Universidade do Porto

Faculdade de Ciências do
Desporto e de Educação Física

Análise tridimensional da cinemática da técnica de Mariposa ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios

Tiago Manuel Cabral dos Santos Barbosa

Outubro 2000

Universidade do Porto
Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física

Análise tridimensional da cinemática da técnica de Mariposa ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios

Dissertação apresentada com vista à obtenção do grau de Mestre em Ciência do Desporto, na área de especialização de Desporto de crianças e jovens.
Orientação do Prof. Dr. João Paulo Vilas-Boas

Tiago Manuel Cabral dos Santos Barbosa
Porto, 2000

RESUMO

O objectivo deste estudo foi o de analisar as hipotéticas variações de parâmetros cinemáticos, introduzidos na técnica de Mariposa, em consequência da utilização das diferentes modelos respiratórios. A amostra foi constituída por 7 nadadores de nível nacional e internacional do sexo masculino, sendo 3 deles pertencentes ao escalão de juniores. Cada elemento que constituiu a amostra, nadou partindo de dentro de água, 3 séries com 3 repetições de 25 metros Mariposa, a uma velocidade próxima da máxima, realizando em cada série exclusivamente ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral ou ciclos não inspiratórios. O estudo consistiu na análise cinemática de um ciclo completo de nado, utilizando os diversos padrões respiratórios, através do sistema de análise tridimensional do movimento *"Ariel Performance Analysis System"* da *Ariel Dynamics* Inc. e de um leitor de vídeo (Panasonic AG 7355) a uma frequência de 50 fotogramas por segundo. Relativamente aos parâmetros gerais do ciclo gestual, a distância de ciclo e o índice de braçada foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral e a frequência gestual foi significativamente superior na técnica de inspiração lateral do que na técnica de inspiração frontal. A amplitude vertical máxima de deslocamento da cabeça foi significativamente diferente entre todos os modelos respiratórios. Os valores médios mais elevados verificaram-se nos ciclos de inspiração frontal, seguidos dos ciclos de inspiração lateral e por fim dos ciclos não inspiratórios. A amplitude vertical máxima de deslocamento dos ombros foi significativamente inferior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral. A amplitude horizontal de deslocamento da mão, bem como o índice de horizontalidade foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral. As durações absolutas e relativas da acção lateral interior foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral. As durações absolutas e relativas da acção ascendente foram significativamente superiores nos ciclos sem fase inspiratória do que nos ciclos de inspiração frontal e tendencialmente superior nos ciclos de inspiração lateral. As durações absolutas e relativas da recuperação dos membros superiores foram significativamente superiores ao utilizar-se a técnica de inspiração frontal do que os ciclos sem fase inspiratória. As durações absolutas e relativas do segundo batimento ascendente foram significativamente superiores utilizando a técnica de inspiração frontal do que a técnica de inspiração lateral. As durações absolutas e relativas do segundo batimento descendente foram significativamente superiores nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos não inspiratórios. Os ângulos absolutos entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, foram significativamente inferiores nos ciclos de inspiração lateral do que nos restantes modelos técnicos durante a acção lateral exterior, a acção lateral interior, a acção ascendente e a recuperação dos membros superiores. Os ângulos absolutos entre aos ombros e a horizontal, no plano transverso, foram significativamente superiores nos ciclos de inspiração lateral do que nos restantes padrões respiratórios durante a acção lateral exterior, a acção lateral interior, a acção ascendente e a recuperação dos membros superiores. Os ângulos absolutos entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, foram significativamente inferiores nos ciclos sem fase inspiratórias do que nas técnicas com essa fase durante a acção lateral exterior, a acção lateral interior, a acção ascendente e a recuperação. O ângulo relativo entre o braço e o antebraço foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nas técnicas respiratórias com fase inspiratória durante a acção ascendente. A velocidade média horizontal de deslocamento da mão foi significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal durante a entrada e significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal durante a acção lateral exterior. A velocidade média horizontal de deslocamento do centro de massa foi significativamente superior nos ciclos sem fase inspiratória do que nos ciclos de inspiração frontal durante a entrada e significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nas duas técnicas inspiratórias durante a acção lateral exterior. A velocidade média horizontal de deslocamento da anca foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal durante a entrada e a acção lateral exterior. Relativamente à aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa, apenas se verificaram diferenças significativas durante a acção lateral exterior, sendo superior na técnica de inspiração frontal do que nas restantes técnicas. Da mesma forma, só se observaram diferenças significativas na aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente, sendo significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos não inspiratórios. Não se presenciou nenhuma correlação significativa entre o ângulo relativo entre o braço e o antebraço e a amplitude horizontal de deslocamento da mão ou o índice de horizontalidade durante a acção ascendente. Não se verificou nenhuma correlação significativa entre a duração absoluta, o ângulo relativo entre o antebraço e o braço e o ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital durante a acção lateral interior e a acção ascendente. Todas as correlações entre as velocidades ou as acelerações médias horizontais de deslocamento do centro de massa e da anca foram significativas. No entanto, só um nadador apresentou uma correlação de $r \geq 0.95$, em ambos os casos.

Palavras Chave: Técnica, Mariposa, Inspiração, Frontal, Lateral, Ciclos não inspiratórios

ABSTRACT

The aim of this study was to analyse the hypothetical variations of kinematical parameters, in Butterfly stroke, due to the use of different respiratory models. The sample was made of 7 national and international male swimmers, which included 3 juniors. Each swimmer swam, with a star in water, 3x3 repetitions of 25 meters Butterfly, at a velocity as close as possible from the maximal. In each moment the swimmers made exclusively frontal breathing cycles, lateral breathing cycles and non-breathing cycles. The study included the analysis of different respiratory patterns using the *Ariel Performance Analysis System* from *Ariel Dynamics Inc.* and a VCR (Panasonic AG 7355) at a frequency of 50 Hz. The stroke length and the stroke index were significantly higher in non-breathing cycles than in lateral breathing cycles. The stroke frequency was significantly higher in lateral inspiration than in frontal inspiration. The maximal vertical amplitude of displacement of the head was significantly different between all the respiratory models. The frontal breathing cycles presented the higher values, followed by the lateral breathing cycles and in last place by the non-breathing cycles. The maximal vertical amplitude of displacement of the shoulders was significantly lower using non-breathing cycles than lateral breathing cycles. The horizontal amplitude of displacement of the hand and the index of horizontally were significantly higher in non-breathing cycles than in lateral breathing cycles. The absolute and relative duration of the insweep were significantly higher in non-breathing cycles than in lateral breathing cycles. The absolute and relative duration of the upsweep were significantly higher in non-breathing cycles than in frontal breathing cycles. The absolute and relative duration of the recovery were significantly higher in frontal inspiration than in non-breathing cycles. The absolute and relative duration of the second upbeat were significantly higher in frontal inspiration than in lateral inspiration. The absolute and relative duration of the second downbeat were significantly higher using lateral inspiration than in non-breathing cycles. The absolute angles between the head and the horizontal, on the transverse plane, were significantly lower in lateral breathing cycles than in all the other respiratory models during the outsweep, the insweep, the upsweep and the recovery. The absolute angles between the shoulders and the horizontal, on the transverse plane, were significantly higher in lateral breathing cycles than in all the other respiratory patterns during the outsweep, the insweep, the upsweep and the recovery. The absolute angles between the trunk and the horizontal, on the sagittal plane, were significantly lower in non-breathing cycles than in the other respiratory techniques during the outsweep, the insweep, the upsweep and the recovery. The relative angle between the arm and the forearm was significantly higher adopting non-breathing cycles than the two breathing cycles during the upsweep. The mean horizontal velocity of the hand was significantly higher in lateral breathing cycles than in frontal breathing cycles during the entry and in the non-breathing cycles that in frontal breathing cycles during the outsweep. The mean horizontal velocity of center of mass was significantly higher in non-breathing cycles than in frontal breathing cycles during the entry and in the non-breathing cycles than in the two breathing techniques during the outsweep. The mean horizontal velocity of the hips was significantly higher in non-breathing cycles than in frontal breathing cycles during the entry and the outsweep. The mean horizontal acceleration of the center of mass only presented significant differences during the outsweep, being significantly higher using frontal inspiration than all the others models. In the same way, the mean horizontal acceleration of the hips only presented significant differences during the upsweep, being higher in lateral breathing cycles than in non-breathing ones. It wasn't found significant correlation between the relative angle between the arm and the forearm and the horizontal displacement of the hand or the index of horizontally during the upsweep. There was no significant correlation between the absolute duration, the relative angle between the arm and the forearm and the absolute angle between the trunk and the horizontal, on the sagittal plane, during the insweep and the upsweep. All the correlation between the mean horizontal velocities or accelerations of the center of mass and the hips were significant. However, in both cases, only one swimmer presented correlation of $r \geq 0.95$.

Key word: Technique, Butterfly, Breathing, Frontal, Lateral, Non-breathing cycles

A consecução de um trabalho deste tipo só é possível graças à ajuda empenhada e desinteressada de diversas pessoas para além do seu próprio autor. Assim sendo, aproveito desde já a oportunidade da agradecer profundamente àqueles sem os quais este trabalho não teria atingido o seu términos:

- Ao Prof. Dr. João Paulo pelos saberes e experiências que partilhou comigo ao longo dos últimos anos, pela forma como me apoiou na elaboração da dissertação, pela capacidade de - como sempre - atender e dar resposta às minhas constantes dúvidas e angústias;

- Ao Dr. José Santos Silva pela sua preciosa colaboração na preparação e na montagem dos equipamentos para a recolha das imagens, assim como do Mestre Ricardo Fernandes;

- À Mestre Filipa Sousa pelo seu auxílio no processo de análise das imagens;

- A todos os alunos do 5º ano da opção de Natação que ajudaram à recolha das imagens;

- Ao Instituto Politécnico de Bragança, na pessoa do seu Presidente, Prof. Dr. Dionísio Gonçalves, pelo constante estímulo para a qualificação do corpo docente da instituição;

- Aos Órgãos de Gestão da Escola Superior de Educação de Bragança pelo apoio institucional;

- Ao Vítor Lopes, Pedro Magalhães, Miguel Monteiro, Pedro Rodrigues e José Bragada pela ajuda, apoio, interesse, companheirismo e amizade demonstrados no dia-a-dia do nosso Departamento.

- E finalmente, àqueles sem os quais seria impossível atingir mais esta meta: a minha família, muito particularmente, os meus pais, os meus avós, a minha irmã e a Telma.

ÍNDICE GERAL

Pág.

I. Introdução 1

II. Revisão da literatura 5

1. As técnicas de nado 5

2. A técnica de Mariposa 7

2.1. Caracterização 7

2.2. Origem e evolução 7

2.2.1. Origem 7

2.2.2. Evolução 8

2.3. Determinantes regulamentares 11

2.4. Modelo técnico 13

2.4.1. Acção dos membros superiores 14

2.4.1.1. Trajecto motor subaquático 15

2.4.1.1.1. Entrada e acção lateral exterior 15

2.4.1.1.2. Acção lateral interior 16

2.4.1.1.3. Acção ascendente 17

2.4.1.2. Saída e recuperação 18

2.4.2. Acção dos membros inferiores 19

2.4.2.1. Batimento descendente 19

2.4.2.2. Batimento ascendente 20

2.4.3. Sincronização das acções dos membros superiores e dos membros inferiores 20

2.4.4. A posição e o movimento do corpo 21

2.4.5. Sincronização das acções dos membros superiores com o ciclo respiratório 23

2.4.5.1. Inspiração frontal 24

2.4.5.2. Ciclos não inspiratórios 24

2.4.5.3. Inspiração lateral 25

2.4.6. Outras características 25

3. Abordagens Biomecânicas para o estudo da Mariposa 28
3.1. Estudos Cinemáticos 30
3.1.1. Parâmetros gerais do ciclo gestual 31
3.1.2. Parâmetros espaciais e temporais 41
3.1.2.1. Segmentos corporais e centro de massa 41
3.1.2.2. Parâmetros angulares 47
3.1.3. Velocidades e acelerações 53
3.1.3.1. A mão 53
3.1.3.2. Centro de massa e anca 56

III. Problema e objectivos 64
1. Problema 64
2. Objectivos 64
2.1. Objectivo geral 64
2.2. Objectivos específicos 64
3. Hipóteses 66
3.1. Hipótese básica 66
3.2. Hipóteses secundárias 66

IV. Material e Métodos 68
1. Amostra e envolvimento 68
1.1. Caracterização da amostra 68
1.2. Caracterização do envolvimento 68
2. Preparação dos elementos da amostra 69
3. Registo das imagens 70
3.1.Equipamentos 70
3.2. Procedimentos 72
4. Análise das imagens 73
4.1. Equipamentos 73
4.2. Procedimentos 74
5. Variáveis em estudo 76

5.1. Variável independente 76
5.2. Variáveis dependentes 76
6. Tratamento estatístico 86

V. Apresentação dos resultados 87
1. Parâmetros gerais do ciclo gestual 87
2. Parâmetros espaciais e temporais 88
2.1. Segmentos corporais e centro de massa 88
2.2. Parâmetros angulares 93
3. Velocidades e acelerações 98
3.1. A mão 98
3.2. Centro de massa e anca 101
4. Relações entre parâmetros 108

VI. Discussão dos resultados 114
1. Parâmetros gerais do ciclo gestual 114
2. Parâmetros espaciais e temporais 117
2.1. Segmentos corporais e centro de massa 117
2.2. Parâmetros angulares 123
3. Velocidades e acelerações 129
3.1. A mão 129
3.2. Centro de massa e anca 133
4. Relações entre parâmetros 141

VII. Conclusões 147

VIII. Perspectivas para o futuro 152

IX. Bibliografia 153

X. Anexos XXVI

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1:	Cronograma sinóptico da evolução histórica da técnica de Mariposa.	11
Figura 2:	Resenha das principais condicionantes técnicas impostas pelo regulamento da *Federation International de Natation Amateur*, à técnica de Mariposa.	13
Figura 3:	Alguns dos nadadores com as marcações dos pontos anatómicos de referência.	69
Figura 4:	Localização e orientação das câmaras e dos suportes utilizados para o registo das imagens.	72
Figura 5:	Curvas de variação intracíclica da velocidade horizontal de deslocamento da anca e do CM de um dos nadadores que pertenceu à amostra.	105

ÍNDICE DE QUADROS

		Pág.
Quadro 1:	Principais diferenças entre os estudos bidimensionais e os tridimensionais.	31
Quadro 2:	Apresentação dos valores médios e dos respectivos desvios padrão dos valores da idade, do peso e da altura dos nadadores que constituíram a amostra.	68
Quadro 3:	Pontos anatómicos de referência digitalizados, em cada fotograma.	74
Quadro 4:	Parâmetros gerais do ciclo gestual analisados.	77
Quadro 5:	Amplitudes de deslocamento analisados e o parâmetro cotovelo "alto".	77
Quadro 6:	Parâmetros temporais absolutos analisados.	78
Quadro 7:	Parâmetros temporais relativos analisados.	79
Quadro 8:	Parâmetros angulares analisados.	79
Quadro 9:	Parâmetros de velocidade do centro de massa e da anca analisados	81
Quadro 10:	Parâmetros de aceleração do centro de massa e da anca analisados.	83
Quadro 11:	Parâmetros da velocidade da mão analisados.	84
Quadro 12:	Valores médios e respectivos desvio padrão dos parâmetros gerais do ciclo gestual.	88
Quadro 13:	Valores médios e respectivos desvio padrão dos parâmetros espaciais do centro de massa e dos diversos segmentos corporais estudados.	89
Quadro 14:	Valores médios e respectivos desvio padrão da duração absoluta das diversas acções motoras estudadas.	91
Quadro 15:	Valores médios e respectivos desvio padrão da duração relativa das diversas acções motoras estudadas.	92

Quadro 16:	Valores médios e respectivos desvio padrão do ângulo absoluto realizado entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, em cada fase do trajecto motor.	94
Quadro 17:	Valores médios e respectivos desvio padrão do ângulo absoluto realizado entre os ombros e a horizontal, no plano transverso, em cada fase do trajecto motor.	95
Quadro 18:	Valores médios e respectivos desvio padrão do ângulo absoluto realizado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, em cada fase do trajecto motor.	97
Quadro 19:	Valores médios e respectivos desvio padrão do ângulo relativo entre o antebraço e o braço, em cada fase do trajecto motor subaquático.	98
Quadro 20:	Valores médios e respectivos desvio padrão das componentes e da resultante da velocidade média do deslocamento da mão durante a entrada dos MS e durante a acção lateral exterior.	100
Quadro 21:	Valores médios e respectivos desvio padrão das componentes e da resultante da velocidade média do deslocamento da mão durante a acção lateral interior e durante a acção ascendente.	101
Quadro 22:	Valores médios e respectivos desvio padrão da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa por fase e da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa.	103
Quadro 23:	Valores médios e respectivos desvio padrão da velocidade média horizontal do deslocamento da anca por fase e da velocidade média horizontal do deslocamento da anca.	104
Quadro 24:	Valores médios e respectivos desvio padrão da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa por fase.	107
Quadro 25:	Valores médios e respectivos desvio padrão da aceleração média horizontal do deslocamento da anca por fase.	108
Quadro 26:	Coeficientes de Correlação de Pearson entre a amplitude horizontal máxima do deslocamento da mão e o ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção ascendente e entre o índice de horizontalidade do deslocamento da mão e o ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção ascendente.	109

Quadro 27: Coeficientes de Correlação de Pearson entre a duração absoluta, o ângulo relativo entre o braço e o antebraço e o ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital durante a acção lateral interior e a acção ascendente. 110

Quadro 28: Coeficientes de Correlação de Pearson entre a velocidade horizontal de deslocamento do centro de massa e a velocidade horizontal de deslocamento da anca. 111

Quadro 29: Coeficientes de Correlação de Pearson entre a aceleração horizontal de deslocamento do centro de massa e a aceleração horizontal de deslocamento da anca. 113

ÍNDICE DE ANEXOS

		Pág.
Quadro A1:	Valores individuais da idade, da altura e do peso.	XXVI
Quadro A2:	Valores individuais da distância de ciclo, do tempo de duração de ciclo e da velocidade de nado de ciclo ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXVI
Quadro A3:	Valores individuais da frequência de ciclo, do índice de braçada e, da amplitude vertical máxima do deslocamento da cabeça ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXVI
Quadro A4:	Valores individuais da amplitude vertical máxima do deslocamento dos ombros, da amplitude vertical máxima do deslocamento da anca e, da amplitude vertical máxima do deslocamento do centro de massa ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXVI
Quadro A5:	Valores individuais da amplitude vertical máxima do deslocamento dos joelhos, da amplitude vertical máxima do deslocamento dos tornozelos e, da amplitude vertical máxima do deslocamento da mão ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXVII
Quadro A6:	Valores individuais da amplitude horizontal máxima do deslocamento da mão, do índice de horizontalidade do deslocamento da mão e, do cotovelo "alto" ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXVII
Quadro A7:	Valores individuais do ângulo relativo entre o antebraço e o braço na entrada, do ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral exterior e, do ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral interior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXVII
Quadro A8:	Valores individuais do ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção ascendente, da duração absoluta da entrada e, da duração absoluta da acção lateral exterior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXVII

Quadro A9:	Valores individuais da duração absoluta da acção lateral interior, da duração absoluta da acção ascendente e, da duração absoluta da recuperação ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXVIII
Quadro A10:	Valores individuais, da duração absoluta do primeiro batimento descendente, da duração absoluta do primeiro batimento ascendente e, da duração absoluta do segundo batimento descendente ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXVIII
Quadro A11:	Valores individuais da duração absoluta do segundo batimento ascendente, da duração relativa da entrada e, da duração relativa da acção lateral exterior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXVIII
Quadro A12:	Valores individuais da duração relativa da acção lateral interior, da duração relativa da acção ascendente e, da duração relativa da recuperação ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXIX
Quadro A13:	Valores individuais da duração relativa do primeiro batimento descendente, da duração relativa do primeiro batimento ascendente e, da duração relativa do segundo batimento descendente ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXIX
Quadro A14:	Valores individuais da duração relativa do segundo batimento ascendente, do ângulo relativa efectuado entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, na entrada e, do ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso na acção lateral exterior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXIX
Quadro A15:	Valores individuais do ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal no plano transverso na acção lateral interior, do ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal no plano transverso na acção ascendente e, do ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal no plano transverso na recuperação ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.	XXX

Quadro A16: Valores individuais do ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal no plano transverso na entrada, do ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal no plano transverso na acção lateral exterior e, do ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal no plano transverso na acção lateral interior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXX

Quadro A17: Valores individuais do ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal no plano transverso na acção ascendente, do ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal no plano transverso na recuperação e, do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital na entrada ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXX

Quadro A18: Valores individuais do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital na acção lateral exterior, do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital na acção lateral interior e, do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital na acção ascendente ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXI

Quadro A19: Valores individuais do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital na recuperação, da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a entrada e, da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral exterior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXI

Quadro A20: Valores individuais da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral interior, velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção ascendente e, da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a recuperação ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXI

Quadro A21: Valores individuais da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante o ciclo de braçada, da velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a entrada e, da velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral exterior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXII

Quadro A22: Valores individuais da velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral interior, da velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente e, da velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a recuperação ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXII

Quadro A23: Valores individuais da velocidade média horizontal da anca durante o ciclo de braçada, da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a entrada e, da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral exterior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXII

Quadro A24: Valores individuais da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral interior, da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção ascendente e, da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a recuperação ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXIII

Quadro A25: Valores individuais da aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a entrada, da aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral exterior e, da aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral interior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXIII

Quadro A26: Valores individuais da aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente, da aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a recuperação e, da velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a entrada do MS ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXIII

Quadro A27: Valores individuais da velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a entrada do MS, da velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a entrada do MS e, da velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXIV

Quadro A28: Valores individuais da velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior, da velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior e, da velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção lateral interior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXIV

Quadro A29: Valores individuais da velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção lateral interior, da velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção lateral interior e, da velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção ascendente ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXIV

Quadro A30: Valores individuais da velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção ascendente, da velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção ascendente e, da velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a entrada dos MS ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXV

Quadro A31: Valores individuais da velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior, da velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção lateral interior e, da velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção ascendente ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. XXXV

ABREVIATURAS

($\bar{x}$)	Média amostral
(AA)	Acção ascendente
($a_{anc\text{-}AA}$)	Aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente
($a_{anc\text{-}ALE}$)	Aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral exterior
($a_{anc\text{-}ALI}$)	Aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral interior
($a_{anc\text{-}ent}$)	Aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a entrada
($a_{anc\text{-}recup}$)	Aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a recuperação dos membros superiores
(Acab-$_{AA}$)	Ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso na acção ascendente
(Acab-$_{ALE}$)	Ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso na acção lateral exterior
(Acab-$_{ALI}$)	Ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso na acção lateral interior
(Acab-$_{ent}$)	Ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso na entrada
(Acab-$_{recup}$)	Ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso na recuperação dos membros superiores
($a_{CM\text{-}AA}$)	Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção ascendente
($a_{CM\text{-}ALE}$)	Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral exterior
($a_{CM\text{-}ALI}$)	Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral interior

($a_{CM\text{-}ent}$)	Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a entrada
($a_{CM\text{-}recup}$)	Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a recuperação dos membros superiores
(AHmão)	Amplitude horizontal máxima do deslocamento da mão
(ALE)	Acção lateral exterior
(ALI)	Acção lateral interior
(Aomb-$_{AA}$)	Ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal, no plano transverso na acção ascendente
(Aomb-$_{ALE}$)	Ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal, no plano transverso na acção lateral exterior
(Aomb-$_{ALI}$)	Ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal, no plano transverso na acção lateral interior
(Aomb-$_{ent}$)	Ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal, no plano transverso na entrada
(Aomb-$_{recup}$)	Ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal, no plano transverso na recuperação dos membros superiores
(APAS)	*Ariel Performance Analysis System*
(Atrc-$_{AA}$)	Ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital na acção ascendente
(Atrc-$_{ALE}$)	Ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital na acção lateral exterior
(Atrc-$_{ALI}$)	Ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital na acção lateral interior
(Atrc-$_{ent}$)	Ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital na entrada
(Atrc-$_{recup}$)	Ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital na recuperação dos membros superiores
(AVanca)	Amplitude vertical máxima do deslocamento da anca
(AVcab)	Amplitude vertical máxima do deslocamento da cabeça

(AVCM)	Amplitude vertical máxima do deslocamento do centro de Massa
(AVjoe)	Amplitude vertical máxima do deslocamento dos joelhos
(AVmão)	Amplitude vertical máxima do deslocamento da mão
(AVomb)	Amplitude vertical máxima do deslocamento dos ombros
(AVtorn)	Amplitude vertical máxima do deslocamento dos tornozelos
(C)	Cotovelo "alto"
(C_{-AA})	Ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção ascendente
(C_{-ALE})	Ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral exterior
(C_{-ALI})	Ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral interior
(C_{-ent})	Ângulo relativo entre o antebraço e o braço na entrada
(cf.)	Confrontar
(CM)	Centro de Massa
($Dabs-_{1^{o}\,BA}$)	Duração absoluta do 1º batimento ascendente
($Dabs-_{1^{o}\,BD}$)	Duração absoluta do 1º batimento descendente
($Dabs-_{2^{o}\,BA}$)	Duração absoluta do 2º batimento ascendente
($Dabs-_{2^{o}\,BD}$)	Duração absoluta do 2º batimento descendente
($Dabs-_{AA}$)	Duração absoluta da acção ascendente
($Dabs-_{ALE}$)	Duração absoluta da acção lateral exterior
($Dabs-_{ALI}$)	Duração absoluta da acção lateral interior
($Dabs-_{ent}$)	Duração absoluta da entrada
($Dabs-_{recup}$)	Duração absoluta da recuperação dos membros superiores
(DC)	Distância de ciclo
(DLT)	*Direct Linear Transformation*
(dp)	Desvio padrão
($Drel-_{1^{o}\,BA}$)	Duração relativa do 1º batimento ascendente
($Drel-_{1^{o}\,BD}$)	Duração relativa do 1º batimento descendente
($Drel-_{2^{o}\,BA}$)	Duração relativa do 2º batimento ascendente
($Drel-_{2^{o}\,BD}$)	Duração relativa do 2º batimento descendente

(Drel-$_{AA}$)	Duração relativa da acção ascendente
(Drel-$_{ALE}$)	Duração relativa da acção lateral exterior
(Drel-$_{ALI}$)	Duração relativa da acção lateral interior
(Drel-$_{ent}$)	Duração relativa da entrada
(Drel-$_{recup}$)	Duração relativa da recuperação dos membros superiores
(*et al.*)	E colaboradores
(F)	Teste de Fisher
(FG)	Frequência gestual
(FINA)	*Federation International de Natation Amateur*
(IB)	Índice de braçada
(IHmão)	Índice de horizontalidade do deslocamento da mão
(MI)	Membros inferiores
(MS)	Membros superiores
(NPD)	Natação Pura Desportiva
(p)	Probabilidade
(T)	Tempo de duração de ciclo
(V_{anc-AA})	Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente
($V_{anc-ALE}$)	Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral exterior
($V_{anc-ALI}$)	Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral interior
($V_{anc-ent}$)	Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a entrada
($V_{anc-media}$)	Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante o ciclo de braçada
($V_{anc-recup}$)	Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a recuperação dos membros superiores
(V_{CM-AA})	Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção ascendente

($V_{CM\text{-}ALE}$) Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral exterior

($V_{CM\text{-}ALI}$) Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral interior

($V_{CM\text{-}ent}$) Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a entrada

($V_{CM\text{-}media}$) Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante o ciclo de braçada

($V_{CM\text{-}recup}$) Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a recuperação dos membros superiores

($V_{m\text{-}R\text{-}AA}$) Velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção ascendente

($V_{m\text{-}R\text{-}ALE}$) Velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior

($V_{m\text{-}R\text{-}ALI}$) Velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção lateral interior

($V_{m\text{-}R\text{-}ent}$) Velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a entrada dos MS

($V_{m\text{-}x\text{-}AA}$) Velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção ascendente

($V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$) Velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior

($V_{m\text{-}x\text{-}ALI}$) Velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção lateral interior

($V_{m\text{-}x\text{-}ent}$) Velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a entrada do MS

($V_{m\text{-}y\text{-}AA}$) Velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção ascendente

($V_{m\text{-}y\text{-}ALE}$) Velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior

($V_{m\text{-}y\text{-}ent}$) Velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a entrada do MS

($V_{m\text{-}z\text{-}AA}$) Velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção ascendente

($V_{m\text{-}z\text{-}ALE}$) Velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior

($V_{m\text{-}z\text{-}ALI}$) Velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção lateral interior

($V_{m\text{-}z\text{-}ent}$) Velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a entrada do MS

(Vn) Velocidade média de nado

I. Introdução

A performance do nadador é influenciada por diversos factores. De acordo com Weinek (1983) e Vilas-Boas (1987a), os factores de que depende o rendimento de um nadador são os constitucionais, os psicomotores, os condicionais e os coordenativos. Quer isto dizer que a melhoria do desempenho, em Natação Pura Desportiva (NPD), não depende única e exclusivamente de condicionalismos bioenergéticos mas, também de factores de ordem técnica (Holmér, 1974; 1983; Miyashita, 1975).

O refinamento do gesto técnico, em NPD, permite uma melhoria da acção propulsiva e uma utilização optimizada dos recursos energéticos. Daí a constante procura de novas soluções técnicas. Logo, será de prever que de entre as diversas opções técnicas à disposição do nadador, este escolha aquela que lhe pareça ser a mais eficiente, na ânsia de melhorar o seu desempenho desportivo.

Um exemplo ilustrativo deste facto é o que se verifica na técnica de Bruços. Essa mesma técnica comporta diversas variantes, sendo usual observar-se a utilização de forma regular em situação de treino e de competição de qualquer uma delas. Vilas-Boas (1993) realizou a caracterização biofísica das variantes de Bruços Formal, de Bruços Natural e de Bruços Natural com recuperação aérea dos membros superiores. Nesse estudo, Vilas-Boas (1993) constatou que a escolha de uma determinada variante da técnica de Bruços, por parte de um dado nadador, dependerá de diversos pressupostos. Por exemplo, poder-se-á referir que de acordo com Colman et al. (1992), Persyn et al. (1992), Zhu (1996) e Zhu et al. (1997), a variante de Bruços Natural será mais indicada para nadadores que apresentem bons níveis de flexibilidade. Assim, parece que não existe uma variante que se possa afirmar categoricamente como a mais eficiente para todos os sujeitos. Isto é, no caso particular da técnica de Bruços, a adopção de uma determinada variante dependerá das características morfológicas do nadador, dos seus níveis de força e de flexibilidade (Colman et al., 1992; Zhu et al., 1997).

No caso particular da técnica de Mariposa, relativamente à posição e à acção da cabeça, também existem diversas opções. Frequentemente vê-se nadadores que não inspiram em determinados ciclos de braçada, isto é, que realizam ciclos de nado não inspiratórios (Counsilman, 1968; Chollet, 1997; Costill et al., 1992; Maglischo, 1993; Cunha, 1997); e que noutras situações realizam ciclos inspiratórios. Nesses ciclos inspiratórios, podem ser adoptadas duas técnicas distintas. Numa delas, o nadador realiza uma extensão cervical da cabeça, portanto, utiliza a técnica de inspiração frontal. Na outra, efectua uma rotação lateral da cabeça, ou seja, executa a técnica de inspiração lateral (Counsilman, 1968; Chollet, 1997; Costill et al., 1992; Maglischo, 1993; Rushall, 1996; Barbosa et al., 1999).

Na verdade, quando os nadadores utilizam ciclos inspiratórios, a técnica de inspiração frontal parece ser a adoptada pela maioria dos sujeitos. Contudo, a técnica de inspiração lateral não deverá ser desprezada em virtude de ser a primeira opção de diversos nadadores, inclusive de elite, como por exemplo de ex-recordistas do mundo, de vencedores de Campeonatos do Mundo e da Europa e, de Jogos Olímpicos.

Com efeito, poucos estudos foram realizados, até ao momento, sobre o assunto e a maioria deles são bastante recentes. Barbosa et al. (1999), compararam a cinemática da técnica de Mariposa, em jovens nadadores, ao utilizarem a técnica de inspiração frontal e a técnica de inspiração lateral. Por sua vez, Cunha (1997) estudou as alterações da cinemática da técnica de Mariposa, quando se efectuam ciclos de braçada não inspiratórios e ciclos de braçada em que se utiliza a técnica de inspiração frontal, em dois grupos de níveis de rendimento distintos, a duas velocidades de nado diferentes. Em ambos os casos, o estudo foi realizado a partir de uma análise bidimensional. Finalmente, Hahn e Krug (1992), ao estudarem a coordenação inter-segmentar nas técnicas simultâneas, também analisaram as variações cinemáticas decorrentes da utilização da inspiração frontal e de ciclos não inspiratórios, em Mariposa.

Em síntese, parece que até à data poucos estudos foram efectuados sobre esta matéria. Para mais, esta parece ser uma preocupação recente dos investigadores da área.

No entanto, esses estudos apresentam a limitação de todos eles apenas compararem duas das técnicas de respiração (ciclos não inspiratórios vs. técnica de inspiração frontal e, técnica de inspiração frontal vs. técnica de inspiração lateral), ou seja, de não compararem a cinemáticas das três opções disponíveis num só estudo. E por fim, pelo facto dos estudo de Cunha (1997) e de Barbosa et al. (1999), serem análises bidimensionais. Não significa que esses estudos sejam de todo de negligenciar, antes pelo contrário, foram um forte apoio para identificação de algumas das variáveis mais importantes a examinar no presente estudo.

Assim, foi objectivo deste trabalho efectuar uma análise tridimensional da cinemática da técnica de Mariposa, ao realizar-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. Por outras palavras, comparar a cinemática da técnica de Mariposa ao adoptar-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios, tendo por base a análise tridimensional da referida técnica de nado.

Esta dissertação vai iniciar-se com a revisão da literatura. Aqui, vai efectuar-se a localização da Mariposa no quadro das restantes técnicas de nado. De seguida passa-se à análise da referida técnica, caracterizando-a e, discorrendo sobre as suas origens e evolução. Depois, apresentam-se as determinantes regulamentares, impostas pela *Federation International de Natation Amateur* (FINA). Após isto, efectua-se a descrição do actual modelo técnico. Por fim, vai realizar-se uma breve abordagem sobre os estudos Biofísicos em Mariposa, que passará em revista os principais estudos no domínio da Bioenergética e da Biomecânica. No domínio da Biomecância, faz-se uma resenha dos principais estudos dinamométricos, electromiográficos e cinemáticos tendo como objecto de estudo a técnica de Mariposa, com particular incidência para aqueles relativos às técnicas de respiração.

Na segunda fase deste trabalho, a fase experimental, apresenta-se o problema em estudo e definir-se os objectivos e as respectivas hipóteses. A seguir, caracteriza-se a amostra e o envolvimento. Depois, passa-se a descrever os processos de preparação dos

elementos da amostra, os procedimentos de registo e de análise das imagens, as variáveis em estudo e, por fim, os procedimentos estatísticos utilizados.

Posto isto, serão apresentados os resultados obtidos em cada uma das variáveis estudadas, segue-se a sua discussão e confrontação com a literatura e, finalmente, são sintetizadas as principais conclusões retiradas do estudo.

II. Revisão da Literatura

1. As técnicas de nado

Uma prova de NPD pode ser decomposta em três momentos, são eles o momento da partida, o momento da viragem e o momento de nado propriamente dito (Hay e Guimarães, 1983; Hay, 1988; Absalyamov et al., 1989). Todavia, alguns autores, como por exemplo Maglischo (1993), ainda descrevem um quarto momento, que será o da chegada ao finalizar a prova. O momento de partida consiste no intervalo de tempo que medeia entre o sinal de partida e o início do deslize do nadador, antes de iniciar o nado propriamente dito. O momento de viragem comporta o período desde a aproximação à parede até ao retorno do ciclo gestual de nado, após a execução da viragem. O momento de nado incorpora o período de tempo entre o deslize que precede a partida ou a viragem e a aproximação da parede testa, para efectuar a viragem ou para finalizar a prova.

Concomitantemente, pode-se considerar que serão três as vertentes técnicas a abordar na NPD, ou seja, as técnicas de partida, as técnicas de viragem e as técnicas de nado.

De entre as técnicas de nado existentes, actualmente são reconhecidas como sendo as técnicas de nado formal em NPD a técnica de Crol, a técnica de Costas, a técnica de Bruços e a técnica de Mariposa.

As técnicas de nado são classificadas de acordo com a posição do corpo, a acção dos membros superiores (MS) e dos membros inferiores (MI) e, o tipo de produção de força propulsiva pelos MS e pelos MI. Tomando em consideração a posição do corpo, as técnicas decompõem-se em ventrais ou dorsais, dependendo do decúbito em que se encontra o nadador no momento de nado. As técnicas também poderão ser classificadas como simultâneas ou alternadas, tomando em consideração se a acção dos dois MS e dos dois MI é realizada simultânea ou alternadamente. Finalmente, de acordo com o tipo de produção de força propulsiva pelos MS e pelos MI, as técnicas de nado podem ser

caracterizadas como contínuas ou descontínuas. Isto é, existem técnicas que se caracterizam por manterem ao longo de todo o ciclo gestual a produção de força propulsiva e outras, em que determinado momento do ciclo se verifica uma fase passiva, sem aplicação da referida força.

