada no plano transversal ao indivíduo. A câmera de vídeo foi montada a 100 cm acima e paralela ao nível da água, em frente à marcação submersa da raia número 3 da piscina, em um tripé. A cada nadador era solicitado que nadasse exatamente sobre a marcação submersa da raia, buscando garantir que a imagem da haste ficasse ao centro da tela. Foi utilizado um holofote com lâmpada halogênica de 300 W, situado lateralmente à câmera, iluminando frontalmente a haste. A haste utilizada constituiu-se de uma base de fibra de vidro com resina, reforçada com fibra de carbono, uma haste de PVC de 70 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro, com dois marcadores reflexivos fixados a 55 cm e a 70 cm da base (Figuras 7, 8 e 9). O conjunto base-haste foi fixado ao corpo do nadador por meio de um colete de neoprene, na altura das bordas inferiores das escápulas (Figuras 7 e 8); foram utilizados dois coletes de neoprene, escolhidos de acordo com o tamanho do nadador, um colete pequeno e um colete médio, que não interferiam nos movimentos da cintura escapular.

O armazenamento dos dados foi feito com o auxílio de um computador 486. Foram observados todos os procedimentos padrões estabelecidos para a obtenção de variáveis biomecânicas, de acordo com as recomendações da Rede CENESP-MET para obtenção de variáveis biomecânicas no esporte¹.

¹ ÁVILA *et al.* (2002). Artigo ainda não publicado. Revista Brasileira de Biomecânica.

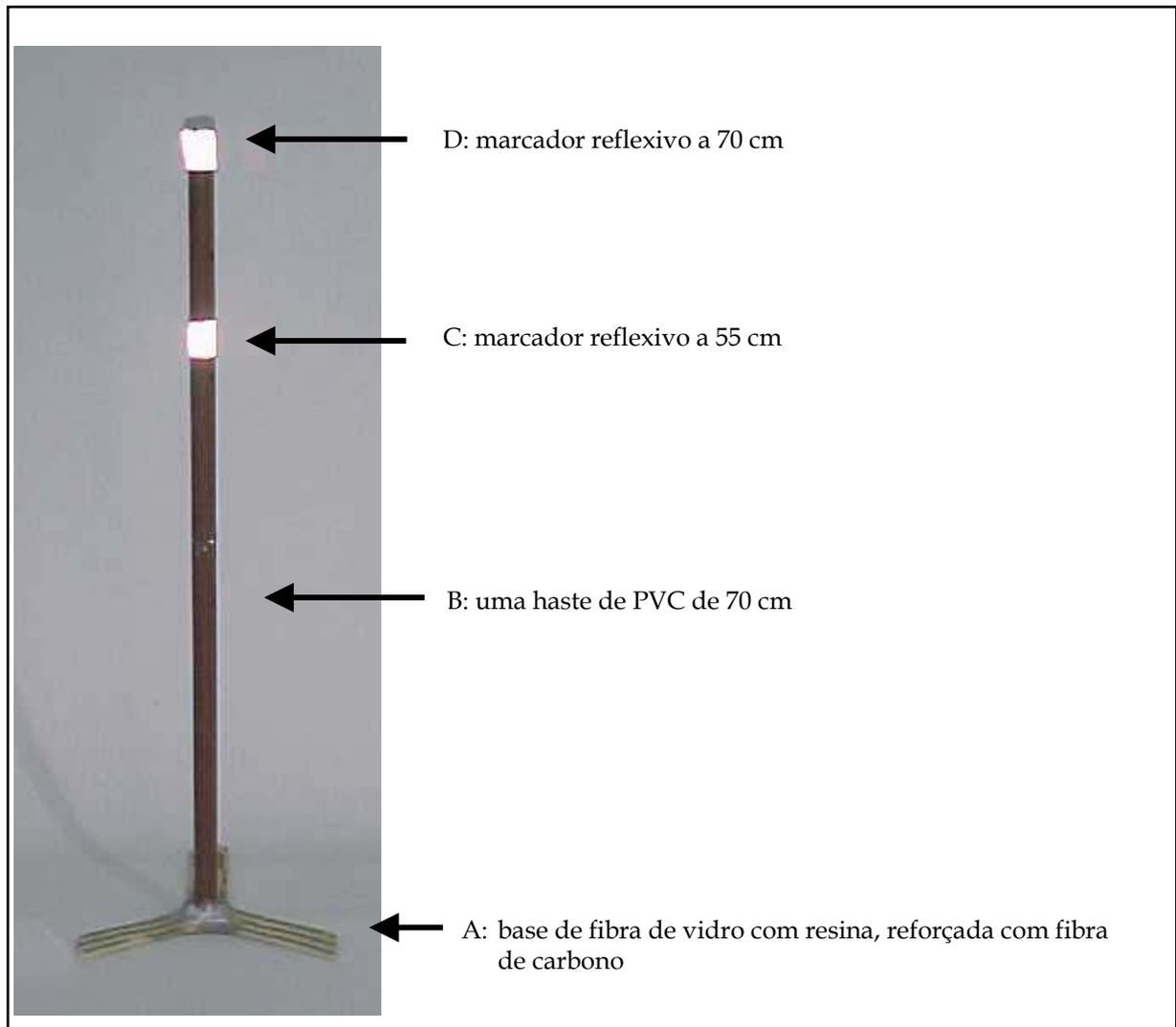


Fig. 7 - Haste utilizada: base de fibra de vidro com resina, reforçada com fibra de carbono (A), uma haste de PVC de 70 cm (B), com dois marcadores reflexivos fixados a 55 cm (C) e a 70 cm (D) da base.



Fig. 8 - Vista lateral de um nadador usando o colete e a haste utilizados no estudo, nas setas os pontos reflexivos da haste e do punho direito.

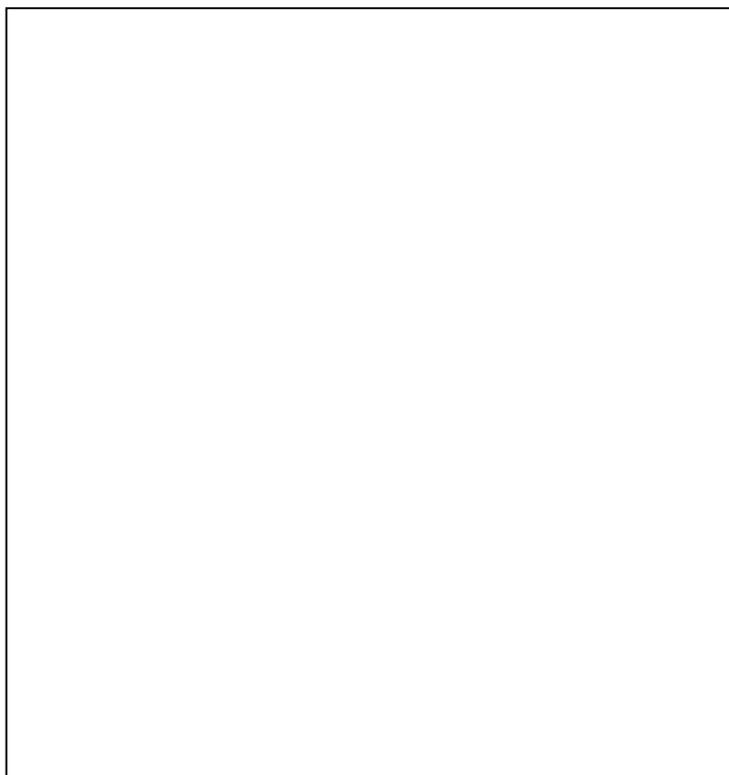


Fig. 9 - Indivíduo nadando com o colete e a haste; nas setas, os marcadores reflexivos da haste e do punho.

5.4 - Procedimentos de Análise das Variáveis Biomecânicas

As imagens dos indivíduos nadando foram digitalizadas utilizando-se o programa de computador do sistema de vídeo já citado.

Os dados de DC e FC foram obtidos diretamente deste programa computacional para análise de imagens *Peak-Performance*. Foram analisados de 3 a 5 ciclos completos de braçadas, medindo-se a distância correspondente a cada ciclo e a frequência de ciclos, a partir da frequência de gravação (60 Hz), após foi realizada a média de DC e FC de cada indivíduo. Os dados de VM foram obtidos a partir do produto entre DC média e FC média. As unidades adotadas para DC, FC e VM foram, respectivamente, m, ciclos/s e m/s.

A fim de se comparar os resultados de DC inter-grupos, realizou-se a correção da DC pela envergadura, dividindo-se o resultado médio da DC de cada indivíduo, em cada repetição, em m, pelo valor do dobro de sua envergadura em m, após, foram calculadas as médias para cada grupo em cada repetição.

Os registros referentes a RC, R, N, P e NP, obtidos através dos dados do sistema de vídeo foram transferidos para um programa denominado "Sistema de Aquisição de Dados" (SAD32), desenvolvido no Laboratório de Medições Mecânicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (*home-page*: www.ufrgs.br/lmm), que possibilitou a visualização e análise do comportamento dos ângulos de rolamento de corpo, em graus, a partir dos ângulos alcançados pela haste. Foram consideradas as médias individuais de cada variável de rolamento de corpo.

5.5 - Definição das Variáveis

Constituíram-se como variáveis independentes as situações de nado em diferentes intensidades subjetivas (repetições 1 a 6), com e sem movimentos para respiração; como variáveis dependentes, a distância média percorrida por ciclo de braçadas, a frequência média de ciclos de braçadas, a velocidade média de nado, o ângulo médio total de rolamento de corpo e os ângulos médios parciais de rolamento de corpo; e como variável interveniente, a possível presença de lesões de ombro, fator que pode intervir na técnica de nado.

5.6 - *Design* Explicativo

O título, a amostra, as variáveis independentes e dependentes e suas relações são demonstrados na Figura 10.

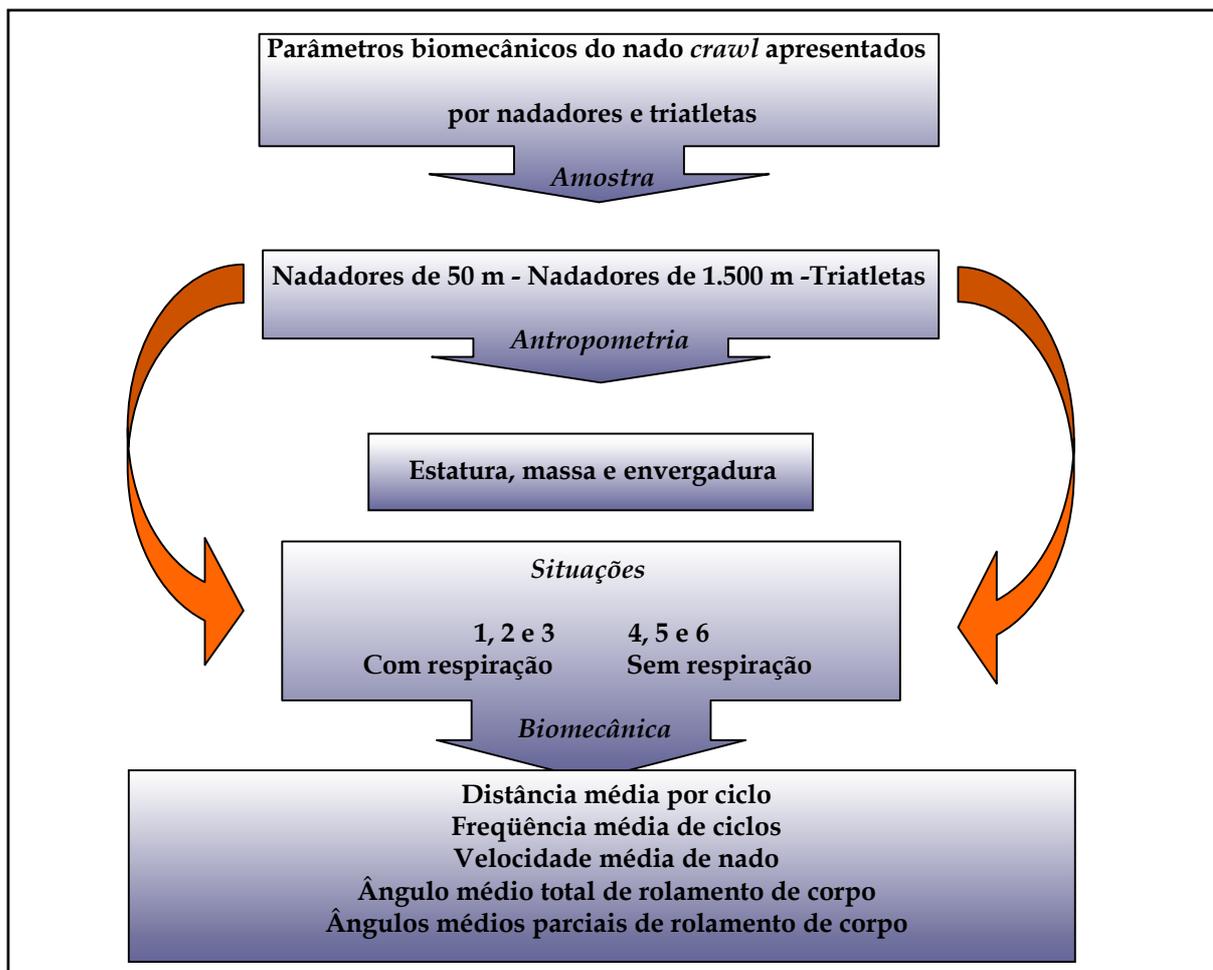


Fig. 10 - Design explicativo da estrutura do estudo.

5.7 - Análise Estatística

A normalidade dos dados obtidos foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk, assim como a homogeneidade das variâncias foi verificada utilizando-se o teste de Levene.

A comparação intra-grupos entre ângulos médios de rolamento parciais com e sem respiração (R x N), ou para o lado de preferência e para o lado não de preferência (P x NP), sem respiração, nas repetições de mesmas características, foi realizada com o teste *t* para dados pareados.

A comparação intra-grupos de variáveis biomecânicas em repetições de diferentes características, a comparação inter-grupos entre variáveis biomecânicas nas repetições de mesmas características e a comparação das variáveis antropométricas, inter-grupos, foi realizada através de análise de variância de um fator, e no caso de encontradas diferenças significativas foi aplicado um teste *post-hoc* de *Tukey*.

Para as correlações entre as variáveis antropométricas e as variáveis biomecânicas e entre as variáveis biomecânicas, foi utilizado o Teste de Correlação Linear de Produto Momento de *Pearson*.

O nível de significância adotado nesse estudo foi de $\alpha < 0,05$. Correlações maiores do que 0,7 foram consideradas fortes. O aplicativo SPSS foi utilizado para todas as análises estatísticas.

O quadro 3, a seguir, resume a análise estatística utilizada neste estudo.

Quadro 3 - Testes e análises estatísticas utilizados neste estudo nas diferentes situações e as variáveis analisadas

| Teste e condições | Variáveis |
|---|--|
| Teste de <i>Shapiro-Wilk</i> | antropométricas e biomecânicas |
| Teste de <i>Levene</i> | antropométricas e biomecânicas |
| Análise de variância de um fator Intra-grupo, diferentes repetições | V, DC, FC e RC |
| Análise de variância de um fator Inter-grupos, mesma repetição | V, DC, FC e RC |
| Análise de variância de um fator Inter-grupos | Estatura, massa e envergadura |
| Teste <i>post-hoc</i> de Tukey | Análises de variância com $p < 0,05$ |
| Teste t para dados pareados Intra-grupo, mesma repetição | R x N P x NP |
| Correlação Linear de Produto Momento de <i>Pearson</i> Intra-grupo, mesma repetição | Variáveis Antropométricas X Variáveis Biomecânicas |
| Correlação Linear de Produto Momento de <i>Pearson</i> Intra-grupo, diferentes repetições | Variáveis Biomecânicas X Variáveis Biomecânicas |

5.7 - Estudo Piloto

Previamente às coletas dos dados válidas para estudo, realizou-se um estudo piloto com objetivos de:

- verificar a capacidade do sistema de vídeo em relação à aquisição das imagens no plano transversal, que possibilitou obter os dados angulares;
- determinar as posições das câmeras em relação aos indivíduos nadando;

Para tanto, foi construído um quadro de calibração com três marcadores reflexivos que formavam um ângulo de 90°, em uma chapa de madeira plana, com 1,20 m de largura, por 1,20 de altura. Com a câmera sobre o tripé, em uma posição fixa, em um plano transversal, foram obtidas imagens do quadro a cada 2,5 m a partir de uma distância inicial de 15 m da câmera. Foram digitalizadas as imagens dos marcadores nas distâncias de 15 m, 12,5 m, 10 m, 7,5 m, 5 m e 2,5 m. Após os dados foram analisados no *Software SAD32*, fornecendo os valores angulares, que variaram entre 90,85° (valor máximo) e 89,7° (valor mínimo), correspondente a 1,27% de variação, possivelmente relacionada ao tamanho dos marcadores reflexivos e à colocação do quadro referencial em relação à câmera. Tais resultados foram considerados satisfatórios de acordo com o método proposto na literatura (BEEKMAN & HAY, 1988; LIU *et al.*, 1993; PAYTON *et al.*, 1999).

Para a definição da localização da câmera do plano sagital, um nadador competitivo realizou diversas repetições de 25 m em nado *crawl*, ao mesmo tempo que suas imagens eram obtidas e analisadas qualitativamente em um monitor de vídeo com diversas localizações da câmera. Optou-se pela localização que permitia uma mais longa imagem da raia que o nadador estava (16,15 m de distância do centro da raia 3 e 6 m de altura em relação ao nível da água, mesma localização utilizada posteriormente no estudo), e, conseqüentemente, maior número de ciclos de braçadas.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados das avaliações antropométricas, das avaliações biomecânicas e das correlações entre as variáveis antropométricas e biomecânicas, e entre as variáveis biomecânicas, nesta seqüência. A apresentação dos resultados é feita através da utilização de tabelas e figuras. Após a apresentação dos resultados de cada variável, são discutidos os resultados encontrados. Diferenças em relação aos números de indivíduos estão relacionadas à não utilização dos dados devido a problemas técnicos em relação as imagens obtidas nas avaliações biomecânicas.