Desta forma, a técnica de Costas é uma técnica dorsal; em contraponto às restantes técnicas que são ventrais. As técnicas de Bruços e de Mariposa são simultâneas; enquanto que as técnicas de Crol e de Costas são alternadas. Já as técnicas de Bruços e de Mariposa são descontínuas. No entanto, as técnicas de Crol e de Costas são contínuas.

No caso da técnica de Mariposa, assim como na de Bruços, as Regras Técnicas da FINA (1998-2000) obrigam a que a acção dos dois MS e dos dois MI sejam simultâneas, o que leva a uma maior variação por ciclo na velocidade de deslocamento do centro de massa do nadador (Craig e Pendergast, 1979). Consequentemente, as técnicas descontínuas são menos económicas que as técnicas contínuas já que, para uma mesma velocidade horizontal média, o dispêndio energético será superior (Holmér, 1974; 1983; Vilas-Boas, 1993). Com efeito, segundo Kornecki e Bober (1978), as variações intracíclicas da velocidade horizontal são particularmente elevadas na técnica de Mariposa. Isto justifica-se em virtude de nas técnicas simultâneas, em cada ciclo gestual, será necessário reacelerar a massa após esta ter sido frenada durante a fase resistiva precedente. Em síntese, a técnica de Mariposa em conjunto com a técnica de Bruços, são as menos económicas das técnicas de nado da NPD (Craig e Pendergast, 1979). E na realidade, segundo Holmér (1974; 1983) e Pendergast et al. (1978), a técnica de Mariposa é aquela que evidencia uma menor economia motora, de entre todas as técnicas de nado formal.

Assim sendo, urge encontrar novas soluções para que a eficiência das referidas técnicas seja melhorada. Isto é, que para um mesmo gasto energético seja possível aumentar a velocidade de nado ou então, que para uma mesma velocidade de nado, os

gastos energéticos diminuam. Uma das soluções para este problema poderá passar pelo encontro e inclusão de novas características nas técnicas de nado em causa.

2. A técnica de Mariposa

2.1. Caracterização

Decorrente das classificações atrás apresentadas para as técnicas de nado (cf. 1.), pode dizer-se que a Mariposa se caracteriza por ser uma técnica de nado em que o corpo se encontra numa posição ventral, em que existe uma acção simultânea dos dois MS e dos dois MI e, cuja a aplicação de força propulsiva é feita descontinuamente, devido à coincidência do momento mais propulsivo das acções dos dois MS e dos dois MI. Para mais, tomando em consideração o eixo longitudinal do corpo do nadador, observa-se uma "simetria" nas acções dos dois MS e dos dois MI, ao longo do trajecto motor.

2.2 Origem e evolução

2.2.1. Origem

A técnica de Mariposa deriva da linha evolutiva da técnica de Bruços, apesar das suas maiores semelhanças com a técnica de Crol. Quer isto dizer que foram determinadas alterações induzidas na técnica de Bruços que estão na origem da técnica de Mariposa (Vilas-Boas, 1987b).

No ano de 1926, as Regras Técnicas da FINA apenas obrigavam à simultaneidade das acções dos MS e dos MI, num mesmo plano, nas provas de Bruços. Ou seja, o regulamento técnico não contemplava a punição da recuperação aérea ou a passagem dos MS para lá da anca.

O alemão Erich Rademacher, aproveitou essa lacuna regulamentar para ganhar a prova de 200 metros Bruços dos Campeonatos da Europa de Budapeste, realizando depois da partida, antes e depois das viragens algumas braçadas com recuperação aérea dos MS (Menauds e Zins, 1974). Esta técnica mais não era que uma forma

revolucionária mas, regulamentar de nadar a técnica de Bruços (Cruells, 1956; Oppenheim, 1977). Assim, surge a técnica que viria a ser conhecida como "Bruços-Mariposa", a percursora da técnica de Mariposa (Vilas-Boas, 1987b).

A nova técnica adopta esta denominação porque a acção simultânea de recuperação aérea dos MS assemelha-se à acção das asas de uma Mariposa, de uma borboleta enquanto esta voa.

2.2.2. Evolução

No ano seguinte, em 1927, Rademacher participa num conjunto de provas nos Estados Unidos da América, tendo sido frequentemente contestado por utilizar a recuperação aérea dos MS. No entanto, dado que não violava o regulamento técnico, nunca foi desqualificado (Oppenheim, 1977).

Em 1929, um ano após os Jogos Olímpicos de Amesterdão, Rademacher abandona o Bruços-Mariposa e a técnica queda-se no esquecimento por alguns anos.

O Bruços-Mariposa é retomado por volta de 1932, quando um nadador nova-iorquino, Henry Myers, ao participar na prova das 150 jardas em três estilos (Costas, Bruços e nado livre), no Campeonato de Rio do Estado de Nova Iorque, no percurso de Bruços executa o estilo de Bruços-Mariposa. A controvérsia, assim como o interesse pela técnica, reacende-se (Oppenheim, 1977). Por exemplo, Cruells (1956, p. 124) considera o Bruços-Mariposa "*completamente antinatural e ilógico, que jamais poderá competir com o Crawl, essa maravilha da técnica natatória moderna.*" (nossa tradução)

Todavia, por altura dos primeiros Jogos Olímpicos de Los Angeles, em 1932, são poucos os nadadores a utilizarem a técnica ao longo da totalidade dos 200 metros da prova de Bruços (Vilas-Boas, 1987b).

No ano de 1935, surge o movimento ondulatório do corpo, semelhante ao que utiliza o golfinho, um dos mamíferos de maior eficiência aquática. Daí esta técnica ser conhecida como "Mariposa-Delfim de Sieg", em homenagem ao seu percursor, Jack Sieg.

Em 1946, a FINA destingue o Bruços-Mariposa do Bruços Ortodoxo. Ao longo de toda a prova de Bruços, o nadador utilizaria apenas ou o Bruços-Mariposa, ou o Bruços Ortodoxo, não permitindo o uso de diferentes técnicas numa mesma prova, como era usual até então (Oppenheim, 1977).

Nos Jogos Olímpicos de Londres, dois anos mais tarde, os seis primeiros classificados utilizaram o Bruços-Mariposa (Menaud e Zins, 1974). Quatro anos depois, nos Jogos Olímpicos de Helsínquia, todos os finalistas nadaram Bruços-Mariposa.

Em 1953, a FINA não permite a recuperação aérea dos MS nas provas de Bruços e reconhece uma quarta técnica de nado: a Mariposa. A partir desse momento são separadas as provas de Mariposa das de Bruços e os respectivos recordes (Cruells, 1956; Oppenheim, 1977).

Dois anos depois, surge a "Mariposa-Delfim de Tumpek". Esta técnica caracterizava-se pelo duplo batimento simultâneo dos MI por cada ciclo dos MS, garantido por uma ondulação bastante acentuada e que fazia dela uma sucessão de imersões profundas e prolongadas com breves aparições à superfície para respirar (Oppenheim, 1977; Tavares da Silva, 1981). Dado que o húngaro Gyorgy Tumpek terá sido o intérprete mais famoso desta forma de nado, daí a inclusão do seu nome na nomenclatura da referida técnica.

Em 1956, nos Jogos Olímpicos de Melbourne, evidencia-se uma supremacia da Mariposa-Delfim. Todavia, os nadadores americanos William Yorzyk e Shelley Mann conservavam uma posição bem mais plana sobre a água, em detrimento do movimento ondulatório bastante acentuado da técnica de Sieg (Menauds e Zins, 1974; Oppenheim,

1977; Tavares da Silva, 1981). A tendência de manter o corpo mais plano na água e com menos ondulação acentuou-se nos seguintes Jogos Olímpicos, quando todos os finalistas da prova de 200 metros Mariposa, ganha por Michael Troy, utilizam esta técnica (Menauds e Zins, 1974).

Ainda em 1956, é introduzida a actual pernada de Mariposa, de acordo com as exigências regulamentares que obrigavam à simultaneidade de acções motoras dos MI no mesmo plano vertical. Nesse mesmo ano, a sincronização dos MS e dos MI passa a ser de dois batimentos por ciclo gestual e dá-se a estreia das provas de 200 metros Mariposa masculinos e dos 100 metros Mariposa femininos no programa olímpico. Só em 1968 é que seriam introduzidas as provas de 100 metros Mariposa masculinos e de 200 metros Mariposa femininos no calendário olímpico.

A utilização das inspiração lateral na técnica de Mariposa, popularizada nos anos oitenta pelo americano Melvin Stewart e, nos anos noventa pelo russo Denis Pankratov (Rushall, 1996); serão as mais recentes referências históricas desta técnica de nado, dado o nível competitivo demonstrado pelos nadadores em questão em competições como os Campeonatos do Mundo e os Jogos Olímpicos, de onde saíram vencedores e dos recordes do mundo que bateram.

Em síntese, ao longo dos tempos é visível a tendência para quer a técnica de Bruços – de onde é originária a técnica de Mariposa – quer a própria técnica de Mariposa serem alvo de diversas alterações no seu modelo técnico, com o intuito de optimizar a eficiência motora e, logo, o rendimento do nadador. Assim, parece que a procura de inovações a nível técnico que permitam uma optimização da eficiência motora tem sido, ao longo de toda a história da NPD, uma das preocupações dos intervenientes mais directos na modalidade.

A Figura 1 apresenta o cronograma sinóptico da evolução histórica da técnica de Mariposa.

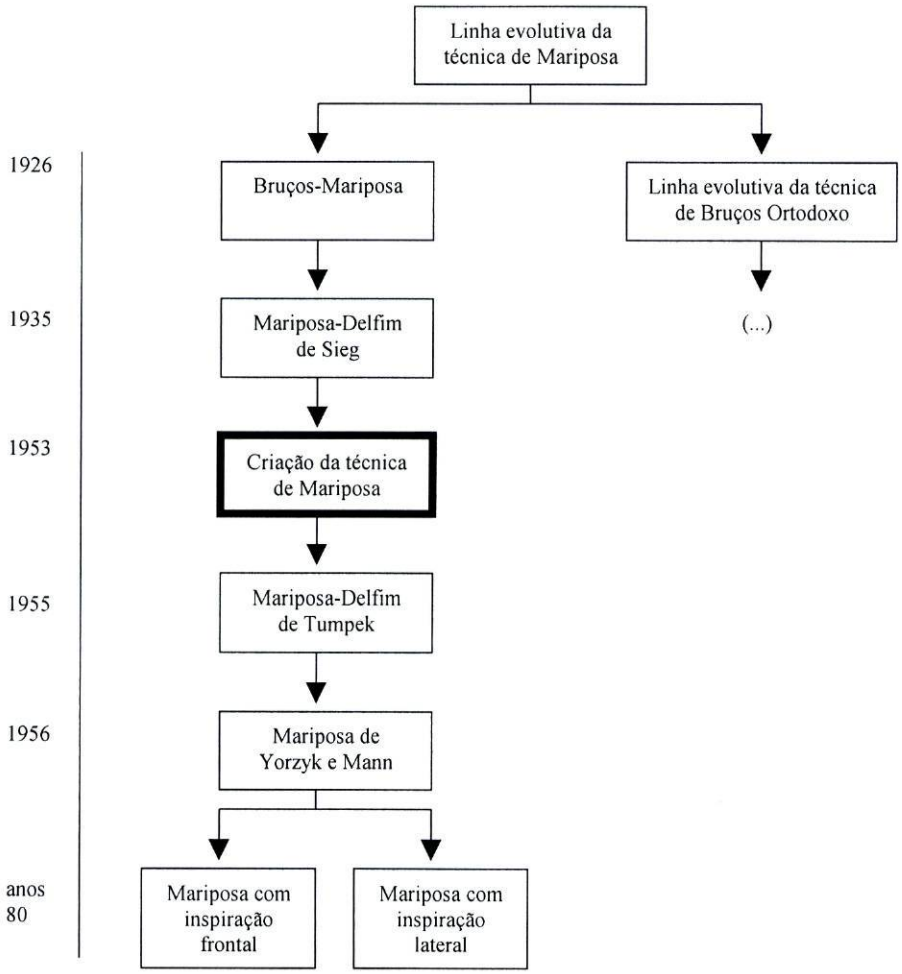

Figura 1. Cronograma sinóptico da evolução histórica da técnica de Mariposa (actualizado de Vilas-Boas, 1991).

2.3. Determinantes regulamentares

Qualquer modalidade desportiva caracteriza-se por possuir um regulamento que mais não é que um código de conduta, um código de comportamento, dos seus intervenientes. Também a NPD possui um regulamento, emanado pela FINA, no qual entre outros se encontram as regras que balizam o comportamento do nadador quando em prova.

As Regras Técnicas da FINA (1998-2000) começam a referência às provas de Mariposa a partir da oitava regra (SW 8). Actualmente, esta regra contém cinco artigos que regulam e, portanto, condicionam a execução da técnica em questão.

O primeiro artigo (SW 8.1), regulamenta a posição do corpo no decurso da prova. Nesse artigo refere-se que, "*o corpo deve estar sempre de bruços* (...) [e] *os ombros devem estar em linha com a superfície da água*" desde a partida e após cada viragem até nova viragem. O artigo SW 8.2 regulamenta a acção dos MS dizendo que "*os braços devem ser trazidos para a frente juntos sobre a água e levados atrás simultaneamente.*" O artigo seguinte determina a acção dos MI e refere que, "*todos os movimentos dos pés devem ser executados simultaneamente. São permitidos movimentos das pernas e dos pés no plano vertical, tanto para cima como para baixo, em simultâneo.*" Já os artigos SW 8.4 e SW 8.5 regulam as viragens e as chegadas no final da prova, sendo de realçar que " *será permitido ao nadador estar totalmente submerso até uma distância de 15 metros da parede, após a partida e cada viragem.*"

Com efeito, a melhoria da eficiência motora de numa dada técnica desportiva passará, entre outros processos, pela inclusão nessa mesma técnica de novas soluções a nível gestual. Todavia, a sua introdução só será viável caso, em primeiro lugar, se confirme o seu efeito ao nível da melhoria da eficiência motora e, em segundo, que não viole as regras que regulamentam essa execução. Por outras palavras, não bastará encontrar novas soluções que permitam uma melhoria significativa da eficiência motora mas, que cumulativamente, se ajustem à regulamentação existente ou aos seus casos omissos.

Caso paradigmático terá sido a origem da técnica de Mariposa (cf. 2.2.1). A adopção maciça do Bruços-Mariposa, que viria mais tarde a derivar na técnica de Mariposa, só foi possível por dois motivos. Em primeiro lugar, porque a recuperação aérea dos MS era um contributo significativo para o incremento do rendimento desportivo do nadador. Em segundo, porque aparentemente e apesar da controvérsia gerada em torno da sua utilização, não violava o regulamento técnico da altura.

Na Figura 2 apresenta-se uma resenha das principais condicionantes técnicas impostas pelo regulamento da FINA em Mariposa e que condicionarão a inclusão de novas características na referida técnica.

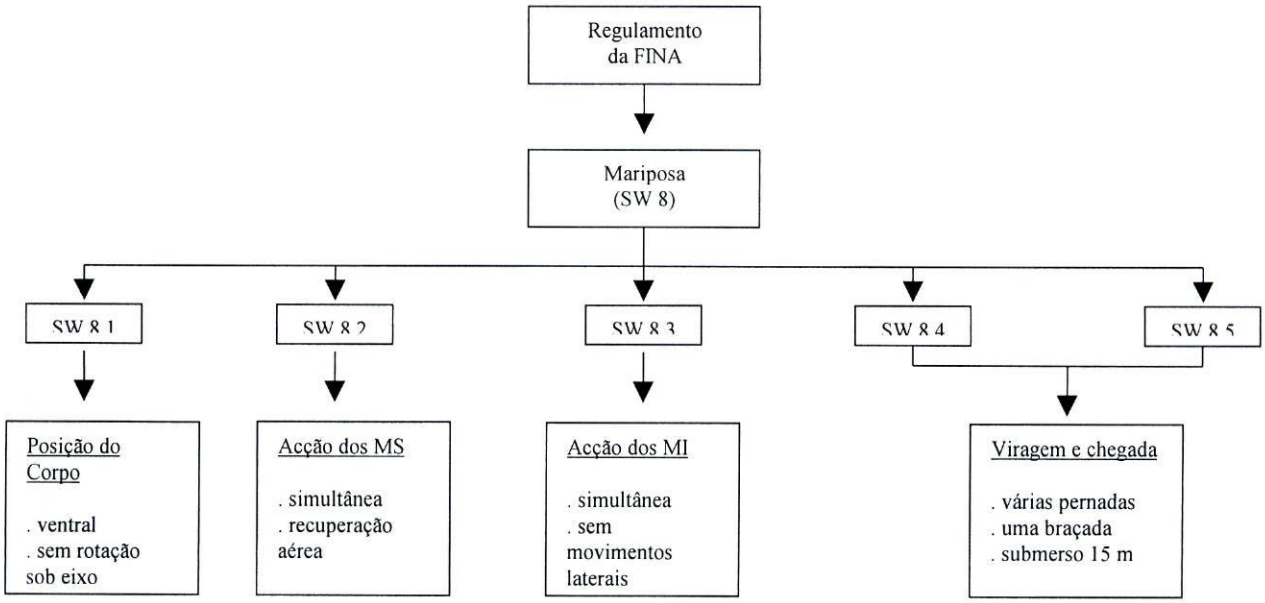

Figura 2. Resenha das principais condicionantes técnicas impostas pelo regulamento da *Federation International de Natation Amateur* (FINA), à técnica de Mariposa. MS – membros superiores; MI – membros inferiores.

2.4. Modelo técnico

Uma das áreas subsidiárias da Biomecânica é a Cibernética. Por sua vez, o método cibernético utiliza o princípio da analogia para substituir a situação real por um referencial teórico, isto é, um modelo (Abrantes, 1997).

No caso particular das técnicas desportivas, a modelação da técnica justifica-se enquanto sistema de simplificação, enquanto representação concreta das leis científicas, enquanto meio de objectivar as constantes das respostas motoras adequadas às tarefas propostas (Chollet, 1997). Assim sendo, a modelação da técnica consiste num conjunto de procedimentos que permitem alcançar do modo mais racional e económico possível o objectivo desse movimento (Alves, 1998). É uma actividade motora determinada pelos princípios biomecânicos do movimento humano, que optimiza as possibilidades de utilização da estrutura corporal para atingir o melhor resultado desportivo possível (Winter, 1990).

Um modelo eficaz deve conter uma componente quantitativa e outra qualitativa (Abrantes, 1997). De acordo com o mesmo autor, a primeira componente serve como meio de localização espacio-temporal dos acontecimentos e, a segunda, procura interpretar esses mesmos acontecimentos.

Contudo, mesmo a melhor descrição de um modelo será incompleta e imperfeita (Chollet, 1997). Ela não permite compreender a realidade em questão na sua totalidade e não traduzirá de forma absolutamente fiel a realidade (Chollet, 1997).

O modelo que se segue baseia-se na descrição efectuada por Maglischo (1993) e por Costill et al. (1992), já que se tratam de obras relativamente recentes e onde se faz uma abordagem de fundo da NPD, incluindo os modelos técnicos.

A descrição do modelo técnico em Mariposa inicia-se pela descrição das acções dos MS e dos MI. Segue-se a descrição da sincronização das acções dos MS e dos MI. Depois, analisam-se as questões relativas à posição e ao movimento do corpo, à sincronização das acções dos MS com o ciclo respiratório e, por fim, outras características que sejam pertinentes.

2.4.1. Acção dos membros superiores

Diversos autores distinguem diferentes fases para a acção dos MS na técnica de Mariposa. Barthels e Adrian (1975) subdividem o ciclo gestual em cinco fases (o "agarre", a acção lateral exterior, a acção lateral interior, o "empurre" e, a recuperação dos MS). Costill et al. (1992) descrevem seis fases (a entrada, o "agarre", a acção lateral exterior, a acção lateral interior, a acção ascendente e a saída e a recuperação). Já Maglischo (1993) inclui o "agarre" e a entrada, descrita por Costill et al. (1992), na acção lateral exterior. Finalmente, Figueiras (1995) apresenta o ciclo gestual dividido em cinco momentos (a acção lateral exterior, a acção descendente, a acção lateral interior, a acção ascendente e, a saída e recuperação dos MS).

Em síntese, apesar da diversidade de descrições propostas para a acção dos MS, esta poderá ser decomposta em dois momentos: o trajecto motor subaquático e, a saída e a recuperação dos MS. Por sua vez, o trajecto motor subaquático poderá ser dividido em três fases: a entrada e a acção lateral exterior (ALE), a acção lateral interior (ALI) e a acção ascendente (AA).

2.4.1.1. Trajecto motor subaquático

2.4.1.1.1. Entrada e acção lateral exterior

As mãos entram na água à frente da cabeça e no prolongamento da linha dos ombros ou ligeiramente ao lado. Nesta fase, as superfícies palmares devem estar orientadas para fora e para baixo.

A entrada das mãos na água é um momento do ciclo que se deve realizar de modo a que a turbulência e o arrasto de onda por ela provocada sejam mínimas, ao mesmo tempo que as mãos são colocadas na água de modo a permitir uma execução óptima das acções seguintes.

Após a entrada, as mãos deslizam à frente e dirigem-se para fora e para baixo, num trajecto curvilíneo, até passarem a largura dos ombros. Este é o momento de início de produção de força propulsiva pelos MS, também conhecido por "agarre". Neste momento, as mãos passam a deslocar-se para fora, para trás e para baixo. As mãos irão apresentar um ângulo de orientação que varia entre os 135 e os 180° e, um ângulo de ataque entre os 20 e os 45°. Simultaneamente, verifica-se uma flexão gradual dos MS pelos cotovelos.

A ALE é a fase menos propulsiva do trajecto motor subaquático (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988). Assim sendo, como já foi referido, este deverá ser um movimento suave, por forma a colocar as mãos em posição de aplicar força propulsiva em fases subsequentes (Costill et al., 1992; Maglischo, 1993). Daí que a velocidade da

mão diminua gradualmente desde a entrada até à ocorrência do "agarre" (Maglischo, 1993).

2.4.1.1.2. Acção lateral interior

A ALI é a primeira das duas fases mais propulsivas do trajecto motor subaquático, na técnica de Mariposa (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988; Costill et al., 1992; Maglischo, 1993).

Esta fase tem início quando as mãos se aproximam do ponto mais profundo da sua trajectória, que coincidirá com o final da ALE.

Nesta fase, as superfícies palmares orientam-se para trás, para cima e para dentro, descrevendo uma trajectória circular, até ficarem próximas uma da outra debaixo do tronco do nadador. Para tal, as mãos que na ALE estavam orientadas para fora e para baixo, rodam progressivamente para dentro e para cima através de uma gradual flexão dos MS até o braço e o antebraço apresentarem um ângulo relativo de aproximadamente 90° mas, mantendo o cotovelo a um nível relativamente superior ao da mão. Nesta fase as mãos apresentarão um ângulo de orientação de 0° e, um ângulo de ataque entre os 20 e os 80°, apesar dos 40° ser o valor mais frequente (Schleihauf, 1979).

Contudo, nem todos os nadadores de elite culminam a ALI com as mãos juntas debaixo do tronco. Alguns parece que iniciam precocemente a fase seguinte (Costill et al., 1992; Maglischo, 1993). Outros, em vez de executarem apenas uma ALI, realizam duas acções consecutivas (Bachman, 1983). E ainda, alguns cruzam os MS debaixo do corpo ao efectuarem a ALI (Crist, 1979). Este facto estará relacionado com a variedade de trajectos motores subaquáticos que tem vindo a ser descritos na tentativa de aumentar a eficiência desta técnica de nado e/ou com estilos pessoais de nado, que mais não são que meras interpretações pessoais do modelo técnico. Todavia, a descrição inicial tende a ser adoptada pela maioria dos nadadores.

Durante esta fase observa-se uma aceleração significativa da velocidade das mãos (Schleihauf et al., 1988; Maglicho, 1993). Também a velocidade de deslocamento do nadador tende a aumentar quando comparada com a velocidade obtida na AA (Maglischo, 1993).

2.4.1.1.3. Acção ascendente

A AA é a segunda das duas fases mais propulsivas da acção dos MS na técnica de nado em estudo (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988; Costill et al., 1992; Maglischo, 1993).

A AA inicia-se quando as mãos se encontram próximas uma da outra e debaixo do tronco do nadador. A partir desse momento, verifica-se uma rotação interna dos MS e as mãos passam a deslocar-se para fora, para trás e para cima, em direcção à superfície da água. O ângulo de orientação variará entre os 180 e os 225° e, o ângulo de ataque entre os 30 e os 60°. Ao mesmo tempo, ocorre uma extensão gradual dos MS mas, sem atingir a extensão total. As superfícies palmares rodam rapidamente para trás, para fora e para cima até atingirem o nível das coxas.

A AA, na técnica de Mariposa, é um movimento mais orientado para fora do que em Crol, sobretudo num primeiro tempo. Isto porque em Mariposa não ocorre uma rotação do corpo sobre o eixo longitudinal, o que faz com que o percurso lateral da mão entre a vertical do eixo e a posição em que emergem as mãos junto às coxas seja superior ao mesmo percurso em Crol. Por este facto, Maglischo (1993) refere que a AA é susceptível de ser subdividida em dois tempos. Um primeiro, dominantemente orientado para fora que se estende até que as mãos se encontrem à largura da anca. O segundo tempo, dominantemente orientado para cima, que se estende até à emersão das mãos e o início da recuperação aérea.

Apesar de ocorrer uma ligeira desaceleração na transição entre a ALI e a AA em alguns nadadores, durante esta última fase, ocorre uma aceleração das mãos até se

diminuir a pressão exercida sobre a água pelas superfícies palmares no fim desta fase e início da saída (Costill et al., 1992; Maglischo, 1993).

2.4.1.2. Saída e recuperação

Para se realizar a saída, as mãos diminuem a pressão sobre a água, através da uma rotação externa dos MS, por forma a orientar as superfícies palmares para as coxas.

Os cotovelos, que durante a AA se estenderam progressivamente, após a saída passam a estender-se rapidamente e dirigem-se sobre a água para cima, para a frente e para fora. Este movimento manter-se-á até que os MS se encontrem à frente dos ombros, onde se dará início a novo ciclo gestual.

Costill et al. (1992), afirmam que, na primeira fase da recuperação, os MS deverão estar em extensão completa e, na segunda fase, deve realizar-se uma ligeira flexão para que a entrada na água seja feita com o mínimo de esforço. Por sua vez, Maglischo (1993), diz existirem nadadores que recuperam os MS em extensão completa, outros que realizam a recuperação de acordo com a descrição de Costill et al. (1992) e, ainda aqueles que mantêm os MS em flexão ao longo de todo o trajecto. Segundo o mesmo autor, estas duas últimas técnicas serão as mais recomendadas pelo motivo sugerido por Costill et al. (1992). Isto porque a existência de uma flexão dos MS, tal como ocorre na técnica de Crol, diminui o momento de inércia dos MS, o que torna a recuperação mais rápida e diminui o esforço necessário para a sua execução.

Numa primeira fase da recuperação as superfícies palmares devem estar voltadas para dentro e, na segunda fase, rodam para fora com o intuito de se colocarem em posição para iniciarem novo ciclo gestual.

Durante a recuperação existe um "relaxamento" dos MS para permitir uma ligeira recuperação dos mesmos antes de se iniciar nova aplicação de força propulsiva (Colwin, 1992; Costill et al., 1992; Maglischo, 1993). Por outras palavras, sendo esta

uma fase que tem como objectivo colocar os MS em posição par aplicar novamente força propulsiva, este é o momento mais adequado para se realizar um menor esforço, o qual permitirá uma ligeira "recuperação", antes de se iniciar novo trajecto motor subaquático.

Para facilitar a recuperação aérea, os ombros devem emergir. Com efeito, a maioria dos nadadores aprendem a manter os ombros na água durante a recuperação. No entanto, filmagens de nadadores de classe mundial demonstraram que eles emergem os ombros e dirigem-nos para diante durante a recuperação (Costill et al., 1992).

Dado que os dois MS se encontram a realizar a recuperação simultaneamente, esta é a fase em que o nadador apresenta uma menor velocidade de deslocamento (Schleihauf, 1979; Maglischo, 1993).

2.4.2. Acção dos membros inferiores

A acção dos MI na técnica de Mariposa é denominada por "pernada de golfinho", dadas as similitudes entre essa acção e o movimento caudal do golfinho. A semelhança é tal, que chegaram a ser realizados estudos comparativos do movimento da parte posterior do golfinho e o movimento do mariposista (Ungerechts, 1983).

A acção dos MI em Mariposa é um conjunto de movimentos em onda, das quais se pode distinguir duas fases: o batimento descendente e o batimento ascendente.

2.4.2.1. Batimento Descendente

O batimento descendente ocorre após os pés terem atingido a superfície da água, com os MI ligeiramente flectidos. O movimento inicia-se com a flexão da anca, ao que se segue uma extensão vigorosa para baixo dos MI pelos joelhos, mantendo os tornozelos em flexão plantar e com os pés em rotação interna.

No início da fase, deve ocorrer uma ligeira flexão dos MI pelos joelhos, por forma a permitir uma maior rotação interna dos pés. Aparentemente a manutenção dos pés em flexão plantar também é um factor decisivo para executar um batimento eficiente. Segundo Costill et al. (1992) e Maglischo (1993), os mariposistas devem ser capazes de efectuar extensões das articulações tibio-társicas entre os 70 e os 85 graus a partir da vertical, com o intuito de aumentar a superfície propulsiva, dado que este batimento tem uma função predominantemente propulsiva (Barthels e Adrian, 1971; Jensen e McIlwain, 1979; Costill et al., 1992; Maglischo, 1993).

2.4.2.2. Batimento ascendente

Esta fase da acção dos MI inicia-se após a extensão total dos MI no fim do batimento descendente.

No batimento ascendente, verifica-se uma extensão ao nível da anca com a elevação dos MI até estes atingirem o alinhamento do corpo. Os pés encontram-se, durante toda a fase, numa posição natural, pelos que os joelhos estarão mais próximos entre si do que no batimento descendente e em extensão graças à pressão exercida pela água durante o movimento ascendente.

Este batimento tem uma função predominantemente equilibradora da posição corporal, já que ao elevar os MI é promovido o alinhamento entre todos os segmentos corporais (Maglischo, 1993). Por outro lado, também permite colocar os MI em posição de realizar novo batimento descendente.

2.4.3. Sincronização das acções dos membros superiores e dos membros inferiores

A sincronização das acções dos MS com as acções dos MI caracteriza-se pela realização de dois batimentos dos MI por cada ciclo gestual.

O primeiro batimento descendente coincide com a entrada dos MS na água e prolonga-se durante a ALE até ao "agarre", o que permite compensar a desaceleração provocada pela entrada dos MS. O primeiro batimento ascendente ocorre durante a ALI dos MS. Este movimento melhora o alinhamento corporal durante esta fase propulsiva da acção dos MS e recoloca os MI em posição de realizar novo batimento descendente.

O segundo batimento descendente ocorre aquando da AA e culmina com o início da recuperação dos MS, o que promove a elevação dos ombros, facilitando a recuperação aérea. O segundo batimento ascendente será executado durante a recuperação aérea dos MS, tendo as mesmas funções do primeiro batimento ascendente.

De acordo com Counsilman (1968), Costill et al. (1992), Maglischo (1993) e Figueiras (1995), o primeiro batimento descendente será mais amplo e propulsivo que o segundo porque, a cabeça encontra-se imersa durante essa acção, pelo que o arrasto hidrodinâmico oposto à direcção de deslocamento do nadador será menor, permitindo que a anca percorra uma maior distância. Se o primeiro batimento descendente parece ser mais amplo que o segundo, obviamente, o primeiro batimento ascendente também será mais amplo que o segundo (Costill et al., 1992; Maglischo, 1993).

Colwin (1992) procura justificar as diferenças observadas devido ao primeiro batimento ser uma reacção do trem inferior ao movimento de elevação da anca, enquanto os MS entram na água, enquanto o segundo batimento, será uma acção voluntária do nadador. Contudo, será de sublinhar que as diferenças entre os batimentos decorre de diferenças na posição do corpo durante a sua realização e não tanto do esforço empreendido pelo nadador (Costill et al., 1992; Maglischo, 1993).

2.4.4. A posição e o movimento do corpo

Ao longo do ciclo gestual, observam-se três posições corporais, as quais tem um papel importante na diminuição da intensidade da força de arrasto Hidrodinâmico oposta ao deslocamento do nadador (Costill et al.,1992; Maglischo, 1993):

1. o corpo deve estar o mais horizontal possível nas fases mais propulsivas da braçada (na ALI e na AA), o que é alcançado pela elevação dos MI durante a ALI e a realização de um batimento descendente menos profundo durante a AA;
2. o movimento da anca durante o primeiro batimento descendente deve dirigir-se para cima e para a frente, por forma a alinhar horizontalmente o corpo e;
3. a força do segundo batimento descendente não deverá ser tão grande que eleve a anca acima da superfície da água, porque interferirá com a recuperação dos MS, nem tão pequena que não permite manter a anca à superfície da água.

Se a primeira posição descrita decorre de uma análise estática e mais tradicional do problema; as outras duas inserem-se numa perspectiva de análise claramente dinâmica da posição corporal desta técnica de nado.

A técnica de Mariposa caracteriza-se pelo movimento ondulatório global do corpo. Ou seja, o nadador desloca as diferentes partes do seu corpo durante todo o ciclo em movimentos com componentes verticais, originando um movimento global tipo "onda" (Mason et al., 1992; Sanders et al., 1995; Figueiras, 1995).

Segundo Costill et al. (1992), um movimento ondulatório adequado caracteriza-se por:

1. a cabeça imergir quando as mãos entram na água;
2. as coxas elevarem-se o suficiente para emergir durante o primeiro batimento descendente e;
3. os MI não estarem demasiadamente afundados quando se completa o segundo batimento descendente.

De acordo com Sanders et al. (1995), a elevação da parte superior do corpo aquando da inspiração e da recuperação dos MS, aparentemente, promove um incremento da energia despendidas. Segundo os autores, essa energia parece que é

transmitida sob a forma de ondas da parte anterior até à parte posterior do corpo, isto é, em direcção céfalo-caudal, tornando-se num contributo adicional à propulsão gerada pela acção dos MI. Com efeito, os autores verificaram que existe uma correlação positiva e significativa entre a velocidade de propagação céfalo-caudal do movimento ondulatório e a velocidade horizontal do centro de massa de r=0.88 para os nadadores e de r=0.96 para as nadadoras estudadas.

Todavia, segundo Figueiras (1995), o movimento ondulatório deve ser tão acentuado quanto o necessário para uma correcta acção dos MS, dos MI e da respiração e; tão ligeira quanto possível para diminuir os desalinhamentos horizontais e consequente aplicação de força de arrasto hidrodinâmico oposta à direcção do deslocamento. No entanto, o movimento não deverá ser demasiado elevado não tanto porque aumentará a área de secção transversal na direcção do deslocamento do nadador e, portanto, a intensidade do arrasto hidrodinâmico; mas, mais para evitar um acentuado deslocamento vertical do centro de massa.

Na realidade, tal como no Bruços ondulatório, o nadador parece deslocar-se como que ao longo de um tubo de secção longitudinal aproximadamente sinusoidal, consistindo o seu movimento global num conjunto de deslocamentos segmentares oblíquos, dominantemente orientados para a frente e sucessiva e alternadamente orientados também para baixo e para cima.

2.4.5. Sincronização das acções dos membros superiores com o ciclo respiratório

O ciclo respiratório pode ser decomposto em duas partes: a inspiração e a expiração. A inspiração deverá ser rápida, forte e activa efectuada predominantemente pela boca. Por sua vez, a expiração deverá ser progressiva e realizada com as vias respiratórias imersas. Por outras palavras, a expiração deve iniciar-se logo após a submersão do rosto pela boca e pelo nariz. A saída do ar deve ser contínua e constante até ao momento que antecede a saída da boca da água. Nesta altura, deve tornar-se vigorosa, expulsando o ar remanescente nas vias respiratórias superiores e, ao mesmo

tempo, expelindo a água que se comprime contra a boca, possibilitando o início imediato de nova inspiração.

Normalmente aconselham-se os nadadores a utilizarem uma inspiração por cada dois ou três ciclos dos MS (1:2 e 1:3, respectivamente). Quer isto dizer que em determinados ciclos gestuais, os nadadores não executam a fase inspiratória, ou seja, realizam ciclos do tipo não inspiratório. Todavia, alguns nadadores utilizam com sucesso uma inspiração por ciclo, especialmente, nas provas mais longas (Maglischo, 1993). Apesar de uma frequência tão elevada de inspirações tender a afundar ainda mais os MI quando se inspira, alguns nadadores obtêm resultados de qualidade utilizando este padrão de sincronização do ciclo respiratório com a acção dos MS.

O processo utilizado pela maioria dos nadadores para inspirar consiste na utilização da técnica de inspiração frontal. Contudo, alguns nadadores tem usado com sucesso outra técnica, a de inspiração lateral. Com efeito, diversos autores também tem feito referência à técnica de inspiração lateral, como por exemplo, Counsilman (1968), Costill et al. (1992), Maglischo (1993), Figueiras (1995), Rushall (1996), Chollet (1997) e Barbosa et al. (1999).

2.4.5.1. Inspiração frontal

Aquando da entrada dos MS na água, a face deverá estar orientada para baixo. O movimento de elevação da cabeça inicia-se durante a ALE, através de uma extensão cervical da mesma. A face aproxima-se da superfície da água durante a ALI dos MS. A face emerge durante a AA e a inspiração ocorre durante esse momento e a primeira fase da recuperação dos MS.

A face deverá imergir durante a segunda fase a recuperação dos MS, através de um flexão cervical.

2.4.5.2. Ciclos não inspiratórios

Durante cada ciclo gestual em que não se inspire, a cabeça poderá romper a superfície da água tal como se inspirasse. No entanto, neste caso, a face encontrar-se-á imersa e a cabeça em flexão cervical.

Esta elevação da cabeça irá facilitar a recuperação dos MS (Maglischo, 1993), que será especialmente benéfica em nadadores com menos flexibilidade na articulação escápulo-umeral. Já no caso de nadadores com uma maior flexibilidade dessa articulação, aparentemente, eles não terão a necessidade de realizar essa elevação, pelo menos de forma tão acentuada.

2.4.5.3. Inspiração lateral

Apesar de diversos autores fazerem referência à utilização da inspiração lateral na técnica de Mariposa, poucos estudos cinemáticos do tipo quantitativo foram realizados até ao momento sobre o assunto.

A técnica parece ser bastante próxima da usada na técnica de Crol. Julga-se que a inspiração se faz através da rotação lateral da cabeça durante a AA e prolongando-se durante a primeira fase da recuperação aérea dos MS. A face retorna à sua posição inicial na última fase da recuperação dos MS, verificando-se o início da expiração imediatamente após a imersão do rosto.

2.4.6. Outras características

Costill et al. (1992) e Maglischo (1993), referem a existência de dois estilos distintos de execução do trajecto motor subaquático, na técnica de Mariposa. Um primeiro estilo caracteriza-se pelo deslocamento directamente para trás dos MS e, num segundo, em que se realiza uma ALI. Já Bachman (1983), acrescenta a estes dois estilos um terceiro, em que se realiza não uma mas duas ALI. Por sua vez, Crist (1979), compara a eficiência entre um trajecto motor em que na ALI os MS passam para lá do

eixo sagital do corpo do nadador, isto é, em que os MS se cruzam debaixo do nadador e, um trajecto motor em que se efectua uma ALI sem que haja o cruzamento dos MS.

A diferença entre os quatro estilos apresentados consubstancia-se nos deslocamentos mais ou menos diagonais da ALI e, consequentemente da AA (Figueiras, 1995). Todavia, não existe uma resposta cabal da literatura para qual será o estilo mais eficiente. Para mais, de acordo com Maglischo (1993), nadadores de classe mundial tem utilizado alguns destes estilos com bastante sucesso.

Ao analisar-se a variação intracíclica de velocidade de deslocamento do nadador, na técnica de Mariposa, poderão ser observadas duas situações distintas. O nadador ou apresenta um pico de velocidade máxima, ou dois picos de velocidade máxima (Maglischo, 1993). Nos nadadores que apresentam apenas um pico, a velocidade de deslocamento aumenta gradualmente entre a ALI e a AA, ou seja, sem que exista uma desaceleração na transição entre as duas fases. A explicação poderá residir no facto do trajecto motor subaquático destes nadadores ser menos diagonal e, portanto, mais rectilíneo (Maglischo, 1993). No caso dos nadadores que apresentam dois picos com valores bastante próximos, um durante a ALI e o outro durante a AA, ocorre na transição entre as duas fases uma aceleração negativa. O motivo de tal desaceleração será a mudança de direcção e do ângulo de ataque da mão na transição da ALI para a AA (Maglischo, 1993). Durante a ALI, a Força de Arrasto Propulsivo encontra-se orientada para fora e para a frente, enquanto a Força Ascensional está direccionada perpendicularmente à Força de Arrasto Propulsivo e com um sentido das altas para as baixas pressões, ou seja, para a frente e para dentro. Logo, a resultante destas duas forças encontra-se na direcção de deslocamento do nadador, contribuindo para a produção de Força Propulsiva Efectiva com uma intensidade relativamente elevada. Daí que a ALI seja uma das fases mais propulsivas do trajecto motor subaquático (Schleihauf, 1979; Reischle, 1993). Já na AA, como a mão se desloca essencialmente para cima e para trás, a Força de Arrasto Propulsivo terá um sentido para a frente e para baixo. Por sua vez, a Força Ascensional estará orientada para cima e para a frente. Logo, o surgimento de um segundo pico na AA será explicado pelo facto da resultante da

Força Ascensional e da Força de Arrasto Propulsivo se encontrar praticamente na direcção do deslocamento do nadador, o que favorece o surgimento de uma Força Propulsiva Efectiva com uma intensidade também relativamente elevada (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988; Reischle, 1993).

Para mais, de acordo com Colwin (1992), a transição entre a ALI e a AA caracteriza-se por ocorrer uma mudança de direcção brusca e em cada uma destas fases ocorrer uma aceleração significativa, apesar de na sua transição poder ocorrer uma ligeira desaceleração, evidências confirmadas por Mason et al. (1992) e Maglischo (1993). Estes factos são propícios à criação de vórtices em anel, que serão mais um contributo para a explicação da ALI e da AA serem as fases mais propulsivas do trajecto motor.

Da mesma forma, analisando a velocidade da mão ao longo do trajecto motor, observa-se que esta tende a crescer gradualmente, sendo máxima nas fases mais propulsivas (Mason et al., 1992; Maglischo, 1993). Verifica-se uma coincidência temporal entre a realização das acções motoras e a ocorrência de picos de aceleração positiva, excepto no caso do "*catch the wave*", o qual poderá traduzir o efeito propulsivo do movimento ondulatório do corpo (Mason et al., 1992).

Já no caso da acção dos MI, como já foi referido, o batimento descendente terá uma função predominantemente propulsiva (Barthels e Adrian, 1971; Jensen e McIlwain, 1979; Costill et al., 1992; Maglischo, 1993). A explicação para esse facto residirá no facto de se estar perante um escoamento do tipo instável, com acelerações significativas, verificadas por Mason et al. (1992) e, pela brusca mudança de direcção do movimento de descendente para ascendente, que criará um vórtice em anel (Colwin, 1992). Contudo, é possível em parte explicar a propulsão à luz da produção de Força Propulsiva Efectiva (Reischle, 1993). Na realidade, também é gerada essa força decorrente da resultante da Força de Arrasto Propulsiva e da Força Ascensional. Dado que os pés de deslocam para baixo e para a frente, o Arrasto Propulsivo terá uma orientação para trás e para cima. Por sua vez, a Força Ascensional estará orientada

perpendicularmente ao Arrasto Propulsivo e, portanto, para a frente e para cima mas, com uma maior intensidade que a outra força. Logo, a resultante destas duas forças terá uma direcção oblíqua e um sentido de trás para a frente e de baixo para cima. Contudo, a componente horizontal desta força terá uma intensidade substancialmente inferior à componente vertical. Em síntese, a projecção da resultante na direcção do deslocamento do nadador, ou seja, a componente horizontal, dado que terá uma intensidade relativamente baixa, dará algum contributo para a propulsão do nadador mas, não será de todo a mais relevante delas todas.

Chollet (1997), sublinha uma característica que poderá ser importante na táctica de uma prova. Dado que a cabeça se situa acima da linha da água durante a inspiração frontal, isso permitirá que o nadador visualize o seu deslocamento sem ter de se orientar por marcações externas, como acontece noutras técnicas. Por exemplo, poderá aferir a distância a que se encontra da parede testa para efectuar a viragem ou, a distância a que se encontra dos adversários que vão à sua frente. Por outro lado, a utilização da inspiração lateral permitirá complementar ou precisar as informações oriundas da visão periférica, obtidas ao utilizar a técnica de inspiração frontal. Por exemplo, o nadador poderá ter um controlo mais preciso dos adversários directos. Em síntese, a utilização de forma complementar das duas técnicas de inspiração poderão ser um forte contributo no controlo táctico de um prova. Se uma técnica permite obter informações mais precisas sobre o que está a ocorrer ao lado do nadador, a outra permite recolher informações mais claras dos acontecimentos à sua frente.

3. Abordagens Biomecânicas para o estudo da Mariposa

De acordo com Baumann (1995), pode-se distinguir as seguintes metodologias de aplicação em Biomecânica: os empírico-indutivos e os teórico-dedutivos. No método indutivo, a partir dos dados recolhidos de forma empírica, passa-se a deduzir afirmações genéricas. Ou seja, de forma sintética, passa-se da observação de factos particulares para a sua generalização. No processo dedutivo, efectuasse o processo inverso, ou seja, far-se-á uma inferência sobre o fenómeno em estudo com base nos conhecimentos já

existentes. Isto é, partindo de conhecimentos generalizados ir-se-á procurar explicar casos particulares.

Segundo Baumman (1995) e Amadio (1996), os métodos de medição utilizados pela Biomecânica para abordar as diversas formas de movimento são a Cinemetria, a Dinamometria, a Electromiografia e a Antropometria. Utilizando estes métodos, o movimento poderá ser descrito e modelado matematicamente, permitindo uma melhor compreensão dos mecanismos internos reguladores e executores do movimento do corpo humano (Amadio, 1996).

Assim sendo, a abordagem biomecânica na NPD e, portanto, na técnica de Mariposa também passará pela realização de estudos dinamométricos, electromiográficos e cinemáticos, procurando descrever e interpretar os mecanismos reguladores e executores do gesto técnico nesta modalidade desportiva.

A dinamometria refere-se a todo o processo que tem em vista a medição de forças, bem como a medição da distribuição de pressões (Adrian e Cooper, 1995; Amadio, 1989; 1996). Ou seja, através desta abordagem será possível interpretar a resposta dinâmica do movimento. Com efeito, alguns estudos analisaram a resposta dinamométrica, na técnica de Mariposa, como por exemplo os trabalhos desenvolvidos por Loetz et al. (1988), por Schelihauf (1979) e, por Schleihauf et al. (1988).

Como foi referido atrás, outro dos métodos de medição utilizados na Biomecânica é a Electromiografia. A análise electromiográfica refere-se ao estudo da actividade neuromuscular, através da representação gráfica da actividade eléctrica do músculo (Pezzarat Correia et al., 1993). Ou seja, a electromiografia caracteriza-se pela detecção e recolha de uma corrente eléctrica com origem nas alterações electroquímicas das fibras musculares esqueléticas ao serem excitadas, isto é, nos potenciais de acção (de Luca, 1993). No caso da NPD, este tipo de análise permite conhecer a expressão da dinâmica de determinados músculos durante a propulsão do corpo no meio aquático (Clarys, 1988). Desta forma, também foram realizados alguns estudos analisando a

actividade electromiográfica durante a execução da técnica de Mariposa, nomeadamente os trabalhos levados a cabo por Barthels e Adrian (1971) e por Lewillie (1973).

3.1. Estudos Cinemáticos

Como o próprio termo indica, os estudos cinemáticos permitem, fundamentalmente, caracterizar a cinemática da técnica em análise. Por exemplo, determinar a posição ou a orientação, a velocidade de deslocamento ou a aceleração de um determinado segmento corporal ou do centro de massa.

Existem diversos processos de análise cinemática, como seja a cinematografia, a cronofotografia, a cineradiografia e a estroboloscopia. Todavia, actualmente, o processo mais utilizado é a vídeometria.

A vantagem da vídeometria, em comparação com a cinematografia, deve-se entre outros factores, à possibilidade de se obter imagens de alta qualidade fotograma a fotograma, o menor custo do material de registo e, a maior facilidade de digitalização automática (Bartlett, 1997).

Pode-se referir a existência de dois processos distintos de análise cinemática: os estudos bidimensionais e os estudos tridimensionais. Resumidamente, os estudos bidimensionais caracterizam-se pelo registo do gesto técnico num dado plano. Já as análises tridimensionais, incluem a utilização no mínimo de duas câmaras, que registam simultaneamente planos distintos de um mesmo gesto técnico. As imagens bidimensionais captadas serão posteriormente reconstruídas tridimensionalmente, através do procedimento "*direct linear transforma*tion", desenvolvido por Abdel-Aziz e Karara (1971).

O Quadro 1 apresenta as principais diferenças entre os estudos bidimensionais e os tridimensionais.

Quadro 1. Principais diferenças entre os estudos bidimensionais e os tridimensionais (adaptado de Bartlett, 1997).

Estudos bidimensionais	Estudos tridimensionais
▪ Menor quantidade de equipamento requerido, pelo que é mais económico.	▪ Maior quantidade de equipamentos, pelo que é mais dispendioso.
▪ Permite a análise apenas do plano filmado, ignorando movimentos realizados noutros planos.	▪ Permite avaliar parâmetros, sem erros de paralaxe.
▪ São necessários menos procedimentos de digitalização.	▪ Os procedimentos metodológicos são mais complexos, como por exemplo, a sincronização de imagens e a sua reconstituição.
▪ É mais fácil estabelecer relações entre os diversos parâmetros a analisar.	▪ O movimento a analisar aproxima-se mais da realidade.
▪ Apresenta menos problemas metodológicos, como por exemplo, a reconstrução das imagens.	▪ Possibilita reconstruir vistas similares da execução, mesmo que não sejam directamente observáveis pelas câmaras.

Apesar das vantagens e das desvantagens que as análises bidimensionais, assim como as análises tridimensionais suportam, segundo Hay (1988), dado que todas as técnicas na NPD envolvem movimentos tridimensionais, a utilização de análises planares não serão as mais apropriadas. Não quer isso dizer que esse tipo de estudos sejam de todo inapropriados. Significa sim, que as análises tridimensionais revelarão informações mais completas do gesto técnico da NPD, mais próximas da realidade, como refere Bartlett (1997).

Frequentemente os estudos cinemáticos na NPD, centram-se nas questões relacionadas com o ciclo gestual, a trajectória dos movimentos, a velocidade de deslocamento e, a aceleração de diversos segmentos corporais e do próprio centro de massa. Daí que estas também sejam as variáveis em estudo neste trabalho.

3.1.1. Parâmetros gerais do ciclo gestual

O ciclo de braçada será um dos factores determinantes do rendimento desportivo na NPD. Daí que a partir dos anos 70, tenham surgido diversos estudos analisando o referido ciclo. Com efeito, até essa data, a análise da prestação desportiva baseava-se na comparação dos tempos parciais de prova dos nadadores (Soares, 1998).

O pioneiro nos estudos do ciclo de braçada foi East (1970), que estudou a relação entre a frequência gestual (FG), a distância de ciclo (DC) e a prestação dos participantes nas provas de 110 jardas dos Campeonatos Nacionais da Nova Zelândia de 1969. Antes de mais, define-se FG como sendo o número de ciclos executados por segundo (East, 1970). Ou seja, a FG será definida pelo número de ciclos realizados pelos MS numa unidade de tempo (Santos Silva, 1994). Já a DC, consiste na distância percorrida durante um ciclo de braçada (East, 1970). Isto é, o espaço percorrido pelo nadador durante um ciclo completo dos MS (Santos Silva, 1994), onde um ciclo de braçada comporta um trajecto motor completo dos dois MS.

Ao analisar a prova de Mariposa, East (1970) verificou que, no caso dos nadadores, a FG diminuía de 0.94 Hz para 0.90Hz com o aumento do tempo de nado e, da mesma forma, a DC diminuía de 1.83m.ciclo^{-1} para 1.46 m.ciclo^{-1}. No caso das nadadoras, a DC passava de 1.46 m.ciclo^{-1} para 1.34 m.ciclo^{-1}. Contudo, a FG não apresentava diferenças significativas. Assim, os nadadores apresentaram um valor médio da FG de 0.90±0.04Hz, com uma variação de 3% e, a DC um valor médio de 1.61±0.09 m.ciclo^{-1}, com uma variação de 24%. Já no sexo feminino, a FG apresentou um valor médio de 0.91±0.004Hz variando 9% e, a DC um valor médio de 1.38±0.08 m.ciclo^{-1} com uma variação de 17%. Com efeito, segundo East (1970), o aumento da performance em Mariposa caracteriza-se por alterações negligenciáveis da FG e por um marcado aumento da DC. Além disso, parecem existir valores óptimos de FG e de DC para se atingir a velocidade máxima, em função do sexo e da técnica de nado (East, 1970).

Tendo por base o estudo de East (1970), vários autores realizaram trabalhos no sentido de: (i) verificarem quais as relações entre os parâmetros do ciclo de braçada e; (ii) definirem a relação optimizada destes para cada técnica de nado, sexo e distância da prova.

Craig e Pendergast (1979) e Craig et al. (1979; 1985), foram alguns desses autores. Craig e Pendergast (1979), estudaram nadadores durante as provas de apuramento dos Estados Unidos da América para os Jogos Olímpicos. Aos parâmetros estudados por East (1970), adicionaram um novo: a velocidade média de nado. Esta variável é determinada a partir do produto da FG pela DC (Craig e Pendergast, 1979; Craig et al., 1979; 1985). Ou seja, a velocidade média de nado poderá ser determinada a partir desses parâmetros, dado que a FG é uma variável eminentemente temporal e, a DC possibilita uma caracterização principalmente no domínio espacial. Assim, será possível determinar a taxa de variação do deslocamento em ordem ao tempo.

Por conseguinte, Craig e Pendergast (1979) e Craig et al. (1979), analisaram as três variáveis em todas as provas nadadas. Nas quatro técnicas de nado, o aumento da velocidade deveu-se ao aumento da FG e à diminuição da DC. E parece que o declínio da velocidade se deve principalmente à diminuição da DC (Hay e Guimarães, 1983; Craig et al., 1985). No caso particular do aumento da velocidade média de nado, de valores mais baixos até os 80% do seu máximo nas nadadoras e até os 94% nos nadadores, deveu-se ao aumento da FG, mantendo-se nesse intervalo a DC praticamente constante. Já a velocidades máximas, a diminuição da DC foi de 18% no sexo masculino e de 15% no sexo feminino.

Na técnica de Mariposa, percorrendo 22 metros, os valores médios de FG foram de 0.93±0.02Hz nos nadadores e de 0.93±0.04Hz nas nadadoras. A velocidade média foi de 1.59±0.04 $m.s^{-1}$ e de 1.30±0.4 $m.s^{-1}$, nos sexos masculino e feminino respectivamente. Já no caso da DC, os valores médios foram de 1.71±0.6 $m.ciclo^{-1}$ nos nadadores e de 1.40±0.4 $m.ciclo^{-1}$ nas nadadoras. Assim, a FG não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os dois sexos. Todavia, a DC e a velocidade média foram significativamente superiores no sexo masculino.

Comparando a técnica de Mariposa com as restantes técnicas, ela foi mais veloz que a técnica de Costas e Bruços mas, mais lenta que a técnica de Crol, em ambos os sexos. Por outro lado, apresentou uma maior FG que a técnica de Bruços mas, menor

que a de Crol, nos dois sexos. Finalmente, a Mariposa apresentou uma maior DC do que a técnica de Crol e menor do que a Costas nos nadadores e, menor que as técnicas de Crol e de Costas nas nadadoras.

Parece também haver uma variação dos três parâmetros em função da distância nadada. A tendência parece ser para a diminuição da DC, da velocidade média e da FG com o aumento da distância. Comparando as provas de 100m com as de 200m nas provas de Mariposa, aparentemente a diminuição da velocidade decorreu da diminuição da FG e da DC (Craig et al., 1979; 1985). A justificação para tal é remetida à fadiga muscular local, particularmente elevada nesta técnica (Craig e Pendergast, 1979; Craig et al., 1979; 1985; Figueiras, 1995; Martins-Silva, 1997). Segundo os autores, em teoria, cada distância pode ser nadada com uma menor FG e uma maior DC. No entanto, para se atingir uma mesma velocidade, com menor FG, é necessário exercer mais força muscular em cada ciclo de braçada por forma a aumentar a DC, o que resultará numa maior fadiga muscular local.

Contudo, Nelson e Pike (1978) chamam a atenção que os resultados de Craig et al. (1979; 1985) e de Craig e Pendergast (1979) foram obtidos entre diferentes indivíduos e não poderão ser extrapolados para resultados decorrentes de variações intraindividuais. Contudo, Figueiras (1995) e Martins-Silva (1997), verificaram a mesma tendência ao longo de uma prova de 200 metros Mariposa.

Craig et al. (1985) compararam nas provas de apuramento dos Estados Unidos da América para os Jogos Olímpicos de 1984, os finalistas com os nadadores que nas eliminatórias nadaram entre 93 a 97% da velocidade média dos finalistas. A velocidade foi significativamente superior nos finalistas do que nos nadadores das eliminatórias, nos dois sexos e, a DC foi significativamente superior nos nadadores finalistas do sexo masculino. Craig et al. (1985), comparando os seus dados com os de Craig e Pendergast (1979), realçaram que a maior velocidade verificada no seu estudo se devia ao aumento da DC e à diminuição da FG em 9 das 11 provas analisadas.

Assim sendo, valores superiores de DC, para uma dada velocidade média de nado, parece que serão tidos como indicadores de níveis superiores de adequação mecânica da técnica de nado. Nomeadamente, em termos de comparações intraindividuais, uma vez que permitem anular o efeito das dimensões corporais (Costill et al., 1985; Smith et al., 1988).

Por sua vez, Sidney et al. (1999), ao compararem a prova de 100m Livres com a de 200m, constataram que existia uma maior velocidade média aos 100m. No entanto, a DC não apresentava diferenças significativas, apesar da FG ter sido superior aos 100m. Na prova de 100m, a FG não apresentou diferenças significativas entre o primeiro e o segundo percursos. Na prova de 200m, a FG no segundo e no terceiro percursos foram significativamente inferiores ao primeiro e ao quarto percursos. Ou seja, de acordo com Sidney et al. (1999), nadadores de elite caracterizam-se por manter FG relativamente constantes ao longo da prova. Logo, levanta-se a questão se a estabilidade a um elevado nível da FG ao longo da prova também será um critério do nível competitivo.

Foi avaliada a FG, a DC e o tempo das provas de 100m, por Kennedy et al. (1990) e de 200m por Chengalur e Brown (1992), nas quatro técnicas de nado, durante os Jogos Olímpicos de 1988. Comparando as diversas técnicas, as provas de Livres, em termos de valores médios, foi mais rápida de que as de Mariposa, que as de Costas e as de Bruços, nos 100 e nos 200 metros, o que está de acordo com os resultados de Craig e Pendergast (1979) e Craig et al. (1979; 1985). Relativamente à DC, nos nadadores, não se observaram diferenças significativas entre as provas de Bruços e de Mariposa e, entre as provas de Livres e de Costas (Chengalur e Brown, 1992). Chengalur e Brown (1992) sugerem que as técnicas onde existe uma rotação sobre o eixo longitudinal do corpo tem características similares, assim como aquelas onde se observa uma rotação em torno de um eixo medial. Contudo, apesar da explicação dada pelos autores, levanta-se a questão de saber se o motivo da similitude das características do ciclo de braçada se deve à rotação corporal ou, ao facto de serem duas delas técnicas contínuas e simultâneas e as outras técnicas descontínuas e alternadas. Por outro lado, na prova de 100 metros, a DC

na técnica de Bruços foi significativamente inferior relativamente à Mariposa, nos dois sexos (Kennedy et al., 1990).

Chengalur e Brown, (1992), correlacionou a FG com a DC, na prova de 200 metros Mariposa em ambos os sexos. Os autores observaram uma correlação elevada entre as duas variáveis nos nadadores (r= -0.78) e nas nadadoras (r= -0.87). O mesmo se passou na prova de 100 metros, para os dois sexos. Kennedy et al. (1990) verificaram a existência de uma correlação de r=-0.84 para os nadadores e de r=-0.65 para as nadadoras. Já a correlação entre o tempo final com a DC nos 100 e nos 200 metros foi negativo e maior, do que o obtido com a FG, nos dois sexos. Ou seja, maior velocidade de nado e, portanto, menor tempo final, estará associado a uma maior DC. Adicionalmente também se observa uma correlação positiva, em ambos os sexos, entre a FG e a estatura e, entre a DC e a estatura, nos 200 metros (Chengalur e Brown, 1992). O mesmo cenário verificou-se na prova dos 100 metros Mariposa, excepto a correlação entre a estatura e a FG nas nadadoras que não apresentou valores estatisticamente significativos (Kennedy et al., 1990).

Os resultados de Costill et al. (1985), de Smith et al. (1988), de Kennedy et al. (1990) e de Chengalur e Brown (1992), sugerem a existência de uma relação entre determinados parâmetros gerais do ciclo gestual nas diversas técnicas de nado, e algumas características antropométricas. O estudo dessa relação foi feita por Grimston e Hay (1986), por Pelayo et al. (1996) e, também com nadadores bastante jovens, em fase de formação, por Wille e Pelayo (1993) e por Pelayo et al. (1997).

Grimston e Hay (1986) estudaram a relação entre 21 características antropométricas e a DC, a FG e a velocidade média de nado em 12 nadadores. Nenhuma característica se relacionou significativamente com a velocidade. Todavia, 5 delas correlacionaram-se positivamente com a DC, onde o aumento dessas dimensões indiciavam aumentos da DC. Foram elas a área transversal entre as axilas (r=0.74), o comprimento do MS (r=0.68), a área transversal da mão (r=0.57), a superfície do MI (r=0.61) e a área transversal do pé (r=0.68). O comprimento do MS (r=-0.59), o

comprimento do MI (r=-0.64) e a área transversal entre as axilas (r=-0.73) também se correlacionaram significativamente com a FG. No entanto, realizando uma regressão passo-a-passo para a DC e para a FG, onde se incluiu no modelo além das características antropométricas com correlação significativa a distância da prova, esta foi a primeira variável independente a entrar no modelo. Estes resultados levam a concluir que, apesar da importância das características antropométricas, a distância da prova será mais determinante para a resposta das duas variáveis dependentes em estudo.

Pelayo et al. (1996) estudaram a relação entre a velocidade média de nado, a FG e a DC nas provas de 50m e de 100m Livres. A idade dos nadadores (r=0.49) e a sua estatura (r= 0.72) foram incluídas na regressão passo-a-passo da velocidade aos 100m. Relativamente à DC aos 50m, a idade apresentou uma associação de 0.83 e, a envergadura de 0.69. Já nos 100m, a estatura e a envergadura apresentaram uma correlação de 0.57. Estes resultados, reforçam a ideia de existir uma relação entre os parâmetros gerais do ciclo gestual e determinadas características antropométricas.

Da mesma forma, Wille e Pelayo (1993) e Pelayo et al. (1997), ao avaliarem crianças praticantes de NPD, observaram uma melhoria do seu nível com a idade, o que parece estar relacionado com fenómenos associados ao crescimento e à maturação e, portanto, às características antropométricas. A título ilustrativo, Pelayo et al. (1997), ao realizaram uma regressão passo-a-passo da DC em Crol, nos rapazes, verificaram que as primeiras variáveis independentes a serem incluídas no modelo, por ordem de entrada foram, a idade, a massa corporal e a envergadura.

Para além dos parâmetros debatidos até ao momento, Costill et al. (1985) sugerem um novo parâmetro, o índice de braçada (IB). Este índice é determinado através do produto da velocidade média de deslocamento pela DC. O indicador em questão assume que a dada velocidade, o nadador percorre uma maior DC quanto mais eficiente for. Por outras palavras, o IB expressa a capacidade do nadador se deslocar a dada velocidade com o menor número de ciclos possível (Costill et al., 1985; Tourny, 1992). Isto porque a predictibilidade do consumo máximo de oxigénio, com a inclusão

do IB, numa prova de 365.8 metros foi de 0.97, na técnica de Crol (Costill et al., 1985). Para mais, a variância do IB conjugado com a da massa magra explicou em 81% a variância do custo energético do nado a uma dada velocidade (r=0.90) Assim, parece existir uma associação bastante elevada entre o IB e a economia de nado.

Por sua vez, Lavoie et al. (1985) propõe uma outra forma de conjugar a DC com a velocidade: o *arm stroke index*. Este indicador é dado pela razão entre o número de ciclos necessários para percorrer uma dada distância e a velocidade de nado. Lavoie et al. (1985) verificaram que este parâmetro se correlacionava acentuadamente (r=0.938) com o custo energético específico de transporte na técnica de Crol, ou seja, com o inverso da economia motora.

Assim, o IB e o *arm stroke index* são os inversos um do outro, crescendo o IB e decrescendo o *arm stroke index* quando aumenta a DC para uma dada velocidade. Assume-se, portanto, que quanto mais elevado for o IB ou mais reduzido o *arm stroke index*, mais adequada mecanicamente será a técnica de nado (Costill et al., 1985; Lavoie et al., 1985).

Recentemente, Cardelli et al. (1999) sugeriram um outro indicador de eficiência técnica: a frequência respiratória. Segundo os autores, este parâmetro parece ter a vantagem, em comparação com a FG, a DC e, o IB, de permitir a comparação interindívidual e não apenas intraindívidual, dado que não dependerá de características antropométricas. Cardelli et al. (1999), referem que a frequência respiratória irá aumentar com o aumento da distância a nadar, enquanto processo adaptativo do sistema energético. Consequentemente, o aumento da frequência respiratória poderá impedir a eficiência mecânica do ciclo de braçada. A dada intensidade, o aumento da frequência respiratória estará associada a uma elevação do suprimento do sistema aeróbio e uma compensação através do aumento dessa frequência (Town e Vanness, 1990). Com o aumento dessa frequência, também se aumenta a frequência do movimento rotatório ou de extensão da cabeça, criando um desequilíbrio e, desde logo, afectando a acção propulsiva (Maglischo, 1993). Dizendo de uma outra forma, a frequência respiratória e a

sua relação com o ciclo de braçada poderá reflectir a sincronização entre a respiração e a propulsão e, portanto, a eficiência do gesto técnico. No entanto, apesar destas considerações de Cardelli et al. (1999) será aconselhável a realização de estudos adicionais para comprovar a efectiva relação entre estes parâmetros.

Figueiras (1995) e Martins-Silva (1997) avaliaram alguns dos parâmetros gerais do ciclo gestual, na técnica de Mariposa, através da utilização de *software* destinado à análise cinemática.

Figueiras (1995), comparou os parâmetros gerais do ciclo de braçada nos 4 percursos da prova de 200m, na técnica de Mariposa, entre nadadores seniores e infantis. Nos nadadores seniores, a DC no primeiro percurso foi de 1.81 $m.ciclo^{-1}$, significativamente superior ao terceiro e quarto percursos com 1.56 $m.ciclo^{-1}$ e 1.63 $m.ciclo^{-1}$, respectivamente. O tempo de cada ciclo de braçada e a FG não apresentaram diferenças significativas nos dois escalões. Já a velocidade média de nado, nos nadadores seniores, no primeiro (1.41 $m.s^{-1}$) e no segundo percurso (1.47 $m.s^{-1}$) foram significativamente superiores ao terceiro percurso (1.33 $m.s^{-1}$).

Martins-Silva (1997) avaliou 14 nadadores, na prova de 200 Mariposa, dividindo-os em três grupos de nível competitivo distintos. Também constatou que com o decorrer da prova, existia uma diminuição progressiva dos valores dos parâmetros gerais do ciclo gestual. Segundo o autor, a velocidade média e o IB foram os únicos parâmetros que permitiram distinguir os nadadores de nível superior dos de nível inferior. Ao relacionar-se a velocidade média com a DC e o IB, no primeiro caso a correlação foi de 0.57, o que está de acordo com a literatura anteriormente citada. No segundo caso foi de 0.82. No entanto, seria natural que este resultado fosse bastante elevado, dado que a correlação é determinada a partir de variáveis multicolineares. Isto é, dado que o IB é determinado a partir da velocidade média de nado e da DC, obviamente que a correlação será sempre elevada. Daí que não seja completamente correcto retirar ilações deste resultado, do ponto de vista meramente estatístico.

Relativamente à análise dos diversos parâmetros do ciclo de braçada utilizando a técnica de inspiração lateral em Mariposa, aparentemente, o único estudo conhecido é o de Haljand (1997) que ao avaliar a prova de 200m Mariposa dos Campeonatos da Europa de 1995, apresenta os resultados de velocidade média, da FG e da DC de alguns dos maiores expoentes dessa técnica, como sejam, o russo Denis Pankratov e o francês Frank Esposito. Na final da prova dos 200m, vencida por Pankratov, ele nadou a uma velocidade média de 1.66 $m.s^{-1}$, com uma FG de 0.82Hz e uma DC de 2.00 $m.ciclo^{-1}$ (Haljand, 1997). Logo, o IB, de acordo com o procedimento de Costill et al. (1985), foi nessa prova de 3.32. Na eliminatória, Pankratov nadou a uma velocidade média de 1.66 $m.s^{-1}$, com uma FG de 0.87Hz e uma DC de 1.90 $m.ciclo^{-1}$ (Haljand, 1997). Contudo, o IB foi de 3.15, inferior ao valor da final. Já Esposito, realizou uma FG de 0.77Hz e uma DC de 2.11 $m.ciclo^{-1}$, pelo que a sua velocidade média de nado foi de 1.61 $m.s^{-1}$. Consequentemente, o IB foi de 3.39, na realidade superior ao de Pankratov na final de que saíra vencedor. Comparando os resultados dos restantes participantes em prova e executantes da técnica de inspiração frontal, o IB parece ter sido claramente inferior ao dos mariposistas que realizam a técnica de inspiração lateral. Com excepção para o nadador com o 3° melhor tempo (IB=3.43), os restantes valores variaram entre os 3.15 e os 3.28 até ao 7° melhor tempo. Já a velocidade média de nado não apresentou diferenças significativas, dado que entre o 1° e o 7° melhor tempo variou entre 1.66 e 1.63 $m.s^{-1}$. Relativamente à DC, Esposito apresentou a maior distância dos 7 melhores tempos, seguido de Pankratov. A FG de Esposito foi a mais baixa dos 7 melhores nadadores. Contudo, na eliminatória Pankratov realizou a frequência mais elevada de todos os nadadores.

Já no que se concerne à utilização de ciclos não inspiratórios, a 75% e a 95% da velocidade máxima, a DC foi sempre superior nos ciclos não inspiratórios, apesar de existirem diferenças significativas apenas em nadadoras não especialistas (Cunha, 1997). Comparando a DC entre nadadoras especialistas e não especialistas em mariposa, esse parâmetro foi tendencialmente inferior nas mariposistas. Comparando os ciclos não inspiratórios com os inspiratórios, nas nadadoras não especialistas, a FG foi superior ao realizar-se ciclos não inspiratórios. No entanto, a FG nas mariposistas foi superior à das

especialistas de outras técnicas ao nadar a 95% da velocidade máxima. Relativamente ao tempo de duração do ciclo de nado, tal como na FG, nas nadadoras especialistas foi superior quando nadaram a 95% da velocidade máxima.

3.1.2. Parâmetros espaciais e temporais

Apesar da relativa escassez de estudos cinemáticos debruçados sobre a técnica de Mariposa, quando em comparação com outras técnicas de nado (Figueiras, 1995); a maioria deles dedicam-se – pelo menos em parte – à análise de parâmetros espaciais, isto é, ao estudo das distâncias e das trajectórias percorridas pelos diversos segmentos corporais e pelo centro de massa e, a análise de parâmetros temporais, ou seja, da duração absoluta e/ou relativa das acções dos segmentos corporais e do centro de massa.

3.1.2.1. Segmentos corporais e centro de massa

Segundo Counsilman (1968) e Clarys e Jiskoot (1975), o nadador ao elevar a cabeça para inspirar tenderá a afundar o tronco e os MI, o que aumentará a área de secção transversa relativamente à direcção do deslocamento e, portanto, a Força de Arrasto Hidrodinâmico.

Clarys (1979), ao determinar o Coeficiente de Arrasto para uma dada velocidade de nado e Número de Reinolds, constatou que no caso da manutenção da posição horizontal com a cabeça emersa, o Coeficiente de Arrasto era maior do que com a cabeça numa posição "natural". Sabendo que o Coeficiente de Arrasto é uma variável que influencia a Força de Arrasto, quer isso dizer que ao elevar-se a cabeça, aumenta-se o referido coeficiente e também a Força de Arrasto Hidrodinâmico. Logo, para uma dada força propulsiva, a velocidade de nado diminuirá.

Estes resultados despertaram o interesse dos nadadores em reduzirem tanto quanto possível a Força de Arrasto. No caso da técnica de Mariposa, a técnica de respiração adoptada foi uma das estratégias utilizadas por eles com esse fim.

Nomeadamente, a execução de ciclos não inspiratórios e de ciclos de inspiração lateral, dado que aparentemente, com estas técnicas, a Força de Arrasto a que estarão sujeitos é menor.

Assim, este facto aliado ao movimento de Mariposa ser do tipo ondulatório, leva a que diversos investigadores avaliem a amplitude vertical e a amplitude horizontal de diversos segmentos corporais e do centro de massa.