Os resultados dos testes estatísticos são apresentados no anexo 3, exceto os resultados das Correlações Lineares Momento de *Pearson*, que são apresentados neste capítulo.

6.1 - Medidas Antropométricas

Os resultados das avaliações antropométricas dos nadadores de 50 m nado livre, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas nado livre estão relacionados na tabela 1.

Tabela 1 - Médias e desvios padrões de estatura, massa e envergadura dos grupos deste estudo; $\alpha < 0,05$; n indica o número de indivíduos avaliados

| Grupo | Estatura (cm) | Massa (kg) | Envergadura (cm) |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Nadadores de 50 m n = 10 | 184,5 ± 5,17 ^a | 77,4 ± 7,8 ^a | 193,5 ± 5,2 ^a |
| Nadadores de 1.500 m n = 6 | 180,2 ± 6,8 ^{a, b} | 72,2 ± 7,1 ^a | 189,8 ± 8,2 ^{a, b} |
| Triatletas n = 8 | 176,4 ± 7,3 ^b | 72,3 ± 7,2 ^a | 179,3 ± 10,1 ^b |

Análise comparativa realizada no sentido vertical, em cada variável, letras diferentes indicam diferenças estatísticas.

A comparação inter-grupos mostrou diferenças significativas entre as estaturas e entre as envergaduras e não mostrou diferenças significativas entre as massas. Essas diferenças são as seguintes: nadadores de 50 m nado livre são mais altos e possuem maior envergadura do que triatletas.

As possíveis relações entre as variáveis antropométricas e as variáveis biomecânicas são discutidas no item 6.3 deste capítulo, que trata das correlações entre as variáveis.

6.2 - Variáveis Biomecânicas

6.2.1 - *Distância Média Percorrida por Ciclo de Braçada (DC)*

São apresentados os resultados médios da DC em termos absolutos e relativos a envergadura. A comparação dos resultados intra-grupos levou em consideração os valores médios absolutos, enquanto que a comparação dos resultados inter-grupos levou em consideração os valores médios dos índices corrigidos pela envergadura dos indivíduos.

6.2.1.1 - Distância Percorrida por Ciclo de Braçada: Resultados Intra-Grupos

A tabela 2 apresenta as médias e desvios-padrão de DC em termos absolutos dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas, para as 6 repetições.

Tabela 2 - Distâncias médias percorridas e desvios-padrão por ciclo de braçadas, em m, dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas, em relação às 6 repetições; $\alpha < 0,05$; n indica o número de indivíduos avaliados

| Repetição | Nadadores de 50 m nado livre | Nadadores de 1.500 m nado livre | Triatletas |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | 2,99 ± 0,23 ^a n = 9 | 2,57 ± 0,28 ^a n = 5 | 2,40 ^{a, c} ± 0,29 n = 7 |
| 2 | 2,77 ± 0,23 ^{a, b} n = 9 | 2,30 ± 0,24 ^{a, b} n = 5 | 2,24 ^{a, b, c} ± 0,27 n = 6 |
| 3 | 2,30 ± 0,13 ^c n = 8 | 2,11 ± 0,13 ^b n = 5 | 1,90 ^{b, c, d} ± 0,17 n = 7 |
| 4 | 3,08 ± 0,20 ^a n = 9 | 2,59 ± 0,32 ^a n = 5 | 2,49 ^a ± 0,32 n = 7 |
| 5 | 2,76 ± 0,21 ^{a, b} n = 9 | 2,23 ± 0,33 ^{a, b} n = 5 | 2,05 ^{c, d} ± 0,26 n = 7 |
| 6 | 2,18 ± 0,11 ^c n = 9 | 2,01 ± 0,18 ^b n = 5 | 1,69 ^d ± 0,20 n = 7 |

Análise comparativa realizada no sentido vertical, em cada grupo; letras diferentes indicam diferenças estatísticas. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Repetições 4, 5 e 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

A comparação entre distâncias médias percorridas por ciclo de braçadas dos nadadores de 50 m mostrou que não houve diferenças significativas entre as DC quando comparadas nas mesmas intensidades de esforço, com e sem respiração, mas encontraram-se diferenças entre as DC das menores intensidades de esforço (repetições 1 e 2, com respiração e 4 e 5, sem respiração) quando comparadas às DC das maiores intensidades de esforço (3 e 6, respectivamente com e sem respiração).

Resultados semelhantes foram encontrados para as DC médias do grupo de nadadores de 1.500 m. A análise estatística indicou que não houve diferenças significativas entre as DC quando comparadas nas mesmas intensidades de esforço, com e sem respiração, mas houve diferenças entre as DC quando comparadas entre as diferentes intensidades de esforço, com e sem respiração. As diferenças foram entre as repetições 1 e 3 (com respiração) e 4 e 6 (sem respiração).

A comparação entre as DC médias nas 6 repetições no grupo de triatletas indicou as semelhanças estatísticas entre as repetições de mesma intensidade, com e sem respiração. Ao se compararem as DC médias entre as diferentes intensidades subjetivas com e sem respiração, encontraram-se diferenças estatísticas entre as repetições 1 e 3 (com respiração) e entre as repetições 4 (sem respiração) e 5 (sem respiração) e 4 e 6 (sem respiração).

6.2.1.2 - Distância Média Percorrida por Ciclo de Braçada: Resultados Inter-Grupos

A tabela 3 apresenta os índices médios de DC em termos relativos, corrigidos pela envergadura dos integrantes da amostra ($DC/2 \times \text{envergadura}$), e desvios-padrão, dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas, para as 6 repetições, a fim de se comparar os resultados inter-grupos.

Tabela 3 - Média de DC corrigida pela envergadura ($DC/2 \cdot \text{envergadura}$), e desvios-padrão, dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas, em relação às 6 repetições; $\alpha < 0,05$; n indica o número de indivíduos avaliados

| Repetição | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Nadadores de 50 m nado livre | $0,77 \pm 0,017^a$ n = 9 | $0,71 \pm 0,018^a$ n = 9 | $0,58 \pm 0,012^a$ n = 8 | $0,79 \pm 0,018^a$ n = 9 | $0,70 \pm 0,017^a$ n = 9 | $0,56 \pm 0,014^a$ n = 9 |
| Nadadores de 1.500 m nado livre | $0,70 \pm 0,032^{a,b}$ n = 5 | $0,63 \pm 0,029^{a,b}$ n = 5 | $0,58 \pm 0,014^a$ n = 5 | $0,71 \pm 0,038^{a,b}$ n = 5 | $0,61 \pm 0,036^{a,b}$ n = 5 | $0,55 \pm 0,017^{a,b}$ n = 5 |
| Triatletas | $0,66 \pm 0,037^b$ n = 7 | $0,53 \pm 0,094^b$ n = 6 | $0,52 \pm 0,023^a$ n = 7 | $0,68 \pm 0,035^b$ n = 7 | $0,56 \pm 0,031^b$ n = 7 | $0,40 \pm 0,070^b$ n = 7 |

Análise comparativa realizada no sentido vertical, por cada repetição; letras diferentes indicam diferenças estatísticas. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Repetições 4, 5 e 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

A comparação entre os índices médios de DC corrigidos pela envergadura, entre os três grupos, não mostrou diferenças entre o grupo de nadadores de 50 m e o grupo de triatletas apenas na repetição 3. Já o grupo de nadadores de 1.500 m apresentou similares valores de índices médios de DC corrigidos pela envergadura aos outros dois grupos nas seis repetições.

6.2.1.3 - Distância Média Percorrida por Ciclo: Discussão dos Resultados

Os resultados encontrados neste estudo estão em concordância com a literatura (CRAIG *et al.*, 1985; ARELLANO *et al.*, 1992; KESKINEN & KOMI, 1993; WAKAYOSHI *et al.*, 1994; CAPUTO *et al.*, 2000) a respeito das variações da distância percorrida por ciclo de braçadas em relação às intensidades de nado. A medida que a intensidade solicitada aumentou, com ou sem respiração, nos três grupos analisados, a distância média percorrida por ciclo de braçadas diminuiu ou apresentou tendência de diminuição, indicando uma adequação deste parâmetro biomecânico a diferentes intensidades. Os resultados das comparações entre nadadores de 50 m e triatletas estão de acordo, também, com os resultados encontrados por TOUSSAINT (1990), que refere menor comprimento de braçadas em triatletas em relação a nadadores. De acordo com TOUSSAINT & BEEK (1992), o comprimento de braçada fornece uma boa indicação da eficiência propulsiva e pode ser utilizado para avaliar progressos individuais nas técnicas de nado. No presente estudo, nadadores de 50 m nado livre apresentaram melhores índices de DC em cinco das seis intensidades de nado do que triatletas, sugerindo uma maior eficiência propulsiva do grupo de nadadores de 50 m em relação a triatletas. Em relação ao grupo de nadadores de 1.500 m, este não apresentou diferenças significativas de índice de DC em relação a nadadores de 50 m, nem a triatletas, por outro lado, seus índices de DC mostraram uma tendência de ser menor que os índices de DC do grupo de nadadores de 50 m e uma tendência de ser maior do que o grupo de triatletas deste estudo, porém sem diferença estatística significativa.

Se comparados os valores absolutos médios de distância por ciclo de braçadas deste estudo com os obtidos por CAPPAERT *et al.* (1995) durante os Jogos Olímpicos de 1992, na prova de 100m, estes assemelham-se mais aos valores dos nadadores considerados de sub-elite pelos autores do estudo citado (2,06 m/ciclo para sub-elite e 2,5 m/ciclo para os de elite). Considerando que os nadadores de elite eram seis dos finalistas da prova referida, e os de não elite eram nadadores olímpicos que não conseguiram vaga nas finais, os valores obtidos pelos nadadores de 50 m nado livre deste estudo (Tabela 6.2) não ficam aquém dos valores de nadadores de nível internacional.

O estudo de CAPUTO *et al.* (2000), que avaliou aspectos biomecânicos do nado *crawl* de nadadores e triatletas brasileiros em conjunto, apresentou valor médio para DC, quando analisada esta variável na distância de 50 m, de 1,9 m/ciclo, mesmo valor apresentado pelos triatletas deste estudo quando solicitados a nadar em velocidade de 50 m nado livre, respirando a cada ciclo de braçadas, e abaixo das DC apresentadas por nadadores de 50 m e de 1.500 m deste estudo, na mesma velocidade (DC nas repetições 3 e 6) respectivamente: 2,3 m/ciclo e 2,18 m/ciclo para nadadores de 50 m e 2,11 m/ciclo e 2,01 m/ciclo para nadadores de 1.500 m.

Em relação à propulsão gerada, COUNSILMAN & BROWN (1971), sugerem que nadadores mais rápidos e eficientes (segundo os próprios autores, os nadadores com maiores distâncias percorridas a cada ciclo), seriam aqueles cujas ações propulsivas estariam mais relacionadas com força de sustentação. Como neste estudo os nadadores de 50 m atingiram velocidades maiores nas intensidades solicitadas, com melhores índices de distâncias percorridas por ciclo, se a afirmação de

COUNSILMAN & BROWN (1971) é correta, estes atletas conseguem gerar sua propulsão mais pela força de sustentação do que pela força de resistência. Por outro lado, não foram realizadas, no presente estudo, análises dos movimentos subaquáticos das braçadas a fim de se verificar a trajetória da mão, se mais linear, ou mais curvilínea, esta mais característica do movimento de palmateio, e base da teoria da força de sustentação como principal força propulsiva em natação. Seria interessante, entretanto, que um estudo dessa natureza fosse conduzido.

As diferenças encontradas entre as distâncias percorridas por ciclo de braçadas confirmam a hipótese 1 deste estudo apenas entre nadadores de 50 m nado livre e triatletas; em 5 das 6 repetições, os nadadores de 50 m nado livre apresentaram melhor índice de distância percorrida por ciclo de braçadas em relação a triatletas (Figura 11).

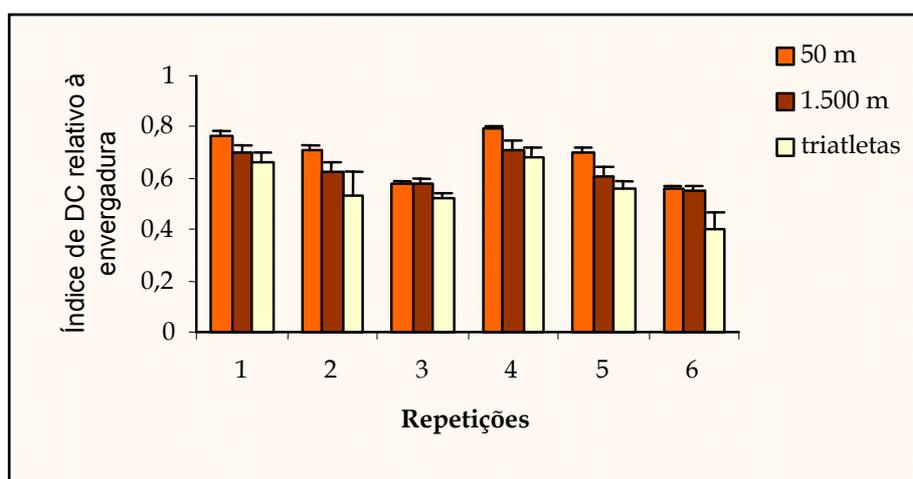


Fig. 11 - Média e desvios-padrão de DC corrigida pela envergadura em cada repetição dos três grupos deste estudo.

6.2.2 - *Frequência Média de Ciclos de Braçada (FC)*

As frequências médias de ciclos e seus desvios-padrão, expressos em ciclos/s, dos nadadores de 50 m nado livre, nadadores de 1.500 m nado livre e triatletas estão relacionados na tabela 4, em relação às velocidades de nado.

Tabela 4 - Frequência média de ciclos e desvios-padrão, em ciclos/s, dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas em relação às velocidades de nado; $\alpha < 0,05$; n indica o número de indivíduos avaliados

| Repetição | Nadadores de 50 m nado livre (ciclos/s) | Nadadores de 1.500 m nado livre (ciclos/s) | Triatletas (ciclos/s) |
|-----------|---|--|-------------------------------------|
| 1 | 0,42 ± 0,04 ^a n = 9 | 0,50 ± 0,05 ^a n = 5 | 0,46 ± 0,06 ^a n = 7 |
| 2 | 0,54 ± 0,06 ^b n = 9 | 0,63 ± 0,05 ^b n = 5 | 0,60 ± 0,06 ^b n = 6 |
| 3 | 0,81 ± 0,04 ^c n = 8 | 0,81 ± 0,06 ^c n = 5 | 0,81 ± 0,05 ^{c,d} n = 7 |
| 4 | 0,43 ± 0,02 ^a n = 9 | 0,51 ± 0,04 ^a n = 5 | 0,51 ± 0,05 ^{a,b} n = 7 |
| 5 | 0,58 ± 0,06 ^b n = 9 | 0,70 ± 0,09 ^b n = 5 | 0,71 ± 0,10 ^{b,c} n = 7 |
| 6 | 0,88 ± 0,04 ^c n = 9 | 0,85 ± 0,09 ^c n = 5 | 0,92 ± 0,10 ^d n = 7 |

Análise comparativa realizada no sentido vertical, em cada grupo; letras diferentes indicam diferenças estatísticas. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Repetições 4, 5 e 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

6.2.2.1 - Frequência Média de Ciclos: Resultados Intra-Grupos

Os grupos de nadadores de 50 m e de 1.500 m apresentaram semelhantes comportamentos em suas frequências médias de ciclos. Estas foram semelhantes nas intensidades subjetivas semelhantes, com e sem respiração. Mas apresentaram diferenças quando foram comparadas as FC com respiração nas 3 diferentes intensidades e sem respiração nas 3 diferentes intensidades subjetivas. A medida que a intensidade subjetiva de esforço aumentou, aumentaram as frequências medias de ciclo. Já os triatletas apresentaram semelhantes FC quando diferentes intensidades (repetições 2 e 4, e repetições 3 e 5), mas nas semelhantes intensidades subjetivas, com e sem respiração, apresentaram, também, semelhantes FC.

6.2.2.2 - Frequência Média de Ciclos: Resultados Inter-Grupos

Ao se compararem as frequências médias de ciclos entre os três grupos, por repetição (por intensidade subjetiva), encontraram-se diferenças estatísticas apenas nas repetições 4 (nadadores de 50 m apresentaram menor FC que nadadores de 1.500 m e que triatletas) e 5 (nadadores de 50 m apresentaram menor FC que triatletas). As outras repetições apresentaram semelhantes valores de FC entre os três grupos deste estudo.

6.2.2.3 - Frequência Média de Ciclos: Discussão dos Resultados

Ao se encontrar diferenças apenas nas frequências 4 e 5, (velocidade de aquecimento e velocidade de 1.500 m, ambas sem respiração), maiores velocidades atingidas pelos nadadores de 50 m podem ser explicadas, em termos absolutos, mais pelas maiores distâncias percorridas por ciclo de braçadas deste grupo em relação a nadadores de 1.500 m e triatletas, do que por maiores frequências de ciclos, à medida que nas altas velocidades, as frequências de ciclos foram similares.

Os resultados de frequência de ciclos encontrados neste estudo não diferiram de modo sistemático da literatura da área, apresentando valores similares aos previamente relatados CHATARD *et al.* (1990) e CAPUTO *et al.* (2000).