Ungerechts (1983) comparou o movimento caudal dos golfinhos com a acção dos MI dos mariposistas. Não encontrou diferenças significativas na velocidade de ondulação, quando relativizada ao comprimento do sujeito em análise. A amplitude vertical do batimento descendente era similar à do batimento ascendente e, a amplitude vertical do segundo batimento descendente era superior à do primeiro. Não se verificaram diferenças significativas na duração absoluta dos batimentos ascendente e descendente, nos nadadores. Da mesma forma, não se observaram diferenças significativas na frequência das acções entre os golfinhos e os nadadores. Contudo, a duração relativa do batimento ascendente foi significativamente superior nos nadadores. Assim, parece que o movimento do nadador é próximo ao do golfinho, consistindo numa sucessão de movimentos ondulatórios, com amplitudes e durações relativas semelhantes.

Sanders et al. (1995), realizaram um estudo tridimensional de oito nadadores e oito nadadoras mariposistas e/ou estilistas. Segundo os autores do estudo, a amplitude vertical do deslocamento da cabeça e dos ombros, são acções particulares de uma oscilação do tipo sinusoidal, onde o centro de massa apresenta a menor variação da amplitude vertical, seguido da anca. Por outras palavras, Sanders et al. (1995), registaram um aumento da amplitude vertical dos segmentos em função da sua maior distância ao centro de massa. Ou seja, a cabeça e os pés apresentaram a maior amplitude, seguidos dos ombros e dos joelhos e, em último lugar a anca e o centro de massa. Na verdade, Sanders et al. (1995) e Sanders (1996) observaram nos nadadores uma sequência de ondulações com direcção céfalo-caudal, tendo a cabeça um papel

determinante na liderança das oscilações. Efectivamente, a oscilação da cabeça promoveu a oscilação dos ombros, em média 35.0±7.5° nos nadadores e, 30.6±8.5° nas nadadoras (Sanders et al., 1995). Da mesma forma, a ondulação dos ombros precedem a da anca, a oscilação da anca a dos joelhos e, a oscilação dos joelhos a dos tornozelos.

De acordo com Sanders et al. (1995) aparentemente, a elevação da parte superior do corpo aquando da inspiração e da recuperação dos MS, promoverá um incremento na energia gasta pelo nadador. Essa energia será transmitida sob a forma de ondas da parte anterior do corpo até à parte posterior - ou seja, em direcção céfalo-caudal - tornando-se desta forma num contributo adicional à propulsão gerada pela acção dos MI (Sanders et al., 1995).

Estes resultados são fortes evidências que suportam a ideia de Ungerechts (1983), de que os mariposistas utilizam o movimento ondulatório, similar aos dos golfinhos, como um acréscimo do contributo propulsivo (Sanders et al., 1995; Persyn et al., 1997; Alves et al., 1998).

Cunha (1997), ao comparar ciclos de inspiração frontal com ciclos não inspiratórios, constata que a amplitude vertical da anca é superior em nadadoras não especialistas a 75% da sua velocidade máxima. Nos restantes segmentos, a amplitude vertical foi ligeiramente superior nas nadadoras não especialistas em Mariposa. Em cada grupo, comparando as técnicas de respiração, não existiram diferenças significativas. A amplitude vertical dos tornozelos foi significativamente superior nas nadadoras não especialistas, o que foi justificado por elas emergirem por vezes os pés e as pernas e, pela maior inclinação do tronco, no plano sagital (Cunha, 1997). A amplitude vertical do centro de massa e dos ombros foi similar a todas as velocidades nos dois grupos. Isto é, estes resultados parecem indicar que não haverá uma alteração acentuada do movimento ondulatório quando se comparam ciclos de braçada em que se realiza a técnica de inspiração frontal e ciclos não inspiratórios.

Segundo Counsilman (1968), Costill et al. (1992) e Maglischo (1993), apesar de parecer ocorrer uma menor amplitude vertical de deslocamento da cabeça e uma melhor posição corporal na água ao inspirar-se lateralmente, ao contrário do que ocorre na técnica de Crol, em Mariposa, o nadador como não pode realizar uma rotação acentuada do corpo em torno do seu eixo longitudinal e, como não terá flexibilidade suficiente na zona cervical para emergir a boca através de uma rotação, tenderá a elevar a cabeça a um nível próximo, e por vezes até superior, ao que faria para inspirar frontalmente.

Contudo, Barbosa et al. (1999), ao compararem a amplitude vertical máxima de deslocamento e o declive do deslocamento da cabeça, dos ombros, da anca, dos joelhos e dos tornozelos, em nadadores ao realizarem ciclos de inspiração lateral e ciclos de inspiração frontal, não encontraram diferenças significativas nos segmentos estudados. A única excepção foi para a cabeça que apresentou valores significativamente inferiores ao utilizar-se a técnica de inspiração lateral. Todavia, os restantes parâmetros foram tendencialmente inferiores na mesma técnica de inspiração. Ou seja, a técnica de Mariposa com inspiração lateral parece ser mais plana e menos ondulatória do que a mesma técnica de nado mas, realizando-se a inspiração frontalmente. Esta ideia também é partilhada por Rushall (1996), Avdeienko (1997) e Kolmogorov (1997).

Counsilman (1968) e Maglischo (1993) sustentam a ideia da importância da manutenção do cotovelo num plano mais elevado do que o antebraço e a mão desde a sua entrada na água mas, especialmente a partir do momento do "agarre". A manutenção do cotovelo numa posição mais elevada, permitirá gerar mais força pelos músculos rotadores do braço (entre outros, o Subscapular e o Grande Redondo) e dos adutores do mesmo (particularmente o Grande Dorsal), o que permitirá gerar mais força propulsiva (Counsilman, 1968). Além disto, segundo o mesmo investigador, permitirá uma aplicação mais eficiente da força propulsiva para trás, à luz da única teoria propulsiva vigente na época, a Teoria do Arrasto Propulsivo.

Togashi e Nomura (1992), ao analisarem 25 mariposistas em formação, avaliaram o ângulo relativo entre o antebraço e o braço. O ângulo variou entre os 128.0°

e os 240.6°. Os autores encontraram uma correlação de r=-0.606 entre esse ângulo, no "agarre" e nas fases seguintes, com a velocidade horizontal de deslocamento do tronco. Por outras palavras, este dado sugere que nadadores com elevadas velocidades médias de deslocamento tendem a apresentar ângulos relativos entre o antebraço e o braço menores. Togashi e Nomura (1992) também detectaram uma correlação significativa entre a fase de surgimento de uma posição alta do cotovelo e a velocidade horizontal de deslocamento do tronco (r= -0.570), o que reforça a ideia de que a colocação bem cedo do cotovelo nessa posição, promove uma maior velocidade horizontal de deslocamento do tronco.

Figueiras (1995), ao comparar a prova de 200 metros Mariposa em nadadores infantis e seniores também avaliou este parâmetro. Seria de esperar que com o decurso da prova, e portanto com o degradar do gesto técnico devido à fadiga muscular local, a tendência fosse para uma diminuição significativa dos valores do parâmetro "cotovelo alto", especialmente nos nadadores infantis. Porém, não foram encontradas diferenças significativas ao longo da prova, nem entre escalões. No entanto, os valores foram tendencialmente inferiores com o decorrer da prova, apesar das diferenças não terem qualquer significado estatístico.

Maglischo (1993) diz que ao utilizar-se a técnica de inspiração lateral, ocorre uma ligeira rotação do corpo em torno do seu eixo longitudinal (cf. 3.1.2.2.) Essa rotação terá, segundo o mesmo autor, influência na manutenção do cotovelo numa posição mais elevada que o antebraço e a mão. Como ao inspirar-se lateralmente existe uma rotação do corpo, o cotovelo do MS do lado oposto ao da inspiração estará a um nível mais próximo da mão. Isto é, o parâmetro "cotovelo alto" assume valores mais baixos, o que diminuirá a capacidade para gerar força propulsiva (Maglischo, 1993). No entanto, apesar desta reflexão teórica de Maglischo (1993), Barbosa et al. (1999) não encontraram diferenças significativas nesta variável ao utilizar-se as duas técnicas de inspiração, apesar de terem observado a rotação descrita (cf. 3.1.2.2).

Relativamente ao trajecto das mãos ao longo do ciclo de nado em Mariposa, Figueiras (1995) estudou a amplitude vertical de deslocamento da mão, a amplitude horizontal de deslocamento da mão e, o índice de horizontalidade do deslocamento da mão (definido como sendo a razão entre a amplitude horizontal máxima do deslocamento da mão e a amplitude vertical máxima do deslocamento da mão). Não encontrou diferenças significativas ao longo da prova de 200 metros e, entre escalões quando os resultados foram relativizados às características antropométricas. O mesmo se passou quando os dados não foram relativizados.

Martins-Silva (1997) observou que no decurso de uma prova simulada de 200 metros Mariposa, com a diminuição da velocidade de deslocamento, a tendência era para ocorrer um aumento da amplitude horizontal do deslocamento da mão e do índice de horizontalidade. Isto é, com o decorrer da prova, a tendência foi para os nadadores acentuarem os trajectos antero-posteriores, em detrimento dos laterais e dos verticais.

Já Cunha (1997) constatou que ao adoptar-se ciclos de inspiração frontal, a 75% e a 95% da velocidade máxima, a amplitude vertical de deslocamento da mão foi significativamente superior nas mariposistas do que nas nadadoras não especialistas. Já a amplitude horizontal do deslocamento da mão não apresentou diferenças significativas entre modelos respiratórios ou, entre as nadadoras especialistas e as não especialistas.

Barbosa et al. (1999) ao compararem ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral, não encontraram diferenças significativas nestes parâmetros, o que explicam pela inexistência de diferenças acentuadas no movimento ondulatório, que poderia hipoteticamente, aumentar ou diminuir os valores destas variáveis em função de uma maior ou menor ondulação, respectivamente. Contudo, tal como no movimento do corpo onde se encontrou uma tendência para os resultados serem inferiores na técnica de inspiração lateral, também a amplitude vertical máxima de deslocamento da mão, a amplitude horizontal máxima do deslocamento da mão e o índice de horizontalidade foram tendencialmente inferiores nessa técnica de inspiração.

Atente-se que a mesma tendência ocorreu no estudo de Cunha (1997), em que as nadadoras não especialistas em Mariposa, apresentaram tendencialmente um movimento ondulatório mais acentuado e com valores de amplitude vertical de deslocamento da mão e de amplitude horizontal de deslocamento da mão superiores.

No domínio temporal, Cunha (1997) encontrou uma maior duração relativa do batimento descendente nos ciclos inspiratórios a 75% da velocidade máxima nos dois grupos. As nadadoras não especialistas apresentaram valores superiores na duração relativa da ALE a 75 e a 95% da velocidade máxima, nos ciclos inspiratórios. A velocidades inferiores, a duração relativa foi superior nas nadadoras especialistas nos ciclos com inspiração, durante a AA e a recuperação dos MS. À mesma velocidade, nos ciclos não inspiratórios, o batimento descendente foi superior no mesmo grupo. A velocidades mais elevadas executando a inspiração frontal, foi superior na ALE nas nadadoras não especialistas e na recuperação nas mariposistas.

Por sua vez, Hahn e Krung (1992) indicaram que ao realizar-se ciclos inspiratórios, a recuperação dos MS aumenta, em média, 0.1 segundo.

Martins-Silva (1997) por seu lado afirma que as maiores velocidades de nado estão associadas a menores durações absolutas e relativas das fases menos propulsivas da braçada e, uma maior duração das fases mais propulsivas. Isto porque, ao analisar as variações cinemáticas ao longo de uma prova de 200 metros Mariposa, descreve que ocorreu um aumento das durações absolutas e relativas das fases menos propulsivas e, uma diminuição dessas durações nas fases mais propulsivas do ciclo de nado.

3.1.2.2. Parâmetros angulares

Counsilman (1955) avaliou a Força de Arrasto de nadadores ao serem rebocados em quatro posições distintas. O Arrasto teve o seu valor mais baixo quando o nadador se encontrava em decúbito ventral. Segundo este investigador, o fluxo de água sobre os MI tendia a elevar e a alinhar esses membros com o corpo, o que diminuiria a área de

secção transversa relativamente à direcção do deslocamento. Estando os nadadores numa posição lateral, a Força de Arrasto foi ligeiramente superior. Entretanto, o valor mais elevado da Força de Arrasto Hidrodinâmico foi observado quando o nadador rodou em torno do seu eixo longitudinal, com ou sem ajuda. A explicação apresentada por Counsilman (1955) foi que ao realizar uma rotação do corpo em torno do seu eixo longitudinal, o nadador promoveria um desalinhamento lateral e, desde logo, um aumento da força em causa.

No entanto, Clarys et al. (1973) mediram o arrasto passivo, na técnica de Crol, na posição horizontal e numa posição lateral realizando um ângulo de aproximadamente 45° com a horizontal. Concluíram que a velocidades mais baixas (1.5 e 1.6 $m.s^{-1}$), a Força de Arrasto era menor na posição lateral do que na posição horizontal. Já a velocidades relativamente mais elevadas (1.7, 1.8 e 1.9 $m.s^{-1}$), as diferenças não eram estatisticamente significativas. Por outras palavras, Clarys et al. (1973) contrariaram a convicção até então de que a Força de Arrasto Hidrodinâmico era superior na posição lateral do que na posição horizontal.

Mais tarde, o próprio Counsilman (1968) confirmou os resultados de Clarys et al. (1973), ao afirmar que na posição horizontal, a Força de Arrasto era superior do que numa posição inclinada e, que esta era ainda menor quando se realizava uma rotação do corpo em torno do seu eixo longitudinal.

Hoje em dia, nas técnicas de Crol e de Costas, realiza-se a referida rotação, já que esse movimento parece ser um factor decisivo, entre outros, para a manutenção de um bom alinhamento lateral (Counsilman, 1968; Costill et al., 1992; Maglischo, 1993; Chollet, 1997). O mesmo já não se passa em Mariposa, dado que as Regras Técnicas da F.I.N.A. (1998-2000) obrigam a que a linha de ombros se mantenha paralela ao nível da superfície da água (cf. 2.3.).

Todavia, Maglischo (1993), com base numa análise qualitativa da técnica de Mariposa, afirmou que ao se inspirar lateralmente parece existir uma ligeira rotação do

corpo em torno do seu eixo longitudinal. Isto por forma a facilitar a emersão da cavidade bocal e a inspiração. Já Barbosa et al. (1999), utilizando uma abordagem quantitativa, reforçaram essa ideia, em virtude do ângulo absoluto máximo formado pelos ombros com a horizontal, ao utilizar-se a técnica de inspiração lateral, ter sido em média de 14.263±4.199°, em contraponto com a inspiração frontal que foi em média de 7.125±1.953° (p=0.005). Nesse estudo, os nadadores também utilizaram uma "barbodorsal" para avaliar uma possível rotação do tronco, no plano transverso. O ângulo absoluto mínimo formado entre a "barbodorsal" e a horizontal, no plano transverso, foi significativamente inferior ao realizar-se a inspiração através de uma rotação lateral da cabeça. Para mais, a correlação entre o ângulo máximo dos ombros com a horizontal e, o ângulo mínimo da "barbodorsal" com a horizontal, ao adoptar-se a técnica de inspiração lateral, foi significativo. Ou seja, parece que ao utilizar-se a técnica de inspiração lateral, na técnica de Mariposa, se observa uma ligeira rotação do corpo em torno do seu eixo longitudinal.

Dado que as condicionantes regulamentares não permitem a rotação em análise, levanta-se desde logo a questão de saber porque é que os nadadores, em situação competitiva não são desclassificados. Poderão existir duas respostas para essa questão. Em primeiro lugar, os nadadores poderão realizar uma rotação em torno do seu eixo longitudinal sem serem desclassificados dado que a rotação será bastante reduzida, e como tal, não sendo fácil aos juizes detectarem-na. Além do mais, quando o nadador se desloca na água, os seus ombros comprimem água, criando uma onda à sua frente (Clarys, 1979), o que dificultará ainda mais a observação da rotação. Uma segunda hipótese será a de que os nadadores em situação de competição não realizam essa rotação. Assim, os resultados encontrados por Barbosa et al. (1999), terão de se dever à amostra ser constituída por jovens nadadores, com uma relativamente baixa experiência na modalidade e que nunca tinham utilizado a técnica de inspiração lateral em Mariposa, em situação de treino ou de competição. Logo, dadas as similitudes das acções a Crol e a Mariposa, eles terão muito possivelmente transferido a habilidade que já dominavam da primeira técnica de nado para a segunda. Em consequência, dado que à inspiração

lateral a Crol está associada a rotação do corpo, talvez também tenham transferido esse movimento para a técnica de Mariposa.

Nos ciclos de inspiração frontal e nos ciclos não inspiratórios, obviamente, parece não existir nenhuma rotação do corpo em torno do seu eixo longitudinal, ou pelo menos com valores significativos. Não obstante ser possível esporadicamente observar-se uma ligeira rotação, não tanto voluntária mas, devendo-se hipoteticamente a desalinhamentos laterais, num determinado ciclo de braçada.

Da mesma forma, a cabeça não sofrerá uma rotação, ao utilizar-se a técnica de inspiração frontal ou mantendo-se em apneia inspiratória ao longo do ciclo de braçada. Por outro lado, ao adoptar-se a inspiração lateral, essa rotação parece ser bem evidente. Por exemplo, Barbosa et al. (1999) analisaram os ângulos absolutos mínimo e máximo formados entre a cabeça e a horizontal. O ângulo mínimo foi significativamente inferior na técnica de inspiração lateral (9.000±6.931°) do que na técnica de inspiração frontal (85.158±2.853°).

Suspeita-se que a sincronização entre a acção dos MS e o ciclo respiratório, na técnica de Mariposa ao utilizar-se a inspiração lateral, seja similar à realizada na técnica de Crol. Todavia, nenhum estudo conhecido abordou este assunto até ao momento, descrevendo a sincronização entre a acção dos MS e o ciclo respiratórios. Assim, será interessante determinar o ângulo formado entre a cabeça e a horizontal, em cada fase da acção dos MS, descrevendo a referida sincronização.

Para além das rotações no plano transverso, também tem sido alvo de estudo a inclinação do tronco no plano sagital. Isto é, o ângulo absoluto formado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital.

Hahn e Krung (1992), compararam esse ângulo em ciclos não inspiratórios e ciclos de inspiração frontal, afirmando que ele era superior em aproximadamente 10° nos ciclos em que o nadador inspirava. E que possivelmente, esse maior ângulo estaria

relacionado com a menor velocidade de nado nesses ciclos. Logo, parece que o ângulo entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, será um importante indicador na análise das técnicas de respiração, na técnica de Mariposa.

Cappaert et al. (1996) ao analisarem os participantes nos Jogos Olímpicos de 1992 e nos Campeonatos do Mundo de 1991, compararam os finalistas com os nadadores das eliminatórias. Os finalistas apresentaram um ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, significativamente inferior ao dos nadadores da eliminatórias (em média, 32.8° vs. 50.1°). A explicação parece residir na possibilidade de um menor ângulo, promover um melhor alinhamento horizontal do corpo, principalmente nas fases mais propulsivas da braçada, ou seja, na AA. Um facto que aparentemente está associado a este é a extensão do cotovelo. Quanto maior for a extensão do cotovelo, maior tenderá a ser a duração dessa extensão e, portanto, a duração da AA. O que por sua vez, aumentará a força propulsiva produzida (Cappaert et al., 1996).

Posteriormente, Cappaert (1999) avaliou além dos nadadores participantes nos Jogos Olímpicos de 1992 e nos Campeonatos do Mundo de 1991, também os nadadores dos Jogos Olímpicos de 1996. Como tinha constatado anteriormente, um menor ângulo entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, está correlacionado significativamente com uma maior duração da extensão do cotovelo e, portanto, com uma maior produção de força propulsiva. Comparando os mariposistas participantes nas provas de 100 e de 200 metros, observou que na última prova, em comparação com a primeira, o ângulo máximo do tronco no plano sagital foi superior, o ângulo relativo entre o antebraço e o braço durante a AA foi inferior e, o ângulo entre o tronco e a horizontal no plano sagital durante a AA e a recuperação dos MS foi superior.

Cunha (1997) comparou o ângulo absoluto formado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, em nadadoras que realizavam ciclos de inspiração frontal e ciclos não inspiratórios. O ângulo foi superior nos ciclos de inspiração frontal em nadadoras não especialistas e tendencialmente superior nas mariposistas. Nos ciclos inspiratórios, a

inclinação máxima foi atingida durante a AA e a recuperação dos MS. A 75% da velocidade máxima, houve uma maior inclinação negativa (a anca encontrava-se num plano horizontal inferior aos ombros) durante o batimento descendente nos ciclos em que as nadadoras não inspiravam. O ângulo foi significativamente superior nas nadadoras não mariposistas na ALI a 75% da velocidade máxima nos ciclos não inspiratórios e, a 95% da velocidade máxima nas duas técnicas de respiração durante a recuperação dos MS.

No caso da técnica de inspiração lateral, parece não existirem estudos comparando esta variável com a técnica de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios. Apesar de, com toda a certeza, Cappaert et al. (1996) e Cappaert (1999) terem analisado alguns dos maiores intérpretes dessa técnica, dado que alguns deles chegaram a ser finalistas das competições que analisaram. Contudo, a investigadora não faz qualquer menção especial ao tipo de inspiração utilizada pelos nadadores.

Em síntese, tal como em Bruços, parecem existir diversas variantes da técnica de Mariposa. Essas variantes serão distinguidas umas das outras com base no grau de ondulação e de rotação do corpo (Zhu, 1996; Zhu et al., 1997). Isto é, parece existir num dos extremos uma variante mais ondulatória e no outro uma variante mais plana. Caso se procure relacionar as variantes de Mariposa, com as técnicas de inspiração, parece não ser abusivo dizer-se que, com base nos poucos dados disponíveis até agora na literatura, a técnica de Mariposa com inspiração lateral será mais plana do que a mesma técnica com inspiração frontal.

Continuando a analogia entre as variantes de Bruços e de Mariposa, tal como na primeira técnica não existe uma variante que seja a mais eficiente em comparação com as restantes, independentemente do nadador que a realiza, muito possivelmente, a adopção de uma dada variante em Mariposa, tal como em Bruços, também terá de tomar em consideração as características físicas específicas de cada nadador (Colman et al., 1992; Persyn et al., 1992; Vilas-Boas, 1993; Zhu et al., 1997). Por exemplo, as variantes mais ondulatórias serão utilizadas predominantemente por nadadores com maiores

níveis de flexibilidade específica (Persyn et al., 1992; Zhu et al., 1997). Por outras palavras, não haverá uma variante claramente mais eficiente que as restantes para todos os nadadores. Será com base nas características intraindividuais que se poderá definir a variante que será potencialmente mais eficiente para cada sujeito.

3.1.3. Velocidades e acelerações

3.1.3.1. A mão

A mão é mais um dos grandes pólos de interesse cinemático dos investigadores, especialmente a sua velocidade.

De acordo com Maglischo (1993), as acelerações e as desacelerações da mão coincidem com as variações da velocidade de deslocamento do CM, excepto durante a ALE. Durante essa fase, o aumento da velocidade de deslocamento do CM deverá ser atribuído fundamentalmente ao primeiro batimento descendente e não tanto à ALE. Com efeito, a mão diminui de velocidade desde a entrada até ao "agarre". A partir desse momento, a velocidade aumenta até à ALI (Schleihauf et al., 1988; Maglischo, 1993). Na transição entre a ALI e a AA, observa-se uma ligeira desaceleração, que será explicada pela mudança do ângulo de ataque. Com o surgimento da AA, ocorre uma nova aceleração, atingindo o pico de velocidade nessa fase (Schleihauf et al., 1988; Maglischo, 1993). Por fim, a velocidade da mão decai, desde o fim da AA, até nova entrada.

Segundo Martins-Silva (1997), ocorre um aumento da velocidade antero-posterior da mão durante a AA e, uma diminuição da mesma durante a ALE e a ALI, que são explicáveis por estas serem acções mais diagonais. Ou seja, as velocidades superiores ocorrerão no fim do trajecto motor subaquático, como refere Maglischo (1993). Para mais, Martins-Silva (1997) corrobora os resultados de Maglischo (1993), ao constatar existir uma coincidência durante a AA entre os valores máximos da velocidade do CM e da mão.

Martins-Silva et al. (1999) também verificou uma correlação significativa entre a variação intracíclica da velocidade horizontal de deslocamento do CM e a componente vertical da velocidade da mão durante a AA (r=-0,79), a componente lateral da velocidade da mão na AA (r=-0.91), a resultante das três componentes durante a AA (r=0.96), a componente horizontal da velocidade da mão durante a ALI (r=0.91), a componente vertical da velocidade da mão durante a ALI (r=0.98), a resultante das três componentes da velocidade da mão durante a ALI (r= -0.96), a velocidade horizontal da mão durante a AA (r=0.79) e a velocidade do CM durante a ALE (r=-0.58). Para mais, segundo os autores, ao efectuar-se uma regressão passo-a-passo, procurando determinar as variáveis preditoras - ou que mais influenciam a variação intracíclica da velocidade horizontal de deslocamento do CM - a primeira variável a entrar no modelo foi a velocidade resultante da mão durante a ALI (r^2=-0.98), seguida da componente lateral da velocidade da mão durante a ALI (r^2=0.99) e da componente vertical da velocidade da mão durante a ALI de (r^2=1).

Estes resultados sugerem a importância de todas as componentes da velocidade da mão na flutuação da velocidade do CM, em Mariposa. No entanto, os factores mais importantes foram as componentes horizontais, verticais e laterais no fim do trajecto motor subaquático, ou seja na AA e na saída e, aqueles directamente relacionados com a menor velocidade da mão em todas as componentes durante as fases laterais do trajecto motor subaquático, isto é, na ALI (Martins-Silva et al., 1999; Martins-Silva e Alves, 2000). Assim, reforça-se a ideia que elevadas velocidades da mão coincidem com elevadas velocidades do CM, o que será particularmente benéfico próximo do fim do ciclo de braçada.

Cunha (1997) também comparou a velocidade da mão em nadadoras especialistas e não especialistas na técnica de Mariposa ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal e ciclos não inspiratórios, a 75% e a 95% da velocidade máxima. A componente horizontal da velocidade da mão não apresentou diferenças significativas entre repetições, em ciclos inspiratórios e ciclos não inspiratórios nos dois grupos de nadadoras. No entanto, Cunha (1997) chama a atenção para os valores elevados do

desvio padrão, que reflectem uma grande heterogeneidade das acções motoras. A 95% da velocidade máxima, a componente horizontal da velocidade da mão apresentou valores superiores durante a acção descendente e a ALI, do que a 75%.

Relativamente à componente vertical da velocidade da mão, Cunha (1997) destaca que não existiram diferenças significativas nas nadadoras especialistas entre as várias repetições. No entanto, na entrada, na acção descendente e na AA foi sempre tendencialmente superior nos ciclos inspiratórios. Por outro lado, durante a ALE e a ALI, foram tendencialmente superiores nos ciclos não inspiratórios. No grupo de nadadoras não especialistas, a tendência geral foi para a velocidade da mão, nos ciclos não inspiratórios não apresentar diferenças significativas, em todas as fases da acção dos MS, excepto na ALI. Comparando a componente vertical da velocidade da mão, entre grupos, as nadadoras especialistas atingiram valores superiores na ALE quando nadaram a 95% da velocidade máxima.

Comparando a resultante da velocidade da mão, em cada grupo, não existiram diferenças significativas entre repetições. Além do mais, existiu um aumento contínuo da velocidade no decurso do ciclo de braçada, atingindo o seu valor máximo da AA, como também descreve Maglischo (1993) e Martins-Silva (1997). Ao comparar-se a resultante desta variável entre os dois grupos, constata-se que na AA, ela foi superior nas especialistas noutras técnicas que não Mariposa.

Com efeito, não são conhecidos estudos similares mas, utilizando como variável independente a técnica de inspiração lateral. Assim, as únicas reflexões que se poderão fazer sobre este assunto derivarão dos resultados conhecidos da técnica de Crol.

Um tema que tem levantado algum interesse, na técnica de Crol, é saber se a rotação longitudinal do corpo, como parece que ocorre na técnica de Mariposa ao efectuar-se a inspiração lateralmente (Barbosa et al., 1999), influencia a trajectória e a velocidade atingida pela mão e, consequentemente, a velocidade do CM. Modelos matemáticos e estudos desenvolvidos por Hay et al. (1993) e Liu et al. (1993) apontam a

possibilidade de existir uma relação entre a rotação longitudinal do corpo e a trajectória e a velocidade da mão, na técnica de Crol. Ou seja, a rotação longitudinal do corpo seria um contributo significativo para a velocidade da mão atingir valores superiores e, consequentemente, aumentar-se a velocidade de deslocamento do CM. Liu et al. (1993), confirmaram essa ideia quando ao estudarem 10 nadadores universitários, afirmaram que os trajectos medio-laterais da mão também estavam associados ao movimento de rotação do tronco em torno do seu eixo longitudinal.

No entanto, recentemente Payton et al. (1999), ao realizar um estudo empírico, com seis nadadores, verificaram que a rotação longitudinal não permitiu gerar maior velocidade da mão durante a ALI. Os nadadores retomaram a posição neutral do corpo antes do início da ALI e a velocidade da mão durante a ALI foi 46% superior quando não houve rotação. Assim, será necessário a realização de mais estudos, para uma melhor compreensão da possível vantagem da rotação longitudinal do corpo para o aumento da velocidade da mão, na técnica de Crol.

Obviamente, caso se venham a confirmar as opiniões de Hay et al. (1993), será oportuno conhecer a possível influência na velocidade da mão de uma hipotética rotação do corpo em torno do seu eixo longitudinal em Mariposa, como se observou ao adoptar-se a técnica de inspiração lateral.

3.1.3.2. Centro de massa e anca

Diversos estudos analisaram a velocidade e a aceleração da anca e do centro de massa (CM) do nadador.

Maglischo (1993) refere a existência de dois padrões distintos da velocidade de deslocamento ao longo do ciclo de braçada. O primeiro caracteriza-se pela realização de dois picos de velocidade. A velocidade apresenta o seu valor mínimo durante a recuperação dos MS, aumentando durante o primeiro batimento descendente e a ALE. Esse aumento de velocidade parece dever-se à acção dos MI e não tanto à ALE, dado

que nesta fase a propulsão não será suficiente para elevar a velocidade aos níveis observados (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988). A ALI caracteriza-se por ocorrer um aumento significativo da velocidade de deslocamento. Na transição entre a ALI e a AA, dá-se uma diminuição da velocidade de deslocamento. Na AA, a velocidade volta a aumentar para valores próximos aos verificados na ALI. Com a saída e a recuperação dos MS, a velocidade diminui abruptamente. Ou seja, este é um padrão que se caracteriza pela existência de dois picos de velocidade, um na ALI e outro na AA, com uma ligeira diminuição da velocidade na transição entre essas fases, dado que existe uma mudança de direcção do deslocamento das mãos e, portanto, do ângulo de orientação e do ângulo de ataque.

Nadadores de elite também apresentam um padrão onde ocorre um único pico de velocidade (Maglischo, 1993). Este padrão consiste no aumento gradual da velocidade de deslocamento desde a entrada até à AA, sem que existam momentos de desaceleração na transição entre fases. Segundo Maglischo (1993), este padrão parece ser característico de nadadores com trajectos motores mais amplos, o que torna a transição entre a ALI e a AA praticamente imperceptível. Isto porque as mãos estarão fundamentalmente orientadas para trás. Ou seja, estes nadadores parece que usam menos movimentos diagonais, durante o trajecto motor subaquático.

Dois dos pontos que mais interesse despertaram nos investigadores para analisar a velocidade de deslocamento dos nadadores foi a controvérsia em torno das semelhanças e dessemelhanças dos perfis de variação da velocidade do CM e da anca. Isto porque variações da velocidade do CM não serão desejáveis, dado que o nadador terá de vencer a inércia aumentada a que fica sujeito devido a esse fenómeno (Kornecki e Bober, 1978). Logo, elevadas flutuações intracíclicas da velocidade do CM são limitativas da performance na NPD (Toussaint, 1988).

Na realidade, diversos autores em vez de utilizarem o CM enquanto ponto de análise da velocidade de deslocamento do nadador, utilizaram a velocidade da anca. A justificação para a utilização desta região anatómica é a sua proximidade com o ponto

de localização do CM e a maior facilidade de monitorização da cinemática desse ponto, em comparação com a complexa determinação do CM. Contudo, a velocidade da anca parece não representar com fidelidade a velocidade do CM (Mason et al., 1992).

Independentemente da utilização da velocidade da anca ou do CM, o que parece consensual é o facto da flutuação da velocidade, na técnica de Mariposa, ser especialmente elevada (Kornecki et Bober, 1978; Hahn e Krung, 1992; Togashi e Nomura, 1992; Sanders, 1996). Por exemplo, Kornecki e Bober (1978) ao avaliarem 22 mariposistas de elite, observaram que a velocidade variava entre os 0.72±0.27 $m.s^{-1}$ e os 2.17±0.15 $m.s^{-1}$. Já Hahn e Krug (1992) e Sanders (1996), referem que a velocidade de deslocamento varia em média 1.0 $m.s^{-1}$.

Kornecki e Bober (1978), correlacionaram um índice de economia (que expressa a oscilação momentânea da velocidade do ciclo de braçada, onde um menor valor do índice significa uma maior economia) com a velocidade de deslocamento da anca. Verificaram uma correlação do referido índice de r=-0.68 com a velocidade média de deslocamento, de r=0.7 com a velocidade máxima e de r=-0.46 com a velocidade mínima. Logo, uma técnica será tão económica, quanto menor for a flutuação intracíclica da velocidade.

Mason et al. (1992), realizou um estudo similar ao de Kornecki e Bober (1978), mas utilizando como ponto de análise o CM. A velocidade máxima ocorreu durante a AA (aproximadamente entre os 1.8$m.s^{-1}$ e os 1.9$m.s^{-1}$) com tendência para um aumento contínuo, como descreve Maglischo (1993), mas existindo uma ligeira diminuição na transição entre a ALI e a AA. Mason et al. (1992) verificaram a existência de 5 picos de aceleração durante o ciclo de braçada. O primeiro pico ocorreu durante o primeiro batimento descendente (1.9$m.s^{-2}$), outro na ALE (1.4$m.s^{-2}$), mais um na ALI (4.2$m.s^{-2}$), o quarto pico foi na AA e na saída (2.3$m.s^{-2}$) e o último no "*catch wave*" (0.0$m.s^{-2}$). Isto é, as fases mais propulsivas foram a ALI e a AA. Um estudo prévio de Barthels e Adrian (1975), também refere grandes acelerações nestas fases, especialmente na ALI;

motivadas principalmente pela produção de Força Ascensional (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988).

Antes de mais, segundo Mason et al. (1992), para o perfil da curva anca representar com precisão o perfil da curva do CM, o coeficiente de correlação nunca deverá ser inferior a r=0.95. Isto porque correlações inferiores representarão baixas relações entre as curvas da anca e do CM em determinados momentos do ciclo de nado. Partindo deste pressuposto e comparando o valor da velocidade e da aceleração da anca com a do CM, Mason et al. (1992), defendem que a anca não substitui o CM na análise da primeira e da segunda derivada do deslocamento em ordem ao tempo. A anca flutua mais que o CM, além dos picos e das depressões não coincidirem temporalmente. Todavia, a média das correlações entre a cinemática dos dois pontos foi de r=0.84 para a velocidade e de r=0.75 para a aceleração (Mason et al., 1992). O que quer dizer que não se atingiu a fasquia dos 0.95. Para mais, de acordo com os autores, a relação não foi consistente em todos os nadadores, pelo que seria inválido extrapolar os dados da anca para o CM.

Ao avaliar-se a velocidade do CM, terá particular interesse o estudo da sua componente horizontal, que se encontra associada ao deslocamento do nadador.

Togashi e Nomura (1992) analisaram em 25 jovens mariposistas a variável em questão, sugerindo também eles que uma maior flutuação intracíclica da velocidade estará associada a uma maior ineficiência da técnica de nado, dado que a correlação foi de r=-0.509 entre a velocidade média e a flutuação da velocidade.

Sanders (1996) estudou entre outros parâmetros, a velocidade horizontal do CM em quatro nadadores e quatro nadadoras mariposistas e/ou estilistas, durante os Jogos Pan-Pacíficos. A maior velocidade horizontal do CM foi atingida na AA em 4 nadadores, no primeiro batimento descendente em dois nadadores e, num nadador na ALE. Assim, apesar de alguma variação interindividual, parece que estes resultados são consistentes com os de Schleihauf et al. (1988), de Mason et al. (1992) e de Maglischo

(1993). Da mesma forma, no que concerne à aceleração do CM, a AA, que coincide com o segundo batimento descendente, foram as fases que apresentam os valores mais elevados em quatro nadadores e a ALI em dois nadadores, como também descreve Mason et al. (1992).

Mason et al. (1992), sugerem que o "*catch the wave*" será um acréscimo propulsivo do deslocamento, oriundo do movimento da massa de água, decorrente do movimento ondulatório. Sanders et al. (1995) estudaram oito nadadores e oito nadadoras mariposistas e/ou estilistas. Encontraram uma correlação entre a velocidade de ondulação e a velocidade do CM de r=0.88 nos nadadores e, de r=0.96 nas nadadoras. Assim, é provável que a energia produzida pelo movimento ondulatório se transmita ao longo do corpo numa direcção céfalo-caudal, contribuindo para a propulsão, partindo da oscilação da cabeça.

Recentemente, Colman et al. (1999) estudaram o contributo da massa de água acrescentada ao nadador na propulsão do mesmo. Observaram que durante o batimento descendente e o fim do batimento ascendente, ocorria uma aceleração do CM além de que alguma da massa de água era deflectida para trás, o que promovia como reacção, a propulsão do nadador para a frente. Também encontraram uma desaceleração na transição entre os dois batimentos, dado que nesse momento alguma água era deflectida verticalmente. Na primeira fase do batimento ascendente, sem barbatanas, não houve desaceleração, como verificaram com o uso das mesmas. Quando não se utilizava barbatanas, apenas a hiperextensão dos joelhos permitiu aos pés moverem-se quase na vertical, o que possibilitou colocar a massa de água em rotação, criando um vórtice. Na última parte do batimento ascendente, a massa de água era deflectida para trás, devido ao aumento da velocidade do pé, que apresentava um deslocamento praticamente vertical. Isto, segundo os autores, dever-se-á à extensão dos tornozelos, combinado com a hiperextensão dos joelhos, até os MI ficarem alinhados. Em reacção será gerada propulsão.

Durante o batimento descendente e o fim do batimento ascendente, há uma aceleração do CM do corpo. A massa de água será adicionada na parte posterior do corpo do nadador. Isto implica que o CM global (CM do corpo do nadador e da massa de água) seja recolocado mais atrás do que o CM do corpo, o que resultará numa menor aceleração do CM global do que do CM do corpo (Colman et al., 1999). Na fase de prenunciada desaceleração do CM do corpo, a massa de água é libertada. Isto desloca o CM global para a frente, relativamente ao CM do corpo (Colman et al., 1999). Este facto implica uma menor desaceleração do CM global do que do CM do corpo. Durante a fase de desaceleração do CM do corpo, ou seja, na transição entre o batimento ascendente e o batimento descendente, a massa de água é libertada debaixo dos MI, porque estes já não a conseguem acelerar mais. Isto desloca o CM global para a frente, relativamente ao CM do corpo (Colman et al., 1999).

Apesar do manifesto interesse que, naturalmente, estes resultados despertam, será de referir que apenas foi estudado um nadador, pelo que generalizações serão abusivas. E como referem Colman et al. (1999), terão de se realizar novos estudos, procurando quantificar a massa de água adicionada e definir mais precisamente a variação do CM global. Assim, será possível hipoteticamente desenvolver um melhor critério para a avaliação da eficiência mecânica, do que a variação da velocidade do CM do corpo.

Contudo, os estudos da velocidade e da aceleração do CM, não se quedam apenas pela análise destas problemáticas.

Figueiras (1995), observou que no segundo percurso de 25m, de uma prova de 200m a Mariposa, a velocidade do CM apresentava o valor máximo durante a AA e o "*catch the wave*" (1,90±0,25m.s^{-1}), de seguida na saída e na recuperação dos MS (1.80±0.22m.s^{-1}), na entrada (1.60±0.39m.s^{-1}) e na ALI (1.60±0.36m.s^{-1}). Estes resultados não apresentaram diferenças significativas entre escalões e entre percursos. Já a aceleração do CM, em nadadores seniores, durante a recuperação foi de -1.18±1.89m.s^{-2} e de +1.10±1.24 m.s^{-2} na AA.

De igual forma, Martins-Silva (1997) encontrou um perfil bimodal da variação intracíclica da velocidade, com valores superiores durante a AA e a ALI. Comparando nadadores de níveis competitivos distintos, verificou que os nadadores de maior rendimento apresentavam, uma maior velocidade do CM durante a recuperação dos MS, uma menor diminuição desse parâmetro durante a entrada e a ALE, assim como uma menor variação intracíclica do parâmetro. Relativamente à aceleração, foram definidas claramente três fases de aceleração (a acção descendente, a ALI e, a AA e a saída), sendo os valores mais elevados na ALI e, na AA e na saída. Como se pode verificar, estes resultados são próximos dos obtidos por Mason et al. (1992). Comparando os nadadores, de acordo com o nível de rendimento, os melhores nadadores apresentavam menores diminuições da aceleração do CM durante a ALI, a AA e na entrada.

Relativamente ao estudo da velocidade e da aceleração do CM e da anca, em função da técnica de respiração utilizada, Hahn e Krug (1992) consideram que a realização de uma fase inspiratória, num ciclo gestual de Mariposa, provoca um aumento da flutuação intracíclica da velocidade. Para mais, ao inspirar-se, a velocidade de deslocamento será menor do que ao realizar-se ciclos não inspiratórios por diversas razões (Hahn e Krung, 1992). Em primeiro lugar, a execução da inspiração apresenta maiores exigências em termos de controlo do movimento. Em segundo, como já foi referido, observa-se um aumento do ângulo absoluto entre o tronco e a água. A recuperação dos MS será mais prolongada devido à existência da fase inspiratória. Finalmente, a realização de inspiração será limitativa de uma maior intensidade do primeiro batimento descendente.

Cunha (1997) comparou a velocidade horizontal do CM em cada fase da acção dos MS ao realizar-se ciclos de inspiração frontal e ciclos não inspiratórios. A velocidade desse ponto na ALE, foi significativamente superior em ciclos não inspiratórios a 95% da velocidade máxima. Nos ciclos não inspiratórios, a aceleração foi superior e positiva a 95% da velocidade máxima. A velocidade horizontal do CM parece estar associada à fase de recuperação dos MS. Em nadadores não especialistas, a

velocidade foi superior quando não se inspirava e, em especialistas, sem diferenças significativas segundo a técnica de respiração. Além do mais, parece haver uma relação entre a inclinação do tronco durante a AA e a recuperação dos MS e, a velocidade horizontal do CM. Isto é, uma menor inclinação durante os ciclos não inspiratórios, estará associada a uma menor Força de Arrasto Hidrodinâmico e, portanto, uma maior velocidade de deslocamento para uma dada força propulsiva.

Finalmente, parece não existirem na literatura estudos comparativos da velocidade e da aceleração do CM e da anca ao realizarem-se ciclos de inspiração lateral com os outros dois modelos de sincronização entre a acção dos MS e o ciclo respiratório, isto é, a técnica de inspiração frontal e os ciclos sem fase inspiratória.

III. Problema e Objectivos

1. Problema

Com o presente trabalho procurou-se dar resposta à seguinte questão:

i) Será que existem variações significativas na cinemática da técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios?

Dado que a resposta à questão foi positiva, levantaram-se de imediato as seguintes perguntas:

ii) Quais são as variações cinemáticas, que ocorrem na técnica de Mariposa ao utilizar-se as três técnicas de respiração?

iii) Será que essas variações são da mesma magnitude entre as diferentes técnicas de respiração?

2. Objectivos

2.1. Objectivo geral

O objectivo geral deste trabalho foi o de estudar as hipotéticas variações de parâmetros cinemáticos, introduzidos na técnica de Mariposa, em consequência da utilização das diferentes técnicas de respiração.

2.2. Objectivos específicos

Foram considerados como objectivos específicos:

- ✗ caracterizar e comparar a DC, a FC, a velocidade de nado de ciclo, o tempo de duração de ciclo e, o IB, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos não inspiratórios, ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral;

- ✗ caracterizar e comparar a amplitude de deslocamento de diversos segmentos corporais e do centro de massa, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos não inspiratórios, ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral;

- ✗ caracterizar e comparar o parâmetros "cotovelo alto" e o ângulo relativo formado entre o braço e o antebraço, em cada fase da acção dos MS, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos não inspiratórios, ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral;

- ✗ caracterizar e comparar a duração das acções de diversos segmentos corporais e do centro de massa, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos não inspiratórios, ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral;

- ✗ verificar se existe uma rotação longitudinal da cabeça ou, da cabeça e do corpo como um todo, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos de inspiração lateral;

- ✗ caracterizar e comparar a inclinação do tronco, no plano sagital, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos não inspiratórios, ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral;

- ✗ caracterizar e comparar a velocidade da mão, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos não inspiratórios, ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral;

- ✗ caracterizar e comparar a flutuação da velocidade do centro de massa, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos não inspiratórios, ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral;

✗ determinar o grau de associação entre a velocidade do centro de massa e a velocidade da anca e, entre a aceleração do centro de massa e a aceleração da anca, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos não inspiratórios, ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral.

3. Hipóteses

3.1. Hipótese básica

Enquanto hipótese básica foi considerado que existiam variações significativas de diversos parâmetros cinemáticos, na técnica de Mariposa, em consequência da utilização das diferentes técnicas de respiração.

3.2. Hipóteses secundárias

Foram consideradas como hipóteses secundárias do estudo:

✗ ao utilizar-se ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios, em comparação com os ciclos de inspiração frontal, a DC tende a ser superior, pelo que para uma dada velocidade média de nado, o IB também é superior. Não existem diferenças significativas, nos parâmetros gerais do ciclo gestual, entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios;

✗ não existem diferenças significativas na amplitude deslocamento dos diversos segmentos corporais, ao utilizar-se as diferentes técnicas de respiração, excepto a amplitude vertical máxima de deslocamento da cabeça que é inferior nos ciclos não inspiratórios e nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal;

✗ o parâmetro "cotovelo alto" não apresenta diferenças significativas. O ângulo relativo entre o braço e o antebraço é inferior na AA, nos ciclos não inspiratórios e nos ciclos de inspiração lateral do que nos de inspiração frontal;

- ✗ nos ciclos de inspiração frontal e de inspiração lateral, a duração das acções é superior do que nos ciclos não inspiratórios, especialmente a duração da AA e da recuperação dos MS;

- ✗ verifica-se uma rotação longitudinal da cabeça e do corpo como um todo, no plano transverso, na técnica de Mariposa, ao utilizarem-se ciclos de inspiração lateral;

- ✗ a inclinação do tronco, no plano sagital, na técnica de Mariposa, é significativamente superior nos ciclos de inspiração frontal do que nas outras duas técnicas de respiração e sem diferenças significativas entre elas;

- ✗ não existem diferenças estatisticamente significativas na velocidade da mão, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos não inspiratórios, ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral;

- ✗ a flutuação da velocidade do centro de massa é significativamente superior nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos de inspiração lateral e nos ciclos não inspiratórios e, entre estes dois ciclos não existem diferenças significativas;

- ✗ não existe uma correlação significativa entre a velocidade do centro de massa e a velocidade da anca e, entre a aceleração do centro de massa e a aceleração da anca, na técnica de Mariposa, ao utilizar-se ciclos não inspiratórios, ciclos de inspiração frontal e ciclos de inspiração lateral.

IV. Material e Métodos

1. Amostra e envolvimento

1.1. Caracterização da amostra

O estudo foi realizado sobre uma amostra de 7 nadadores de nível nacional e internacional, do sexo masculino, sendo 3 deles pertencentes ao escalão de juniores.

Para os nadadores fazerem parte do estudo, recebeu-se o consentimento do treinador dos referidos nadadores. Do mesmo modo, no caso dos sujeitos menores de idade, também se teve a autorização dos pais ou dos encarregados de educação.

O Quadro 2 apresenta os valores médios ($\bar{x}$) e os respectivos desvios padrão (dp) da idade, da massa corporal e da estatura dos nadadores que constituíram a amostra.

Quadro 2. Apresentação dos valores médios ($\bar{x}$) e dos respectivos desvios padrão (dp) dos valores da idade, do peso e da altura dos nadadores que constituíram a amostra.

	Idade (anos)	Peso (Kg)	Altura (cm)
$\bar{x}$	18.4	68.600	175.8
dp	1.9	6.828	6.2

1.2. Caracterização do envolvimento

A aplicação do protocolo tendo em vista a recolha das imagens, teve lugar num só dia no final do mês de Janeiro.

A recolha das imagens foi realizada numa piscina coberta e com a água aquecida a 27 °C. A cuba tem 25 metros de comprimento, por 12.50 metros de largura (6 pistas) e 2.00 metros de profundidade. Numa das paredes testa, localiza-se uma janela subaquática a uma profundidade de 0.90 metros. No prolongamento dessa mesma parede testa, encontra-se o local destinado para a assistência e que está 4.00 metros acima do nível do plano de água.

2. Preparação dos elementos da amostra

Os nadadores que demonstraram disponibilidade para integrar o estudo, bem como o seu treinador e os pais, ou encarregados de educação, foram esclarecidos dos propósitos do mesmo e das tarefas que os indivíduos teriam de efectuar. Antes dos nadadores serem preparados para a aplicação do protocolo e para a recolha das imagens, foram relembrados dos objectivos do estudo e das tarefas que iriam realizar.

Para facilitar o processamento informático das imagens, os nadadores foram marcados nos principais pontos anatómicos de referência a serem digitalizados, com fita adesiva de cor preta. Foram marcadas as duas regiões cárpicas (punhos), os dois olecrâneos (cotovelos), as duas articulações escapulo-umerais (ombros), os côndilos femurais (joelhos) e, as duas regiões tíbio-társicas (tornozelos).

A Figura 3 demonstra as marcações efectuadas nos pontos anatómicos de referência.

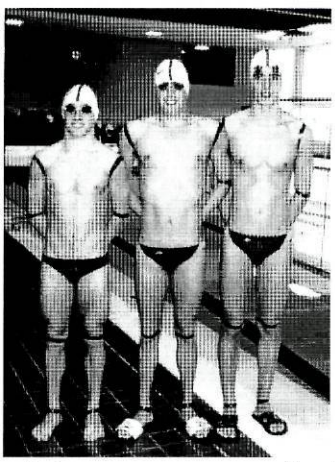

Figura 3. Alguns dos nadadores com as marcações dos pontos anatómicos de referência.

3. Registo das imagens

3.1. Equipamentos

Foram utilizadas duas câmaras (JVC GR-SX1 SVHS) num suporte com duas prateleiras, numa das paredes testa. Uma câmara encontrava-se aproximadamente 20 centímetros acima da superfície da água e a outra, aproximadamente 20 centímetros abaixo da superfície, dentro de uma caixa estanque (*Ikelite Underwater Systems*). O referido suporte encontrava-se a 8.10 metros da linha de deslocamento do nadador. As imagens da câmara que se encontrava no suporte mais elevado, registava as acções efectuadas pelo nadador acima da superfície da água. Já as imagens com origem na câmara localizada no suporte inferior, registava as acções que se verificavam abaixo da superfície da água.

As imagens obtidas pelas duas câmaras foram sincronizadas em tempo real e reunidas numa mesa de mistura vídeo (Panasonic Digital AV Mixer WJ-AVE55 VHS), originando uma só imagem, que era enviada para uma televisão (Sony Black Triniton KV-14T1E). Assim, a metade superior do monitor era constituída pelas imagens oriundas da câmara que se encontrava acima da superfície da água e, a metade inferior pelas imagens provenientes da câmara colocada abaixo da superfície da água, produzindo desta forma imagens de "duplo meio".

Após a mistura, as imagens tinham saída para um gravador de vídeo (Panasonic AG 7350 SVHS) onde foram registadas em fita magnética. Estas imagens permitiram registar a técnica de nado em estudo num plano oblíquo, ao eixo de deslocamento do nadador.

Um outro par de câmaras (uma câmara JVC GR-SX1 SVHS e outra JVC GR-SXM 25 SVHS) também foram montadas da mesma forma num suporte similar ao descrito anteriormente mas, colocado numa das paredes laterais a 9.30 metros da parede testa onde se encontrava a outra estrutura e, a 10.20 metros da linha de deslocamento do nadador. Novamente, as imagens das duas câmaras foram reunidas em tempo real numa

mesa de mistura (Panasonic Digital AV Mixer WJ-AVE5) com saída para uma televisão (Sony Black Triniton KV-14T1E) e de seguida para um gravador de vídeo (Sony SLV-E120 VHS) onde foram registadas. Estas imagens também permitiram registar a técnica de Mariposa num outro plano oblíquo, ao eixo de deslocamento do nadador.

Cada par de câmaras foi ajustado e alinhado através de um referencial visual externo e por um nadador, visível pelas duas câmaras, colocados no plano do movimento, de forma a que a linha de separação das duas imagens coincidisse com a linha da água.

Para mais, teve-se a preocupação dos eixos ópticos de cada par de câmaras que se encontravam nos suportes estarem orientados convergentemente, de modo a garantir a reconstituição das dimensões do nadador, na imagem misturada de "duplo meio" (ar-água), como sugerem Vilas-Boas et al. (1996).

Outra câmara de vídeo (Panasonic DP 200 SVHS) foi montada num tripé, próxima de uma janela subaquática existente na parede testa, a 0.90 metros de profundidade. A câmara foi colocada de forma a que o eixo óptico da objectiva se encontrasse no prolongamento da direcção de deslocamento do nadador. Desta forma, registaram-se imagens subaquáticas do nadador em mais um plano oblíquo.

A última câmara (Panasonic DP 200 SVHS) também foi montada num tripé, mas 4.50 metros acima do plano de água, no local destinado para a assistência. O eixo óptico desta câmara também foi orientado de forma a que se encontrasse no prolongamento da direcção de deslocamento do nadador. Assim, foram igualmente registadas imagens do nadador num quarto plano oblíquo.

Todas as câmaras foram previamente reguladas para uma velocidade de obturação de 1:250. Os eixos ópticos de todas as câmaras foram orientadas de forma a registarem, no mínimo, os nadadores a partir de uma distância de aproximadamente 15 metros. A sincronização das câmaras foi realizada colocando no campo de registo de

cada uma delas um LED que era ligado regular e simultaneamente em todas, para marcar o início da sincronização.

Antes da captação das imagens, foi registado durante 3 minutos um objecto de calibração tridimensional de forma cúbica. O objecto de calibração foi colocado na trajectória de deslocamento do nadador, a 7.00 metros da parede testa e, manteve-se nesse mesmo local durante todo o período do registo das imagens, passando os nadadores no meio dele. Esse objecto teve como função permitir *à posteriori* a calibração e transformação das coordenadas do sistema informático em coordenadas reais.

A Figura 4 representa a localização e orientação das câmaras e dos suportes utilizados para o registo das imagens.

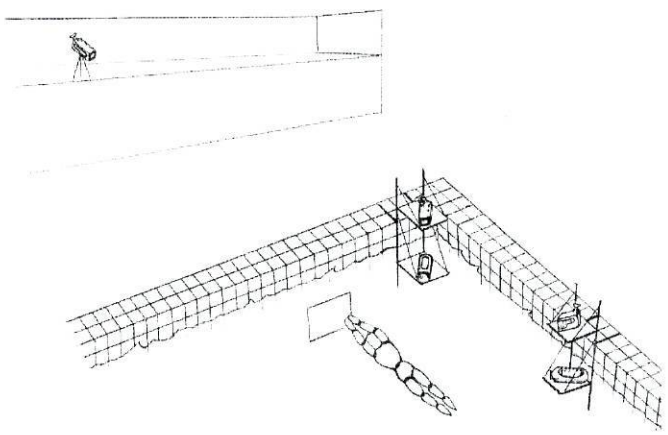

Figura 4. Localização e orientação das câmaras e dos suportes utilizados para o registo das imagens.

3.2. Procedimentos

Cada elemento que constituiu a amostra, nadou partindo de dentro de água, em percursos consecutivos e pela seguinte ordem:

i) 3 percursos de 25 metros Mariposa, a uma velocidade próxima da máxima, realizando em cada ciclo de braçada a técnica de inspiração frontal;

ii) 3 percursos de 25 metros Mariposa, a uma velocidade próxima da máxima, realizando em cada ciclo de braçada a técnica de inspiração lateral (para o lado direito);

iii) 3 percursos de 25 metros Mariposa, a uma velocidade próxima da máxima, realizando ciclos de braçada não inspiratórios.

Os nadadores deslocaram-se entre as pistas 5 e 6, no prolongamento da janela subaquática já descrita, permitindo a captação de diversos ciclos de braçada por percurso de todas as câmaras utilizadas.

Os nadadores foram esclarecidos que não podiam alterar a sua trajectória de forma substancial. Caso se verificasse um deslocamento lateral acentuado, parte do ciclo de braçada podia não ser captado por alguma das câmaras. Ou então, ser registado mas esse desvio poderia produzir mais tarde erros de paralaxe na análise dos dados.

4. Análise das imagens

4.1. Equipamentos

O estudo consistiu na análise cinemática de um ciclo completo de nado na técnica de Mariposa, utilizando as diversas técnicas de respiração, em cada percurso efectuado pelos nadadores. Para tal, foi usado o sistema de análise tridimensional do movimento *"Ariel Performance Analysis System"* (APAS) da *Ariel Dynamics* Inc.

Para além do aplicativo acima referido, também foram utilizados para a análise das imagens um computador pessoal com um processador *Celeron*™ a 333MHz, um leitor de vídeo (Panasonic AG 7355) a uma frequência de 50 fotogramas por segundo, uma impressora (Epson ESC P2), um drive externo *Iomega*® com capacidade para 250MB e, um leitor e gravador de *Compact Disks Hewlett Packard CD-Writer Plus* 9210i®.

4.2. Procedimentos

Os procedimentos metodológicos efectuados para a análise das imagens recolhidas, através do APAS, para cada câmara foram:

1. Recolha e registo de cada ciclo de braçada.

   Consistiu na conversão das imagens registadas em fita magnética, em formato de vídeo para *Windows® 9.x* ou *NT* (.avi).

2. Definição do modelo espacial.

   Foi utilizado o modelo de Zatsiorsky (Zatsiorsky e Seluyanov, 1983 citado por de Leva, 1996; Zatsiorsky et al., 1990a, 1990b, 1993 citado por de Leva, 1996) adaptado por de Leva (1996), que se compõe de 22 pontos anatómicos de referência. Ao modelo pré-definido, adicionou-se um ponto de digitalização no meio do corpo da mandíbula, criando desta forma um plano que permitiu medir a rotação da cabeça, no plano transverso.

   O Quadro 3 apresenta os pontos anatómicos de referência digitalizados em cada fotograma.

Quadro 3. Pontos anatómicos de referência digitalizados, em cada fotograma.

1. Vértex	13. Região metatársica direita
2. 7ª vértebra cervical	14. Acrómio esquerdo
3. Corpo da mandíbula	15. Olecrânio esquerdo
4. Acrómio direito	16. Região cárpica esquerda
5. Olecrânio direito	17. Extremidade inferior da Falange distal do 3º dedo da mão esquerda
6. Região cárpica direita	18. 5ª Costela esquerda (prolongamento do Apêndice xifóide no plano transverso)
7. Extremidade inferior da Falange distal do 3º dedo da mão direita	19. Ponto mais alto da crista ilíaca esquerda
8. 5ª Costela direita (prolongamento do Apêndice xifóide no plano transverso)	20. Grande trocânter femoral esquerdo
9. Ponto mais alto da crista ilíaca direita	21. Côndilo femoral lateral esquerdo
10. Grande trocânter femoral direito	22. Maléolo lateral esquerdo
11. Côndilo femoral lateral direito	23. Região metatársica esquerda
12. Maléolo lateral direito	

De seguida, realizou-se a ligação e identificação entre os diversos pontos anatómicos de referência que fizeram parte do modelo.

3. Introdução das coordenadas de posição (x,y,z) do sistema de referência utilizado.

O sistema de referência utilizado tinha uma forma cúbica com 3.05 metros de largura, em que os 0.50 metros a partir de cada vértice foi marcado com fita adesiva de cor vermelha. Da mesma forma, também foi marcada a distância do 1.00 metro e dos 1.50 metros com uma marcação vermelha e branca. As marcações tinham como intuito aumentar o número de pontos de referência.

4. Digitalização dos pontos anatómicos de referência e do ponto de controlo, em cada fotograma.

O ponto de controlo é um ponto fixo que terá de ser visível, em cada câmara, durante todo o período de filmagem. Adicionalmente, em cada ciclo de braçada, também se digitalizou num único fotograma os pontos que constituíam o sistema de referência utilizado.

Após se terem efectuado os procedimentos previamente descritos para todas as imagens a analisar, realizou-se:

5. Reconstrução tridimensional de cada ciclo de braçada

A reconstrução das imagens foi feita a partir do procedimento "D*irect Linear Transformation*" (DLT) desenvolvido por Abdel-Aziz e Karara (1971).

6. Filtragem dos resultados

Executou-se a filtragem dos resultados com o filtro *Digital Filter Algorithm,* com uma frequência de corte de 5Hz, para remover pequenos erros aleatórios decorrentes do processo de digitalização, como sugerem Alves (1995), Cunha (1997) e Martins-Silva (1997).

7. Visualização dos resultados por meio gráfico, numérico e pictórico.

5. Variáveis em estudo

5.1. Variável independente

Para o estudo foi definida como variável independente a técnica de respiração, ou seja, a utilização de ciclos inspiratórios frontais, de ciclos inspiratórios laterais (para o lado direito e para o lado esquerdo) e de ciclos não inspiratórios.

5.2. Variáveis dependentes

O Quadro 4 apresenta os parâmetros gerais do ciclo gestual que foram estudados. O Quadro 5 descrimina as variáveis dependentes relacionadas com as amplitudes de deslocamento dos diversos segmentos corporais e do CM que foram analisados, bem como o parâmetro cotovelo "caído". Os Quadros 6 e 7, respectivamente, descrevem as variáveis temporais absolutas e relativas que foram estudadas. O Quadro 8 descrimina os parâmetros angulares (absolutos e relativos) que foram objecto de análise no presente estudo. Os Quadros 9 e 10 respectivamente, apresentam os parâmetros da velocidade e da aceleração do centro de massa e da anca que foram avaliados. Finalmente, o Quadro 11 apresenta os parâmetros relacionados com a velocidade da mão que foram objecto de estudo.

Quadro 4. Parâmetros gerais do ciclo gestual analisados.

Parâmetro	Abreviatura (unidades)	Determinação
Distância de ciclo Distância percorrida pelo centro de massa, em cada ciclo de nado.	DC ($m.ciclo^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Tempo de duração do ciclo Período de tempo que medeia entre a entrada dos MS na água e uma nova entrada.	T (s)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média de nado Velocidade média de deslocamento do centro de massa, em cada ciclo de nado.	Vn ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado a partir de DC e de T. $Vn = DC \cdot T^{-1}$
Frequência gestual Número de ciclos de braçada realizados por segundo.	FG (Hz)	Parâmetro determinado a partir de T. $FG = 1 \cdot T^{-1}$
Índice de braçada Indicador de eficiência técnica.	IB ($m^2.c\text{-}^1.s^{-1}$)	Parâmetro determinado a partir de DC e de T. $IB = Vn \cdot DC$

Quadro 5. Amplitudes de deslocamento analisados e o parâmetro cotovelo "alto".

Parâmetro	Abreviatura (unidades)	Determinação
Amplitude vertical máxima do deslocamento da cabeça Distância perpendicular à superfície entre os pontos mais alto e mais profundo do deslocamento da cabeça.	AVcab (m)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Amplitude vertical máxima do deslocamento dos ombros Distância perpendicular à superfície entre os pontos mais alto e mais profundo do deslocamento dos ombros.	AVomb (m)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Amplitude vertical máxima do deslocamento da anca Distância perpendicular à superfície entre os pontos mais alto e mais profundo do deslocamento da anca.	AVanca (m)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Amplitude vertical máxima do deslocamento do centro de massa Distância perpendicular à superfície entre os pontos mais alto e mais profundo do deslocamento do centro de massa.	AVCM (m)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Amplitude vertical máxima do deslocamento dos joelhos Distância perpendicular à superfície entre os pontos mais alto e mais profundo do deslocamento dos joelhos.	AVjoe (m)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Amplitude vertical máxima do deslocamento dos tornozelos Distância perpendicular à superfície entre os pontos mais alto e mais profundo do deslocamento dos tornozelos.	AVtorn (m)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Amplitude vertical máxima do deslocamento da mão Distância perpendicular à superfície entre os pontos mais alto e mais profundo do deslocamento da mão.	AVmão (m)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Amplitude horizontal máxima do deslocamento da mão Distância paralela à superfície entre os pontos mais avançado e mais recuado do deslocamento da mão.	AHmão (m)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Índice de horizontalidade do deslocamento da mão	IH	Parâmetro determinado a partir de AVmão e de AHmão. IH = AHmão . AVmão^{-1}
Cotovelo "alto" Distância da projecção vertical entre o 3º dedo e o cotovelo no momento em que a mão se encontra na projecção vertical dos ombros.	C (m)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Quadro 6. Parâmetros temporais absolutos analisados.

Parâmetro	Abreviatura (unidades)	Determinação
Duração absoluta da entrada Período de tempo que medeia entre o momento em que as mãos tocam na água, até estarem visíveis no espaço subaquático, após o deslize.	$Dabs._{ent}$ (s)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Duração absoluta da acção lateral exterior Período de tempo que medeia entre o deslize à frente das mãos na água e o momento em que as elas atingem o ponto mais profundo da sua trajectória.	$Dabs._{ALE}$ (s)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Duração absoluta da acção lateral interior Período de tempo que medeia entre o momento em que as mãos atingem o ponto mais profundo da sua trajectória e se encontrarem próximas uma da outra, debaixo do tronco.	$Dabs._{ALI}$ (s)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Duração absoluta da acção ascendente Período de tempo que medeia entre o momento em que as mãos se encontram próximas uma da outra debaixo do tronco e, em que estão a um mesmo nível das coxas	$Dabs._{AA}$ (s)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Duração absoluta da recuperação dos MS Período de tempo que medeia entre o momento em que as mãos se encontram a um mesmo nível das coxas e a entrada dos MS na água.	$Dabs._{recup}$ (s)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Duração absoluta do primeiro batimento descendente Período de tempo que medeia entre o momento em que os pés atingem o ponto mais elevado da sua trajectória e o ponto mais profundo, no primeiro batimento.	$Dabs._{1ºBD}$ (s)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Duração absoluta do primeiro batimento ascendente Período de tempo que medeia entre o momento em que os pés se encontram no ponto mais profundo da sua trajectória e o ponto mais elevado, no primeiro batimento.	$Dabs._{1ºBA}$ (s)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Duração absoluta do segundo batimento descendente Período de tempo que medeia entre o momento em que os pés atingem o ponto mais elevado da sua trajectória e o ponto mais profundo, no segundo batimento.	$Dabs._{2ºBD}$ (s)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Duração absoluta do segundo batimento ascendente Período de tempo que medeia entre o momento em que os pés se encontram no ponto mais profundo da sua trajectória e o ponto mais elevado, no segundo batimento.	$Dabs._{2ºBA}$ (s)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Quadro 7. Parâmetros temporais relativos analisados.

Parâmetro	Abreviatura (unidades)	Determinação
Duração relativa da entrada Percentagem de tempo do ciclo de nado entre o momento em que as mãos tocam na superfície da água até, estarem visíveis no espaço subaquático, após o deslize à frente.	$Drel._{ent}$ (%)	Parâmetro determinado a partir de $Dabs._{ent}$ e T. $Drel._{ent} = Dabs._{ent} . 100. T^{-1}$
Duração relativa da acção lateral exterior Percentagem de tempo do ciclo de nado entre o deslize das mãos na água e o momento em que elas atingem o ponto mais profundo da sua trajectória.	$Drel._{ALE}$ (%)	Parâmetro determinado a partir de $Dabs._{ALE}$ e T. $Drel._{ALE} = Dabs._{ALE} . 100. T^{-1}$
Duração relativa da acção lateral interior Percentagem de tempo do ciclo de nado entre o momento em que as mãos atingem o ponto mais profundo da sua trajectória e em que se encontram próximas uma da outra debaixo do tronco.	$Drel._{ALI}$ (%)	Parâmetro determinado a partir de $Dabs._{ALI}$ e T. $Drel._{ALI} = Dabs._{ALI} . 100. T^{-1}$
Duração relativa da acção ascendente Percentagem de tempo do ciclo de nado entre o momento em as mãos se encontram próximas uma da outra debaixo do tronco e, em que se encontram num nível próximo das coxas.	$Drel._{AA}$ (%)	Parâmetro determinado a partir de $Dabs._{AA}$ e T. $Drel._{AA} = Dabs._{AA} . 100. T^{-1}$
Duração relativa da recuperação dos MS Percentagem de tempo do ciclo de nado entre o momento em que as mãos se encontram num nível próximo das coxas e a entrada dos MS na água.	$Drel._{recup}$ (%)	Parâmetro determinado a partir de $Dabs._{recup}$ e T. $Drel._{recup} = Dabs._{recup} . 100. T^{-1}$
Duração relativa do primeiro batimento descendente Percentagem de tempo do ciclo de nado entre o momento em que os pés atingem o ponto mais elevado da sua trajectória e o ponto mais profundo, no primeiro batimento.	$Drel._{1°BD}$ (%)	Parâmetro determinado a partir de $Dabs._{1°BD}$ e T. $Drel._{1°BD} = Dabs._{1°BD} . 100. T^{-1}$.
Duração relativa do primeiro batimento ascendente Percentagem de tempo do ciclo de nado entre o momento em que os pés se encontram no ponto mais profundo da sua trajectória e o ponto mais elevado, no primeiro batimento.	$Drel._{1°BA}$ (%)	Parâmetro determinado a partir de $Dabs._{1°BA}$ e T. $Drel._{1°BA} = Dabs._{1°BA} . 100. T^{-1}$
Duração relativa do segundo batimento descendente Percentagem de tempo do ciclo de nado entre o momento em que os pés atingem o ponto mais elevado da sua trajectória e o ponto mais profundo, no segundo batimento.	$Drel._{2°BD}$ (%)	Parâmetro determinado a partir de $Dabs._{2°BD}$ e T. $Drel._{2°BD} = Dabs._{2°BD} . 100. T^{-1}$.
Duração relativa do segundo batimento ascendente Percentagem de tempo do ciclo de nado entre o momento em que os pés se encontram no ponto mais profundo da sua trajectória e o ponto mais elevado, no segundo batimento.	$Drel._{2°BA}$ (%)	Parâmetro determinado a partir de $Dabs._{2°BA}$ e T. $Drel._{2°BA} = Dabs._{2°BA} . 100. T^{-1}$

Quadro 8. Parâmetros angulares analisados.

Parâmetro	Abreviatura (unidades)	Determinação
Ângulo absoluto da cabeça com a horizontal, no plano transverso, na entrada Ângulo realizado entre o segmento de recta vértex-corpo da mandíbula com a horizontal, no plano transverso, no momento da entrada dos MS.	$Acab._{ent}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Ângulo absoluto da cabeça com a horizontal, no plano transverso, na acção lateral exterior Ângulo realizado entre o segmento de recta vértex-corpo da mandíbula com a horizontal, no plano transverso, no momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória.	$Acab_{-ALE}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto da cabeça com a horizontal, no plano transverso, na acção lateral interior Ângulo realizado entre o segmento de recta vértex-corpo da mandíbula com a horizontal, no plano transverso, no momento em que as mãos se encontram próximas uma da outra, debaixo do tronco.	$Acab_{-ALI}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto da cabeça com a horizontal, no plano transverso, na acção lateral ascendente Ângulo realizado entre o segmento de recta vértex-corpo da mandíbula com a horizontal, no plano transverso, no momento em que as mãos atingiram um nível próximo das coxas.	$Acab_{-AA}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto da cabeça com a horizontal, no plano transverso, na recuperação dos MS Ângulo realizado entre o segmento de recta vértex-corpo da mandíbula com a horizontal, no plano transverso, no momento da transição entre a primeira e a segunda fase da recuperação dos MS.	$Acab_{-recup}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto dos ombros com a horizontal, no plano transverso, na entrada Ângulo realizado entre os ombros e a horizontal, no plano transverso, no momento da entrada dos MS.	$Aomb_{-ent}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto dos ombros com a horizontal, no plano transverso, na acção lateral exterior Ângulo realizado entre os ombros e a horizontal, no plano transverso, no momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória.	$Aomb_{-ALE}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto dos ombros com a horizontal, no plano transverso, na acção lateral interior Ângulo realizado entre os ombros e a horizontal, no plano transverso, no momento em que as mãos se encontram próximas uma da outra, debaixo do tronco.	$Aomb_{-ALI}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto dos ombros com a horizontal, no plano transverso, na acção lateral ascendente Ângulo realizado entre os ombros e a horizontal, no plano transverso, no momento em que as mãos atingiram um nível próximo das coxas.	$Aomb_{-AA}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto dos ombros com a horizontal, no plano transverso, na recuperação dos MS Ângulo realizado entre os ombros e a horizontal, no plano transverso, no momento da transição entre a primeira e a segunda fase da recuperação dos MS.	$Aomb_{-recup}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto do tronco com a horizontal, no plano sagital, na entrada Ângulo realizado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, no momento da entrada dos MS.	$Atrc_{-ent}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto do tronco com a horizontal, no plano sagital, na acção lateral exterior Ângulo realizado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, no momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória.	$Atrc_{-ALE}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Ângulo absoluto do tronco com a horizontal, no plano sagital, na acção lateral interior Ângulo realizado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, no momento em que se encontram próximas uma da outra, debaixo do tronco.	$Atrc._{ALI}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto do tronco com a horizontal, no plano sagital, na acção ascendente Ângulo realizado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, no momento em que se encontram num nível próximo das coxas.	$Atrc._{AA}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo absoluto do tronco com a horizontal, no plano sagital, na recuperação dos MS Ângulo realizado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, no momento da transição entre a primeira e a Segunda fase da recuperação dos MS.	$Atrc._{recup}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo relativo entre o antebraço e o braço na entrada Ângulo formado entre o antebraço e o braço no momento da entrada dos MS na água.	$C._{ent}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral exterior Ângulo formado entre o antebraço e o braço no momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória.	$C._{ALE}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral interior Ângulo formado entre o antebraço e o braço no momento em que as mãos se encontram próximas uma da outra, debaixo do tronco do nadador.	$C._{ALI}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção ascendente Ângulo formado entre o antebraço e o braço no momento em que as mãos se encontram a um mesmo nível das coxas.	$C._{AA}$ (°)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Quadro 9. Parâmetros de velocidade do centro de massa e da anca analisados.