CHATARD *et al.* (1990) encontraram valores de frequência entre 0,73 e 0,84 ciclos/s, em nove indivíduos realizando um teste de 400 jardas (368 m) em nado *crawl* na máxima velocidade. No presente estudo, os valores de frequência média de ciclos, para as duas condições de maior intensidade de nado, entre os três grupos, variaram entre $0,54 \pm 0,06$ e $0,92 \pm 0,10$ ciclos/s. CAPUTO *et al.* (2000), ao estudarem nadadores e triatletas brasileiros encontraram frequência de ciclos de 0,95 ciclos/s em uma intensidade correspondente às repetições 3 e 6 deste estudo, cujas frequências foram, neste estudo, de, respectivamente, 0,81 ciclos/s para os três grupos e de 0,88 ciclos/s, 0,85 ciclos/s e 0,92 ciclos/s para nadadores de 50 m, nadadores de 1.500 m e triatletas.

Em relação às frequências de ciclo médias encontradas nas seis situações de nado nos três grupos estudados, confirmou-se parcialmente a hipótese 2 deste es-

tudo, à medida que os nadadores de 50 m apresentaram menores frequências de ciclos apenas nas repetições de aquecimento e de prova de 1.500 m, ambas sem respiração, quando comparadas às frequências de nadadores de 1.500 m e a triatletas (Figura 12).

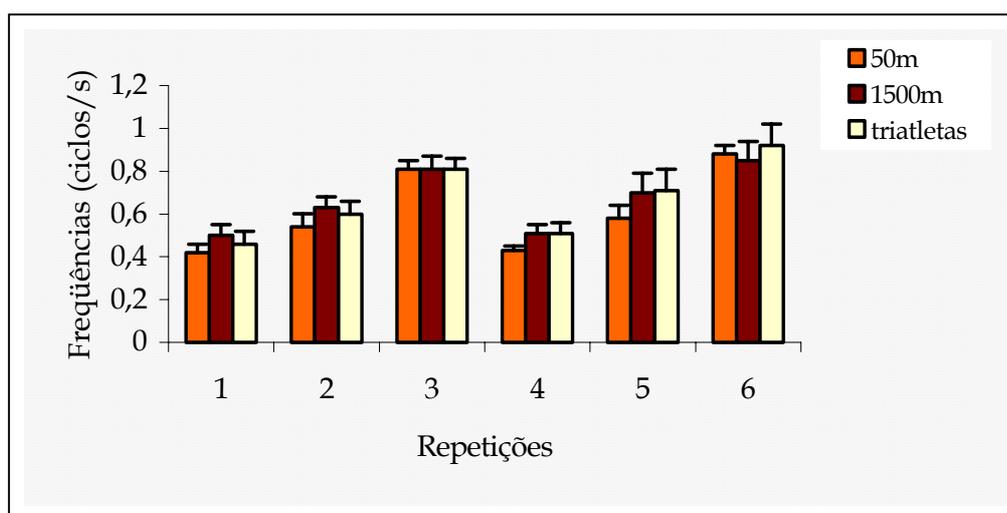


Fig. 12 - Frequência média de ciclos e desvios-padrão, em ciclos/s, nas seis repetições dos três grupos deste estudo.

6.2.3 - Velocidade Média de Nado (VM)

As velocidades médias de nado (VM), obtidas pelo produto entre a distância média percorrida a cada ciclo de braçadas e a frequência média de ciclos, em m/s, e desvios-padrão, a cada repetição, dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas são apresentados nas tabelas 5, 6 e 7. Os valores aqui apresentados refletem a velocidade sem a contribuição de impulsões nas bordas (saídas e viradas).

6.2.3.1 - Velocidade Média de Nado: Resultados Intra-Grupos

A tabela 5 apresenta os valores médios e desvios-padrão das velocidades de nado apresentadas pelos nadadores de 50 m em cada repetição.

Tabela 5 - Médias e desvios-padrão das velocidades de nado, em m/s, para as seis repetições, apresentadas pelos nadadores de 50 m, em cada repetição; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | Velocidade média e desvio-padrão (m/s) |
|-----------|---|--|
| 1 | 9 | 1,27 ± 0,07 ^a |
| 2 | 9 | 1,50 ± 0,07 ^b |
| 3 | 8 | 1,88 ± 0,08 ^c |
| 4 | 9 | 1,33 ± 0,11 ^a |
| 5 | 9 | 1,61 ± 0,08 ^b |
| 6 | 9 | 1,94 ± 0,07 ^c |

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Repetições 4, 5 e 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Constatou-se que, no grupo de nadadores de 50 m, não houve influência da respiração nas velocidades de nado, a medida que as repetições de mesma intensidade, com e sem respiração, apresentaram semelhantes velocidades: 1 e 4; 2 e 5 e 3 e 6. Por outro lado, ao se analisar as velocidades das repetições 3 e 6, relativas a provas de 50 m nado livre, embora o teste estatístico não aponte diferença, o nado realizado com respiração apresentou uma velocidade média de $1,88 \pm 0,08$ m/s,

enquanto que o nado realizado sem respiração apresentou uma velocidade média de $1,94 \pm 0,07$ m/s. Se aplicados esses valores médios de velocidade em uma prova de 50 m, desprezando-se as contribuições de saída e de virada, os tempos para completar a prova seriam, respectivamente, para o nado sem respiração e para o nado com respiração, de 26,59s e de 25,77s. Ou seja, mesmo que estatisticamente não haja diferenças, o nado sem movimentos para respiração, ou, possivelmente, com o mínimo de movimentos, seria mais adequado para uma prova de velocidade.

A tabela 6 apresenta os valores médios e desvios-padrão das velocidades de nado apresentadas pelos nadadores de 1.500 m em cada repetição.

Tabela 6 - Médias e desvios-padrão das velocidades de nado, em m/s, para as seis repetições, apresentadas pelos nadadores de 1.500 m nado livre, em cada repetição; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | Velocidade média e desvio-padrão (m/s) |
|-----------|---|--|
| 1 | 5 | $1,28 \pm 0,10^a$ |
| 2 | 5 | $1,46 \pm 0,10^{a,b}$ |
| 3 | 5 | $1,72 \pm 0,09^c$ |
| 4 | 5 | $1,31 \pm 0,08^a$ |
| 5 | 5 | $1,56 \pm 0,14^{b,c}$ |
| 6 | 5 | $1,71 \pm 0,14^c$ |

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Repetições 4, 5 e 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Constatou-se que, no grupo de nadadores de 1.500 m, não houve influência da respiração nas velocidades de nado, a medida que nas repetições de mesma intensidade, com e sem respiração, apresentaram similares velocidades: repetições: 1 e 4; 2 e 5 e 3 e 6. Por outro lado, também não houve diferenças estatísticas entre as velocidades apresentadas nas repetições 1 e 2 (respectivamente, aquecimento e velocidade de prova de 1.500 m), com respiração; e entre as velocidades apresentadas nas repetições 5 e 6 (respectivamente de prova de 1.500 m e de prova de 50 m), sem respiração.

A tabela 7 apresenta os valores médios e desvios-padrão das velocidades de nado apresentadas pelos triatletas em cada repetição.

Tabela 7 - Médias e desvios-padrão das velocidades de nado, em m/s, para as seis repetições, apresentadas pelos triatletas, em cada repetição; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | Velocidade média e desvio-padrão (m/s) |
|-----------|---|--|
| 1 | 7 | 1,11 ± 0,09 ^a |
| 2 | 6 | 1,36 ± 0,06 ^{b,c} |
| 3 | 7 | 1,55 ± 0,10 ^d |
| 4 | 7 | 1,27 ± 0,06 ^b |
| 5 | 7 | 1,44 ± 0,05 ^{c,d} |
| 6 | 7 | 1,57 ± 0,13 ^d |

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Repetições 4, 5 e 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

No grupo de triatletas também houve diferença entre as repetições de mesma intensidade subjetivas: 1 e 4, de aquecimento, com e sem respiração. Mesmo a intensidade subjetiva tendo aumentado da repetição 1 para repetição 3 e da repetição 4 para repetição 6, a análise estatística mostrou semelhanças entre as velocidades médias das repetições 5 e 6.

6.2.3.2 - Velocidade Média de Nado: Resultados Inter-Grupos

O resultado das comparações inter-grupos das velocidades médias de nado (VM) está na tabela 8, onde são comparadas nas mesmas repetições.

Tabela 8 - Velocidades médias de nado e desvios-padrão, em m/s, dos nadadores de 50 m, dos nadadores de 1.500 m e dos triatletas, em relação as 6 repetições; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Nadadores de 50 m nado livre | 1,27 ± 0,07 ^a n = 9 | 1,50 ± 0,07 ^a n = 9 | 1,88 ± 0,08 ^a n = 9 | 1,33 ± 0,11 ^a n = 9 | 1,61 ± 0,08 ^a n = 9 | 1,94 ± 0,07 ^a n = 9 |
| Nadadores de 1.500 m nado livre | 1,28 ± 0,10 ^a n = 5 | 1,46 ± 0,10 ^{a,b} n = 5 | 1,72 ± 0,09 ^b n = 5 | 1,31 ± 0,08 ^a n = 5 | 1,56 ± 0,14 ^{a,b} n = 5 | 1,71 ± 0,14 ^{a,b} n = 5 |
| Triatletas | 1,11 ± 0,09 ^b n = 7 | 1,36 ± 0,06 ^b n = 6 | 1,55 ± 0,10 ^c n = 7 | 1,27 ± 0,06 ^a n = 7 | 1,44 ± 0,05 ^b n = 7 | 1,57 ± 0,13 ^b n = 7 |

Análise comparativa realizada no sentido vertical, por cada repetição; letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Repetições 4, 5 e 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

A comparação entre os grupos indicou que os nadadores de 50 m apresentaram maiores velocidades médias que os nadadores de 1.500 m apenas na repetição 3 (intensidade subjetiva de prova de 50 m nado livre com respiração). Em relação à comparação entre os nadadores de 50 m e os triatletas, aqueles apenas não apresentaram maiores velocidades médias de nado na repetição 4 (intensidade subjetiva de aquecimento sem respiração). Entre os nadadores de 1.500 m e os triatletas, aqueles apresentaram maiores velocidades médias apenas na repetição 1 (intensidade subjetiva de aquecimento com respiração) e na repetição 3 (intensidade subjetiva de prova de 50 m nado livre com respiração).

A figura 13 demonstra as velocidades médias de nado e os desvios-padrão, em m/s das seis repetições para os três grupos deste estudo.



Fig. 13 - Velocidades médias e desvios-padrão, em m/s (produto entre DC e FC), nas seis repetições dos três grupos deste estudo.

6.2.3.3 - Velocidade Média de Nado: Discussão dos Resultados

Em relação ao comportamento velocidades médias de nado encontradas no presente estudo, houve concordância com o estudo de TOUSSAINT (1990), que, ao comparar eficiência propulsiva entre 6 nadadores competitivos e 5 triatletas, encontrou diferenças nas velocidades médias de nado entre os grupos, quando submetidos a uma mesma carga (1.000 W) em um sistema de mensuração da resistência ativa. Os nadadores atingiram $1,20 \pm 0,07$ m/s enquanto os triatletas atingiram $0,93 \pm 0,12$ m/s. No presente estudo, os nadadores de 50 m, quando solicitados que nadassem nas intensidades subjetivas de esforço já descritas, atingiram velocidades médias de nado maiores que os triatletas em 5 das 6 repetições, apenas na repetição de intensidade subjetiva característica de aquecimento, realizada sem respiração, não houve diferenças entre os grupos. Já em relação aos nadadores de 1.500 m, os nadadores de 50 m foram mais velozes nas duas intensidades subjetivas de prova de 50 m nado livre, com e sem respiração. Quando comparados os nadadores de 1.500 m com os triatletas, aqueles atingiram velocidades mais elevadas apenas na intensidade subjetiva de 50 m nado livre, com respiração.

Os resultados obtidos eram esperados, na medida em que nadadores, por se dedicarem exclusivamente ao treinamento de natação, deveriam alcançar maiores velocidades médias do que triatletas, enquanto que nadadores de 50 m deveriam ser mais velozes que nadadores de 1.500 m. Por outro lado, no grupo de nadadores de

50 m houve diferenças significativas entre todas as velocidades solicitadas, possibilitando uma melhor análise dos parâmetros biomecânicos em relação às diferentes velocidades, já no grupo de nadadores de 1.500 m, embora a velocidade tenha sido crescente entre as repetições de 1 a 3 e de 4 a 6, não houve diferença comprovada estatisticamente entre as velocidades apresentadas nas repetições 1 e 2 e entre as repetições 5 e 6, o que poderia estar relacionado a um treinamento mais voltado a intensidades mais baixas e constantes, dificultando maiores diferenciações entre as velocidades e a possibilidade de atingir mais altas velocidades absolutas. Entre os triatletas, houve diferença na velocidade média de nado apresentada em repetições de mesma intensidade subjetiva, repetições 1 e 4, o que poderia estar relacionado a uma menor experiência no treinamento de natação e, conseqüentemente, maior dificuldade em diferenciar intensidades. De qualquer maneira, as velocidades médias atingidas pelos três grupos foram progressivas de acordo com as solicitações de intensidades subjetivas.

Ao se comparar às velocidades médias das intensidades de prova de 1.500 m entre os grupos de nadadores de 50 m e de 1.500 m, aqueles atingiram velocidades similares, mas mais altas. Em uma primeira análise, este resultado não seria esperado, mas, na prática, nadadores especialistas em provas de velocidade normalmente apresentam maiores velocidades que nadadores especialistas em provas longas, em distância curtas, mesmo que tenha sido solicitada uma intensidade de prova longa. Isso não significa que os nadadores de 50 m, por apresentarem maiores velocidades que os nadadores de 1.500 m, apresentariam melhores resultados em provas de maior distância, cuja principal característica é a manutenção do ritmo de nado da

prova. Também, neste estudo, as velocidades médias apresentadas, por serem o produto entre as distâncias médias percorridas por ciclo de braçadas e as frequências médias de ciclo, desprezam as contribuições de saída e, principalmente de virada, para aquelas distâncias maiores.

Comparando-se os resultados de frequência e de velocidade deste estudo, com o estudo de CARDELLI *et al.* (2000), verifica-se que a mais alta velocidade (1,65 m/s, com frequência de ciclos de 0,77 ciclos/s) atingida pelos nadadores considerados mais velozes, para a prova de 100 m nado livre, no estudo de CARDELLI *et al.* (2000), é similar às velocidades atingidas pelo grupo de nadadores de 50 m deste estudo quando solicitados a nadar a uma velocidade de 1.500 m (1,61m/s, com frequência de 0,58 ciclos/s). Em outras palavras, os nadadores de 50 m, deste estudo, alcançaram aproximadamente a mesma velocidade com menor número de ciclos a cada segundo, em uma intensidade subjetiva menor do que os nadadores do estudo de CARDELLI *et al.* (2000). Desse modo, parece que os nadadores 50 m, do presente estudo, apresentaram melhores indicadores técnicos do que os nadadores considerados *experts* no estudo de CARDELLI *et al.* (2000).

Independente das características do nadador, se especialista em provas de menor ou maior distância, ou triatleta, as relações entre DC e FC são essenciais para a definição não apenas da velocidade de nado, mas como esta velocidade será atingida ou mantida do ponto de vista da eficiência propulsiva. Ou seja, maiores velocidades atingidas com maiores FC e menores DC demandam maior gasto energético do que se atingidas com menores FC e maiores DC (CHATARD, 1990). Tanto a busca por

uma velocidade mais elevada, quanto pela manutenção desta mais elevada velocidade são básicas para a melhor performance em natação, seja em piscina ou em águas abertas. Se um nadador ou um triatleta conseguir manter uma velocidade desejada, com um gasto energético adequado, estará no caminho para atingir seus objetivos de melhorar seus resultados. Mesmo em relação a triatletas, cuja prova olímpica não mantém uma relação de tempo de esforço similar entre suas partes, com a natação correspondendo a, em média, para os homens, 19% do tempo total da prova (ROWLAND & DOWNEY, 2000), a colocação obtida e o esforço realizado pelo atleta na etapa da natação tornam-se fundamentais para que consiga desenvolver de maneira adequada as etapas de ciclismo e corrida a pé. Aumentar a DC, sem prejudicar a VM, ou mesmo aumentando-a, deveria ser estimulado por treinadores e técnicos de natação e triathlon.

6.2.4 - Rolamento de Corpo

A Figura 14 demonstra um resultado bruto característico das análises de ângulos de rolamento de corpo de um indivíduo da amostra.

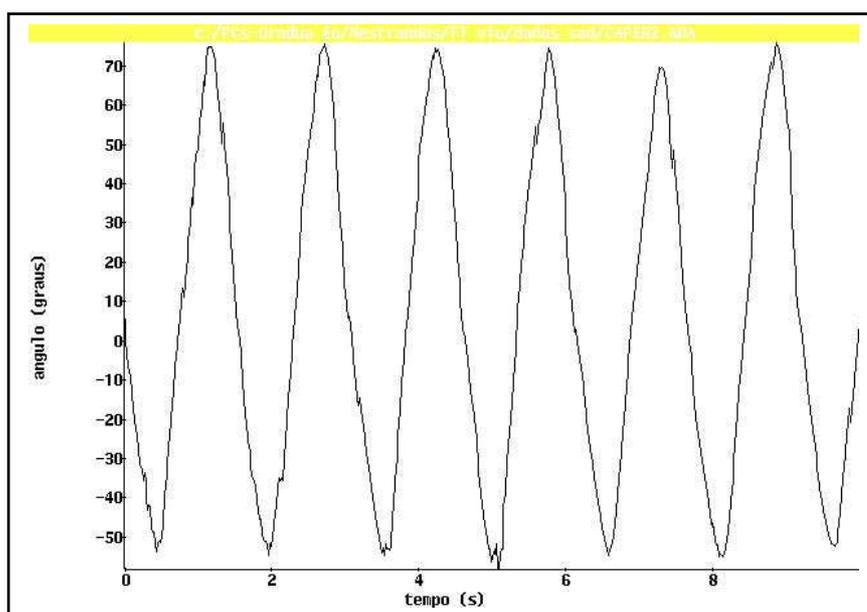


Fig. 14 - Comportamento do ângulo de rolamento de corpo total de um indivíduo da amostra. No eixo vertical, o ângulo em graus, no eixo horizontal, o tempo em segundos. Valores angulares negativos representam o rolamento da haste para a direita do nadador e valores angulares positivos, representam o rolamento da haste para a esquerda do nadador.

6.2.4.1 - Rolamento de Corpo Durante o Nado com Respiração: Resultados Intra-Grupos

Os ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo durante o nado com respiração, para cada repetição, dos nadadores de 50 m nado livre são apresentados na tabela 9. Na tabela 10 são apresentados os valores de ângulo médio total de rolamento de corpo (soma entre os ângulos parciais).

Tabela 9 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo, em graus, dos nadadores de 50 m a cada repetição com respiração; R: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração; NR: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | R (graus) | NR (graus) |
|-----------|---|---------------------|-----------------------|
| 1 | 9 | 74 ± 3 ^a | 65 ± 5 ^b |
| 2 | 9 | 71 ± 6 ^a | 62 ± 5 ^{b,c} |
| 3 | 8 | 63 ± 7 ^a | 50 ± 7 ^c |

Comparações nos sentidos vertical e horizontal (em cada repetição). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência).

Encontraram-se diferenças significativas entre os ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado da respiração (R) e os ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração (NR) nas 3 repetições com respiração, no grupo de nadadores de 50 m. Os R foram maiores que os NR nas 3 repetições.

Ao se compararem os ângulos médios de rolamento R, durante o nado com respiração dos nadadores de 50 m, nas repetições 1, 2 e 3, não foram encontradas diferenças significativas, embora tenha ficado clara uma tendência de diminuição deste ângulo com a aumento da velocidade. A mesma análise, realizada com os ângulos médios de rolamento NR, durante o nado com respiração, mostrou diferença

significativa apenas entre as repetições 1 e 3, e a mesma tendência de diminuição do ângulo de rolamento NR com o aumento da velocidade.

Tabela 10 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo, em graus, dos nadadores de 50 m a cada repetição com respiração. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | RC (graus) |
|-----------|---|------------------------|
| 1 | 9 | 139 ± 5 ^a |
| 2 | 9 | 133 ± 9 ^{a,b} |
| 3 | 8 | 113 ± 12 ^b |

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência).

Encontraram-se, também, diferenças significativas entre os ângulos médios totais de rolamento de corpo entre as repetições. RC na repetição 1 foi maior do que RC na repetição 3 e RC na repetição 2 foi maior do que RC na repetição 3.

Os ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo durante o nado com respiração, para cada repetição, dos nadadores de 1.500 m são apresentados na tabela 11. Na tabela 12 são apresentados os valores de ângulo médio total de rolamento de corpo (soma entre os ângulos parciais).

Tabela 11 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 1.500 m a cada repetição. R: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração; NR: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | R (graus) | NR (graus) |
|-----------|---|---------------------|---------------------|
| 1 | 6 | 63 ± 6 ^a | 53 ± 4 ^b |
| 2 | 6 | 62 ± 6 ^a | 52 ± 6 ^b |
| 3 | 6 | 59 ± 6 ^a | 49 ± 5 ^b |

Comparações nos sentidos vertical e horizontal (em cada repetição). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência).

Encontraram-se diferenças significativas entre os ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado da respiração (R) e os ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração (NR) nas 3 repetições com respiração, no grupo de nadadores de 1.500 m. Os ângulos R foram maiores que os ângulos NR nas 3 repetições.

Ao se compararem os ângulos R nas repetições com respiração 1, 2 e 3, não se encontraram diferenças significativas. A mesma análise, realizada com os ângulos NR, durante o nado com respiração, também não mostrou diferenças significativas.

Tabela 12 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 1.500 m a cada repetição. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | RC (graus) |
|-----------|---|-----------------------|
| 1 | 6 | 116 ± 10 ^a |
| 2 | 6 | 115 ± 11 ^a |
| 3 | 6 | 108 ± 9 ^a |

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência).

A comparação entre os ângulos médios totais de rolamento de corpo (RC), nas diferentes velocidades com respiração, dos nadadores de 1.500 m, não apresentou diferença significativa. Para o grupo de nadadores de 1.500 m pode-se verificar uma pequena tendência de redução dos ângulos médios de rolamento RC, R e NR a medida que a velocidade aumentou da repetição 1 à repetição 3.

Os ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo durante o nado com respiração, para cada repetição, dos triatletas são apresentados na tabela 13. Na tabela 14 são apresentados os valores de ângulo médio total de rolamento de corpo (soma entre os ângulos parciais).

Tabela 13 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos triatletas a cada repetição. R: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração; NR: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | R (graus) | NR (graus) |
|-----------|---|---------------------|---------------------|
| 1 | 8 | 78 ± 9 ^a | 63 ± 6 ^b |
| 2 | 8 | 75 ± 9 ^a | 59 ± 8 ^b |
| 3 | 7 | 68 ± 7 ^a | 57 ± 5 ^b |

Comparações nos sentidos vertical e horizontal (em cada repetição). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência).

Encontraram-se diferenças significativas entre os ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado da respiração (R) e os ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração (NR) nas 3 repetições com respiração, no grupo de triatletas. Os R foram maiores que os NR nas 3 repetições.

Ao compararem-se os ângulos R, nas três repetições, não se encontraram diferenças significativas. A mesma análise, realizada com os ângulos NR, durante o nado com respiração, também não mostrou diferenças significativas.

Tabela 14 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos triatletas a cada repetição. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | RC (graus) |
|-----------|---|-----------------------|
| 1 | 8 | 141 ± 14 ^a |
| 2 | 8 | 134 ± 16 ^a |
| 3 | 7 | 126 ± 10 ^a |

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência).

A comparação entre os ângulos médios totais de rolamento de corpo RC não mostrou diferenças nas diferentes repetições com respiração dos triatletas. Para o grupo de triatletas pode-se verificar tendência de redução dos ângulos médios de rolamento RC, R e NR a medida que a velocidade aumentou da repetição 1 a repetição 3.

6.2.4.2 - Rolamento de Corpo Durante o Nado sem Respiração: Resultados Intra-Grupos

Os ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo durante o nado sem respiração, para cada repetição, dos nadadores de 50 m são apresentados na tabela 15. Na tabela 16 são apresentados os valores de ângulo médio total de rolamento de corpo (soma entre os ângulos parciais).

Tabela 15 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 50 m a cada repetição. P: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; NP: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | P (graus) | NP (graus) |
|-----------|---|-----------------------|-----------------------|
| 4 | 9 | 64 ± 5 ^{a,b} | 66 ± 4 ^a |
| 5 | 9 | 60 ± 5 ^{a,b} | 57 ± 5 ^{a,b} |
| 6 | 8 | 56 ± 9 ^{a,b} | 53 ± 9 ^b |

Comparações nos sentidos vertical e horizontal (em cada repetição). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 4: em intensidade de aquecimento; repetição 5: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 6: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas sem respiração).

Durante as repetições com nado sem respiração, ao se compararem ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração (P), aos ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado oposto ao de preferência da respiração (NP), não encontraram-se diferenças estatísticas significativas.

Nos nadadores de 50 m, a comparação entre os ângulos P, nas três repetições sem respiração (4, 5 e 6) não mostrou diferenças significativas. Já ao se comparar os ângulos NP nas diferentes velocidades, encontrou-se diferença significativa entre repetição 4 e repetição 6. Por outro lado, os ângulos médios de rolamento P e NP apresentaram tendência de diminuição em relação ao aumento da velocidade de nado da repetição 4 à repetição 6.

Tabela 16 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 50 m a cada repetição. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | RC (graus) |
|-----------|---|-------------------------|
| 4 | 9 | 129 ± 8 ^a |
| 5 | 9 | 117 ± 10 ^{a,b} |
| 6 | 8 | 110 ± 16 ^b |

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 4: em intensidade de aquecimento; repetição 5: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 6: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas sem respiração).

Em relação aos ângulos médios totais de rolamento de corpo (RC), nas diferentes velocidades, sem respiração, no grupo de nadadores de 50 m nado livre, foi encontrada diferença significativa entre o ângulo RC durante a repetição 4 e durante a repetição 6.

Os ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo durante o nado sem respiração dos nadadores de 1.500 m, para cada repetição, são apresentados na tabela 17. Na tabela 18 são apresentados os valores de ângulo médio total de rolamento de corpo (soma entre os ângulos parciais).

Tabela 17 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 1.500 m a cada repetição. P: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; NP: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | P (graus) | NP (graus) |
|-----------|---|---------------------|---------------------|
| 4 | 6 | 58 ± 7 ^a | 56 ± 9 ^a |
| 5 | 6 | 52 ± 7 ^a | 51 ± 6 ^a |
| 6 | 6 | 49 ± 8 ^a | 51 ± 6 ^a |

Comparações nos sentidos vertical e horizontal (a cada repetição). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 4: em intensidade de aquecimento; repetição 5: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 6: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas sem respiração).

Para os nadadores de 1.500 m não encontraram-se diferenças significativas entre os ângulos P e NP, a cada repetição. Também não foram encontradas diferenças significativas entre os ângulos P entre as repetições 4, 5 e 6 e entre os ângulos NP entre as repetições 4, 5 e 6.

Tabela 18 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos nadadores de 1.500 m a cada repetição. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | RC (graus) |
|-----------|---|-----------------------|
| 4 | 6 | 116 ± 15 ^a |
| 5 | 6 | 103 ± 12 ^a |
| 6 | 6 | 100 ± 14 ^a |

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 4: em intensidade de aquecimento; repetição 5: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 6: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas sem respiração).

A comparação entre os ângulos médios totais de rolamento de corpo (RC) durante as repetições sem respiração, no grupo de nadadores de 1.500 m não apresentou diferenças estatísticas significativas.

Embora sem diferenças estatísticas comprovadas, pode-se notar no grupo de nadadores de 1.500 m, uma tendência de diminuição dos ângulos médios de rolamento de corpo (P, NP e RC), durante o nado sem respiração, enquanto a velocidade aumentou da repetição 4 à repetição 6.

Os ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo durante o nado sem respiração dos triatletas, para cada repetição, são apresentados na tabela 19. Na tabela 20 são apresentados os valores de ângulo médio total de rolamento de corpo (soma entre os ângulos parciais).

Tabela 19 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos triatletas a cada repetição. P: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; NP: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | P (graus) | NP (graus) |
|-----------|---|----------------------|---------------------|
| 4 | 8 | 63 ± 10 ^a | 68 ± 5 ^a |
| 5 | 8 | 65 ± 12 ^a | 65 ± 4 ^a |
| 6 | 8 | 60 ± 11 ^a | 62 ± 2 ^a |

Comparações nos sentidos vertical e horizontal (a cada repetição). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 4: em intensidade de aquecimento; repetição 5: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 6: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas sem respiração).

No grupo de triatletas, ao se compararem os ângulos P e NP, não encontraram-se diferenças estatísticas significativas. Ao se compararem os ângulos P entre as três repetições de nado sem respiração e ao se compararem os ângulos NP entre as três repetições também não se encontraram diferenças estatísticas significativas.

Tabela 20 - Ângulos médios e desvios-padrão de rolamento de corpo em graus dos triatletas a cada repetição. RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; n indica o número de indivíduos avaliados na repetição

| Repetição | n | RC (graus) |
|-----------|---|-----------------------|
| 4 | 8 | 132 ± 11 ^a |
| 5 | 8 | 130 ± 15 ^a |
| 6 | 8 | 122 ± 12 ^a |

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 4: em intensidade de aquecimento; repetição 5: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 6: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas sem respiração).

A comparação entre os ângulos RC nas diferentes repetições de nado sem respiração dos triatletas não demonstrou diferenças estatísticas.

As tendências de diminuição dos ângulos de rolamento P, NP e RC, com o aumento da velocidade média de nado, encontradas nos grupos de nadadores de 50 m e de 1.500 m, não foram tão claras no grupo de triatletas, embora tenha havido diminuição dos ângulos de rolamento entre a menor velocidade (encontrada na repetição 4) e a maior velocidade (encontrada na repetição 6), houve, também um ligeiro incremento, sem diferença estatística, no ângulo médio de rolamento P entre repetição 4 e repetição 5.

6.2.4.3 - Rolamento de Corpo Total: Resultados Inter-Grupos

Os ângulos médios totais de rolamento de corpo dos três grupos analisados nas seis repetições são apresentados na tabela 21.

Tabela 21 - Médias e desvios-padrão dos ângulos totais de rolamento de corpo em graus nas seis repetições dos três grupos analisados; n indica o número de indivíduos avaliados em cada repetição

| Repetição | Nadadores de 50 m (graus) | Nadadores de 1.500 m (graus) | Triatletas (graus) |
|-----------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 139 ± 5 ^a n = 9 | 116 ± 10 ^b n = 6 | 141 ± 14 ^a n = 8 |
| 2 | 133 ± 9 ^a n = 9 | 115 ± 11 ^b n = 6 | 134 ± 16 ^a n = 8 |
| 3 | 114 ± 12 ^{a,b} n = 8 | 108 ± 9 ^b n = 6 | 126 ± 10 ^a n = 7 |
| 4 | 129 ± 8 ^a n = 9 | 116 ± 15 ^a n = 6 | 132 ± 11 ^a n = 8 |
| 5 | 118 ± 10 ^{a,b} n = 9 | 103 ± 12 ^b n = 6 | 130 ± 15 ^a n = 8 |
| 6 | 110 ± 16 ^{a,b} n = 8 | 100 ± 14 ^b n = 6 | 122 ± 12 ^a n = 8 |

Análise comparativa realizada no sentido horizontal, por cada repetição; letras diferentes indicam diferenças estatísticas para $\alpha < 0,05$. Repetição 1: em intensidade de aquecimento; repetição 2: em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; repetição 3: em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Repetições 4, 5 e 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

A comparação entre os ângulos RC dos três grupos, em cada repetição indicou diferenças significativas nas repetições 1: nadadores de 50 m apresentaram maior RC do que nadadores de 1.500 m e triatletas apresentaram maior RC do que nadadores de 1.500 m; 2: nadadores de 50 m apresentaram maior RC do que nadadores de 1.500 m; triatletas apresentaram maior RC do que nadadores de 1.500 m; 3: triatletas apresentaram maior RC do que nadadores de 1.500 m; 5: triatletas apresentaram maior RC do que nadadores de 1.500 m; e repetição 6: triatletas apresentaram maior RC do que nadadores de 1.500 m.

A comparação entre ângulos de rolamento total dos grupos deste estudo mostrou diferenças entre nadadores de 50 m e 1.500 m e triatletas nas velocidades de aquecimento e de 1.500 m, quando os nadadores de 50 m e triatletas atingiam maiores ângulos de rolamento total que nadadores de 1.500 m. Nas velocidades de 50 m com e sem respiração e nas velocidades sem respiração, as diferenças encontradas foram entre triatletas e nadadores de 1.500 m, com aqueles atingindo os maiores ângulos de rolamento total.

A figura 15 demonstra os ângulos médios totais de rolamento de corpo nas seis repetições para os três grupos deste estudo.

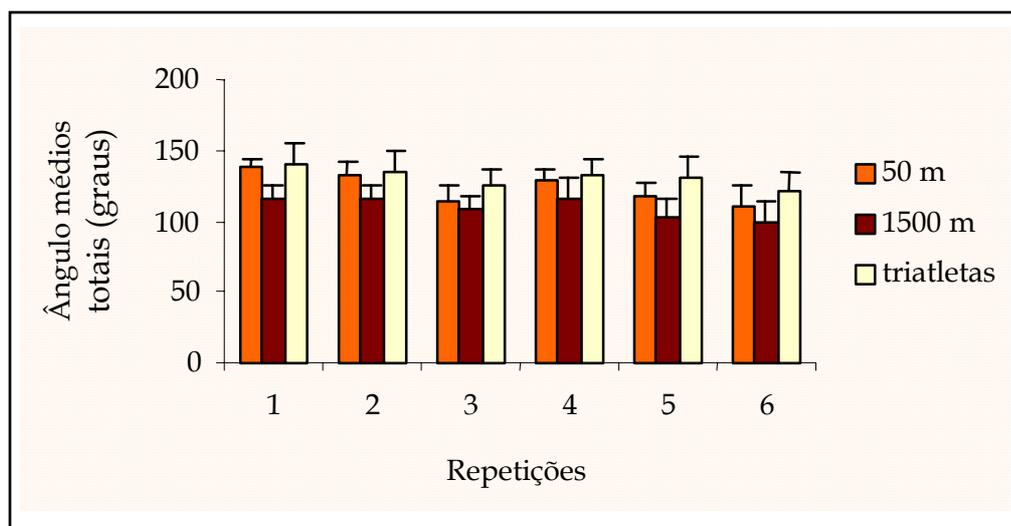


Fig. 15 - Ângulos médios totais e desvios-padrão de rolamento de corpo nas 6 repetições para os três grupos deste estudo.

6.2.4.4 - Rolamento de Corpo: Discussão dos Resultados

Os ângulos de rolamento de corpo, neste estudo, foram sensivelmente maiores nos três grupos e nas três velocidades analisadas, que os ângulos de 35º a 45º, para cada lado, sugeridos por COUNSILMAN e COLWIN (citados por LIU *et al.*, 1993) e 45º sugeridos por MAGLISCHO (1999), e foram similares àqueles identificados nos estudos de BEEKMAN & HAY (1988), LIU *et al.* (1993) e PAYTON *et al.* (1999) (Quadro 2).