Parâmetro	Abreviatura (unidades)	Determinação
Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a entrada dos MS Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa desde o momento em que as mãos tocam na superfície da água até, estarem visíveis no espaço subaquático, após o deslize à frente.	$V_{CM\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral exterior Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa, desde o momento em que as mãos deslizaram à frente e passaram a largura dos ombros, até atingirem o ponto mais profundo da sua trajectória.	$V_{CM\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral interior Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa, desde o momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória, até se encontrarem próximas uma da outra, debaixo do tronco do nadador.	$V_{CM\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção ascendente Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa, desde o momento em que as mãos se encontravam próximas uma da outra debaixo do tronco do nadador, até se encontrarem a um nível próximo das coxas.	$V_{CM\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a saída e a recuperação Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa, desde o momento em que as mãos se encontravam a um nível próximo das coxas, até se dar novo contacto com a água.	$V_{CM\text{-}recup}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante o ciclo de braçada Velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa, em cada ciclo de nado.	$V_{CM\text{-}media}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a entrada dos MS Velocidade média horizontal do deslocamento da anca desde o momento em que as mãos tocam na superfície da água até, estarem visíveis no espaço subaquático, após o deslize à frente.	$V_{anc\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral exterior Velocidade média horizontal do deslocamento da anca, desde o momento em que as mãos deslizaram à frente e passaram a largura dos ombros, até atingirem o ponto mais profundo da sua trajectória.	$V_{anc\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral interior Velocidade média horizontal do deslocamento da anca, desde o momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória, até se encontrarem próximas uma da outra, debaixo do tronco do nadador.	$V_{anc\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente Velocidade média horizontal do deslocamento da anca, desde o momento em que as mãos se encontravam próximas uma da outra debaixo do tronco do nadador, até se encontrarem a um nível próximo das coxas.	$V_{anc\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a saída e a recuperação Velocidade média horizontal do deslocamento da anca, desde o momento em que as mãos se encontravam a um nível próximo das coxas, até se dar novo contacto com a água.	$V_{anc\text{-}recup}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento média da anca durante o ciclo de braçada Velocidade média horizontal do deslocamento da anca, em cada ciclo de nado.	$V_{anc\text{-}media}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Quadro 10. Parâmetros de aceleração do centro de massa e da anca analisados.

Parâmetro	Abreviatura (unidades)	Determinação
Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a entrada dos MS Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa desde o momento em que as mãos tocam na superfície da água até, estarem visíveis no espaço subaquático, após o deslize à frente.	$a_{CM\text{-}ent}$ ($m.s^{-2}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral exterior Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa, desde o momento em que as mãos deslizaram à frente e passaram a largura dos ombros, até atingirem o ponto mais profundo da sua trajectória.	$a_{CM\text{-}ALE}$ ($m.s^{-2}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral interior Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa, desde o momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória, até se encontrarem próximas uma da outra, debaixo do tronco do nadador.	$a_{CM\text{-}ALI}$ ($m.s^{-2}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção ascendente Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa, desde o momento em que as mãos se encontravam próximas uma da outra debaixo do tronco do nadador, até se encontrarem a um nível próximo das coxas.	$a_{CM\text{-}AA}$ ($m.s^{-2}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a saída e a recuperação Aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa, desde o momento em que as mãos se encontravam a um nível próximo das coxas, até se dar novo contacto com a água.	$a_{CM\text{-}recup}$ ($m.s^{-2}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a entrada dos MS Aceleração média horizontal do deslocamento da anca desde o momento em que as mãos tocam na superfície da água até, estarem visíveis no espaço subaquático, após o deslize à frente.	$a_{anc\text{-}ent}$ ($m.s^{-2}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral exterior Aceleração média horizontal do deslocamento da anca, desde o momento em que as mãos deslizaram à frente e passaram a largura dos ombros, até atingirem o ponto mais profundo da sua trajectória.	$a_{anc\text{-}ALE}$ ($m.s^{-2}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral interior Aceleração média horizontal do deslocamento da anca, desde o momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória, até se encontrarem próximas uma da outra, debaixo do tronco do nadador.	$a_{anc\text{-}ALI}$ ($m.s^{-2}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente Aceleração média horizontal do deslocamento da anca, desde o momento em que as mãos se encontravam próximas uma da outra debaixo do tronco do nadador, até se encontrarem a um nível próximo das coxas.	$a_{anc\text{-}AA}$ ($m.s^{-2}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a saída e a recuperação Aceleração média horizontal do deslocamento da anca, desde o momento em que as mãos se encontravam a um nível próximo das coxas, até se dar novo contacto com a água.	$a_{anc\text{-}recup}$ ($m.s^{-2}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Quadro 11. Parâmetros da velocidade da mão analisados.

Parâmetro	Abreviatura (unidades)	Determinação
Velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a entrada do MS Velocidade média horizontal do deslocamento da mão desde o momento em que as mãos tocam na superfície da água até, estarem visíveis no espaço subaquático, após o deslize à frente.	$V_{m\text{-}x\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a entrada do MS Velocidade média vertical do deslocamento da mão desde o momento em que as mãos tocam na superfície da água até, estarem visíveis no espaço subaquático, após o deslize à frente.	$V_{m\text{-}y\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a entrada do MS Velocidade média lateral do deslocamento da mão desde o momento em que as mãos tocam na superfície da água até, estarem visíveis no espaço subaquático, após o deslize à frente.	$V_{m\text{-}z\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a entrada do MS Velocidade média resultante do deslocamento da mão desde o momento em que as mãos tocam na superfície da água até, estarem visíveis no espaço subaquático, após o deslize à frente.	$V_{m\text{-}R\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante acção lateral exterior Velocidade média horizontal do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos deslizaram à frente e passaram a largura dos ombros, até atingirem o ponto mais profundo da sua trajectória.	$V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média vertical do deslocamento da mão durante acção lateral exterior Velocidade média vertical do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos deslizaram à frente e passaram a largura dos ombros, até atingirem o ponto mais profundo da sua trajectória.	$V_{m\text{-}y\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média lateral do deslocamento da mão durante acção lateral exterior Velocidade média lateral do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos deslizaram à frente e passaram a largura dos ombros, até atingirem o ponto mais profundo da sua trajectória.	$V_{m\text{-}z\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior Velocidade média resultante do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos deslizaram à frente e passaram a largura dos ombros, até atingirem o ponto mais profundo da sua trajectória.	$V_{m\text{-}R\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

Velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante acção lateral interior Velocidade média horizontal do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória, até se encontrarem próximas uma da outra, debaixo do tronco do nadador.	$V_{m\text{-}x\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média vertical do deslocamento da mão durante acção lateral interior Velocidade média vertical do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória, até se encontrarem próximas uma da outra, debaixo do tronco do nadador.	$V_{m\text{-}y\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média lateral do deslocamento da mão durante acção lateral interior Velocidade média lateral do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória, até se encontrarem próximas uma da outra, debaixo do tronco do nadador.	$V_{m\text{-}z\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média resultante do deslocamento da mão durante acção lateral interior Velocidade média resultante do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos atingiram o ponto mais profundo da sua trajectória, até se encontrarem próximas uma da outra, debaixo do tronco do nadador.	$V_{m\text{-}R\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante acção ascendente Velocidade média horizontal do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos se encontravam próximas uma da outra debaixo do tronco do nadador, até se encontrarem a um nível próximo das coxas.	$V_{m\text{-}x\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média vertical do deslocamento da mão durante acção ascendente Velocidade média vertical do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos se encontravam próximas uma da outra debaixo do tronco do nadador, até se encontrarem a um nível próximo das coxas.	$V_{m\text{-}y\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média lateral do deslocamento da mão durante acção ascendente Velocidade média lateral do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos se encontravam próximas uma da outra debaixo do tronco do nadador, até se encontrarem a um nível próximo das coxas.	$V_{m\text{-}z\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.
Velocidade média resultante do deslocamento da mão durante acção ascendente Velocidade média resultante do deslocamento da mão, desde o momento em que as mãos se encontravam próximas uma da outra debaixo do tronco do nadador, até se encontrarem a um nível próximo das coxas.	$V_{m\text{-}R\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	Parâmetro determinado directamente a partir do programa de aplicação APAS.

6. Tratamento estatístico

Para a análise estatística dos dados foi utilizado o programa de aplicação "*StatView for Windows* v.4.53".

A análise estatística dos dados compreendeu dois blocos. Num primeiro bloco, realizou-se a análise exploratória e descritiva dos dados. Num segundo bloco, efectuou-se a análise inferencial dos mesmos.

No que diz respeito à análise exploratória e descritiva, foram utilizados os parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão). Também foi realizada a análise da simetria (*skewness*) e de achatamento (*kurtosis*) das curvas e da normalidade da distribuição.

Na análise inferencial, para comparação das variações entre as diferentes técnicas de respiração, foi utilizada a técnica paramétrica de comparação "ANOVA medidas repetidas".

Também se determinou os Coeficientes de Correlação de Pearson entre diversas variáveis, procurando conhecer o possível grau de associação entre elas.

Em todos os procedimentos foi adoptado um nível de significância de 5% ($p \leq 0.05$).

V. Apresentação dos resultados

1. Parâmetros gerais do ciclo gestual

No Quadro 12 são apresentados os valores médios e os respectivos desvios padrão dos parâmetros gerais do ciclo gestual estudados, ou seja, da DC, do T, da Vn, da FG e do IB, ao utilizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.

Na DC apenas se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios, sendo os valores médios significativamente superiores ao efectuarem-se ciclos sem fase inspiratória [F (1; 6)=10.195, p=0.0188]. Já na FG observaram-se diferenças significativas entre as duas técnicas com fase inspiratória, sendo esta variável significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos de inspiração frontal [F(1; 6)= 5.991, p=0.0500].

No T e na Vn comparando os três modelos respiratórios respiração, nenhuma destas variáveis apresentou diferenças estatisticamente significativas.

Relativamente ao IB, observaram-se diferenças significativas comparando os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios [F(1; 6)= 7.088, p=0.0374]. Com efeito, os valores médios deste índice foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios. Da mesma forma e apesar de não ter qualquer significado em termos estatísticos, o IB foi superior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal do que ao executarem-se ciclos de inspiração lateral [F(1; 6)= 1.474, p=0.2703].

Quadro 12. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) dos parâmetros gerais do ciclo gestual. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; DC – distância de ciclo; T – tempo de ciclo; Vn – velocidade média de nado; FG – frequência gestual; IB – índice de braçada.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
DC ($m.ciclo^{-1}$)	1.863 ± 0.196	1.743 ± 0.117 #	1.881 ± 0.106
T (s)	1.069 ± 0.089	1.031 ± 0.055	1.040 ± 0.050
Vn ($m.s^{-1}$)	1.750 ± 0.199	1.693 ± 0.104	1.811 ± 0.112
FG (Hz)	0.941 ± 0.074 *	0.973 ± 0.051	0.963 ± 0.46
IB ($m^2.c^{-1}.s^{-1}$)	3.284 ± 0.641	2.959 ± 0.346 #	3.412 ± 0.367

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

2. Parâmetros espaciais e temporais

2.1. Segmentos corporais e centro de massa

O Quadro 13 apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrão dos parâmetros espaciais do centro de massa e dos diversos segmentos corporais estudados, ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.

A AVcab apresentou diferenças significativas entre todas as técnicas de respiração. Este parâmetro apresentou o seu valor mais reduzido ao realizarem-se ciclos não inspiratórios e o mais elevado ao efectuar-se a técnica de inspiração frontal. Por sua vez, a realização de inspiração lateral, promoveu uma AVcab significativamente menor do que ao executar-se a técnica frontal mas, significativamente superiores do que ao adoptar-se ciclos não inspiratórios.

A AVomb parece evidenciar um comportamento próximo da AVcab. Contudo, neste caso, os resultados são significativamente diferentes entre os ciclos de inspiração frontal em comparação com as outras duas técnicas. Dito de outra forma, a AVomb foi significativamente superior ao realizar-se a técnica de inspiração frontal do que a lateral [$F(1; 6)=6.340$, $p=0.0454$] e os ciclos não inspiratórios [$F(1; 6)= 9.923$, $p=0.0198$]. Por outro lado, não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios [$F(1; 6)= 0.072$, $p=0.7979$].

A AVanca, a AVCM, a AVjoe, a AVtorn, a AVmão e o C, não evidenciaram diferenças significativas ao se compararem as três técnicas de respiração, isto é, ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios, na técnica de Mariposa.

Finalmente, a AHmão [F(1; 6)= 31.074, p=0.0014] e muito possivelmente por consequência, o IH [F(1; 6)= 7.529, p=0.0336] foram significativamente superiores ao adoptarem-se ciclos não inspiratórios do que os ciclos de inspiração lateral. Para mais, nos ciclos não inspiratórios a AHmão [F(1; 6)= 1.103, p=0.3340] e o IH [F(1; 6)= 3.526, p=0.1095] foram superiores do que nos ciclos de inspiração frontal, apesar da ausência de significado estatístico.

Quadro 13. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) dos parâmetros espaciais do centro de massa e dos diversos segmentos corporais estudados. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; AVcab – amplitude vertical máxima de deslocamento da cabeça; AVomb – amplitude vertical máxima de deslocamento dos ombros; AVanca – amplitude vertical máxima de deslocamento da anca; AVCM – amplitude vertical máxima de deslocamento do centro de massa; AVjoe – amplitude vertical máxima de deslocamento dos joelhos; AVtorn – amplitude vertical máxima de deslocamento dos tornozelos; AVmão – amplitude vertical máxima de deslocamento da mão; AHmão – amplitude horizontal máxima de deslocamento da mão; IH – índice de horizontalidade do deslocamento da mão; C – cotovelo "alto".

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
AVcab (m)	0.480 ± 0.058 *+	0.409 ± 0.066 #	0.204 ± 0.031
AVomb (m)	0.343 ± 0.034 *+	0.296 ± 0.040	0.293 ± 0.025
AVanca (m)	0.0129 ± 0.025	0.099 ± 0.013	0.102 ± 0.020
AVCM (m)	0.183 ± 0.096	0.129 ± 0.029	0.101 ± 0.010
AVjoe (m)	0.278 ± 0.071	0.248 ± 0.52	0.243 ± 0.063
AVtorn (m)	0.315 ± 0.035	0.291 ± 0.044	0.320 ± 0.028
AVmão (m)	0.569 ± 0.055	0.539 ± 0.123	0.528 ± 0.081
AHmão (m)	1.929 ± 0.257	1.640 ± 0.171 #	2.044 ± 0.155
IH	3.438 ± 0.670	3.169 ± 0.779 #	3.970 ± 0.777
C (m)	0.272 ± 0.040	0.267 ± 0.047	0.279 ± 0.044

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

Os valores médios e os respectivos desvios padrão das durações absolutas das várias acções motoras definidas para a técnica de Mariposa, estão apresentados no Quadro 14.

A $Dabs_{-ent}$ foi significativamente superior ao realizar-se a técnica de inspiração frontal do que a técnica de inspiração lateral [F(1; 6)= 6.250, p=0.0465]. Comparando-se as outras duas técnicas de respiração, neste parâmetro, não se observaram diferenças significativas.

Da mesma forma, também não se constaram diferenças significativas entre qualquer dos modelos respiratórios em estudo na $Dabs_{-ALE}$, na $Dabs_{-1°BD}$ e na $Dabs_{-1°BA}$.

Todavia, a $Dabs_{-ALI}$ foi significativamente superior ao realizarem-se ciclos não inspiratórios do que ciclos de inspiração lateral [F(1; 6)=7.765, p=0.317]. Comparando esta mesma variável ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal e ciclos não inspiratórios, apesar do valor não ter qualquer significado estatístico, será de sublinhar que ele se encontra muito próximo do nível de significância adoptado [F(1; 6)=5.919, p=0.0510] sendo superior para a técnica não inspiratória. Ou seja, parece que a ALI tenderá a ser superior ao executar-se ciclos não inspiratórios do que ciclos com fase inspiratória.

A $Dabs_{-AA}$ foi significativamente superior ao realizarem-se ciclos não inspiratórios do que ciclos de inspiração frontal [F(1; 6)= 7.257, p=0.0359]. Já a $Dabs_{-recup}$ foi significativamente superior ao executar-se a técnica de inspiração frontal do que os ciclos sem fase inspiratória [F(1; 6)= 20.359, p=0.0041]. Para mais, comparando as duas técnicas inspiratórias a tendência parece ser para uma maior $Dabs_{-AA}$ [F(1; 6)=1.911, p=0.2162] e uma menor $Dabs_{-recup}$ [F(1; 6)=1.484, p=0.2688] ao realizar-se a inspiração através de uma rotação lateral do que por meio de uma extensão cervical.

Relativamente à acção dos MI, verificaram-se diferenças significativas na $Dabs_{-2°BD}$ ao comparar-se a execução de ciclos não inspiratórios e de ciclos de inspiração lateral, sendo os valores significativamente superiores na técnica inspiratória [F(1; 6)=7.948, p=0.0304]; e na $Dabs_{-2°BA}$ ao compararem-se as duas técnicas com fase inspiratória, sendo os valores significativamente superiores ao efectuar-se a inspiração frontalmente [F(1; 6)=10.342, p=0.0182].

Quadro 14. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) da duração absoluta das diversas acções motoras estudadas. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; Dabs $_{-ent}$ – duração absoluta da entrada; Dabs $_{-ALE}$ – duração absoluta da acção lateral exterior; Dabs $_{-ALI}$ – duração absoluta da acção lateral interior; Dabs $_{-AA}$ – duração absoluta da acção ascendente; Dabs $_{-recup}$ – duração absoluta da recuperação dos membros superiores; Dabs $_{-1^{o}BD}$ – duração absoluta do primeiro batimento descendente; Dabs $_{-1^{o}BA}$ – duração absoluta do primeiro batimento ascendente; Dabs $_{-2^{o}BD}$ – duração absoluta do segundo batimento descendente; Dabs $_{-2^{o}BA}$ – duração absoluta do segundo batimento ascendente.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
Dabs$_{-ent}$ (s)	0.176 ± 0.042 *	0.164 ± 0.032	0.181 ± 0.48
Dabs$_{-ALE}$ (s)	0.305 ± 0.074	0.293 ± 0.042	0.252 ± 0.033
Dabs$_{-ALI}$ (s)	0.133 ± 0.023	0.138 ± 0.019 #	0.169 ± 0.030
Dabs$_{-AA}$ (s)	0.122 ± 0.033 +	0.130 ± 0.038	0.166 ± 0.030
Dabs$_{-recup}$ (s)	0.332 ± 0.025 +	0.311 ± 0.066	0.278 ± 0.046
Dabs$_{-1^{o}BD}$ (s)	0.233 ± 0.050	0.240 ± 0.075	0.199 ± 0.041
Dabs$_{-1^{o}BA}$ (s)	0.319 ± 0.076	0.298 ± 0.071	0.376 ± 0.050
Dabs$_{-2^{o}BD}$ (s)	0.210 ± 0.042	0.243 ± 0.060 #	0.179 ± 0.024
Dabs$_{-2^{o}BA}$ (s)	0.306 ± 0.048 *	0.241 ± 0.041	0.278 ± 0.044

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

O Quadro 15 apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrão da duração relativa das diversas acções motoras definidas para a técnica de nado em estudo, ao executarem-se os três padrões respiratórios em análise.

A Drel$_{-ent}$, a Drel$_{-1^{o}BD}$ e a Drel$_{-1^{o}BA}$, não apresentaram valores significativamente diferentes entre qualquer das técnicas de respiração analisadas, na técnica de Mariposa.

Na ALE, a duração relativa desta fase do trajecto motor subaquático foi significativamente superior ao realizar-se a técnica de inspiração lateral do que os ciclos não inspiratórios [$F(1; 6)=6.914$, $p=0.0391$]. Na fase seguinte, a ALI, a diferença persiste. No entanto, a duração relativa desta fase foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que naqueles em que a inspiração é executada através da rotação lateral da cabeça [$F(1; 6)=7.709$, $p=0.0321$].

Contudo, as maiores diferenças parecem ocorrer entre a técnica de inspiração frontal e a técnica não inspiratória. As fases mais propulsivas da braçada, ou seja, a ALI [$F(1; 6)=8.263$, $p=0.0283$] e a AA [$F(1; 6)=8.223$, $p=0.0285$], parecem ter uma duração

relativa significativamente superior ao realizarem-se ciclos não inspiratórios. Já na recuperação dos MS, a duração relativa foi significativamente superior na técnica de inspiração frontal do que nos ciclos sem fase inspiratória [F(1; 6)=8.025, p=0.0298]. Anda nesta fase, não se observaram diferenças significativas ao compararem-se as restantes técnicas de respiração.

No que concerne à duração relativa das acções dos MI, o quadro é em tudo similar ao verificado para as durações absolutas. Ou seja, não foram detectadas diferenças significativas entre nenhuma das técnicas quer no primeiro batimento descendente, quer no primeiro batimento ascendente. No segundo batimento encontraram-se algumas diferenças estatisticamente significativas. A $Drel_{-2^{o}\ BD}$ foi significativamente superior ao realizar-se a inspiração lateralmente do que não efectuando a inspiração [F(1; 6)= 7.473, p=0.0340] e a $Drel_{-2^{o}\ BA}$ foi significativamente superior na técnica de inspiração frontal do que na lateral [F(1; 6)= 7.208, p=0.0363].

Quadro 15. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) da duração relativa das diversas acções motoras estudadas. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $Drel_{-ent}$ – duração relativa da entrada; $Drel_{-ALE}$ – duração relativa da acção lateral exterior; $Drel_{-ALI}$ – duração relativa da acção lateral interior; $Drel_{-AA}$ – duração relativa da acção ascendente; $Drel_{-recup}$ – duração relativa da recuperação dos membros superiores; $Drel_{-1^{o}BD}$ – duração relativa do primeiro batimento descendente; $Drel_{-1^{o}BA}$ – duração relativa do primeiro batimento ascendente; $Drel_{-2^{o}BD}$ – duração relativa do segundo batimento descendente; $Drel_{-2^{o}BA}$ – duração relativa do segundo batimento ascendente.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
$Drel_{ent}$ (%)	16.416 ± 3.338	15.890 ± 2.943	17.371 ± 4.574
$Drel_{ALE}$ (%)	28.262 ± 4.516	28.492 ± 4.102 #	24.311 ± 3.386
$Drel_{ALI}$ (%)	12.607 ± 2.647 +	13.405 ± 1.774 #	16.229 ± 2.584
$Drel_{AA}$ (%)	11.348 ± 2.843 +	12.563 ± 3.415	15.984 ± 2.914
$Drel_{recup}$ (%)	31.208 ± 3.322 +	30.194 ± 6.079	26.738 ± 4.298
$Drel_{1^{o}BD}$ (%)	21.826 ± 4.781	23.234 ± 6.667	19.124 ± 3.433
$Drel_{1^{o}BA}$ (%)	29.802 ± 6.739	29.044 ± 7.459	36.182 ± 4.351
$Drel_{2^{o}BD}$ (%)	19.640 ± 3.715	23.494 ± 5.478 #	17.280 ± 2.399
$Drel_{2^{o}BA}$ (%)	28.610 ± 4.046 *	23.288 ± 2.982	26.764 ± 4.048

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

2.2. Parâmetros angulares

O Quadro 16 apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrão do ângulo absoluto efectuado entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, em cada fase do trajecto motor dos MS, ou seja, na entrada dos MS, na ALE, na ALI, na AA e na recuperação dos MS.

Durante a entrada dos MS, o ângulo em questão não evidenciou diferenças significativas em nenhum dos modelos respiratórios. Com efeito, esta é a única fase onde não se observaram diferenças estatisticamente significativas.

Nas restantes fases, isto é, na ALE [$F(1; 6)=40.621$, $p=0.0007$], na ALI [$F(1; 6)=104.261$, $p<0.0001$], na AA [$F(1; 6)=78.084$, $p=0.0001$] e na recuperação dos MS [$F(1; 6)=48.007$, $p=0.004$], encontraram-se diferenças significativas no ângulo absoluto formado entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, quando se comparou a técnica de inspiração lateral com a técnica de inspiração frontal. Em todos os casos, o ângulo em causa foi significativamente inferior ao efectuar-se a inspiração através da rotação lateral da cabeça. O mesmo fenómeno observou-se ao comparar a técnica de inspiração lateral com os ciclos sem fase inspiratória. Por outras palavras, também neste caso, o ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, foi significativamente inferior ao realizar-se a inspiração lateralmente durante a ALE [$F(1; 6)= 72.749$, $p=0.0001$], durante a ALI [$F(1; 6)=96,950$, $p<0.0001$], durante a AA [$F(1; 6)=70.074$, $p=0.0002$] e durante a recuperação dos MS [$F(1; 6)=53.655$, $p=0.0003$].

Comparando os ciclos de inspiração frontal com os ciclos não inspiratórios, no parâmetro em causa, em nenhuma das fases foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

Ainda comparando esta variável mas, ao longo do ciclo de braçada, na técnica de Mariposa com inspiração lateral, parece que o seu valor médio máximo ocorre durante a

entrada dos MS (91.578° ± 2.312°) e vai diminuindo até atingir o seu valor médio mínimo durante a AA (30.330° ± 18.360°).

Quadro 16. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) do ângulo absoluto realizado entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, em cada fase do trajecto motor. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $Acab_{-ent}$ – ângulo absoluto da cabeça com a horizontal, no plano transverso, na entrada; $Acab_{-ALE}$– ângulo absoluto da cabeça com a horizontal, no plano transverso, na acção lateral exterior; $Acab_{-ALI}$ – ângulo absoluto da cabeça com a horizontal, no plano transverso, na acção lateral interior; $Acab_{-AA}$ – ângulo absoluto da cabeça com a horizontal, no plano transverso, na acção ascendente; $Acab_{-recup}$ – ângulo absoluto da cabeça com a horizontal, no plano transverso, na recuperação dos membros superiores.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
$Acab_{-ent}$ (°)	91.723 ± 0.866	91.578 ± 2.312	92.283 ± 1.208
$Acab_{-ALE}$ (°)	91.644 ± 2.763 *	74.068 ± 6.444 #	93.092 ± 2.267
$Acab_{-ALI}$ (°)	91.284 ± 2.363 *	46.679 ± 11.629#	90.982 ± 1.539
$Acab_{-AA}$ (°)	90.780 ± 1.715 *	30.330 ± 18.360#	92.158 ± 1.813
$Acab_{-recup}$ (°)	90.363 ± 0.980 *	60.631 ± 10.898#	91.298 ± 1.624

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

O Quadro 17 apresenta as estatísticas descritivas do ângulo absoluto realizado entre os ombros e a horizontal, no plano transverso, em cada fase do trajecto motor dos MS.

Tal como no ângulo formado entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, também neste caso particular, não se observaram diferenças significativas em nenhuma das técnicas de respiração, durante a entrada dos MS.

Contudo, este parâmetro foi significativamente superior ao realizar-se ciclos de inspiração lateral do que ciclos de inspiração frontal durante a ALE [F(1; 6)=50.888, p=0.0004], durante a ALI [F(1; 6)=14.193, p= 0.0093], durante a AA [F(1; 6)=6.825, p=0.0400] e durante a recuperação dos MS [F(1; 6)=18.339, p=0.0052]. Da mesma forma, o ângulo absoluto formado entre os ombros e a horizontal no plano transverso foi significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral ao verificado nos ciclos sem fase inspiratória na ALE [F(1; 6)=59.846, p=0.0002], na ALI [F(1; 6)=13.358, p=0.0106], na AA [F(1; 6)=21.314, p=0.0036] e na recuperação dos MS [F(1; 6)=42.451, p=0.0006].

Por outro lado, o $Aomb_{-AA}$ foi significativamente superior nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos não inspiratórios [F(1; 6)=8.375, p=0.0276], apesar dos valores médios em ambos os casos serem manifestamente reduzidos, ou seja, de 3.199 ± 2.043° para a primeira técnica e de 1.992 ± 1.326° para segunda. Nas restantes fases do trajecto motor subaquático, não se observaram diferenças significativas ao comparar-se a técnica de inspiração frontal com os ciclos sem fase inspiratória.

Comparando o ângulo absoluto formado entre os ombros e a horizontal, no plano transverso ao longo do ciclo de braçada, na técnica de Mariposa com inspiração lateral, parece que o valor médio desse ângulo tende a aumentar desde entrada dos MS (1.778 ± 2.019°), altura em que atinge o seu valor mínimo, até à ALI (10.565 ± 4.939°) momento em que apresenta o seu valor máximo, diminuindo a partir deste momento, até à ocorrência de nova entrada.

Quadro 17. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) do ângulo absoluto realizado entre os ombros e a horizontal, no plano transverso, em cada fase do trajecto motor. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $Aomb_{-ent}$ – ângulo absoluto dos ombros com a horizontal, no plano transverso, na entrada; $Aomb_{-ALE}$– ângulo absoluto dos ombros com a horizontal, no plano transverso, na acção lateral exterior; $Aomb_{-ALI}$ – ângulo absoluto dos ombros com a horizontal, no plano transverso, na acção lateral interior; $Aomb_{-AA}$ – ângulo absoluto dos ombros com a horizontal, no plano transverso, na acção ascendente; $Aomb_{-recup}$ – ângulo absoluto dos ombros com a horizontal, no plano transverso, na recuperação dos membros superiores.

	Frt. ($\bar{x}$ ± dp)	Lat. ($\bar{x}$ ± dp)	Não Insp. ($\bar{x}$ ± dp)
$Aomb_{-ent}$ (°)	0.891 ± 0.497	1.778 ± 2.019	1.040 ± 0.611
$Aomb_{-ALE}$ (°)	2.401 ± 1.059 *	8.786 ± 1.724 #	3.209 ± 0.921
$Aomb_{-ALI}$ (°)	2.871 ± 2.039 *	10.565 ± 4.939 #	3.636 ± 0.996
$Aomb_{-AA}$ (°)	3.199 ± 2.043 *+	6.981 ± 1.969 #	1.992 ± 1.326
$Aomb_{-recup}$ (°)	2.298 ± 1.759 *	5.271 ± 0.602 #	1.704 ± 1.251

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

A comparação do ângulo absoluto realizado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, ao efectuarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios encontra-se descrito no Quadro 18.

Considerou-se que o ângulo assumia valores negativos quando a anca se encontrava num plano mais elevado do que os ombros e, positivo quando o oposto se verificava, isto é, quando a anca estava num plano mais profundo do que os ombros.

Descortinaram-se diferenças significativas entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios durante a ALE [F(1; 6)=35.441, p=0.0010], durante a ALI [F(1; 6)=6.202, p=0.0471], durante a AA [F(1; 6)=10.515, p=0.0176] e durante a recuperação dos MS [F(1; 6)=7.464, p=0.0341]. O parâmetro em causa foi sempre significativamente superior ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal do que ciclos não inspiratórios. Esse fenómeno também ocorreu ao se compararem os ciclos de inspiração lateral com os ciclos sem fase inspiratória. Ou seja, o ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital, foi significativamente superior ao se realizar a inspiração lateralmente do que abstendo-se de efectuar essa acção, durante a ALE [F(1; 6)=12.123, p=0.0131], durante a ALI [F(1; 6)=7.313, p=0.0354], durante a AA [F(1; 6)=39.640, p=0.0007] e durante a recuperação dos MS [F(1; 6)=10.934, p=0.0163].

Finalmente, este mesmo parâmetro foi significativamente superior nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos de inspiração lateral, durante a ALE [F(1; 6)=13.676, p=0.0101]. No entanto o $Atrc_{-ent}$, o $Atrc_{-ALI}$, o $Atrc_{-AA}$ e o $Atrc_{-recup}$, não apresentaram diferenças significativas ao comparar-se as duas técnicas inspiratórias, apesar de em termos gerais o valor médio desta variável ser igual ou ligeiramente inferior na técnica de inspiração lateral do que na frontal e, da mesma forma, o desvio padrão também ser sempre inferior.

Quadro 18. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) do ângulo absoluto realizado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, em cada fase do trajecto motor. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $Atrc_{-ent}$ – ângulo absoluto do tronco com a horizontal, no plano sagital, na entrada; $Atrc_{-ALE}$– ângulo absoluto do tronco com a horizontal, no plano sagital, na acção lateral exterior; $Atrc_{-ALI}$ – ângulo absoluto do tronco com a horizontal, no plano sagital, na acção lateral interior; $Atrc_{-AA}$ – ângulo absoluto do tronco com a horizontal, no plano sagital, na acção ascendente; $Atrc_{-recup}$ – ângulo absoluto do tronco com a horizontal, no plano sagital, na recuperação dos membros superiores.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
$Atrc_{-ent}$ (°)	-7,732 ± 7.390	-4.386 ± 4.651	-3.806 ± 6.058
$Atrc_{-ALE}$ (°)	16.856 ± 8.182 *+	10.393 ± 3.859 #	5.524 ± 5.742
$Atrc_{-ALI}$ (°)	22.974 ± 6.681 +	21.032 ± 3.130 #	15.724 ± 5.649
$Atrc_{-AA}$ (°)	26.214 ± 7.117 +	26.441 ± 5.382 #	19.896 ± 3.411
$Atrc_{-recup}$ (°)	24.299 ± 4.766 +	23.180 ± 3.340 #	15.168 ± 5.426

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

O Quadro 19 apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrão do ângulo relativo entre o antebraço e o braço, em cada fase do trajecto motor subaquático, ao realizarem-se as três técnicas de respiração em estudo na técnica de Mariposa.

Observaram-se diferenças significativas no C_{-ent} e no C_{-AA} entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios. O C_{-ent} foi significativamente superior na técnica inspiratória [$F(1; 6)=7.245$, $p=0.360$] e o C_{-AA} foi significativamente superior na técnica não inspiratória [$F(1; 6)=36.657$, $p=0.0009$]. A mesma tendência verificou-se ao compararem-se os ciclos de inspiração frontal com os ciclos sem fase inspiratória, na AA. Também aqui, o C_{-AA} foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios [$F(1; 6)=37.024$, $p=0.0009$]. Isto é, na fase mais propulsiva da braçada, o ângulo relativo entre o antebraço e o braço foi manifestamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos com fase inspiratória.

Contudo, na ALI, uma fase considerada como sendo bastante propulsiva, não se encontraram diferenças estatisticamente significativas no C_{-ALI} entre os ciclos de inspiração frontal, os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

Quadro 19. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) do ângulo relativo entre o antebraço e o braço, em cada fase do trajecto motor subaquático. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; C_{-ent} – ângulo relativo entre o antebraço e o braço na entrada; C_{-ALE} – ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral exterior; C_{-ALI} – ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral interior; C_{-AA} – ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção ascendente; C_{-recup} – ângulo relativo entre o antebraço e o braço na recuperação dos membros superiores.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
C_{-ent} (°)	181.4 ± 9.6	183.9 ± 6.2 #	177.5 ± 6.4
C_{-ALE} (°)	109.7 ± 8.0	112.7 ± 9.4	111.3 ± 17.9
C_{-ALI} (°)	112.4 ± 11.7	117.3 ± 12.7	106.4 ± 7.1
C_{-AA} (°)	133.0 ± 16.1 +	137.1 ± 12.9 #	170.5 ± 5.2

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

3. Velocidades e acelerações

3.1. A mão

Os resultados referentes à componente horizontal da velocidade de deslocamento da mão assumiram valores positivos sempre que esta se deslocou de trás para a frente e, valores negativos quando se deslocou da frente para trás. Os resultados relativos à componente vertical da velocidade de deslocamento da mão adoptaram valores positivos quando este segmento se deslocou de baixo para cima e valores negativos quando a mão apresentou um deslocamento no sentido oposto, isto é, de cima para baixo. Finalmente, a componente lateral da velocidade de deslocamento da mão apresentou valores positivos quando esta se deslocou num sentido medial, ou seja, de uma posição mais lateral para uma outra mais medial e valores negativos quando o deslocamento assumiu o sentido inverso.

O Quadro 20 apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrão das componentes e da resultante da velocidade média do deslocamento da mão durante a entrada dos MS e durante a ALE, ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.

Na entrada dos MS, apenas se descortinaram diferenças significativas na $V_{m\text{-}x\text{-}ent}$ ao compararem-se as duas técnicas inspiratórias. Na realidade, a $V_{m\text{-}x\text{-}ent}$ foi significativamente superior ao efectuar-se a inspiração lateralmente do que através da

extensão cervical [F(1; 6)=6.296, p=0.0460]. Apesar do valor médio da $V_{m\text{-}x\text{-}ent}$ ter sido superior ao realizar-se a inspiração lateralmente do que nos ciclos não inspiratórios, não se observaram diferenças significativas [F(1; 6)= 1.708, p=0.2391].

Ainda nesta fase, nas restantes variáveis em estudo, isto é, na $V_{m\text{-}y\text{-}ent}$, na $V_{m\text{-}z\text{-}ent}$ e, na $V_{m\text{-}R\text{-}ent}$ não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as três técnicas de respiração.

Comparando as diversas componentes da velocidade média do deslocamento da mão e a própria resultante dessas componentes durante a ALE, apenas se constataram diferenças significativas na $V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$. Nesta situação, a $V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$ foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal [F(1; 6)=14.462, p=0.0089].

Nas restantes variáveis, ou seja, na $V_{m\text{-}y\text{-}ALE}$, na $V_{m\text{-}z\text{-}ALE}$ e na $V_{m\text{-}R\text{-}ALE}$ não se observaram diferenças significativas ao compararem-se os ciclos de inspiração frontal, os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

Será de chamar a atenção para o facto de nestas duas fases, ou seja, na entrada dos MS e na ALE, o desvio padrão da maioria das variáveis ter sido bastante elevado, o que denota uma grande heterogeneidade na execução do trajecto motor subaquático, pelo menos até à ocorrência da ALI.

Quadro 20. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) das componentes e da resultante da velocidade média do deslocamento da mão durante a entrada dos MS e durante a acção lateral exterior. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $V_{m\text{-}x\text{-}ent}$ – velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a entrada; $V_{m\text{-}y\text{-}ent}$ – velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a entrada; $V_{m\text{-}z\text{-}ent}$ – velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a entrada; $V_{m\text{-}R\text{-}ent}$ – velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a entrada; $V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$ – velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior; $V_{m\text{-}y\text{-}ALE}$ – velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior; $V_{m\text{-}z\text{-}ALE}$ – velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior; $V_{m\text{-}R\text{-}ALE}$ – velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
$V_{m\text{-}x\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	1.465 ± 0.206 *	1.646 ± 0.095	1.482 ± 0.324
$V_{m\text{-}y\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	-1.371 ± 0.439	-1.246 ± 0.416	-0.974 ± 0.454
$V_{m\text{-}z\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	-0.663 ± 0.633	-0.835 ± 0.624	-1.365 ± 0.743
$V_{m\text{-}R\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	2.260 ± 0.442	2.199 ± 0.315	2.214 ± 0.410
$V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	-1.314 ± 0.229 +	-1.522 ± 0.274	-1.686 ± 0.308
$V_{m\text{-}y\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	-0.714 ± 0.569	-0.997 ± 0.792	-0.596 ± 0.490
$V_{m\text{-}z\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	-0.948 ± 0.501	-1.258 ± 0.901	-1.012 ± 0.478
$V_{m\text{-}R\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	1.934 ± 0.457	2.491 ± 0.600	2.139 ± 0.502

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

O Quadro 21 apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrão das componentes e da resultante da velocidade média do deslocamento da mão durante a ALI e a AA, ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.

Nenhuma das variáveis, quer na ALI, quer na AA apresentaram diferenças estatisticamente significativas ao compararem-se os três modelos respiratórios na técnica de Mariposa.

Contudo, durante a ALI, os valores médios das três componentes da velocidade média de deslocamento da mão e da sua resultante foram tendencialmente inferiores ao realizar-se a inspiração lateral do que as restantes duas possibilidades de sincronização da acção dos MS com o ciclo respiratório.

Já durante a AA, a $V_{m\text{-}x\text{-}AA}$ foi tendencialmente inferior ao executar-se a técnica de inspiração lateral do que os ciclos sem fase inspiratória [$F(1; 6)=0.365$, $p=0.5675$] e a

inspiração frontal [F(1; 6)= 1.782, p=0.2304]. Da mesma forma, também a $V_{m\text{-}R\text{-}AA}$ foi tendencialmente inferior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal [F(1; 6)=1.350, p=0.2894] e nos ciclos não inspiratórios [F(1; 6)=4.242, p=0.0851].

Mais uma vez será de chamar a atenção para o facto do desvio padrão da maioria das variáveis apresentar valores bastante elevados. A título meramente ilustrativo, poder-se-á referir os casos da $V_{m\text{-}z\text{-}AA}$ ou da $V_{m\text{-}y\text{-}ALI}$, nas três técnicas de respiração. Ou seja, a grande variabilidade interindividual na execução do trajecto motor subaquático mantém-se durante a ALI e a AA e não só durante a entrada dos MS e a ALE.

Quadro 21. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) das componentes e da resultante da velocidade média do deslocamento da mão durante a acção lateral interior e durante a acção ascendente. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $V_{m\text{-}x\text{-}ALI}$ – velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção lateral interior; $V_{m\text{-}y\text{-}ALI}$ – velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção lateral interior; $V_{m\text{-}z\text{-}}$ALI – velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção lateral interior; $V_{m\text{-}R\text{-}ALI}$ – velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção lateral interior; $V_{m\text{-}x\text{-}AA}$ – velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção ascendente; $V_{m\text{-}y\text{-}AA}$ – velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção ascendente; $V_{m\text{-}z\text{-}AA}$ – velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção ascendente; $V_{m\text{-}R\text{-}AA}$ – velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção ascendente.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
$V_{m\text{-}x\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	-3.046 ± 0.716	-2.809 ± 0.738	-2.849 ± 0.589
$V_{m\text{-}y\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	1.847 ± 1.028	1.525 ± 0.810	2.237 ± 1.118
$V_{m\text{-}z\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	2.079 ± 1.066	1.333 ± 1.041	1.770 ± 0.838
$V_{m\text{-}R\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	4.013 ± 0.690	3.598 ± 0.757	4.316 ± 0.948
$V_{m\text{-}x\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	-5.723 ± 1.015	-4.993 ± 1.029	-5.360 ± 1.079
$V_{m\text{-}y\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	1.696 ± 0.728	1.192 ± 0.772	0.980 ± 0.620
$V_{m\text{-}z\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	-0.917 ± 0.955	-0.964 ± 0.715	-1.717 ± 1.094
$V_{m\text{-}R\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	6.136 ± 0.974	5.581 ± 0.949	5.888 ± 0.944

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

3.2. Centro de massa e anca

As estatísticas descritivas da velocidade média horizontal do deslocamento de centro de massa por fase e da velocidade média horizontal do centro de massa, ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios na técnica de Mariposa estão descritas no Quadro 22.

A $V_{CM\text{-}ent}$ foi significativamente inferior quando se executou a inspiração frontalmente do que quando o nadador se abstém de efectuar esta fase [F(1; 6)=16.530, p=0.0066]. Essa mesma tendência foi observada comparando as duas técnicas inspiratórias. Isto é, nesta situação, a $V_{CM\text{-}ent}$ foi inferior ao realizar-se a inspiração através de uma extensão cervical do que por meio de uma rotação lateral. Contudo, este resultado não teve significado estatístico mas apresentou um valor muito próximo do nível de significância adoptado para o presente estudo [F(1; 6)=5.419, p=0.0588]. Assim, estes resultados levam a crer que, aparentemente, a $V_{CM\text{-}ent}$ tenderá a ser inferior nos ciclos de inspiração frontal do que nas restantes técnicas de respiração.

Também na ALE verificou-se que a $V_{CM\text{-}ALE}$ foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal [F(1; 6)=24.579, p=0.0026]. Para mais, nesta fase do trajecto motor subaquático também se encontraram diferenças significativas entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos sem fase inspiratória. Ou seja, a $V_{CM\text{-}ALE}$ foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral [F(1; 6)=6.830, p=0.0399]. Consequentemente, emerge a ideia de que a $V_{CM\text{-}ALE}$ será superior nos ciclos não inspiratórios do que naqueles que incluem esta fase.

Nas restantes fases do trajecto motor subaquático, isto é, durante a ALI, durante a AA e a recuperação dos MS não se observaram diferenças significativas na velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa, entre as três técnicas de respiração em estudo. De sublinhar que apesar de não representar qualquer diferença em termos estatísticos, a $V_{CM\text{-}ALI}$, a $V_{CM\text{-}AA}$ e, a $V_{CM\text{-}recup}$ foram inferiores ao realizar-se a inspiração lateralmente do que nas outras duas técnicas. A única excepção foi a $V_{CM\text{-}recup}$, que apresentou valores médios inferiores ao inspirar-se frontalmente do que lateralmente [F(1; 6)=0.158, p=0.7048]. Para mais, a $V_{CM\text{-}recup}$ foi tendencialmente superior ao realizarem-se ciclos não inspiratórios do que ciclos de inspiração frontal [F(1; 6)=5.443, p=0.0586].

Da mesma forma, a $V_{CM\text{-}media}$ também não apresentou diferenças significativas ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.

Quadro 22. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa por fase e da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $V_{CM\text{-}ent}$ – velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a entrada; $V_{CM\text{-}ALE}$ – velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral exterior; $V_{CM\text{-}ALI}$ – velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral interior; $V_{CM\text{-}AA}$ – velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção ascendente; $V_{CM\text{-}recup}$ – velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a recuperação dos membros superiores; $V_{CM\text{-}media}$ – velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante o ciclo de braçada.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
$V_{CM\text{-}ent}$ ($m.s^{-1}$)	0.986 ± 0.197 +	1.165 ± 0.289	1.332 ± 0.095
$V_{CM\text{-}ALE}$ ($m.s^{-1}$)	1.549 ± 0.140 +	1.399 ± 0.292 #	1.669 ± 0.115
$V_{CM\text{-}ALI}$ ($m.s^{-1}$)	2.032 ± 0.265	1.915 ± 0.170	1.955 ± 0.214
$V_{CM\text{-}AA}$ ($m.s^{-1}$)	2.318 ± 0.252	2.277 ± 0.208	2.343 ± 0.129
$V_{CM\text{-}recup}$ ($m.s^{-1}$)	1.114 ± 0.236	1.199 ± 0.382	1.430 ± 0.266
$V_{CM\text{-}media}$ ($m.s^{-1}$)	1.768 ± 0.85	1.767 ± 0.110	1.777 ± 0.96

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

O Quadro 23 apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrão da velocidade média horizontal do deslocamento da anca por fase e, da velocidade média horizontal da anca, ao realizarem-se as três técnicas de respiração em estudo na técnica de Mariposa.

Tal como para o CM, a $V_{anc\text{-}ent}$ foi significativamente superior ao realizarem-se ciclos não inspiratórios do que ciclos de inspiração frontal [$F(1; 6)=16.201$, $p=0.0069$]. Por outro lado, comparando os ciclos de inspiração lateral com os não inspiratórios, não se encontraram diferenças significativas [$F(1; 6)=0.995$, $p=0.3571$] mas, a tendência parece ser para uma velocidade superior nos ciclos não inspiratórios.

Durante a ALE, a $V_{anc\text{-}ALE}$ foi significativamente superior ao realizarem-se ciclos não inspiratórios do que ciclos de inspiração frontal [$F(1; 6)=6.934$, $p=0.0389$]. Também a $V_{anc\text{-}ALE}$, foi tendencialmente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral mas sem significado estatístico [$F(1; 6)=4.910$, $p=0.0686$],

ao contrário do que se tinha constatado na V_{CM-ALE}. Assim, parece que a $V_{anc-ALE}$ será superior nos ciclos sem fase inspiratória do que realizando técnicas inspiratórias.

Nas fases mais propulsivas da do ciclo de braçada, ou seja, durante a ALI e a AA e durante a recuperação dos MS, não foram encontradas diferenças significativas na velocidade média horizontal do deslocamento da anca, comparando as três variáveis independentes. Todavia, em todas as situações, as velocidades foram tendencialmente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal ou lateral. Por exemplo, a $V_{anc-recup}$ foi superior nos ciclos não inspiratórios do que nos de inspiração frontal [F(1; 6)=5.789, p=0.0529]. De realçar também que, ainda nestas três fases, o desvio padrão da velocidade horizontal de deslocamento da anca apresentou valores mais elevados na técnica de inspiração lateral do que nas restantes técnicas.

A $V_{anc-media}$ não apresentou diferenças significativas entre nenhuma das técnicas de respiração em estudo. Acrescente-se que os valores médios entre as três técnicas foram bastante próximos uns dos outros.

Quadro 23. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) da velocidade média horizontal do deslocamento da anca por fase e da velocidade média horizontal do deslocamento da anca. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $V_{anc-ent}$ – velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a entrada; $V_{anc-ALE}$ – velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral exterior; $V_{anc-ALI}$ – velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral interior; V_{anc-AA} – velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente; $V_{anc-recup}$ – velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a recuperação dos membros superiores; $V_{anc-media}$ – velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante o ciclo de braçada.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
$V_{anc-ent}$ ($m.s^{-1}$)	0.961 ± 0.251 +	1.090 ± 0.465	1.258 ± 0.219
$V_{anc-ALE}$ ($m.s^{-1}$)	1.555 ± 0.171 +	1.528 ± 0.249	1.805 ± 0.120
$V_{anc-ALI}$ ($m.s^{-1}$)	2.019 ± 0.263	1.892 ± 0.305	2.205 ± 0.226
V_{anc-AA} ($m.s^{-1}$)	2.212 ± 0.321	2.271 ± 0.345	2.311 ± 0.206
$V_{anc-recup}$($m.s^{-1}$)	1.137 ± 0.374	1.280 ± 0.454	1.624 ± 0.223
$V_{anc-media}$ ($m.s^{-1}$)	1.749 ± 0.083	1.732 ± 0.107	1.755 ± 0.066

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

A Figura 5 apresenta as curvas de variação intracíclica da velocidade horizontal de deslocamento da anca e do CM de um nadador que pertenceu à amostra.

Analisando de um ponto de vista qualitativo as curvas, parece que elas apresentaram um perfil bimodal, ou seja, com um pico durante a ALI e outro durante a AA. Na transição entre fases verificou-se uma ligeira diminuição dos valores da velocidade, o que é particularmente visível na transição entre as duas fases mais propulsivas do ciclo de nado.

Observando-se mais atentamente as duas curvas, parece que a curva de variação intracíclica da velocidade horizontal da anca não é exactamente igual à curva de variação intracíclica da velocidade horizontal do CM. Aparentemente, existe uma maior flutuação intracíclica da velocidade horizontal de deslocamento da anca do que do CM, bem como, um ligeiro desfasamento temporal entre as duas curvas (cf. 4.)

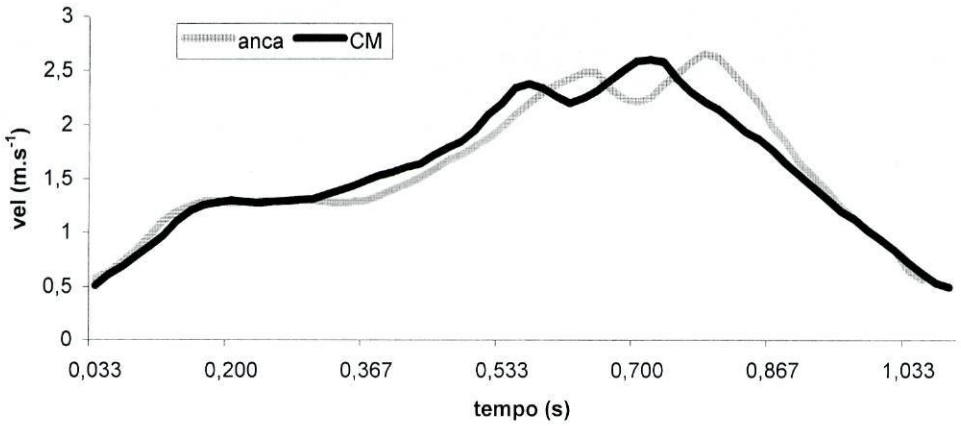

Figura 5. Curvas de variação intracíclica da velocidade horizontal de deslocamento da anca e do centro de massa de um dos nadadores que pertenceu à amostra.

Relativamente à aceleração do CM e da anca, considerou-se que assumia valores positivos sempre que ocorria um aumento da velocidade de deslocamento do ponto ou da região em análise no intervalo de tempo em estudo e negativo, sempre que se verificava uma diminuição dessa mesma velocidade de deslocamento.

O Quadro 24 apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrão da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa por fase, na técnica de Mariposa, ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.

A aceleração apresentou os seus valores médios mais baixos, em todos os casos, durante a recuperação dos MS, seguido da entrada dos MS. Por outro lado, os valores mais elevados verificaram-se durante a ALI nos ciclos de inspiração frontal (3.679 ± 2.117 $m.s^{-2}$) e nos ciclos de inspiração lateral (3.753 ± 2.388 $m.s^{-2}$) ou durante a AA nos ciclos não inspiratórios durante a AA (2.253 ± 0.837 $m.s^{-2}$).

A a_{CM-ALE} apresentou diferenças significativas quando se compararam os ciclos de inspiração frontal com os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios. Por outras palavras, a a_{CM-ALE} foi significativamente superior ao se realizar a inspiração frontalmente do que lateralmente [$F(1; 6)=15.238$, $p=0.0080$] e do que nos ciclos sem fase inspiratória [$F(1; 6)=6.581$, $p=0.0426$]. Por outro lado, a a_{CM-ALE} foi superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral [$F(1; 6)=5.954$, $p=0.0505$].

Nas restantes fases, ou seja, na entrada dos MS na água, na ALI, na AA e na recuperação dos MS não se encontraram diferenças significativas entre qualquer das técnicas de respiração em estudo. De sublinhar novamente que o desvio padrão da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa nestas fases foi na generalidade dos casos superior utilizando a técnica de inspiração lateral do que nas restantes opções em termos de sincronização da acção dos MS com o ciclo respiratório. A única excepção foi o desvio padrão da a_{CM-ALE} e da a_{CM-AA} que foram superiores ao adoptar-se a técnica de inspiração frontal.

Quadro 24. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa por fase. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; a_{CM-ent} – aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a entrada; a_{CM-ALE} – – aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral exterior; a_{CM-ALI} – – aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral interior; a_{CM-AA} – – aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção ascendente; $a_{CM-recup}$ – – aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a recuperação dos membros superiores.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
a_{CM-ent} ($m.s^{-2}$)	-0.252 ± 1.457	-1.096 ± 2.115	-0.750 ± 1.601
a_{CM-ALE} ($m.s^{-2}$)	1.943 ± 1.006 *+	0.853 ± 0.847	1.371 ± 0.613
a_{CM-ALI} ($m.s^{-2}$)	3.679 ± 2.117	3.753 ± 2.388	1.792 ± 1.046
a_{CM-AA} ($m.s^{-2}$)	2.568 ± 2.248	3.637 ± 2.234	2.253 ± 0.837
$a_{CM-recup}$ ($m.s^{-2}$)	-3.654 ± 1.140	-3.754 ± 2.217	-3.629 ± 0.933

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

O Quadro 25 apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrão da aceleração média horizontal do deslocamento da anca por fase, na técnica de Mariposa, ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.

Comparando os três modelos respiratórios, a a_{anc-AA} foi significativamente superior ao realizar-se a técnica de inspiração lateral do que os ciclos não inspiratórios [$F(1; 6)=12.112$, $p=0.0131$].

Os valores médios mínimos da aceleração média horizontal do deslocamento da anca ocorreram durante a recuperação dos MS e a entrada dos MS na água, nos três modelos respiratórios. Já o valor médio máximo ocorreu durante a ALI para a técnica de inspiração frontal (3.592 ± 2.472 $m.s^{-2}$) e para os ciclos não inspiratórios (2.407 ± 1.822 $m.s^{-2}$) e na AA para a técnica de inspiração lateral (2.805 ± 1.399 $m.s^{-2}$).

Quadro 25. Valores médios ($\bar{x}$) e respectivos desvio padrão (dp) da aceleração média horizontal do deslocamento da anca por fase. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $a_{anc\text{-}ent}$ – aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a entrada; $a_{anc\text{-}ALE}$ – aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral exterior; $a_{anc\text{-}ALI}$ aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral interior; $a_{anc\text{-}AA}$ – aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente; $a_{anc\text{-}recup}$ – aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a recuperação dos membros superiores.

	Frt. ($\bar{x} \pm dp$)	Lat. ($\bar{x} \pm dp$)	Não Insp. ($\bar{x} \pm dp$)
$a_{anc\text{-}ent}$ ($m.s^{-2}$)	-0.964 ± 1.362	-0.287 ± 0.978	-2.422 ± 2.2304
$a_{anc\text{-}ALE}$ ($m.s^{-2}$)	2.071 ± 1.071	1.507 ± 1.220	1.915 ± 1.412
$a_{anc\text{-}ALI}$ ($m.s^{-2}$)	3.592 ± 2.472	2.718 ± 1.372	2.407 ± 1.822
$a_{anc\text{-}AA}$ ($m.s^{-2}$)	0.737 ± 2.067	2.805 ± 1.399 #	1.236 ± 0.848
$a_{anc\text{-}recup}$($m.s^{-2}$)	-3.257 ± 1.198	-3.219 ± 1.244	-2.506 ± 0.795

* a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral.
\+ a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios.
\# a diferença entre médias foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$ entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

4. Relações entre parâmetros

Por um lado, verificou-se que a AHmão e o IH foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral e tendencialmente superiores do que nos ciclos de inspiração frontal (cf. 2.1.). Por outro, observou-se uma extensão da articulação do cotovelo durante a AA significativamente superior nesses mesmos ciclos do que nas duas técnicas inspiratórias (cf. 2.2.). Assim sendo, procurou-se averiguar se existiu uma relação entre a extensão do cotovelo e a maior acentuação dos trajectos horizontais do deslocamento da mão. Para conhecer essa hipotética relação, estabeleceram-se correlações entre a AHmão e o C_{-AA} e entre o IH e o C_{-AA}.

O Quadro 26 apresenta os Coeficientes de Correlação de Pearson entre a AHmão e o C_{-AA} e entre o IH e o C_{-AA} ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios em Mariposa.

Apesar de parecer existir alguma relação entre a maior AHmão e o maior C_{-AA} bem como, entre os aumentos do IH com os aumento do C_{-AA}, estas correlações não apresentaram qualquer significado estatístico tomando em consideração o nível de significância adoptado. Com efeito, os valores das correlações foram relativamente

baixos nos três modelos respiratórios mas, com particular ênfase para os ciclos não inspiratórios.

Quadro 26. Coeficientes de Correlação de Pearson (r) entre a amplitude horizontal máxima do deslocamento da mão e o ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção ascendente e entre o índice de horizontalidade do deslocamento da mão e o ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção ascendente. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; AHmão - amplitude horizontal máxima do deslocamento da mão; IH - índice de horizontalidade do deslocamento da mão ; C_{-AA} – ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção ascendente.

	Frt. (r)	Lat. (r)	Não Insp. (r)
AHmão vs. C_{-AA}	0.545	0.628	0.249
IH vs. C_{-AA}	0.677	0.381	0.273

Verificou-se que a $Dabs_{-AA}$ foi significativamente superior ao realizarem-se ciclos não inspiratórios relativamente à técnica de inspiração frontal e tendencialmente superior do que nos ciclos de inspiração lateral (cf. 2.1.). O C_{-AA} também foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nas duas técnicas inspiratórias (cf. 2.2.). Logo, poderá existir alguma relação entre a $Dabs_{-AA}$ e o C_{-AA} em Mariposa. Para mais, o $Atrc_{-AA}$ foi significativamente inferior nos ciclos sem fase inspiratória do que nos restantes padrões estudados (cf. 2.2.). Perante este quadro, procurou-se determinar se haveria algum grau de associação entre estas três variáveis, a $Dabs_{-AA}$, o C_{-AA} e o $Atrc_{-AA}$ ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios. Dada igualmente a importância da fase antecedente na produção de força propulsiva ao longo do ciclo de nado, também se optou por analisar a correlação entre as mesmas variáveis durante a ALI.

O Quadro 27 apresenta os Coeficientes de Correlação de Pearson entre a duração absoluta, o ângulo relativo entre o antebraço e o braço e o ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital durante a ALI e a AA.

Analisando as correlações entre estas três variáveis, na ALI, não se observaram valores significativos em nenhuma situação. Todavia, os valores das correlações foram negativos o que denota uma relação inversa entre as variáveis, ou seja, o aumento do

valor de uma estará, possivelmente, associado à diminuição do valor da outra e vice-versa, por muito ténue que seja essa relação.

Na correlação entre a $Dabs_{-AA}$ e o C_{-AA}, os valores foram positivos mas muito baixos em todas as situações e sem significado estatístico.

No que concerne às correlações entre o $Atrc_{-AA}$ e o C_{-AA} e entre o $Atrc_{-AA}$ e a $Dabs_{-AA}$, também não se encontraram valores significativos em nenhum do padrões respiratórios. Acresce que só nos ciclos não inspiratórios é que se observou uma correlação negativa e que foi entre o $Atrc_{-AA}$ e o C_{-AA}.

Quadro 27. Coeficientes de Correlação de Pearson (r) entre a duração absoluta, o ângulo relativo entre o braço e o antebraço e o ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital durante a acção lateral interior e a acção ascendente. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $Dabs_{-ALI}$ - duração absoluta da acção lateral interior ; C_{-ALI} – ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral interior; $Atrc_{-ALI}$ - ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, na acção lateral interior; $Dabs_{-AA}$ - duração absoluta da acção ascendente ; C_{-AA} – ângulo relativo entre o antebraço e o braço no plano sagital na acção ascendente; $Atrc_{-AA}$ - ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, na acção ascendente.

	Frt. (r)	Lat. (r)	Não Insp. (r)
$Dabs_{-ALI}$ vs. C_{-ALI}	-0.117	-0.118	0.137
$Atrc_{-ALI}$ vs. C_{-ALI}	-0.045	-0.099	-0.281
$Atrc_{-ALI}$ vs. $Dabs_{-ALI}$	-0.358	-0.284	-0.269
$Dabs_{-AA}$ vs. C_{-AA}	0.261	0.295	0.285
$Atrc_{-AA}$ vs. C_{-AA}	-0.141	0.527	0.393
$Atrc_{-AA}$ vs. $Dabs_{-AA}$	0.305	0.365	0.054

Por forma a poder-se determinar o grau de associação entre a velocidade horizontal do deslocamento do centro de massa e a velocidade horizontal do deslocamento da anca, determinaram-se os Coeficientes de Correlação de Pearson entre essas variáveis. Ou seja, procurou-se saber se a velocidade horizontal de deslocamento da anca pode representar com precisão e validade a velocidade horizontal de deslocamento do CM (cf. 3.2.).

O Quadro 28 apresenta os Coeficientes de Correlação de Pearson entre a velocidade horizontal de deslocamento do CM e a velocidade horizontal de

deslocamento da anca, na técnica de Mariposa ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios para cada nadador.

Os resultados das correlações entre a velocidade horizontal de deslocamento do CM e da anca foram significativas em todos os nadadores ao realizarem quer os ciclos de inspiração frontal, quer os ciclos de inspiração lateral ou os ciclos não inspiratórios. No entanto, parece existir uma grande variação nos valores dessas correlações dado que a correlação mais baixa foi de r=0.342 no nadador E ao executar ciclos não inspiratórios e a mais elevada de r=0.970 no nadador F ao adoptar a técnica de inspiração frontal.

Na verdade, só o nadador F, ao executar ciclos de inspiração frontal, é que ultrapassou o valor de referência proposto por Mason et al. (1992) de r≥0.95 para se considerar que a velocidade de deslocamento da anca representa de forma válida a velocidade de deslocamento do CM (r=0.970, p<0.0001).

Por conseguinte, analisando os valores médios das correlações, constata-se que em nenhum modelo respiratórios se alcançou o valor mínimo definido como razoável para se afirmar que a velocidade horizontal de deslocamento da anca representa de forma válida e precisa a velocidade horizontal de deslocamento do CM.

Quadro 28. Coeficientes de Correlação de Pearson (r) entre a velocidade horizontal de deslocamento do centro de massa e a velocidade horizontal de deslocamento da anca. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $\bar{x}$- média; dp - desvio padrão.

	Frt. (r)	Lat. (r)	Não Insp. (r)
Nadador A	0.518 *	0.882 *	0.846 *
Nadador B	0.713 *	0.638 *	0.534 *
Nadador C	0.563 *	0.711 *	0.437 *
Nadador D	0.928 *	0.599 *	0.592 *
Nadador E	0.471 *	0.918 *	0.342 *
Nadador F	0.970 *	0.764 *	0.537 *
Nadador G	0.498 *	0.648 *	0.635 *
$\bar{x} \pm$ **dp**	0.666 ± 0.209	0.737 ± 0.124	0.560 ± 0.159

* a correlação foi estatisticamente significativa para p ≤ 0.05

Por forma a poder-se determinar o grau de associação entre a aceleração horizontal de deslocamento do CM e a aceleração horizontal de deslocamento da anca, determinaram-se os Coeficientes de Correlação de Pearson entre essas variáveis. Ou seja, procurou-se conhecer se a aceleração horizontal de deslocamento da anca pode representar com precisão a aceleração horizontal de deslocamento do CM.

O Quadro 29 apresenta os Coeficientes de Correlação de Pearson entre a aceleração horizontal de deslocamento do centro de massa e da anca, na técnica de Mariposa, ao realizarem-se as três opções em estudo para a sincronização da acção dos MS com a respiração para cada nadador.

Tal como anteriormente, os resultados das correlações entre a aceleração horizontal de deslocamento da anca e do CM foram significativas em todos os nadadores e em todos os padrões respiratórios. Desta feita, elas variaram entre os $r=0.308$ no nadador E ao efectuar ciclos não inspiratórios e os $r=0.951$ no nadador F os realizar ciclos de inspiração frontal.

Com efeito, só o nadador F, utilizando a técnica de inspiração frontal é que atingiu a fasquia dos $r\geq0.95$ ($r=0.951$, $p<0.0001$). Na realidade, só mais um nadador se aproximou da casa dos $r=0.90$, foi ele o nadador D ao também realizar ciclos de inspiração frontal ($r=0.923$, $p<0.0001$).

Mais uma vez os valores médios das correlações não alcançaram o nível exigido para se considerar que a aceleração horizontal de deslocamento da anca pode representar com precisão a aceleração horizontal de deslocamento do CM em qualquer um dos modelos respiratórios analisados.

Quadro 29. Coeficientes de Correlação de Pearson (r) entre a aceleração horizontal de deslocamento do centro de massa e a aceleração horizontal de deslocamento da anca. Frt. – ciclos de inspiração frontal; Lat.- ciclos de inspiração lateral; Não Inspir. – ciclos não inspiratórios; $\bar{x}$- média; dp - desvio padrão.

	Frt. (r)	Lat. (r)	Não Insp. (r)
Nadador A	0.548 *	0.809 *	0.816 *
Nadador B	0.734 *	0.699 *	0.460 *
Nadador C	0.461 *	0.729 *	0.491 *
Nadador D	0.923 *	0.576 *	0.626 *
Nadador E	0.566 *	0.862 *	0.308 *
Nadador F	0.951 *	0.739 *	0.897 *
Nadador G	0.431 *	0.524 *	0.369 *
$\bar{x} \pm dp$	0.659 ± 0.213	0.705 ± 0.120	0.567 ± 0.223

* a correlação foi estatisticamente significativa para $p \leq 0.05$

VI. Discussão dos resultados

1. Parâmetros gerais do ciclo gestual

Os parâmetros gerais do ciclo gestual são tidos como indicadores cinemáticos de avaliação simples e de fácil determinação, em oposição a alguns procedimentos mais morosos e dispendiosos para a análise de determinadas características cinemáticas das técnicas de nado. Daí se estudar frequentemente variáveis com a FG, a DC, a Vn, o T e o IB.

O estudo dos parâmetros gerais do ciclo gestual, em Mariposa, têm-se debruçado principalmente sobre a análise dos mesmos em situação competitiva (East, 1970; Craig e Pendergast, 1979; Craig et al., 1979; 1985; Kennedy et al., 1990; Chengalur e Brown, 1992; Haljand, 1997) ou através da simulação de uma prova (Figueiras, 1995; Martins-Silva, 1997).

Comparando-se os ciclos de inspiração frontal analisados no presente trabalho com os da maioria da literatura, para o mesmo sexo, verifica-se que os actuais resultados são um pouco superiores, especialmente a DC, a FG e a Vn. O motivo para tal residirá na distância percorrida pelos nadadores ter sido inferior à da maioria da literatura. Como foi dito, a maioria dos estudos centrou-se na análise da técnica de nado em competição ou simulando uma prova de 100 ou de 200 metros Mariposa (East , 1970; Craig e Pendergast, 1979; Craig et al., 1985; Kennedy et al., 1990; Chengalur e Brown, 1992; Figueiras, 1995; Haljand, 1997; Martins-Silva, 1997). Ora, no presente trabalho, os nadadores percorreram apenas 25 metros, uma distância bem mais curta. Como se sabe, parece haver uma variação da DC, da FG e da Vn em função da distância nadada. Essa tendência parece ser para uma diminuição destas três variáveis com o aumento da distância (Nelson e Pike, 1978; Craig et al., 1979; Figueiras, 1995; Martins-Silva, 1997). Logo, os valores mais elevados encontrados no presente trabalho, em comparação com os dados da literatura, resultarão da menor distância percorrida pelos nadadores.

Craig et al. (1979) compararam a DC, a FG e a Vn em nadadores que percorreram 22 metros nas quatro técnicas de nado. Com efeito, os actuais resultados da DC e da FG ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal foram bastante próximos dos obtidos por aqueles autores para a técnica de Mariposa, o que reforça a ideia que o motivo dos valores mais elevados poderá ter haver a menor distância nadada pelos sujeitos que constituíram a presente amostra.

Comparando os diferentes padrões respiratórios na técnica de Mariposa, a FG foi significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal. Na realidade, essa tendência já fora observada por Haljand (1997) que ao analisar a prova de 200 metros Mariposa dos Campeonatos da Europa de 1995, verificou que Pankratov – um dos maiores expoentes na execução da técnica de Mariposa com inspiração lateral – na eliminatória realizou a maior FG média de todos os nadadores participantes. Assim, aparentemente, a tendência será para a FG apresentar valores superiores nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal.

Ao compararem-se os ciclos de inspiração frontal com os ciclos não inspiratórios, não se observaram diferenças significativas no T e na FG. Todavia, Cunha (1997) verificou que a FG foi significativamente superior nos ciclos sem fase inspiratória do que nos ciclos de inspiração frontal nas nadadoras não especialistas. Por outro lado, a tendência foi para o T ser significativamente superior utilizando a técnica de inspiração frontal do que nos ciclos não inspiratórios nos dois grupos (Cunha, 1997). No presente estudo, apesar de não se vislumbrarem diferenças significativas, os resultados são em tudo próximos dos de Cunha (1997). Por outras palavras, a tendência também foi para a FG ser superior e o T ser inferior ao realizarem-se ciclos sem fase inspiratória do que ciclos de inspiração frontal.

Relativamente à DC e ao IB, os valores mais baixos ocorreram ao utilizar-se a técnica de inspiração lateral. De tal forma, que estas duas variáveis foram

significativamente inferiores ao adoptar-se a técnica de inspiração lateral do que os ciclos não inspiratórios.

O IB é determinado através do produto da Vn pela DC (Costill et al., 1985; Tourny, 1992). Com efeito, a DC foi significativamente inferior ao utilizarem-se os ciclos de inspiração lateral do que os ciclos não inspiratórios. Acresce o facto da Vn, apesar de não evidenciar diferenças significativas, também ter apresentado o seu valor médio mais baixo ao utilizar-se a técnica de inspiração lateral. Assim, os baixos valores da Vn e da DC poderão explicar a observação de um reduzido valor do IB ao inspirar-se lateralmente e, por conseguinte, as diferenças significativas verificadas entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios.

Sabendo-se que valores superiores da DC e do IB para uma dada velocidade de nado são tidos como indicadores de nível superiores de adequação mecânica (Costill et al., 1985; Smith et al., 1988; Tourny, 1992), à partida pode-se interpretar os actuais resultados como sendo decorrentes de uma menor eficiência da técnica de Mariposa ao realizar-se a técnica de inspiração lateral do que a técnica de inspiração frontal mas, principalmente do que os ciclos não inspiratórios.

Contudo, a partir dos dados de Haljand (1997), verifica-se que o IB de Denis Pankratov na final e na eliminatória da prova de 200 metros Mariposa e de Frank Esposito na final – outro intérprete de nível internacional da técnica de Mariposa com inspiração lateral – foram os mais elevados de todos os participantes; excepto do nadador com o terceiro melhor tempo, o neozelandês Danyon Loader, que apresentou o IB mais levado. Da mesma forma, Esposito e Pankratov apresentaram as maiores DC dos sete melhores tempos na mesma prova.

Consequentemente, depreende-se que os valores mais baixos da DC e do IB verificados neste estudo poderão decorrer de dois possíveis motivos. Em primeiro lugar poderá dever-se a uma maior consolidação, nos nadadores analisados, da técnica de inspiração frontal e dos ciclos não inspiratórios do que da técnica de inspiração lateral e,

consequentemente, de uma menor eficiência nesta última técnica devido à ausência ou ao menor nível de experiência na sua execução. Desta forma levanta-se a questão de saber se nadadores submetidos a programas de treino da inspiração lateral em Mariposa, para consolidação dessa técnica, tenderão a aumentar a DC e o IB, aproximando-se ou ultrapassando os valores observados ao realizarem a técnica de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios. Pela análise de nadadores de nível internacional como o russo Pankratov ou o francês Esposito que optaram por inspirar lateralmente, parece que não será descabida essa possibilidade. Contudo, só futuros estudos poderão responder de forma precisa a esta questão.