Os maiores ângulos de rolamento de corpo durante a respiração, encontrados nos três grupos e nas três velocidades, estão de acordo com os dados de PAYTON *et al.* (1999), cujo estudo encontrou valores médios de 66º de rolamento durante a respiração e 57º de rolamento sem respiração. Por outro lado, o estudo desenvolvido por BEEKMAN e HAY (1988), traz valores não diferenciados, de maneira

significativa, entre ângulo de rolamento entre as duas situações para o grupo de nadadores que não possuíam lesão de ombro, com os valores de 53,7º para a respiração contra 54,8º para o rolamento oposto sem respiração. No presente estudo, os grupos de nadadores (de 50 m e de 1.500 m, em conjunto), apresentaram valores de ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado da respiração de 68º, 66º e 61º, respectivamente nas repetições 1, 2 e 3 e valores de ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração de 59º, 57º e 49º, respectivamente nas repetições 1, 2 e 3. Os maiores ângulos médios parciais de rolamento de corpo para o lado da respiração podem ser explicados pelo movimento para deixar a boca do nadador acima do nível da água e livre para inspirar, o que aumenta o ângulo de rolamento de corpo.

Os resultados de ângulos de rolamento de corpo dos grupos de nadadores de 50 m e de 1.500 nado livre encontrados neste estudo, nas altas velocidades, foram similares aos resultados de BEEKMAN & HAY (1988), que, ao analisarem rolamento de corpo em 22 nadadores de ambos os sexos, com a mesma metodologia, em altas velocidades, encontraram valores médios de rolamento total com respiração de 108,5º para o grupo de nadadores sem lesão de ombro e de 107,7º para o grupo de nadadores com lesão de ombro, contra 114,5º dos nadadores de 50 m e 108,6º dos nadadores de 1.500 m deste estudo. Ao analisarem rolamento apenas para o lado da respiração, durante o nado com respiração, encontraram valores médios de 57,8º para o grupo com lesão e 53,7º para o grupo sem lesão, contra 63,2º dos nadadores de 50 m e 59,3º dos nadadores de 1.500 m do presente estudo. Ao analisarem o rolamento para o lado oposto, aqueles autores encontraram valores médios de 49,9º para

o grupo com lesão e 54,8º para o grupo sem lesão, contra 50,4º dos nadadores de 50 m e 49,1º dos nadadores de 1.500 m neste estudo. Os nadadores estudados por BEEKMAN & HAY (1988) constituíram uma amostra com características diferentes; entre os vinte e dois indivíduos analisados, duas eram nadadoras de *high school*, quatro eram nadadores universitários, quatro eram nadadoras universitárias e uma era nadadora já graduada que não mais participava de competições. Além disso, onze nadadores possuíam lesão de ombro, o que, segundo os autores, poderia ter interferido nos ângulos encontrados. No presente estudo, a presença de lesão de ombro nos nadadores e triatletas foi uma variável interveniente não controlada, mas todos os indivíduos participantes do estudo estavam, nos momentos das coletas de dados, treinando normalmente, sem referir dor nos ombros.

Já em relação ao estudo de LIU *et al.* (1993), que contou com dez nadadores de uma equipe universitária, e utilizou a mesma metodologia para mensuração dos ângulos de rolamento de corpo sem respiração, mas em velocidade correspondente a uma prova de longa distância, os valores encontrados para ângulos de rolamento total ficaram entre 103º e 132º, contra 117º dos nadadores de 50 m e 103º dos nadadores de 1.500 m deste estudo, na intensidade subjetiva de prova de 1.500 m (repetição 5), sem respiração. LIU *et al.* (1993) informam, também que os ângulos para um lado e o outro, sem identificar qual seria de preferência de respiração, variaram de 51,5º a 66º, contra uma média de 60,5º para o lado de preferência e de 57,8º para o lado oposto dos nadadores de 50 m e 52º e 50,9º para os nadadores de 1.500 m do presente estudo.

PAYTON *et al.* (1999), analisando 6 nadadores competitivos de alto nível, com idade média de $21 \pm 1,4$ anos, relataram ângulos de rolamento total de 123° , para o nado com respiração em velocidade característica de prova de 200m nado livre, não informando, entretanto, as velocidades nadadas. Encontraram ângulos médios de rolamento para o lado da respiração de 66° e para o lado oposto de 57° . Condições representativas de uma prova de 200m nado livre não foram estudadas nesta pesquisa, entretanto, a velocidade utilizada por PAYTON *et al.* (2000) teria sido, teoricamente, intermediária entre as intensidades de prova de 1.500 m com respiração (repetição 2) e de 50 m com respiração (repetições 3), testadas no presente estudo, e cujos ângulos médios totais de rolamento de corpo encontrados foram, respectivamente, de $133 \pm 9^\circ$ e $118 \pm 10^\circ$, para nadadores de 50 m e $115 \pm 11^\circ$ e $103 \pm 12^\circ$, para nadadores de 1.500 m, ficando o valor médio encontrado por PAYTON *et al.* (2000), para ângulo de rolamento total (123°) de maneira intermediária, apenas em relação ao grupo de nadadores de 50 m do presente estudo, nas intensidades citadas.

O grupo de nadadores de 50 m deste estudo apresentou reduções significativas no ângulo de rolamento total à medida que aumentava sua velocidade de nado. Durante os nados realizados com respiração, o ângulo de rolamento total diminuiu progressivamente com o aumento da velocidade, da repetição 1 a repetição 3, com diferença significativa entre os três ângulos médios de rolamento total. Eliminando-se o efeito do movimento da respiração, o mesmo aconteceu, observando-se uma diminuição progressiva e significativa dos ângulos de rolamento, da repetição 4 à repetição 6. O mesmo não aconteceu com os nadadores de 1.500 m e com os triatletas. Nesses grupos não constatou-se diferenças entre os ângulos de rolamento

total, nem em relação à respiração, nem em relação ao aumento das velocidades de nado. Essas diferenças talvez possam ser explicadas pelas diferenças nas velocidades médias atingidas, pois nadadores de 50 m alcançaram velocidades significativamente maiores que nadadores de 1.500 m e triatletas (na repetição 6, respectivamente 1,94 m/s, 1,71 m/s e 1,57 m/s). Por outro lado, mesmo nadadores de 1.500 m e triatletas apresentaram uma tendência em reduzir os ângulos de rolamento total à medida que aumentava a velocidade de nado.

Neste estudo, os nadadores de 50 m apresentaram maior percentual de redução do ângulo de rolamento total em relação ao aumento da velocidade do que nadadores de 1.500 m e do que triatletas, respectivamente 21,2%, 13,7% e 13,9%. Os resultados dos nadadores de 50 m, em relação aos ângulos médios totais de rolamento de corpo indicam, também, que há uma maior influência do aumento da velocidade nos ângulos médios alcançados, do que do próprio efeito da respiração, à medida que nas mesmas velocidades, com e sem respiração, os ângulos foram similares enquanto nas diferentes velocidades, analisando cada situação, com e sem respiração, os ângulos médios totais de rolamento de corpo foram diferentes.

Há referências, na literatura, a dois aspectos básicos sobre as relações entre rolamento de corpo e desenvolvimento da propulsão: PRICHARD (1993) refere-se ao aumento da propulsão quando os ângulos de rolamento de corpo para um e outro lado estão equilibrados; COSTILL (1992), HAY *et al.* (1993), LIU *et al.* (1993) e MAGLISCHO (1999) referem-se a adequado posicionamento dos membros superiores para a geração de força propulsiva e o melhor posicionamento do corpo em relação à diminuição das resistências encontradas.

De acordo com PRICHARD (1993) a propulsão gerada pelo nadador estaria relacionada com um equilíbrio entre os ângulos de rolamento para os dois lados que o nadador executa; nadadores que possuem maior propulsão, no nado *crawl*, para o autor, não são aqueles que conseguem uma maior produção de força com os membros superiores, mas os que apresentam maior equilíbrio entre os ângulos de rolamento. No presente estudo, quando solicitados que nadassem com respiração a cada ciclo, sempre para o mesmo lado, nas três intensidades, os indivíduos dos três grupos apresentaram, sempre, diferenças significativas entre os rolamentos para o lado da respiração em comparação ao lado oposto à respiração. Assim, e segundo PRICHARD (1993), os nadadores e os triatletas deste estudo não estariam produzindo propulsão de maneira adequada. Por outro lado, os nadadores de 50 m, os quais apresentaram a maior velocidade média de nado (repetição 3 = 1,88 m/s), apresentaram, também, a maior diferença percentual entre o ângulo R e o ângulo NR (20,6%), quando comparados aos nadadores de 1.500 m e triatletas (respectivamente repetições 3 = 1,71 m/s e 16,9%; repetição 3 = 1,5 m/s e 16,1%).

Quando analisados os ângulos de rolamento durante as repetições sem respiração, não encontraram-se diferenças significativas entre ângulos P e NP em nenhuma das três repetições (4, 5 e 6) nos três grupos deste estudo. Os nadadores de 50 m, que atingiram velocidade média de 1,94 m/s (repetição 6), mostraram uma diferença não significativa de 5,3% entre os ângulos médios de rolamento P e NP, os nadadores de 1.500 m e os triatletas apresentaram, respectivamente, 1,71 m/s e 3,9%, 1,57 m/s e 3,2%, percentuais que, segundo o procedimento estatístico, não representaram diferenças estatísticas. No caso do nado com respiração, tanto nadadores de

50 m, quanto nadadores de 1.500 m, apresentaram maiores, mas não significativas, velocidades absolutas em relação ao nado com respiração, e triatletas apresentaram um mesmo valor. Ou seja, quando realizaram o nado sem respiração, os indivíduos deste estudo equilibraram os ângulos de rolamento de corpo e, segundo PRICHARD (1993) deveriam ter obtido maior propulsão.

Por outro lado, as relações com adequado posicionamento do corpo a fim de se diminuir a resistência encontrada, citadas por MAGLISCHO (1999) poderiam ser explicadas pela tentativa de manutenção de um ombro fora da água, diminuindo a superfície de contato do corpo com a água. Como a propulsão final em natação, a uma velocidade constante, será definida pelo resultado entre as forças propulsivas, produzidas pelo nadador, menos as forças resistivas impostas pelo meio (TOUSSAINT *et al.*, 2000), não é possível afirmar-se, a partir dos dados deste estudo, qual a contribuição dos ângulos de rolamento de corpo para a velocidade de nado: se possibilitando mais adequada produção de força propulsiva ou diminuição das forças resistivas.

A utilização da respiração bilateral, se por um lado possibilitaria certo equilíbrio, já que os nadadores respiram para os dois lados (COSTILL *et al.*, 1992), provavelmente não resolveria o problema de desequilíbrio entre os rolamentos caso o nadador não conseguisse apresentar similares ângulos de rolamento para ambos os lados, com ou sem respiração

Um estudo que mensurasse, de modo sincronizado, velocidade de nado, ângulos de rolamento de corpo, força de propulsão e resistência ativa poderia informar sobre essas relações de maneira adequada.

Neste estudo, a tendência de diminuição dos ângulos de rolamento de corpo, à proporção que aumentou a velocidade de nado, parece estar relacionada a uma posição do corpo que permite um aumento da frequência de ciclos, mesmo que maiores ângulos de rolamento permitissem tanto maior força propulsiva, quanto menor resistência imposta pelo meio. YANAI (2001), em um estudo que buscou a compreensão das causas mecânicas do rolamento de corpo no nado *crawl* e sua relação com a propulsão, afirma parecer ser paradoxal que se recomende, freqüentemente, a nadadores de *crawl*, incrementos nos ângulos de rolamento de corpo a fim de se aumentar as velocidades de nado e, conseqüentemente, a performance. Nos seus resultados, YANAI (2001) encontrou maior dependência do rolamento de corpo com o torque externo do que com o torque interno, mas, para aumentar o rolamento seria necessário, também, a geração de forças em direções não propulsivas pelos membros superiores e inferiores. Isso, por sua vez, poderia reduzir os componentes propulsivos do nado e limitar a velocidade de deslocamento, e, além disso, poderia provocar fadiga precoce à medida que exige dos membros outras forças aplicadas além das propulsivas. YANAI (2001) supõe que incrementos no rolamento de corpo envolvem uma complexa associação mecânica com propulsão e, conseqüentemente, com distância percorrida por ciclo e frequência de ciclos. A estratégia que o autor propõe a fim de se aumentar os ângulos de rolamento de corpo, sem diminuição da velocidade e sem provocar fadiga precoce, seria adotar uma baixa frequência de ciclos acompanhada com uma maior distância percorrida por ciclo, a fim de aumentar a velocidade de nado. Segundo o autor, uma mais baixa frequência de braçadas reduz o torque externo requerido para atingir determinado ângulo de rolamento de corpo. Con-

seqüentemente, menor magnitude de componentes não propulsivos seria necessária para manter os ângulos de rolamento de corpo, entretanto, o nadador deveria ser capaz de produzir quantidades de forças não propulsivas suficientes para manter os ângulos de rolamento de corpo. Para o autor é razoável sugerir aos nadadores que adotem baixas freqüências de ciclos e maiores distâncias percorridas por ciclo, se rolamento de corpo e capacidade de gerar propulsão devem ser incrementadas. YANAI (2001) sugere, ainda, estudos que avaliem a interação entre velocidade de nado, freqüência de ciclos e rolamento de corpo, a fim de se compreender melhor a interação mecânica entre essas variáveis. No presente estudo, correlações entre as variáveis biomecânicas são apresentadas e discutidas no item 6.3.

Os resultados de ângulos de rolamento totais, em relação às velocidades de nado, confirmam a hipótese 3 deste estudo apenas para o grupo de nadadores de 50 m, que diminuíram de maneira significativa os ângulos de rolamento totais, com o aumento da velocidade. Os grupos de nadadores de 1.500 m e triatletas apresentaram um comportamento semelhante ao grupo de nadadores de 50 m, com tendência à diminuição dos ângulos de rolamento com o aumento da velocidade, mas sem diferença significativa.

Já a hipótese 4 deste estudo, formulada em relação ao comportamento dos ângulos de rolamento total entre os grupos, em cada velocidade, foi confirmada, também, parcialmente. Nadadores de 50 m apresentaram maiores ângulos de rolamento total que nadadores de 1.500 m apenas nas situações de nado 1 e 2 e triatletas apresentaram maiores ângulos de rolamento de corpo totais que nadadores de 1.500 m em todas as situações de nado. Por outro lado, nadadores de 50 m e triatletas não

apresentaram diferenças entre seus ângulos de rolamento totais em todas as situações de nado analisadas.

6.3 - Correlações entre as Variáveis

São apresentados os resultados das correlações entre as variáveis biomecânicas (VM, DC, FC e RC) e as variáveis antropométricas (estatura, massa e envergadura) para os três grupos, em cada velocidade e, após, são apresentados os resultados das correlações entre as variáveis biomecânicas, nas três situações de nado com respiração e nas três situações de nado sem respiração, para os três grupos, exceto entre as variáveis VM e DC e VM e FC, já que a VM foi obtida através do produto entre DC e FC.

6.3.1 - Correlações entre as Variáveis Antropométricas e Biomecânicas

Nas tabelas 22 a 24 são apresentados os valores de correlação entre as variáveis antropométricas e as velocidades de nado para os nadadores de 50 m, para os nadadores de 1.500 m e para os triatletas.

Tabela 22 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as velocidades de nado (VM) dos nadadores de 50 m nas 6 repetições

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | VM Rep. 1 | VM Rep. 2 | VM Rep. 3 | VM Rep. 4 | VM Rep. 5 | VM Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | -0,725* | -0,229 | -0,24 | -0,471 | -0,433 | -0,490 |
| Massa | -0,242 | 0,197 | 0,168 | -0,350 | -0,005 | -0,248 |
| Envergadura | -0,347 | -0,232 | 0,169 | -0,136 | -0,438 | -0,341 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Tabela 23 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as velocidades médias de nado (VM) dos nadadores de 1.500 m nas 6 repetições

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | VM Rep. 1 | VM Rep. 2 | VM Rep. 3 | VM Rep. 4 | VM Rep. 5 | VM Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | -0,251 | 0,100 | -0,360 | -0,211 | 0,175 | -0,256 |
| Massa | -0,516 | -0,268 | -0,597 | -0,308 | 0,140 | -0,641 |
| Envergadura | -0,174 | 0,237 | -0,110 | -0,322 | 0,270 | -0,107 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Tabela 24 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as velocidades de nado dos triatletas

* Indica correlação significativa. para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | VM Rep. 1 | VM Rep. 2 | VM Rep. 3 | VM Rep. 4 | VM Rep. 5 | Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Estatura | -0,539 | | -0,469 | -0,571 | -0,665 | |
| Massa | -0,856* | -0,402 | -0,284 | -0,490 | -0,866 | -0,562 |
| Envergadura | -0,528 | -0,517 | -0,502 | -0,650 | -0,586 | -0,640 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

As correlações significativas obtidas entre estatura e velocidade (negativa, na repetição 1) no grupo dos nadadores de 50 m e entre massa e velocidade (negativa, na repetição 1) no grupo de triatletas não foram sistemáticas para a maioria das repetições nos três grupos. Mesmo que seja possível explicar correlações negativas entre massa e velocidade (relação inversa entre massa e aceleração), poucas foram as correlações significativas obtidas entre as variáveis antropométricas e as velocidades de nado neste estudo. Nas tabelas 25 a 27 são apresentados os valores de correlação entre as variáveis antropométricas e as distâncias percorridas por ciclo para os nadadores de 50 m, para os nadadores de 1.500 m e para os triatletas.

Tabela 25 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as distâncias médias percorridas por ciclo de braçadas (DC) em cada repetição dos nadadores de 50 m

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | DC Rep. 1 | DC Rep. 2 | DC Rep. 3 | DC Rep. 4 | DC Rep. 5 | DC Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | 0,207 | 0,317 | -0,59 | -0,103 | 0,375 | -0,107 |
| Massa | 0,457 | 0,387 | 0,244 | -0,014 | 0,298 | -0,218 |
| Envergadura | 0,484 | 0,567 | 0,344 | 0,071 | 0,256 | -0,018 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Tabela 26 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as distâncias médias percorridas por ciclo de braçadas (DC) dos nadadores de 1.500 m

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | DC Rep. 1 | DC Rep. 2 | DC Rep. 3 | DC Rep. 4 | DC Rep. 5 | DC Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | 0,108 | -0,057 | 0,223 | 0,088 | 0,230 | 0,507 |
| Massa | 0,265 | 0,002 | 0,576 | 0,155 | 0,255 | 0,359 |
| Envergadura | 0,279 | 0,121 | 0,355 | 0,244 | 0,292 | 0,553 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Tabela 27 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as distâncias percorridas por ciclos dos triatletas

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | DC Rep. 1 | DC Rep. 2 | DC Rep. 3 | DC Rep. 4 | DC Rep. 5 | DC Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | -0,116 | -0,205 | -0,391 | 0,089 | -0,67 | -0,403 |
| Massa | 0,225 | -0,130 | -0,318 | 0,485 | 0,090 | -0,463 |
| Envergadura | -0,163 | -0,174 | -0,242 | 0,069 | -0,038 | 0,040 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Possíveis correlações significativas entre envergadura e DC não foram encontradas neste estudo, assim como no estudo de KHERIF *et al.* (1994), que encontraram relação significativa e positiva apenas para nadadoras, porém não para nadadores. Por outro lado o estudo de GRIMSTON & HAY (1986) demonstrou que comprimento de braço, comprimento de perna e tamanho de mãos e pés estão significativamente relacionados a comprimento de braçadas e frequência de braçadas utilizadas, geralmente, por nadadores de *crawl* muito bem treinados. A relação entre envergadura e comprimento de braçada foi significativa e positiva no estudo desenvolvido por PELAYO *et al.* (1997) em que, em um grupo de 2.058 nadadores, não competitivos, de 11 a 17 anos, o comprimento de braçada foi influenciado pela envergadura do sujeito. Ou seja, mesmo que os nadadores de 50 m deste estudo tenham apresentado envergadura e DC significativamente maiores, essas duas variáveis não se correlacionaram de maneira significativa, o que leva a crer que maior DC está mais relacionado ao aspecto técnico do que a parâmetros antropométricos.

Nas tabelas 28 a 30 são apresentados os valores de correlação entre as variáveis antropométricas e as frequências de ciclos para os nadadores de 50 m, para os nadadores de 1.500 m e para os triatletas.

Tabela 28 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as frequências médias de ciclos (FC) dos nadadores de 50 m em cada repetição

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | FC Rep. 1 | FC Rep. 2 | FC Rep. 3 | FC Rep. 4 | FC Rep. 5 | FC Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | -0,532 | -0,283 | -0,162 | -0,594 | -0,410 | -0,251 |
| Massa | -0,495 | -0,210 | -0,124 | -0,520 | -0,173 | 0,038 |
| Envergadura | -0,610 | -0,527 | -0,225 | -0,355 | -0,368 | -0,228 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Tabela 29 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as frequências médias de ciclos (FC) dos nadadores de 1.500 m em cada repetição

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | FC Rep. 1 | FC Rep. 2 | FC Rep. 3 | FC Rep. 4 | FC Rep. 5 | FC Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | -0,215 | 0,184 | -0,412 | -0,211 | -0,150 | -0,256 |
| Massa | -0,566 | -0,197 | -0,838* | -0,308 | -0,143 | -0,641 |
| Envergadura | -0,315 | 0,107 | -0,341 | -0,322 | -0,154 | -0,107 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Tabela 30 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e as frequências médias de ciclos (FC) dos triatletas a cada repetição

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | FC Rep. 1 | FC Rep. 2 | FC Rep. 3 | FC Rep. 4 | FC Rep. 5 | FC Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | -0,217 | -0,090 | 0,008 | -0,308 | -0,059 | -0,198 |
| Massa | -0,796* | -0,093 | 0,082 | -0,781* | -0,448 | -0,102 |
| Envergadura | -0,191 | -0,112 | -0,211 | -0,350 | -0,082 | -0,595 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Poucas correlações significativas foram encontradas entre as variáveis antropométricas e as frequências de ciclo neste estudo. Correlações significativas e negativas foram encontradas entre massa e FC na repetição 3, para os nadadores de 1.500 m e entre massa e FC nas repetições 1 e 4 para os triatletas. Se mais correlações significativas fossem encontradas entre essas variáveis, poderiam ser explicadas pela maior dificuldade em aumentar as frequências de ciclos devido a maiores massas e, conseqüentemente, maiores pesos corporais.

Nas tabelas 31 a 33 são apresentados as correlações entre as variáveis antropométricas e os ângulos médios totais de rolamento de corpo para nadadores de 50 m, para os nadadores de 1.500 m e para os triatletas.

Tabela 31 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e os ângulos médios totais de rolamento de corpo (RC) dos nadadores de 50 m para cada repetição

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | RC Rep. 1 | RC Rep. 2 | RC Rep. 3 | RC Rep. 4 | RC Rep. 5 | RC Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | 0,592 | -0,232 | 0,820* | 0,326 | 0,582 | 0,702* |
| Massa | 0,569 | -0,259 | 0,783* | 0,242 | 0,569 | 0,710* |
| Envergadura | 0,267 | -0,176 | 0,423 | 0,250 | 0,414 | 0,593 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Tabela 32 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e os ângulos médios totais de rolamento de corpo (RC) dos nadadores de 1.500 m para cada repetição

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | RC Rep. 1 | RC Rep. 2 | RC Rep. 3 | RC Rep. 4 | RC Rep. 5 | RC Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | -0,860 | -0,496 | -0,577 | -0,691 | -0,708 | -0,566 |
| Massa | -0,707 | -0,341 | -0,271 | -0,363 | -0,489 | -0,386 |
| Envergadura | -0,797 | -0,276 | -0,362 | -0,543 | -0,618 | -0,488 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

Tabela 33 - Correlações (r) entre as variáveis antropométricas e os ângulos médios totais de rolamento de corpo (RC) dos triatletas para cada repetição

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | RC Rep. 1 | RC Rep. 2 | RC Rep. 3 | RC Rep. 4 | RC Rep. 5 | RC Rep. 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Estatura | 0,211 | 0,097 | -0,170 | -0,007 | -0,006 | 0,209 |
| Massa | 0,190 | 0,130 | -0,342 | -0,004 | -0,152 | 0,072 |
| Envergadura | 0,091 | 0,100 | -0,006 | 0,085 | 0,176 | 0,343 |

Rep. 1: repetição em intensidade de aquecimento; rep. 2: repetição em intensidade de prova de 1.500 m nado livre; rep. 3: repetição em intensidade de prova de 50 m nado livre (todas com respiração a cada ciclo de braçadas para o lado de preferência). Rep. 4, rep.5 e rep. 6: apresentam as mesmas intensidades subjetivas, mas sem respiração.

As correlações significativas e positivas encontradas no grupo de nadadores de 50 m, entre massa e envergadura com RC nas repetições 3 e 6 podem estar relacionadas com a fonte mecânica primária do rolamento de corpo, que, segundo YANAI (2001), parece ser o torque externo (torque produzido pelas forças do fluido), relacionado com o tamanho do indivíduo. Por outro lado, parece não haver consistência nesses resultados a medida que essas correlações foram significativas apenas nos menores ângulos de rolamento de corpo do grupo nadadores de 50 m.

6.3.2 - Correlações entre as Variáveis Biomecânicas

Nas tabelas 34 e 35 são apresentados os valores de correlação entre as variáveis biomecânicas nas repetições com e sem respiração, respectivamente, dos nadadores de 50 m.

Tabela 34 - Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos nadadores de 50 m, durante as repetições com respiração

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | FC | RC |
|-----------|---------|---------|
| VM | | -0,784* |
| DC | -0,926* | 0,774* |
| FC | | -0,833* |

Tabela 35 - Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos nadadores de 50 m, durante as repetições sem respiração

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | FC | RC |
|-----------|---------|---------|
| VM | | -0,480* |
| DC | -0,946* | 0,691* |
| FC | | -0,649* |

As significativas correlações encontradas entre as variáveis biomecânicas DC e FC (negativa), durante as situações de nado com e sem respiração dos nadadores de 50 m, são consistentes com a literatura (CRAIG & PENDERGAST, 1979; HAY & GUIMARÃES, 1983; CAPPAERT *et al.*, 1995), confirmando, para os nadadores de 50 m, deste estudo, as relações estabelecidas entre as citadas variáveis.

Já as correlações significativas encontradas entre as variáveis biomecânicas VM e RC (negativas), DC e RC (positiva) e entre FC e RC (negativa), embora esperadas quando da análise das comparações e dos comportamentos das variáveis biomecânicas deste estudo, não haviam, ainda, sido reportadas pela literatura. Por outro lado, as mesmas variáveis, durante o nado sem respiração, no grupo de nadadores de 50 m, não apresentaram os mesmos comportamentos. Embora as correlações tenham sido significativas, não apresentaram índices que pudessem ser considerados altos. Tal resultado poderia ser explicado pelos menores ângulos de rolamento de corpo apresentados durante os nados sem respiração, entretanto, esses menores ângulos não foram estatisticamente comprovados.

Nas tabelas 36 e 37 são apresentados os valores de correlação entre as variáveis biomecânicas nas repetições com e sem respiração, respectivamente, dos nadadores de 1.500 m.

Tabela 36 - Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos nadadores de 1.500 m, as repetições com respiração

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | FC | RC |
|-----------|---------|--------|
| VM | | -0,291 |
| DC | -0,808* | 0,479 |
| FC | | -0,244 |

Tabela 37 - Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos nadadores de 1.500 m, durante o nado sem respiração

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | FC | RC |
|-----------|--------|---------|
| VM | | -0,523* |
| DC | -0,835 | 0,511 |
| FC | | -0,573* |

Para os nadadores de 1.500 m, deste estudo, encontraram-se entre DC e FC (negativa) para as repetições com e sem respiração. Resultado que reforça a maior dependência da velocidade de nado em relação à frequência de ciclos do que em relação à distância média percorrida por ciclo que os nadadores de 1.500 m apresentaram.

Nas tabelas 38 e 39 são apresentados os valores de correlação entre as variáveis biomecânicas em todas as repetições, com e sem respiração, respectivamente, dos triatletas.

Tabela 38 - Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos triatletas, durante o nado com respiração

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | FC | RC |
|-----------|---------|---------|
| VM | | -0,429 |
| DC | -0,832* | 0,647* |
| FC | | -0,621* |

Tabela 39 - Correlações (r) entre as variáveis biomecânicas VM, DC, FC e RC dos triatletas, nas repetições sem respiração

* Indica correlação significativa para $\alpha < 0,05$

| Variáveis | FC | RC |
|-----------|---------|---------|
| VM | | -0,247 |
| DC | -0,912* | 0,573* |
| FC | | -0,485* |

A correlação significativa encontrada entre as variáveis biomecânicas do grupo de triatletas foi similar à apresentada pelo grupo de nadadores de 1.500 m: negativa entre DC e FC, o que reforça a já aparente dependência que a velocidade de nado dos triatletas possui em relação à frequência de ciclos.

Ao se compararem os índices de correlação encontrados entre as variáveis biomecânicas dos três grupos analisados neste estudo, percebe-se que os nadadores de 1.500 m e os triatletas alcançam suas velocidades de nado principalmente pela frequência de ciclos. Ou seja, as velocidades de nado alcançadas pelos nadadores de 50 m deste estudo podem ser explicadas, também, pela DC, o que não aconteceu em relação aos nadadores de 1.500 m e triatletas. Segundo TOUSSAINT & BEEK (1992), o aumento da distância percorrida por ciclo de braçadas deve ser incentivado entre os nadadores, principalmente entre aqueles que não apresentam elevados índices de técnica, o que é reforçado por YANAI (2001), ao sugerir que velocidades dependentes de maiores frequências de ciclos levam à fadiga mais precoce em relação às velocidades dependentes de maiores distâncias por ciclo de braçada.

Já as correlações apresentadas entre as variáveis biomecânicas VM e RC pelos nadadores de 50 m, durante as repetições com respiração, que não foram apresentadas pelos grupos de nadadores de 1.500 m e triatletas parecem indicar que, além das variáveis DC e FC, também RC poderia explicar a velocidade de nado. Entretanto, nas repetições sem respiração, cujas velocidades foram mais elevadas (mas sem diferenças estatísticas) em relação às repetições com respiração, não encontraram-se similares índices de correlação, ou seja, mesmo havendo forte correlação significativa entre RC e VM, para os nadadores de 50 m deste estudo, torna-se impreciso avaliar o

que tal correlação representa para os nadadores em geral. Talvez possa haver ângulos médios ideais totais de rolamento de corpo, que teriam sido atingidos durante o nado com respiração dos nadadores de 50 m, possibilitando a correlação já citada. Por outro lado, ao se voltar às afirmações de PRICHARD (1993) a respeito do equilíbrio entre os ângulos parciais de rolamento (sejam com e sem respiração), os índices elevados de correlação entre RC e VM deveriam ter sido encontrados nas situações de nado sem respiração. Ou, ainda, poderia haver uma relação entre os valores dos ângulos médios totais de rolamento de corpo (atingidos nas situações de nado com respiração) e o equilíbrio entre os lados (atingido nas situações de nado sem respiração), a fim de se tentar explicar a velocidade média de nado, também, pelos ângulos médios totais de rolamento de corpo e os valores parciais equilibrados para os dois lados, independente do nado ser com ou sem respiração.

Os altos índices de correlação significativos e positivo entre RC e DC e negativo entre RC e FC durante as repetições com respiração dos nadadores de 50 m reforçam as possíveis relações entre velocidade média de nado (produto entre DC e FC) e RC.

7 - CONCLUSÕES E DIREÇÕES FUTURAS

7 - CONCLUSÕES E DIREÇÕES FUTURAS

Em relação às quatro hipóteses formuladas para este estudo, obteve-se:

Hipótese 1: confirmação parcial; nadadores de 50 m apresentaram maiores distâncias percorridas por ciclo de braçadas do que nadadores de 1.500 m e triatletas em termos absolutos; em termos relativos à envergadura, apresentaram melhores índices apenas em relação a triatletas, em 5 das 6 repetições.

Hipótese 2: confirmação parcial; nadadores de 50 m não apresentaram menores frequências de ciclos do que nadadores de 1.500 m e do que triatletas em todas as velocidades de nado analisadas;

Hipótese 3: confirmação parcial; apenas os nadadores de 50 m apresentaram diminuição dos ângulos médios totais de rolamento de corpo em relação ao aumento da velocidade média de nado;

Hipótese 4: confirmação parcial; nadadores de 50 m não apresentaram maiores ângulos de rolamento de corpo do que triatletas e não apresentaram maiores ângulos de rolamento de corpo do que nadadores de 1.500 m em todas as velocidades de nado analisadas.

A técnica utilizada por nadadores e triatletas é fundamental para o rendimento ótimo em suas provas específicas, seja de 50 m ou a primeira parte de um *triathlon*. Este estudo possibilitou a compreensão, pelo menos em parte, da influência

e das relações das variáveis antropométricas e biomecânicas com a performance de nadadores e triatletas.

A tendência que nadadores de 50 m, ou de velocidade, apresentam de possuir maiores estatura e estatura, também neste estudo, parece não ter influência na performance.

Por outro lado, a fim de se incrementar a performance de um nadador ou um triatleta, deve-se estimular maiores valores de distância percorrida por ciclo e menores valores de frequência de ciclos, ao mesmo tempo que se mantenha ou se aumente a velocidade de nado. Neste estudo, tanto nadadores de 1.500 m, quanto triatletas, estes com maior ênfase, apresentaram mais baixos valores de distância percorrida por ciclo e menores velocidades do que nadadores de 50 m. Os triatletas deste estudo deveriam buscar, em seus treinamentos de natação, uma melhoria da execução técnica, refletida em maiores distâncias percorridas por ciclo de braçadas.

Paralelo a estes controles, relativamente fáceis de se executar no cotidiano dos treinamentos em uma borda de piscina, parece claro que treinadores e atletas devem, a todo momento, buscar ângulos equilibradas de rolamento, entre os dois lados, mesmo com o movimento unilateral para a respiração. A fim de aplicar, de modo mais eficiente, forças propulsivas e diminuir resistências encontradas, possibilitando atingir e manter maiores velocidades de nado.

Seriam necessários estudos que buscassem as relações entre as variáveis deste estudo com a trajetória da mão na fase propulsiva e com variáveis fisiológicas, indicadoras do condicionamento físico, com o objetivo de fornecer informações precisas para o melhor rendimento de nadadores e triatletas de competição.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, R.M. & DAPENA, J. Comparison of film and video techniques for estimating three-dimensional coordinates within a large field. **International Journal of Sport Biomechanics**. 8, 145-151, 1992.

ARELLANO, R.; BROWN, P.; CAPPAERT, J. & NELSON, R. Analysis of the start and turning times, stroke length and stroke rate for all the Olympics participants. **1992 Summer Olympic Biomechanics Projects. Federation Internationale de Natation Amateur**, 1992.

BERGER, M.A.M.; GROOT, G. & HOLLANDER, A.P. Hydrodynamic drag and lift forces on human hand/arm models. **Journal of Biomechanics**. 28 (2), 125-133, 1995.

BEEKMAN, K.A. & HAY, J.G. Characteristics of the Front Crawl Techniques of Swimmers With Shoulder Impingement Syndrome. **J. Swimming Research**. 4(3), 11-14, 1988.

BRANDT, R.A. & PICHOWSKY, M.A. Conservation of Energy in Competitive Swimming. **J. Biomechanics**. 28 (8): 925-933, 1995.

CAPPAERT, J.M.; PEASE, D.L. & TROUP, J.P. Three-Dimensional Analysis of the Men's 100-m Freestyle During the 1992 Olympic Games. **Journal of Applied Biomechanics**. 11, 103-112, 1995.

CAPUTO, F.; LUCAS, R. D. De; GRECO, C. C. & DENADAI, B. S. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. 8(3):7-13, 2000.

CARDELLI, C.; LERDA, R. & CHOLLET, D. Analysis of breathing in the crawl as a function of skill and stroke characteristics. **Perceptual and Motor Skills**. 90, 979-987, 2000.

CHATARD, J.C.; COLLOMP, C.; MAGLISCHO, E. & MAGLISCHO, C. Swimming Skill and Stroking Characteristics of front Crawl Swimmers. **International Journal of Sports Medicine**. 11, 156-161, 1990.

CLARYS, J.P. & JISKOOT, J. Total resistance of selected body positions in the front crawl. **Swimming II: proceedings of the 2nd International Symposium on biomechanics in swimming**. LEWILLIE, L., CLARYS, J. P. (eds). Baltimore: University Park Press. 110-117. 1975

COSTILL, D.L.; MAGLISCHO, E.W. & RICHARDSON, A.B. **Natación, Aspectos biológicos y mecánicos. Técnica y entrenamiento. Tests, controles y aspectos médicos**. Barcelona: Hispano Europea S. A., 1992.

COUNSILMAN, J.E. **La Natación, Ciencia y Técnica para la Preparación de Campeones**. 7 ed. Barcelona: Hispano Europea, 1995.

COUNSILMAN, J.E. & BROWN, R.M. The roll of lift in propelling the swimmer. **Selected topics on biomechanics: proceedings of the C. I. C. symposium on biomechanics**. Cooper, J. M.(ed.). Chicago: Athletic Institute. 179-188. 1971.

CRAIG JR, A.B. & PENDERGAST, D.R. Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. **Medicine and Science in Sports**. 11 (3), 278-283, 1979.

CRAIG JR, A.B.; SKEHAN, P.L.; PAWELCZYK, J.A. & BOOMER, W.L. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 17 (6), 625-634, 1985.

GRIMSTON, S.K. & HAY, J.G. Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 18 (1), 60-68, 1986.

HALL, S. **Biomecânica Básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

HAY, J.G. **Biomecânica das Técnicas Desportivas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.

HAY, J.G. & GEROT, J.T. Periscope Systems for Recording the Underwater Motions of a Swimmer. **International Journal of Sport Biomechanics**. 7, 392-399, 1991.

HAY, J.G. & GUIMARÃES, A.C.S. A Quantitative Look at Swimming Biomechanics. **Swimming Technique**. 20 (2), 11-17, 1983.

HAY, J.G.; LIU, Q. & ANDREWS, J.G. Body Roll and Handpath in Freestyle Swimming: A Computer Simulation Study. **Journal of Applied Biomechanics**. 9, 227-237, 1993.

HUGHES, W.F. & BRIGHTON, J.A. **Dinâmica dos Flúidos**. Coleção Schaum. McGraw-Hill do Brasil Ltda. São Paulo. 1974.

KESKINEN, K. L. & KOMI, P.V. Stroking Characteristics of Front *Crawl* Swimming During Exercise. **Journal of Applied Biomechanics**. 9, 219-226, 1993.

KHERIF, T.; PELAYO, P.; SIDNEY, M.; CHOLLET, D. & TORNY, C. Relationships between anthropomorphic and time and space parameters of elite swimmers in four styles during competition (abstract). **VII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, program and abstract book**. Atlanta, Georgia, U. S. A. October 18-23, p. 44, 1994.

KOLMOGOROV, S.V. & DUPLISCHEVA, O.A. Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity. **Journal of Biomechanics**. 25:3, 311-318, 1992.

LIU, Q.; HAY, J.G. & ANDREWS, J.G. Body Roll and Handpath in Freestyle Swimming: An Experimental Study. **Journal of Applied Biomechanics**. 9, 238-253, 1993.

LOTUFO, J. Natação, estilos de natação. **Educação Physica**. 8, 21-25, 1937.

MAGLISCHO E.W. **Nadando Ainda Mais Rápido**. São Paulo: Manole, 1999.

PAYTON, C.J.; HAY, J.G. & MULLINEAUX, D.R. The Effect of Body Roll on Speed and Hand Path in Front *Crawl* Swimming: A Simulation Study. **Journal of Applied Biomechanics**. 13, 300-315, 1997.

PAYTON, C.J.; BARTLETT, R.M.; BALZOPoulos, V. & COOMBS, R. Upper extremity kinematics and body roll during preferred-side breathing and breath-holding front crawl swimming. **Journal of Sports Sciences**. 17, 689-696, 1999.

PELAYO, P.; SIDNEY, M.; KHERIF, T.; CHOLLET, D. & TOURNY, C. Stroking Characteristics in Freestyle Swimming and Relationships With Anthropometric Characteristics. **Journal of Applied Biomechanics**. 12, 197-206, 1996

PELAYO, P.; WILLE, F.; SIDNEY M.; BERTHOIN, S. & LAVOIE, J.M. Swimming performances and stroking parameters in non skilled grammar school pupils: relation with age, gender and some anthropometric characteristics. **Journal of Sports, Medicine and Physical Fitness**. 37 (3), 187-93, 1997.

PRICHARD, B. A New Swim Paradigma: Swimmers Generate Propulsion From the Hips. **Swimming Technique**. May-July. 17-23, 1993.

RACKHAM, G.W. An analysis of arm propulsion in swimming. **Swimming II: proceedings of the 2nd International Symposium on biomechanics in swimming**. LEWILLIE, L., CLARYS, J. P. (eds). Baltimore: University Park Press. 174-179, 1975.

ROWLAND, D.S. & DOWNEY, B. Physiology of Triathlon in GARRET, W.E. & KIRKENDAL, D. (eds.) **Exercise and Sport Science**. Philadelphia: Lippincot Willians & Wilkins, 919-939, 2000.

TOUSSAINT, H.M. Differences in propelling efficiency between competitive and *triathlon* swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 22 (3), 409-415, 1990.

TOUSSAINT, H.M. & BEEK, P.J. Biomechanics of competitive front *crawl* swimming. **Sports Medicine**. 13 (1): 8-24, 1992.

TOUSSAINT, H.M. & HOLLANDER, A.P. Energetics of competitive swimming, Implications for training programmes. **Sports Medicine**. 18 (6): 384-405, 1994.

TOUSSAINT, H.M.; HOLLANDER, P.; BERG, C. & VORONTSOV, A.R. Biomechanics of Swimming in GARRET, W.E. & KIRKENDAL, D. (eds.) **Exercise and Sport Science**. Philadelphia: Lippincot Willians & Wilkins, 639-659, 2000.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; IKUTA, Y. & MIYASHITA, M. Adaptations to Six Months of Aerobic Swim Training, Changes in Velocity, Stroke Rate, Stroke Length and Blood Lactate. **International Journal of Sports Medicine**. 14, 268-372, 1993.

WAKAYOSHI, K.; D'ACQUISTO, L.J.; CAPPAERT, J.M. & TROUP, J.P. Relationship Between Oxygen Uptake, Stroke Rate and Swimming Velocity in Competitive Swimming. **International Journal of Sports Medicine**. 16, 19-23, 1995.

YANAI, T. & HAY, J.G. Shoulder impingement in front-crawl swimming: II. Analysis of stroking technique. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 32 (1), 30-40, 2000.

YANAI, T. What Causes the Body to Roll in Front-Crawl Swimming? **Journal of Applied Biomechanics**. 17, 28-42. 2001.

ZAMPARO, P.; CAPELLI, C.; CAUTERO, M. & DI NINO, A. Energy cost of front-crawl swimming at supra-maximal speeds and underwater torque in young swimmers. **European Journal of Applied Physiology**. 83, 487-491. 2000.

ANEXOS

Anexo 1

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Educação Física
Programa de Mestrado e Doutorado em Ciências do Movimento Humano**

Projeto de Pesquisa: Aspectos Biomecânicos do Nado *Crawl* Apresentados por Nadadores e Triatletas

Responsável: Prof. Flávio A. de Souza Castro

Orientador: Prof. Dr. Antônio C. S. Guimarães

OBJETIVOS:

Geral:

Comparar aspectos biomecânicos da técnica do nado *crawl* executada por nadadores (velocistas e fundistas) e triatletas, bem como suas características antropométricas.

Específicos:

Quantificar ângulos de rolamento de corpo, comprimento médio de braçadas, frequência média de braçadas, envergadura, estatura e massa de nadadores e triatletas; identificar associação entre as variáveis biomecânicas e antropométricas de nadadores e triatletas.

METODOLOGIA:

Parâmetros Antropométricos:

Local: ESEF, UFRGS; Serão mensurados massa, estatura e envergadura.

Parâmetros Biomecânicos:

Local: Piscina da UFRGS; Aquecimento: 10min nado *crawl* contínuo em baixa intensidade; Coleta de dados: será colocado no indivíduo um colete de neoprene com uma haste fixada às costas, na altura das bordas inferiores das escápulas e será solicitado que realize a seguinte série: 2 x 3 x 25, 1ª série com respiração a cada ciclo de braçadas, 2ª série com respiração bloqueada, 1º e 4º tiros com intensidade de aquecimento, 2º e 5º tiros com intensidade de prova de 1.500m e 4ª e 6ª tiros com intensidade de prova de 50 m, intervalo suficiente para baixar a frequência cardíaca a níveis próximos do repouso. Cada tiro de 25 m será gravado nos planos frontal e lateral. Ao punho direito do nadador será fixada uma fita adesiva de material reflexivo. Não serão feitas, sob hipótese alguma, quaisquer observações a respeito da técnica individual de nado dos indivíduos. Após o trabalho concluído, serão divulgados os dados finais sem identificar os indivíduos. Se for de interesse, cada indivíduo terá acesso a seus dados coletados.

PRÉ-REQUISITOS PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO:

Idade mínima: 17 anos

Tempo mínimo de atividade competitiva: 4 anos;

Nadadores velocistas: índice de participação em Campeonatos Brasileiros absolutos ou de categoria na prova de 50 m livres;

Nadadores fundistas: índice de participação em Campeonatos Brasileiros absolutos ou de categoria na prova de 1.500 m livres;

Triatletas: considerados de elite no RS, que não tenham sido nadadores.

Todos os sujeitos serão devidamente informados a respeito dos procedimentos a serem utilizados e assinarão um termo de participação voluntária, podendo se retirar do estudo a qualquer momento se assim o decidirem.

Contatos para maiores esclarecimentos:

Flávio de Souza Castro

Fones (51): 32668504; 33165858; 33165859; 99622192

E-mail: fcastro@portoweb.com.br; fcastro@esef.ufrgs.br

Anexo 2

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Educação Física
Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano

Pesquisa: Aspectos biomecânicos do nado *crawl* apresentados por nadadores e triatletas

Responsável: Prof. Flávio Antônio de Souza Castro

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos S. Guimarães

Termo de Consentimento

Eu,....., abaixo assinado, aceito participar como voluntário dos testes da pesquisa acima citada, podendo me retirar do projeto no momento que assim desejar, bem como permito que as informações técnicas obtidas dos testes sejam publicadas sem identificação. Manifesto, também, que todas as informações necessárias foram a mim previamente prestadas.

Porto Alegre _____ de _____ de 2001.

Anexo 3

Resultados dos Testes Estatísticos

O número após cada abreviação indica a repetição do nado de onde foi retirado o dado analisado.

Teste de *Shapiro-Wilk*, três grupos, todas as variáveis

| Variável | Nadadores de 50 m, p | Nadadores de 1.500 m, p | Triatletas p |
|-------------|-------------------------|----------------------------|-----------------|
| Idade | =0,946 | =0,085 | =0,894 |
| Estatura | =0,990 | =0,256 | =0,066 |
| Massa | =0,610 | =0,917 | =0,076 |
| Envergadura | =0,323 | =0,095 | =0,240 |
| DC1 | =0,313 | =0,182 | =0,165 |
| DC2 | =0,698 | =0,495 | =0,346 |
| DC3 | =0,112 | 0,126 | =0,072 |
| DC4 | =0,098 | =0,192 | =0,297 |
| DC5 | =0,125 | =0,340 | =0,353 |
| DC6 | =0,116 | =0,207 | =0,329 |
| FC1 | =0,491 | =0,990 | =0,056 |
| FC2 | =0,543 | =0,134 | =0,376 |
| FC3 | =0,094 | =0,429 | =0,654 |
| FC4 | =0,176 | =0,319 | =0,820 |
| FC5 | =0,146 | =0,906 | =0,656 |
| FC6 | =0,701 | =0,426 | =0,473 |
| VM1 | =0,225 | =0,304 | =0,247 |
| VM2 | =0,354 | =0,892 | =0,421 |
| VM3 | =0,196 | =0,925 | =0,400 |
| VM4 | =0,462 | =0,084 | =0,065 |
| VM5 | =0,103 | =0,348 | =0,060 |
| VM6 | =0,540 | =0,235 | =0,813 |
| R1 | =0,437 | =0,289 | =0,940 |
| NR1 | =0,861 | =0,177 | =0,578 |
| RC1 | =0,069 | =0,364 | =0,990 |
| R2 | =0,807 | =0,307 | =0,294 |
| NR2 | =0,404 | =0,066 | =0,054 |
| RC2 | =0,230 | =0,286 | =0,961 |
| R3 | =0,087 | =0,419 | =0,249 |
| NR3 | =0,446 | =0,522 | =0,082 |
| RC3 | =0,789 | =0,735 | =0,263 |
| P4 | =0,389 | =0,987 | =0,310 |
| NP4 | =0,220 | =0,282 | =0,706 |
| RC4 | =0,925 | =0,914 | =0,678 |
| P5 | =0,624 | =0,736 | =0,197 |
| NP5 | =0,490 | =0,325 | =0,480 |
| RC5 | =0,393 | =0,317 | =0,202 |
| P6 | =0,394 | =0,599 | =0,381 |
| NP6 | =0,089 | =0,385 | =0,348 |
| RC6 | =0,850 | =0,362 | =0,410 |

Anexos

Resultados das comparações inter-grupos das variáveis cineantropométricas, estatura, massa e envergadura

Estatura

Teste de Levene: $p = 0,312$

Análise de variância: $p = 0,045$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| Grupo | X | Grupo | p |
|----------------------|---|----------------------|--------|
| Nadadores de 50 m | | Nadadores de 1.500 m | =0,408 |
| Nadadores de 50 m | | Triatletas | =0,036 |
| Nadadores de 1.500 m | | Triatletas | =0,521 |

Massa

Teste de Levene: $p = 0,779$

Análise de variância: $p = 0,274$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| Grupo | X | Grupo | P |
|----------------------|---|----------------------|--------|
| Nadadores de 50 m | | Nadadores de 1.500 m | =0,391 |
| Nadadores de 50 m | | Triatletas | =0,338 |
| Nadadores de 1.500 m | | Triatletas | =1,000 |

Envergadura

Teste de Levene: $p = 0,117$

Análise de variância: $p = 0,004$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| Grupo | X | Grupo | p |
|----------------------|---|----------------------|--------|
| Nadadores de 50 m | | Nadadores de 1.500 m | =0,646 |
| Nadadores de 50 m | | Triatletas | =0,003 |
| Nadadores de 1.500 m | | Triatletas | =0,057 |

Anexos

Resultados das comparações intra-grupos das variáveis biomecânicas

Grupo de nadadores de 50 m:

DC: distância média percorrida por ciclo de braçadas

Teste de Levene: $p = 0,628$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| DC | X | DC | p |
|-----|---|-----|--------|
| DC1 | | DC2 | =0,167 |
| DC1 | | DC3 | <0,001 |
| DC1 | | DC4 | =0,922 |
| DC1 | | DC5 | =0,148 |
| DC1 | | DC6 | <0,001 |
| DC2 | | DC3 | <0,001 |
| DC2 | | DC4 | =0,016 |
| DC2 | | DC5 | =1,000 |
| DC2 | | DC6 | <0,001 |
| DC3 | | DC4 | <0,001 |
| DC3 | | DC5 | <0,001 |
| DC3 | | DC6 | =0,841 |
| DC4 | | DC5 | =0,013 |
| DC4 | | DC6 | <0,001 |
| DC5 | | DC6 | <0,001 |

FC: frequência média de ciclos de braçadas

Teste de Levene: $p = 0,271$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| FC | X | FC | p |
|-----|---|-----|--------|
| FC1 | | FC2 | <0,001 |
| FC1 | | FC3 | <0,001 |
| FC1 | | FC4 | =1,000 |
| FC1 | | FC5 | <0,001 |
| FC1 | | FC6 | <0,001 |
| FC2 | | FC3 | <0,001 |
| FC2 | | FC4 | <0,001 |
| FC2 | | FC5 | =0,520 |
| FC2 | | FC6 | <0,001 |
| FC3 | | FC4 | <0,001 |
| FC3 | | FC5 | <0,001 |
| FC3 | | FC6 | =0,058 |
| FC4 | | FC5 | <0,001 |
| FC4 | | FC6 | <0,001 |
| FC5 | | FC6 | <0,001 |

Anexos

VM: velocidade média de nado

Teste de Levene: $p = 0,528$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| VM | X | VM | p= |
|-----|---|-----|--------|
| VM1 | | VM2 | <0,001 |
| VM1 | | VM3 | <0,001 |
| VM1 | | VM4 | =0,621 |
| VM1 | | VM5 | <0,001 |
| VM1 | | VM6 | <0,001 |
| VM2 | | VM3 | <0,001 |
| VM2 | | VM4 | =0,001 |
| VM2 | | VM5 | =0,078 |
| VM2 | | VM6 | <0,001 |
| VM3 | | VM4 | <0,001 |
| VM3 | | VM5 | <0,001 |
| VM3 | | VM6 | =0,774 |
| VM4 | | VM5 | <0,001 |
| VM4 | | VM6 | <0,001 |
| VM5 | | VM6 | <0,001 |

RC: ângulo médio total de rolamento de corpo

Teste de Levene: $p = 0,099$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| RC | X | RC | p |
|-----|---|-----|--------|
| RC1 | | RC2 | =0,878 |
| RC1 | | RC3 | <0,001 |
| RC2 | | RC3 | =0,007 |
| RC4 | | RC5 | =0,304 |
| RC4 | | RC6 | =0,008 |
| RC5 | | RC6 | =0,581 |

R: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração, durante o nado com respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,280$

Análise de variância: $p = 0,190$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| R | X | R | p |
|----|---|----|--------|
| R1 | | R2 | =0,996 |
| R1 | | R3 | =0,095 |
| R2 | | R3 | =0,599 |

Anexos

NR: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração, durante o nado com respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,156$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| N R | X | NR | p |
|-----|---|-----|--------|
| NR1 | | NR2 | =0,631 |
| NR1 | | NR3 | <0,001 |
| NR2 | | NR3 | =0,006 |

P: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,560$

Análise de variância: $p = 0,742$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| P | X | P | p |
|----|---|----|--------|
| P4 | | P5 | =0,972 |
| P4 | | P6 | =0,228 |
| P5 | | P6 | =0,953 |

NP: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,412$

Análise de variância: $p = 0,085$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| N P | X | NP | P |
|-----|---|-----|--------|
| NP4 | | NP5 | =0,226 |
| NP4 | | NP6 | =0,05 |
| NP5 | | NP6 | =0,442 |

R x NR: comparação entre ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração e ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração, durante o nado com respiração, na repetição de mesma característica de intensidade e respiração.

Teste T para dados pareados

| R | X | NR | p |
|----|---|-----|-------|
| R1 | | NR1 | =0,05 |
| R2 | | NR2 | =0,09 |
| R3 | | NR3 | =0,03 |

Anexos

P x NP: comparação entre ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração e ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração, na repetição de mesma característica de intensidade e respiração.

Teste T para dados pareados

| P | X | NP | P |
|----|---|-----|--------|
| P1 | | NP1 | =0,378 |
| P2 | | NP2 | =0,022 |
| P3 | | NP3 | =0,296 |

Grupo de nadadores de 1.500 m:

DC: distância média percorrida por ciclo de braçadas

Teste de Levene: $p = 0,730$

Análise de variância: $p = 0,002$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| DC | X | DC | P |
|-----|---|-----|--------|
| DC1 | | DC2 | =0,473 |
| DC1 | | DC3 | =0,048 |
| DC1 | | DC4 | =1,000 |
| DC1 | | DC5 | =0,230 |
| DC1 | | DC6 | =0,009 |
| DC2 | | DC3 | =0,809 |
| DC2 | | DC4 | =0,402 |
| DC2 | | DC5 | =0,997 |
| DC2 | | DC6 | =0,408 |
| DC3 | | DC4 | =0,036 |
| DC3 | | DC5 | =0,970 |
| DC3 | | DC6 | =0,983 |
| DC4 | | DC5 | =0,185 |
| DC4 | | DC6 | =0,007 |
| DC5 | | DC6 | =0,698 |

Anexos

FC: frequência média de ciclos de braçadas

Teste de Levene: $p = 0,350$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| FC | X | FC | P |
|-----|---|-----|--------|
| FC1 | | FC2 | =0,028 |
| FC1 | | FC3 | <0,001 |
| FC1 | | FC4 | =1,000 |
| FC1 | | FC5 | <0,001 |
| FC1 | | FC6 | <0,001 |
| FC2 | | FC3 | =0,002 |
| FC2 | | FC4 | =0,05 |
| FC2 | | FC5 | =0,629 |
| FC2 | | FC6 | <0,001 |
| FC3 | | FC4 | <0,001 |
| FC3 | | FC5 | =1,00 |
| FC3 | | FC6 | =0,938 |
| FC4 | | FC5 | =0,001 |
| FC4 | | FC6 | <0,001 |
| FC5 | | FC6 | =0,012 |

VM: velocidade média de nado

Teste de Levene: $p = 0,612$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| VM | X | VM | p |
|-----|---|-----|--------|
| VM1 | | VM2 | =0,088 |
| VM1 | | VM3 | <0,001 |
| VM1 | | VM4 | =0,940 |
| VM1 | | VM5 | =0,002 |
| VM1 | | VM6 | <0,001 |
| VM2 | | VM3 | =0,006 |
| VM2 | | VM4 | =0,436 |
| VM2 | | VM5 | =0,655 |
| VM2 | | VM6 | =0,008 |
| VM3 | | VM4 | <0,001 |
| VM3 | | VM5 | =0,195 |
| VM3 | | VM6 | =1,000 |
| VM4 | | VM5 | =0,022 |
| VM4 | | VM6 | <0,001 |
| VM5 | | VM6 | =0,234 |

Anexos

RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,655$

Análise de variância: $p = 0,116$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| RC | X | RC | p |
|-----|---|-----|--------|
| RC1 | | RC2 | =1,00 |
| RC1 | | RC3 | =0,918 |
| RC2 | | RC3 | =0,940 |
| RC4 | | RC5 | =0,435 |
| RC4 | | RC6 | =0,219 |
| RC5 | | RC6 | =0,998 |

R: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração, durante o nado com respiração;

Teste de Levene: $p = 0,781$

Análise de variância: $p = 0,902$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| R | X | R | p |
|----|---|----|--------|
| R1 | | R2 | =1,00 |
| R1 | | R3 | =0,999 |
| R2 | | R3 | =1,00 |

NR: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração, durante o nado com respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,687$

Análise de variância: $p = 0,999$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| NR | X | NR | p |
|-----|---|-----|--------|
| NR1 | | NR2 | =1,00 |
| NR1 | | NR3 | =0,999 |
| NR2 | | NR3 | =0,999 |

P: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,589$

Análise de variância: $p = 0,852$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| P | X | P | p |
|----|---|----|--------|
| P4 | | P5 | =0,887 |
| P4 | | P6 | =0,420 |
| P5 | | P6 | =1,00 |

Anexos

NP: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,254$

Análise de variância: $p = 0,985$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| NP | X | NP | P |
|-----|---|-----|--------|
| NP4 | | NP5 | =0,956 |
| NP4 | | NP6 | =0,958 |
| NP5 | | NP6 | =1,00 |

R x NR: comparação entre ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração e ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração, durante o nado com respiração, na repetição de mesma característica de intensidade e respiração.

Teste T para dados pareados

| R | X | NR | P |
|----|---|-----|--------|
| R1 | | NR1 | =0,02 |
| R2 | | NR2 | =0,013 |
| R3 | | NR3 | =0,013 |

P x NP: comparação entre ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração e ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração, na repetição de mesma característica de intensidade e respiração.

Teste T para dados pareados

| P | X | NP | P |
|----|---|-----|--------|
| P1 | | NP1 | =0,307 |
| P2 | | NP2 | =0,637 |
| P3 | | NP3 | =0,247 |

Anexos

Grupo de triatletas:

DC: distância média percorrida por ciclo de braçadas

Teste de Levene: $p = 0,404$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| DC | X | DC | p |
|-----|---|-----|--------|
| DC1 | | DC2 | =0,886 |
| DC1 | | DC3 | =0,013 |
| DC1 | | DC4 | =0,986 |
| DC1 | | DC5 | =0,145 |
| DC1 | | DC6 | <0,001 |
| DC2 | | DC3 | =0,204 |
| DC2 | | DC4 | =0,541 |
| DC2 | | DC5 | =0,757 |
| DC2 | | DC6 | =0,011 |
| DC3 | | DC4 | =0,002 |
| DC3 | | DC5 | =0,901 |
| DC3 | | DC6 | =0,726 |
| DC4 | | DC5 | =0,035 |
| DC4 | | DC6 | <0,001 |
| DC5 | | DC6 | =0,185 |

FC: frequência média de ciclos de braçadas

Teste de Levene: $p = 0,344$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| FC | X | FC | P |
|-----|---|-----|--------|
| FC1 | | FC2 | =0,031 |
| FC1 | | FC3 | <0,001 |
| FC1 | | FC4 | =0,902 |
| FC1 | | FC5 | <0,001 |
| FC1 | | FC6 | <0,001 |
| FC2 | | FC3 | <0,001 |
| FC2 | | FC4 | =0,255 |
| FC2 | | FC5 | =0,134 |
| FC2 | | FC6 | <0,001 |
| FC3 | | FC4 | <0,001 |
| FC3 | | FC5 | =0,177 |
| FC3 | | FC6 | =0,148 |
| FC4 | | FC5 | <0,001 |
| FC4 | | FC6 | <0,001 |
| FC5 | | FC6 | <0,001 |

Anexos

VM: velocidade média de nado

Teste de Levene: $p = 0,222$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| VM | X | VM | P |
|-----|---|-----|--------|
| VM1 | | VM2 | =0,001 |
| VM1 | | VM3 | <0,001 |
| VM1 | | VM4 | =0,038 |
| VM1 | | VM5 | <0,001 |
| VM1 | | VM6 | <0,001 |
| VM2 | | VM3 | =0,007 |
| VM2 | | VM4 | =0,541 |
| VM2 | | VM5 | =0,611 |
| VM2 | | VM6 | =0,003 |
| VM3 | | VM4 | <0,001 |
| VM3 | | VM5 | =0,214 |
| VM3 | | VM6 | =0,998 |
| VM4 | | VM5 | =0,019 |
| VM4 | | VM6 | <0,001 |
| VM5 | | VM6 | =0,108 |

RC: ângulo médio total de rolamento de corpo; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,820$

Análise de variância: $p = 0,092$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| RC | X | RC | p |
|-----|---|-----|--------|
| RC1 | | RC2 | =0,889 |
| RC1 | | RC3 | =0,239 |
| RC1 | | RC4 | =0,696 |
| RC1 | | RC5 | =0,544 |
| RC1 | | RC6 | =0,056 |
| RC2 | | RC3 | =0,829 |
| RC2 | | RC4 | =0,999 |
| RC2 | | RC5 | =0,989 |
| RC2 | | RC6 | =0,435 |
| RC3 | | RC4 | =0,957 |
| RC3 | | RC5 | =0,990 |
| RC3 | | RC6 | =0,991 |
| RC4 | | RC5 | =1,00 |
| RC4 | | RC6 | =0,672 |
| RC5 | | RC6 | =0,810 |

Anexos

R: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração, durante o nado com respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,125$

Análise de variância: $p = 0,998$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| R | X | R | p |
|----|---|----|--------|
| R1 | | R2 | =1,00 |
| R1 | | R3 | =0,593 |
| R2 | | R3 | =0,939 |

NR: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração, durante o nado com respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,089$

Análise de variância: $p = 0,992$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| NR | X | NR | p |
|-----|---|-----|--------|
| NR1 | | NR2 | =0,994 |
| NR1 | | NR3 | =0,921 |
| NR2 | | NR3 | =1,00 |

P: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,256$

Análise de variância: $p = 0,990$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| P | X | P | P |
|----|---|----|--------|
| P4 | | P5 | =1,00 |
| P4 | | P6 | =0,998 |
| P5 | | P6 | =0,985 |

NP: ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração; em repetições de diferentes características de intensidade e respiração.

Teste de Levene: $p = 0,079$

Análise de variância: $p = 0,978$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| NP | X | NP | P |
|-----|---|-----|--------|
| NP4 | | NP5 | =1,00 |
| NP4 | | NP6 | =0,941 |
| NP5 | | NP6 | =1,00 |

Anexos

R x NR: comparação entre ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado da respiração e ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto à respiração, durante o nado com respiração, na repetição de mesma característica de intensidade e respiração.

Teste T para dados pareados

| R | X | NR | P |
|----|---|-----|--------|
| R1 | | NR1 | <0,001 |
| R2 | | NR2 | <0,001 |
| R3 | | NR3 | =0,06 |

P x NP: comparação entre ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado de preferência da respiração e ângulo médio parcial de rolamento de corpo para o lado oposto ao lado de preferência da respiração, durante o nado sem respiração, na repetição de mesma característica de intensidade e respiração.

Teste T para dados pareados

| P | X | NP | P |
|----|---|-----|--------|
| P1 | | NP1 | =0,340 |
| P2 | | NP2 | =0,932 |
| P3 | | NP3 | =0,643 |

Resultados das comparações inter-grupos das variáveis biomecânicas.

DC corrigida pela envergadura na repetição 1

Teste de Levene: $p = 0,0,123$

Análise de variância: $p = 0,037$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| DC1 | X | DC1 | p |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,283 |
| 50 m | | triатletas | =0,031 |
| 1.500 m | | triатletas | =0,569 |

DC corrigida pela envergadura, na repetição 2

Teste de Levene: $p = 0,095$

Análise de variância: $p = 0,99$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| DC2 | X | DC2 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,604 |
| 50 m | | triатletas | =0,082 |
| 1.500 m | | triатletas | =0,494 |

Anexos

DC corrigida pela envergadura, na repetição 3

Teste de Levene: $p = 0,150$

Análise de variância: $p = 0,038$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| DC3 | X | DC3 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,990 |
| 50 m | | triatletas | =0,046 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,094 |

DC corrigida pela envergadura, na repetição 4

Teste de Levene: $p = 0,280$

Análise de variância: $p = 0,043$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| DC4 | X | DC4 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,172 |
| 50 m | | triatletas | =0,046 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,843 |

DC corrigida pela envergadura, na repetição 5

Teste de Levene: $p = 0,316$

Análise de variância: $p = 0,004$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| DC5 | X | DC5 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,067 |
| 50 m | | triatletas | =0,003 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,474 |

DC corrigida pela envergadura, na repetição 6

Teste de Levene: $p = 0,060$

Análise de variância: $p = 0,023$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| DC6 | X | DC6 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,985 |
| 50 m | | triatletas | =0,028 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,065 |

FC na repetição 1

Teste de Levene: $p = 0,645$

Análise de variância: $p = 0,085$

Anexos

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| FC1 | X | FC1 | p |
|---------|---|-----------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,074 |
| 50 m | | triathlon | =0,380 |
| 1.500 m | | triathlon | =0,577 |

FC na repetição 2

Teste de Levene: $p = 0,708$

Análise de variância: $p = 0,068$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| FC2 | X | FC2 | P |
|---------|---|-----------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,062 |
| 50 m | | triathlon | =0,289 |
| 1.500 m | | triathlon | =0,688 |

FC na repetição 3

Teste de Levene: $p = 0,570$

Análise de variância: $p = 0,994$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| FC3 | X | FC3 | P |
|---------|---|-----------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,998 |
| 50 m | | triathlon | =0,999 |
| 1.500 m | | triathlon | =0,093 |

FC na repetição 4

Teste de Levene: $p = 0,169$

Análise de variância: $p = 0,004$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| FC4 | X | FC4 | P |
|---------|---|-----------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,012 |
| 50 m | | triathlon | =0,007 |
| 1.500 m | | triathlon | =0,993 |

FC na repetição 5

Teste de Levene: $p = 0,299$

Análise de variância: $p = 0,031$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| FC5 | X | FC5 | P |
|---------|---|-----------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,097 |
| 50 m | | triathlon | =0,038 |
| 1.500 m | | triathlon | =0,931 |

Anexos

FC na repetição 6

Teste de Levene: $p = 0,133$

Análise de variância: $p = 0,341$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| FC6 | X | FC6 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,719 |
| 50 m | | triatletas | =0,686 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,310 |

VM na repetição 1

Teste de Levene: $p = 0,702$

Análise de variância: $p = 0,004$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| VM1 | X | VM1 | p |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =1,00 |
| 50 m | | triatletas | =0,008 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,012 |

VM na repetição 2

Teste de Levene: $p = 0,552$

Análise de variância: $p = 0,008$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| VM2 | X | VM2 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,447 |
| 50 m | | triatletas | =0,006 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,098 |

VM na repetição 3

Teste de Levene: $p = 0,941$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| VM3 | X | VM3 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,027 |
| 50 m | | triatletas | <0,001 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,019 |

VM na repetição 4

Teste de Levene: $p = 0,247$

Análise de variância: $p = 0,400$

Anexos

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| VM4 | X | VM4 | P |
|---------|---|-----------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,960 |
| 50 m | | triathlon | =0,528 |
| 1.500 m | | triathlon | =0,422 |

VM na repetição 5

Teste de Levene: $p = 0,241$

Análise de variância: $p = 0,007$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| VM5 | X | VM5 | P |
|---------|---|-----------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,466 |
| 50 m | | triathlon | =0,006 |
| 1.500 m | | triathlon | =0,102 |

VM na repetição 6

Teste de Levene: $p = 0,188$

Análise de variância: $p < 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| VM6 | X | VM6 | P |
|---------|---|-----------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,006 |
| 50 m | | triathlon | <0,001 |
| 1.500 m | | triathlon | =0,141 |

RC na repetição 1

Teste de Levene: $p = 0,045$

Análise de variância: $p = 0,001$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| RC1 | X | RC1 | p |
|---------|---|-----------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,002 |
| 50 m | | triathlon | =0,909 |
| 1.500 m | | triathlon | =0,001 |

RC na repetição 2

Teste de Levene: $p = 0,219$

Análise de variância: $p = 0,014$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| RC2 | X | RC2 | P |
|---------|---|-----------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,023 |
| 50 m | | triathlon | =0,996 |
| 1.500 m | | triathlon | =0,023 |

Anexos

RC na repetição 3

Teste de Levene: $p = 0,808$

Análise de variância: $p = 0,300$

Teste *Post Hoc* de Tukey

| RC3 | X | RC3 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,593 |
| 50 m | | triatletas | =0,137 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,028 |

RC na repetição 4

Teste de Levene: $p = 0,310$

Análise de variância: $p = 0,057$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| RC4 | X | RC4 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,119 |
| 50 m | | triatletas | =0,890 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,059 |

RC na repetição 5

Teste de Levene: $p = 0,587$

Análise de variância: $p = 0,003$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| RC5 | X | RC5 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,083 |
| 50 m | | triatletas | =0,173 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,002 |

RC na repetição 6

Teste de Levene: $p = 0,585$

Análise de variância: $p = 0,036$

Teste *Post-Hoc* de Tukey

| RC6 | X | RC6 | P |
|---------|---|------------|--------|
| 50 m | | 1.500 m | =0,426 |
| 50 m | | triatletas | =0,254 |
| 1.500 m | | triatletas | =0,030 |