Outro motivo destes resultados poderá estar relacionado com as características específicas de cada nadador que constituiu a amostra, nomeadamente as suas características antropométricas, os seus níveis de força e de flexibilidade. Sabe-se que nas técnicas simultâneas a escolha de uma determinada variante - a opção por uma variante mais ou menos ondulatória - por parte de um nadador depende das suas características cineantropométricas (Colman et al., 1992; Zu, 1996; Persyn, 1997; Zhu et al., 1997). Possivelmente o mesmo fenómeno ocorrerá quando se destinguem as variantes em Mariposa de acordo com o modelo respiratório adoptado. Ou seja, a opção por um determinado padrão respiratório por um nadador, possivelmente, também dependerá das características cineantropométricas do indivíduo. Ora, poderá verificar-se que alguns dos nadadores que constituíram a amostra do presente estudo não apresentarão as características ideais para a adopção da técnica de Mariposa com inspiração lateral. Daí que os valores médios da DC e do IB tenham sido significativamente inferiores nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos não inspiratórios.

2. Parâmetros espaciais e temporais

2.1. Segmentos corporais e centro de massa

Um dos fenómenos que tem suscitado maior interesse na técnica de Mariposa é o da análise do movimento ondulatório realizado pelo mariposista. Daí que não seja de

estranhar a existência de diversos trabalhos ocupando-se desta análise (Sanders et al., 1995; Figueiras, 1995; Sanders, 1996; Cunha, 1997; Barbosa et al., 1999).

Analisando a amplitude vertical máxima do deslocamento da cabeça, dos ombros, da anca, do CM, dos joelhos e dos tornozelos ao efectuarem-se os três modelos respiratórios em Mariposa, apenas se observaram diferenças significativas na AVcab e na AVomb. A AVcab foi significativamente diferente entre todas as técnicas respiratórias. O seu valor médio mais baixo ocorreu nos ciclos não inspiratórios, seguido dos ciclos de inspiração lateral e em último lugar dos ciclos de inspiração frontal. Já a AVomb foi significativamente superior ao realizar-se a técnica de inspiração frontal do que a inspiração lateral e do que os ciclos sem fase inspiratória. Entre estas duas últimas técnicas não se verificaram diferenças significativa mas, manteve-se a tendência descrita na AVcab para a amplitude vertical máxima do deslocamento ser inferior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral.

Comparando estes dados com a literatura disponível, verifica-se que Barbosa et al. (1999) também tinham observado que a AVcab era significativamente superior utilizando-se a inspiração frontal do que a inspiração lateral. Ainda segundo os mesmos autores, a AVomb não apresentou diferenças estatisticamente significativas, contudo, foi tendencialmente inferior na inspiração lateral. Também Avdeienko (1997) e Kolmogorov (1997) partilham da mesma opinião, referindo que lhes parece que utilizando a técnica de inspiração lateral, a AVcab será inferior à verificada utilizando a outra técnica inspiratória. No entanto, nem todos os autores são partidários desta opinião. Counsilman (1968), Costill et al. (1992) e Maglischo (1993), apesar de não terem realizado qualquer estudo empírico sobre esta matéria, advogam com base em observações esporádicas de nadadores a realizarem a técnica de Mariposa com inspiração lateral que, ao adoptar-se este padrão respiratório, a elevação da cabeça será igual ou até mesmo superior à que ocorre ao utilizar-se a inspiração frontal. Por seu lado, Cunha (1997) não encontrou diferenças significativas na AVomb entre os ciclos de

inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios. Todavia, a AVomb foi tendencialmente superior nos primeiros ciclos do que nos segundos.

Assim sendo, estes resultados parecem evidenciar que a AVcab e a AVomb tenderão a apresentar o seu valor máximo ao adoptar-se a técnica de inspiração frontal, o seu valor mínimo realizando ciclos não inspiratórios e o seu valor intermédio executando a técnica de inspiração lateral.

Aparentemente, o movimento ondulatório propaga-se ao longo do corpo com uma direcção céfalo-caudal, tendo a cabeça um papel determinante na liderança dessas oscilações (Sanders et al., 1995; Sanders, 1996). Logo, a diminuição da AVcab tenderá a diminuir a amplitude vertical máxima de deslocamento dos restantes segmentos corporais. Esta possibilidade poderá justificar a constante tendência para se observar uma menor amplitude vertical máxima de deslocamento dos ombros, da anca, do CM, dos joelhos e dos tornozelos nos ciclos de inspiração lateral e nos ciclos não inspiratórios em comparação com a técnica de inspiração frontal. Entre as duas primeiras técnicas este fenómeno não parece ser tão evidente, dado que por exemplo, a AVanca e a AVtorn foram inferiores ao utilizar-se a técnica de inspiração lateral do que os ciclos não inspiratórios mas, os restantes parâmetros foram superiores. Ou seja, a técnica de Mariposa com inspiração lateral ou com ciclos não inspiratórios parece caracterizar-se por apresentar um movimento ondulatório menos acentuado do que a técnica de Mariposa com inspiração frontal. Este facto é corroborado, pelo menos para a técnica de inspiração lateral, por Avdeienko (1997), Kolmogorov (1997) e Barbosa et al. (1999).

Desta constatação emergem por certo algumas questões. Em primeiro lugar, na técnica de inspiração lateral e nos ciclos não inspiratórios, a diminuição da AVcab e da AVomb em princípio terá como consequência uma diminuição da área de secção transversa relativamente à direcção do deslocamento, o que de acordo com Counsilman (1968), Clarys e Jiskoot (1975) e Clarys (1979) diminuirá a Força de Arrasto Hidrodinâmico, principalmente durante a AA e o início da recuperação dos MS,

momento em que o corpo se encontra numa posição o mais horizontal possível (Costill et al., 1992; Maglischo, 1993). Assim, será que a eficiência de nado poderá ser aumentada, partindo do pressuposto que os valores de eficiência propulsiva são mantidos? Em segundo, dado que os nadadores tenderão a adoptar uma posição corporal mais plana, será que se mantém com a mesma intensidade o contributo propulsivo decorrente do movimento ondulatório?

A manutenção do cotovelo numa posição mais elevada do que a mão e do que o antebraço, segundo Counsilman (1968) e Maglischo (1993) é um factor favorável à produção e à aplicação de força propulsiva. Com efeito, Maglischo (1993) sugere que na técnica de Mariposa com inspiração lateral, dado que poderá existir uma ligeira rotação do corpo em torno do seu eixo longitudinal – posteriormente descrita por Barbosa et al. (1999) – o cotovelo do MS do lado oposto ao da inspiração poderia colocar-se numa posição menos elevada. Todavia, no presente trabalho não se encontraram diferenças significativas no C entre qualquer um dos modelos respiratórios em estudo, o que corrobora os resultados de Barbosa et al. (1999) ao comparar as duas técnicas inspiratórias e os de Cunha (1997) ao comparar os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios. Desta forma, parece que o tipo de padrão respiratório utilizado não será determinante para a manutenção do cotovelo numa posição mais elevada.

Relativamente ao trajecto da mão, comparando os ciclos de inspiração frontal com os ciclos não inspiratórios e a técnica de inspiração frontal com a técnica de inspiração lateral, não se observaram diferenças estatisticamente significativas na AHmão, na AVmão e no IH. Estes resultados parecem ser próximos dos verificados na literatura. Também Cunha (1997) no grupo das nadadoras especialistas, não observou diferenças significativas na AVmão e na AHmão entre os ciclos de inspiração frontal e os ciclos não inspiratórios. Da mesma forma, Barbosa et al. (1999) também não verificaram a existência de diferenças significativas na AVmão, na AHmão e no IH entre as duas técnicas com fase inspiratória.

Por outro lado, a AHmão e o IH foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral, o que denotará uma tendência para os nadadores acentuarem menos os trajectos antero-posteriores, em detrimento dos laterais e dos verticais ao inspirarem lateralmente. O motivo para este facto poderá residir na existência de uma menor extensão do cotovelo que foi observada numa das fases mais críticas do trajecto motor subaquático, como é a AA (cf. 2.2.). Por outras palavras, dada a menor extensão da articulação do cotovelo durante a AA, o AHmão e o IH apresentarão valores inferiores, na técnica de Mariposa com inspiração lateral do que na técnica de Mariposa sem fase inspiratória.

No tocante aos parâmetros temporais, a $Dabs_{-ALI}$ foi significativamente superior ao realizarem-se ciclos não inspiratórios relativamente aos ciclos de inspiração lateral. Comparando-se esta mesma variável ao realizarem-se os ciclos de inspiração frontal com os ciclos não inspiratórios, apesar da diferença não ter significado estatístico, os valores foram superiores na técnica não inspiratória. O mesmo se passou relativamente à $Drel_{-ALI}$ mas, apresentando significado estatístico quando se compararam os ciclos sem fase inspiratória com as duas técnicas inspiratórias. Para mais, a $Dabs_{-AA}$ e a $Drel_{-AA}$ foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal e tendencialmente superiores nos ciclos sem fase inspiratória do que nos ciclos de inspiração lateral.

Isto é, nas fases consideradas como sendo as mais propulsivas do trajecto motor subaquático, a ALI e a AA (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988; Costill et al., 1992; Mason et al., 1992; Maglischo, 1993; Figueiras, 1995; Martins-Silva, 1997) observou-se uma duração significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal e tendencialmente superiores do que os ciclos de inspiração lateral. Assim sendo, pressupõe-se que uma maior duração das fases mais propulsivas implicará a produção de elevados níveis de força propulsiva durante mais tempo e, portanto, possivelmente uma maior velocidade de deslocamento para uma mesma Força de Arrasto. Além do mais, poderá existir uma relação entre a maior

duração absoluta e relativa destas fases com a maior extensão do cotovelo, especialmente durante a AA nos ciclos não inspiratórios (cf. 2.2.).

Relativamente às durações absoluta e relativa da recuperação dos MS, estas foram significativamente superiores nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos não inspiratórios, o que confirma os resultados de Hahn e Krung (1992). Ainda nestas duas variáveis, comparando os ciclos de inspiração lateral com os ciclos não inspiratórios, não se observaram diferenças significativas. No entanto, a tendência foi para as durações serem inferiores na técnica sem fase inspiratória. Isto é, parece que a inexistência da fase inspiratória fará com que a recuperação dos MS dure menos tempo.

No que concerne à acção dos MI, não se verificaram diferenças significativas nas durações absolutas e relativas do primeiro batimento descendente e do primeiro batimento ascendente entre qualquer uma das técnicas respiratórias. Contudo, no segundo batimento, a $Dabs_{-2^{o}BA}$ e a $Drel_{-2^{o}BA}$ foram significativamente superiores utilizando a técnica de inspiração frontal do que a técnica de inspiração lateral.

A maior duração do segundo batimento ascendente nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos de inspiração lateral poderá dever-se ao trajecto motor dos pés apresentar um maior deslocamento vertical nessa técnica. Isto é, apesar de não existirem diferenças estatisticamente significativas, os valores médios observados da AVtorn foram superior na técnica de inspiração frontal do que na técnica de inspiração lateral. Dado que o batimento ascendente não é uma fase eminentemente propulsiva da acção dos MI, tendo como principal objectivo recolocar os MI em posição de realizar um novo batimento descendente, quer isso dizer que a distância a percorrer pelos MI será efectuada a uma velocidade relativamente inferior à observada no batimento descendente. Consequentemente, dada a maior distância a percorrer e a menor velocidade de deslocamento, a duração desta fase tenderá a ser superior.

Hahn e Krung (1992) referem que, entre outros factores, um dos principais problemas da utilização da técnica de inspiração frontal, em contraponto à técnica não

inspiratória, é que a execução da inspiração apresenta maiores exigências em termos de controlo do movimento. Ora, o segundo batimento descendente coincide com o momento da recuperação dos MS e, portanto, com a fase inspiratória. Se o processo de sincronização entre a acção dos MS com a acção dos MI e com o ciclo respiratório já será complexo ao adoptar-se a técnica de inspiração frontal (Hahn e Krung, 1992), ao utilizar-se um modelo respiratório que não se domina completamente, como é o caso da técnica de inspiração lateral, a complexidade será ainda superior. Consequentemente devido a esta dificuldade, os nadadores possivelmente estarão conscientes da necessidade de efectuarem um segundo batimento descendente um pouco mais forte para lhes facilitar a emersão da face e a inspiração enquanto realizam as restantes acções segmentares. Daí o aumento da duração absoluta e da duração relativa do segundo batimento descendente nos ciclos de inspiração lateral em comparação com os restantes padrões respiratórios, apesar das diferenças apenas serem significativas entre a primeira técnica e os ciclos não inspiratórios. Ou seja, parece que os nadadores estarão mais conscientes da importância do segundo batimento descendente ao executarem a técnica de inspiração lateral do que os outros dois padrões respiratórios dada a sua menor experiência na execução desta técnica ou a menor adequação das suas características cineantropométricas para a sua realização e, portanto, a maior preocupação com a emersão das vias respiratórias. Com efeito, a menor importância atribuída pelos nadadores a esse batimento nos ciclos de inspiração frontal e nos ciclos não inspiratórios traduziu-se na sua menor duração. Isto porque se se observar atentamente, verifica-se que ocorreu uma redução temporal em termos absolutos e em termos relativos do primeiro para o segundo batimento descendente nos ciclos sem fase inspiratória e de inspiração frontal; além de que nos ciclos de inspiração lateral, essas durações são praticamente idênticas.

2.2. Parâmetros angulares

Comparando o ângulo absoluto formado entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, em cada fase do ciclo gestual, verifica-se que o $Acab_{-ALE}$, o $Acab_{-ALI}$, o $Acab_{-AA}$ e o $Acab_{-recup}$ foram significativamente inferiores nos ciclos de inspiração

lateral do que nos ciclos de inspiração frontal e nos ciclos não inspiratórios. Estes resultados são similares aos verificados por Barbosa et al. (1999), dado que também eles observaram diferenças significativas no ângulo absoluto mínimo formado entre a cabeça e a horizontal no plano transverso.

Comparando a técnica de inspiração frontal com os ciclos não inspiratórios, não se constataram diferenças estatisticamente significativas, em qualquer fase do ciclo gestual, sendo sempre próximo dos 90°.

Na técnica de Mariposa com inspiração lateral, analisando a evolução deste parâmetros ao longo do ciclo de nado, será possível descrever a sincronização da acção dos MS com o ciclo respiratório. Na verdade, esta sincronização parece ser em tudo similar à observada na técnica de Crol. A existência de um $Acab_{-ent}$ em média de 91.578±2.312°, revela que neste momento a face estará orientada para o fundo da piscina. Será durante a ALE que se inicia a rotação da cabeça, dado que nesta fase do ciclo gestual o ângulo reduz-se para um valor médio de 74.068±6.444°. Este ângulo continua a diminuir de valor na ALI (46.679±11.629°), significando que a face orienta-se mais para a superfície. Durante a AA, o ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, atinge o valor médio mais baixo (30.330±18.360°), dado que este será o momento em que as vias respiratórias já estarão emersas e, portanto, o momento em que se inicia a inspiração. Durante a AA e a primeira fase da recuperação ocorrerá a inspiração. A partir deste momento, a face irá novamente imergir dando-se início à expiração. Daí que o $Acab_{-recup}$ aumente em comparação com o valor observado na AA, significando o retorno da face à posição neutral.

Com base na análise qualitativa da técnica de Mariposa com inspiração lateral, Maglischo (1993) afirmou que, se se inspirar lateralmente, existirá uma ligeira rotação do corpo em torno do seu eixo longitudinal, por forma a facilitar a emersão das vias respiratórias e, logo, a inspiração. Apesar desta consideração, o fenómeno só fora confirmado por Barbosa et al. (1999) a partir de uma análise quantitativa da técnica em causa. Os autores verificaram que, comparando as duas técnicas inspiratórias, o ângulo

absoluto máximo entre os ombros e a horizontal, no plano transverso foi significativamente superior ao inspirar lateralmente. Para mais, o ângulo absoluto mínimo entre uma "barbodorsal" e a horizontal no plano transverso também foi significativamente inferior na primeira técnica. Além disso, verificaram uma correlação significativa entre o ângulo mínimo formado entre a "barbodorsal" e a horizontal e o ângulo máximo formado entre os ombros e a horizontal. Isto é, ao efectuar-se a técnica de Mariposa com inspiração lateral, parece existir uma rotação não só da cabeça, como postulam alguns autores (Counsilman, 1968; Costill et al., 1992; Chollet, 1997) mas do corpo como um todo (Barbosa et al., 1999).

Efectivamente, esta mesma ideia fica expressa nos resultados do presente estudo. Comparando o ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal, no plano transverso em cada fase do ciclo gestual, verifica-se que o $Aomb_{-ALE}$, o $Aomb_{-ALI}$, o $Aomb_{-AA}$ e o $Aomb_{-recup}$ foram significativamente superiores nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal e nos ciclos não inspiratórios. Ou seja, ao inspirar lateralmente, existirá não só uma rotação da cabeça mas também do corpo todo do nadador com o intuito de facilitar a emersão das vias respiratórias e a inspiração, como ocorre na técnica de Crol (Counsilman 1968; Maglischo, 1993); isto apesar de na técnica simultânea o valor médio dessa rotação ser substancialmente inferior.

O primeiro artigo (SW 8.1) que regulamenta a técnica de Mariposa (1998-2000), refere-se à posição do corpo no decurso da prova. Nesse artigo diz-se que, "*o corpo deve estar sempre de bruços* (...) [e] *os ombros devem estar em linha com a superfície da água*" desde a partida e após cada viragem até nova viragem. Assim sendo, conclui-se que ao efectuarem-se ciclos de inspiração lateral em Mariposa, o espirito da regra será quebrado. Todavia, levanta-se desde logo a questão porque é que os nadadores em situação competitiva não são desclassificados. Poderá especular-se apresentando dois motivos, por sinal já adiantados aquando da revisão da literatura. Os nadadores poderão efectuar essa rotação do corpo em torno do seu eixo longitudinal, desde que ela seja bastante reduzida e como tal não seja fácil os juizes detectarem-na. Veja-se que o valor médio do ângulo máximo entre os ombros e a horizontal no estudo de Barbosa et al.

(1999) foi de 14.263±4.199° e, no estudo actual o valor médio mais elevado ocorreu durante a ALI sendo de 10.565±4.939°, valores extremamente diminutos para serem facilmente observáveis a olho nu. Além do mais, quando o nadador se desloca, os seus ombros são pontos de pressão que comprimem água, criando uma onda à sua frente (Clarys, 1979), o que dificultará ainda mais a observação da assimetria da linha de ombros em comparação com a linha de referência que é horizontal. Uma segunda hipótese será a de que os nadadores de nível internacional que habitualmente executam esta técnica não realizarão a rotação aqui em debate. Assim, os resultados encontrados por Barbosa et al. (1999) e neste estudo, terão de se dever ao facto das amostras serem constituídas por nadadores relativamente inexperientes na execução da técnica de Mariposa com inspiração lateral ou então cujas as suas características cineantropométricas não serão as mais adequadas para a utilização deste modelo respiratório. Logo, dadas as similitudes entre as acções respiratórias em Crol e em Mariposa, eles terão muito possivelmente transferido a habilidade que já dominavam da primeira técnica de nado para a segunda. Consequentemente, dado que à inspiração lateral em Crol está associada a rotação do corpo, talvez também tenham transferido esse movimento para a técnica de Mariposa.

Dado que não existem estudos que analisem a rotação do corpo em torno do seu eixo longitudinal por fases do ciclo gestual em Mariposa, temos que nos socorrer dos resultados oriundos da técnica de Crol. Como se referiu, muito possivelmente a existência de uma rotação do corpo em Mariposa, decorrerá de um processo de transferência dessa habilidade com base na sua execução em Crol. Assim sendo, não será totalmente descabida a comparação da rotação do corpo em torno do eixo longitudinal em Crol e em Mariposa. Têm sido efectuados alguns estudos sobre a referida rotação a Crol, nomeadamente por Hay et al. (1993), por Liu et al. (1993), por Payton e Mullineaux (1996) e por Payton et al. (1999). No entanto, poucos foram os estudos empíricos. Payton et al. (1999) realizaram um desses escassos estudos. Os autores verificaram que os nadadores, contrariamente ao que sugere a maioria da literatura (Costill et al., 1992; Maglischo, 1993; Colwin, 1992; Marinho, 1992) rodavam o corpo até ao início da ALI. Mais propriamente, eles retomavam a posição neutra antes

do início da ALI (Payton et al., 1999). Ou seja, de acordo com estes resultados, o corpo rodará até ao início da ALI, momento em que retomará a sua posição neutra. Já em Mariposa, parece que o ângulo entre os ombros e a horizontal, no plano transverso, tende a aumentar desde a entrada dos MS até à ALI, onde se observa o valor médio mais elevado de todo o ciclo gestual (10.565±4.939°) e a partir desse momento é que ocorre o retorno à posição neutra, dado que se verifica uma diminuição do valor médio do ângulo durante a AA e a recuperação dos MS. Isto é, a rotação do corpo em Mariposa com inspiração lateral parece ser mais próxima da descrita pela maioria da literatura para a técnica de Crol do que com os resultados de Payon et al. (1999).

O $Aomb_{-AA}$ foi significativamente superior nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos não inspiratórios. Contudo, é de chamar a atenção para o facto dos valores médios em ambos os casos serem manifestamente reduzidos, ou seja, de 3.199±2.043° para o primeiro modelo respiratório e de 1.992±1.326° para o segundo. Aparentemente isto não significará a existência de uma rotação do corpo em torno do eixo longitudinal mais acentuada na técnica de inspiração frontal. Até porque nas fases antecedentes e subsequentes não se observaram diferenças estatisticamente significativas. Significará, isso sim, que possivelmente existirão maiores desequilíbrios laterais aquando da AA ao inspirar-se do que abstendo-se de executar essa acção. Por outras palavras, a elevação da cabeça para se inspirar durante a AA poderá ter como consequência um ligeiro desalinhamento lateral, que resultará num aumento do $Aomb_{-AA}$ quando se comparam os ciclos de inspiração frontal com os ciclos sem fase inspiratória.

Passando à análise do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital, esta variável foi significativamente inferior nos ciclos não inspiratórios do que nas duas técnicas com fase inspiratória durante a ALE, durante a ALI, durante a AA e durante a recuperação dos MS. Estes resultados parecem corroborar os dados de Hahn e Krung (1992) quando referem que esse ângulo será aproximadamente 10° superior nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos não inspiratórios. Estes resultados também coincidem com os de Cunha (1997) que verificou que o ângulo em causa foi

significativamente superior nos ciclos com fase inspiratória do que nos ciclos sem essa fase nas nadadoras não especialistas e tendencialmente superior nas mariposistas.

Tal como em Cunha (1997) na técnica inspiratória, a AA e a recuperação dos MS foram as fases onde esta variável apresentou os seus valores médios mais elevados nos ciclos de inspiração frontal e nos ciclos de inspiração lateral. Isto deve-se ao facto destas duas acções serem coincidentes com o momento da inspiração e, portanto, com a emersão da face. Isto é, os valores médios superiores do $Atrc_{-AA}$ e do $Atrc_{-recup}$ nas técnicas de Mariposa com fase inspiratória coincidem com os dois momentos mais críticos para se efectuar a inspiração, a AA e a primeira fase da recuperação dos MS. Logo, a maior elevação do tronco terá como função facilitar a emersão das vias respiratórias e por conseguinte, a inspiração.

Por outro lado, o ângulo absoluto formado entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, parece estar associado com o nível de extensão do cotovelo (Cappaert et al., 1996; Capapert, 1999). Ou seja, um menor ângulo promoverá um melhor alinhamento horizontal do corpo, principalmente nas fases mais propulsivas da braçada, nomeadamente durante a AA. Consequentemente, dado que parece existir uma relação entre a extensão do cotovelo e a duração da AA (cf. 2.1.), quererá isso significar que um menor ângulo formado entre o tronco e a horizontal promoverá uma maior extensão da articulação do cotovelo, que por sua vez aumentará a duração da AA e, portanto, a força propulsiva produzida (Cappaert et al., 1996; Capapert, 1999).

Comparando os ciclos não inspiratórios com os ciclos de inspiração frontal e os ciclos de inspiração lateral, a *priori,* essa relação parece que também se verifica. Nas referidas situações, o $Atrc_{-AA}$ foi significativamente inferior e o C_{-AA} foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios. Para mais, a $Drel_{-AA}$ e a $Dabs_{-AA}$ foram tendencialmente superiores nos ciclos sem fase inspiratória do que nos ciclos de inspiração lateral e do que nos ciclos de inspiração frontal. Assim, poderá efectivamente existir uma relação entre o $Atrc_{-AA}$, o C_{-AA}, a $Drel_{-AA}$ e a $Dabs_{-AA}$.

Comparando o ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, entre os ciclos com fase inspiratória, a tendência foi para que em todas as fases o parâmetro fosse inferior na técnica de inspiração lateral, chegando a atingir valores significativos na $Atrc_{-ALE}$. Isto é, a inclinação do tronco tende a ser inferior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal ao longo de todo o ciclo de nado.

Finalmente, relativamente ao ângulo relativo entre o antebraço e o braço, o C_{-AA} foi significativamente superior nos ciclos sem fase inspiratória do que nos ciclos de inspiração lateral e de inspiração frontal. Isto, como já foi afiançado, poderá estar relacionado com uma posição corporal mais horizontal durante a fase mais propulsiva do ciclo gestual e com uma maior duração absoluta e relativa dessa mesma fase.

O C_{-ent} foi significativamente superior na técnica de inspiração lateral do que nos ciclos não inspiratórios. Da mesma forma, o C_{-ent} foi tendencialmente superior nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos não inspiratórios, mas sem qualquer significado em termos estatísticos. Ou seja, esta variável parece ser superior nas técnicas com fase inspiratória. Assim, poderá existir algum tipo de relação entre a existência de um momento inspiratório no ciclo gestual e o C_{-ent} a qual não se encontra completamente clara e que seria interessante descortinar.

3. Velocidades e acelerações

3.1. A mão

A mão é um dos grandes pólos de interesse cinemático dos investigadores em Biomecânica da Natação. Daí frequentemente realizarem-se análises das componentes e da resultante da velocidade de deslocamento da mão ao executar-se as diversas técnicas de nado.

No entanto, poucos foram os estudos que analisaram a velocidade média de deslocamento da mão por fases do ciclo gestual em Mariposa, pelo que não existirão

muitos trabalhos que sirvam enquanto meio de comparação dos actuais resultados. Na verdade, parece que só Martins-Silva (1997) e Cunha (1997) o fizeram, com o agravante de só o primeiro autor ter efectuado uma análise do tipo tridimensional. Do que nos é possível comparar, parece que, em termos gerais, os valores médios das componentes e da resultante da velocidade de deslocamento da mão foram semelhantes ou ligeiramente superiores aos observados nos outros estudos. O motivo para tal fenómeno será a distância percorrida pelos nadadores nos diferentes trabalhos não ser coincidente. Ou seja, no estudo de Martins-Silva (1997), os nadadores simularam uma prova de 200 metros Mariposa e no de Cunha (1997) efectuaram 50 metros Mariposa. Ora, no presente trabalho a distância percorrida pelos nadadores foi substancialmente mais curta, de 25 metros. Logo, a velocidade de deslocamento apresentada pelos nadadores tenderá a ser superior, o que motivará também velocidades médias do deslocamento da mão superiores.

Analisando a resultante da velocidade média de deslocamento da mão ao longo do trajecto motor subaquático, verificou-se que houve um aumento contínuo desta variável ao longo do mesmo, apesar dos valores terem sido muito próximos entre a entrada dos MS e a ALE. Isto é, verificou-se um aumento contínuo da velocidade média de deslocamento no decurso do trajecto motor subaquático, atingindo o seu valor médio máximo durante a AA. Este perfil é próximo das curvas de velocidade da mão já descritas por Schleihauf (1979), por Schleihauf et al. (1988), por Maglischo (1993) e por Martins-Silva (1997) para a técnica de Mariposa.

Para mais, estes valores superiores da velocidade média de deslocamento da mão no fim do trajecto motor subaquático parecem coincidir com as velocidades médias máximas de deslocamento do CM (cf. 3.2.) como também sugerem Maglischo (1993) e Martins-Silva (1997). Ou seja, os valores médios máximos da velocidade de deslocamento da mão coincidem com os valores médios máximos de deslocamento do CM, o que ocorre no final do trajecto motor subaquático.

Comparando nos três modelos respiratórios em análise, as componentes horizontais, laterais e verticais da velocidade de deslocamento da mão, bem como da sua resultante ao longo do trajecto motor subaquático, apenas se observaram diferenças estatisticamente significativas na $V_{m\text{-}x\text{-}ent}$ e na $V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$. A $V_{m\text{-}x\text{-}ent}$ foi significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal. A tendência foi para esta variável também ser superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos não inspiratórios, apesar da diferença não ter revelado qualquer significado estatístico. Quererá isto dizer que o deslize à frente das mãos aquando do início do ciclo gestual será mais veloz na técnica de inspiração lateral do que nos outros dois padrões respiratórios. Sabendo-se que o deslize não tem uma função eminentemente propulsiva mas sim de colocação dos segmentos em posição para a aplicação de força propulsiva, assume-se que a entrada deverá ser uma acção que se caracterize por ser realizada de modo a que a turbulência e o arrasto de onda por ela provocada sejam mínimos, evitando uma presumível diminuição da velocidade de deslocamento do CM e um aumento da sua flutuação intracíclica. Em síntese, valores mais elevados da $V_{m\text{-}x\text{-}ent}$ na técnica de Mariposa com inspiração lateral poderão reflectir um menor domínio ou uma menor adequação dessa técnica para alguns dos nadadores que constituíram a amostra.

A $V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$ foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal. A interpretação para este facto poderá radicar na possibilidade dos valores mais elevados de $V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$ representarem uma maior utilização da Força de Arrasto Propulsivo em detrimento das componentes verticais e, portanto, da Força Ascensional durante a ALE. Com efeito, Schleihauf et al. (1988) também afirmam que alguns nadadores optam por privilegiar a produção Força de Arrasto Propulsivo em detrimento da Força Ascensional em Mariposa. Na verdade, comparando estes dois tipos de ciclos, a $V_{m\text{-}y\text{-}ALE}$ foi tendencialmente inferior nos ciclos não inspiratórios (-0.596±0.490 $m.s^{-1}$) do que nos ciclos de inspiração frontal (-0.714±0.569 $m.s^{-1}$). Ou seja, efectivamente, parece existir a tendência para ocorrer um menor aproveitamento das componentes verticais durante a ALE nos ciclos não inspiratórios do que na técnicas de inspiração frontal. A razão para este facto poderá residir na menor ondulação

corporal verificada na técnica de Mariposa sem ciclos inspiratórios do que efectuando ciclos de inspiração frontal (cf. 2.1.). Por outras palavras, a existência de um movimento ondulatório menos acentuado poderá ter como consequência uma menor utilização das componentes verticais do deslocamento da mão e desde logo, um aumento das componentes horizontais.

Comparando-se a velocidade média de deslocamento da mão durante as fases mais propulsivas do ciclo gestual, em nenhuma variável se encontraram diferenças estatisticamente significativas. No entanto, durante a ALI os valores médios das três componentes e da resultante da velocidade de deslocamento da mão foram tendencialmente inferiores ao realizarem-se ciclos de inspiração lateral do que os outros dois padrões respiratórios. Já durante a AA, a $V_{m\text{-}x\text{-}AA}$ e a $V_{m\text{-}R\text{-}ALE}$ foram tendencialmente inferiores na técnica de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal e nos ciclos sem fase inspiratória. À primeira vista este facto parece paradoxal, dado que na técnica de Crol apesar de não estar completamente confirmado, a rotação do corpo como também parece ocorrer na técnica de Mariposa com inspiração lateral, será um contributo significativo para a velocidade da mão atingir valores superiores nestas fases (Hay et al., 1993; Liu et al., 1993). Assim, o motivo para a tendência da velocidade média de deslocamento da mão ser inferior ao efectuar-se a inspiração lateral poderá ser, mais uma vez, a reduzida experiência ou a menor adequação das características cineantropométricas de parte dos nadadores que constituíram a amostra para interpretarem referida técnica respiratória. Complementarmente, também existirá a possibilidade de não existir nenhuma relação entre a rotação longitudinal do corpo e a velocidade da mão em Mariposa com inspiração lateral, tal como também afirmam não existir para a técnica de Crol Payton et al. (1999).

Será de chamar a atenção para o facto de tal como nos estudos de Martins-Silva (1997) e de Cunha (1997), o desvio padrão da maioria das variáveis foi bastante elevado, o que denota uma grande variabilidade interindividual na execução do trajecto

motor subaquático. Este facto expressa tão simplesmente diferentes interpretações do modelo técnico sugerido na literatura por parte dos diferentes nadadores.

Em termos de comparação da velocidade média de deslocamento da mão de acordo com o modelo respiratório utilizado, parece que o único estudo disponível é o de Cunha (1997). Apesar desse trabalho consistir numa análise bidimensional da técnica de Mariposa, ele proporciona algumas indicações preciosas sobre o comportamento da velocidade de deslocamento da mão ao longo do trajecto motor subaquático. Na verdade, tal como no presente trabalho, Cunha (1997) não encontrou diferenças estatisticamente significativas na componente horizontal ou na componente vertical da velocidade média de deslocamento da mão no grupo das nadadoras mariposistas ou no grupo das nadadoras não especialistas. A única excepção foi no grupo das nadadoras não especialistas em que a componente vertical da velocidade de deslocamento da mão durante a ALI foi significativamente superior ao efectuarem-se ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal a 75% da velocidade máxima de deslocamento.

Assim, parece que o tipo de modelo respiratório utilizado na técnica de Mariposa não terá influência sobre o comportamento da velocidade de deslocamento da mão ao longo do trajecto motor subaquático e, consequentemente, na produção de força propulsiva por parte dos MS.

3.2. Centro de massa e anca

Analisando os resultados da velocidade média horizontal do deslocamento do CM ao longo do ciclo gestual, independentemente do modelo respiratório utilizado, parece ocorrer um aumento dos valores da velocidade de fase para fase, até atingir o seu valor médio mais elevado durante a AA. Na maioria das situações observou-se uma ligeira diminuição da velocidade média horizontal do deslocamento do CM na transição entre fases. Quer isto dizer que a curva da velocidade de deslocamento do CM apresentou um perfil bimodal, com dois picos de velocidade: um na ALI e outro na AA. Com efeito, esta curva parece ser bem conhecida dos investigadores, dado que diversos

autores já descreveram curvas ou resultados da velocidade média horizontal de deslocamento do CM com estas características (Mason et al., 1992; Maglischo, 1993; Cunha, 1997; Martins-Silva, 1997). Como também já fora sugerido por diversos autores, a diminuição da velocidade de deslocamento do CM na transição entre fases possivelmente decorrerá de mudanças de direcção do deslocamento das mãos e, portanto, da velocidade das mesmas, bem como dos seus ângulos de ataque e de orientação.

Um facto que parece caracterizar as técnicas simultâneas e descontínuas em comparação com as contínuas e alternadas é a elevada flutuação intracíclica da velocidade de deslocamento. No caso de Mariposa, Hahn e Krung (1992) e Sanders (1996) referem que a velocidade de deslocamento do CM varia em média 1.0 $m.s^{-1}$. No presente estudo, na técnica de Mariposa com inspiração frontal os valores médios variaram entre os 0.989±0.197 $m.s^{-1}$ e os 2.318±0.252 $m.s^{-1}$, ou seja, aproximadamente 1.332 $m.s^{-1}$ em média. Na técnica de Mariposa com inspiração lateral, a velocidade média variou entre os 1.165±0.289 $m.s^{-1}$ e os 2.277±0.208 $m.s^{-1}$, isto é, sensivelmente 1.112 $m.s^{-1}$ em média. Já ao efectuarem-se ciclos não inspiratórios, a velocidade média horizontal do deslocamento do CM variou entre os 1.332±0.095 $m.s^{-1}$ e os 2.343±0.129 $m.s^{-1}$, por outras palavras, qualquer coisa como 1.011 $m.s^{-1}$ em média. Assim sendo, parece que os actuais resultados apresentam uma flutuação intracíclica da velocidade de deslocamento do CM próximos dos valores sugeridos pela literatura. Comparando de um ponto de vista qualitativo essa flutuação em função do modelo respiratório utilizado, ou seja, sem efectuar um tratamento estatístico dos dados, parece que ela assume os valores mais elevados nos ciclos de inspiração frontal, seguida dos ciclos de inspiração lateral e finalmente dos ciclos não inspiratórios.

Comparando os resultados relativos à velocidade média horizontal do deslocamento do CM por fases do actual estudo com os dados da literatura consultada, nomeadamente Mason et al. (1992), Maglischo (1993), Figueiras (1995), Martins-Silva (1997) e Cunha (1997), verifica-se que os valores médios deste estudo são bastante próximos ou ligeiramente superiores aos observados na literatura. Como em outras

ocasioões já fora justificado, o motivo para os resultados por vezes apresentarem valores mais elevados poderá decorrer dos nadadores terem percorrido uma distância mais curta, o que lhes permitiu apresentar uma maior velocidade de deslocamento.

A $V_{CM\text{-}ent}$ foi significativamente inferior nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos não inspiratórios. A mesma tendência foi observada quando se comparou os ciclos de inspiração lateral com os ciclos não inspiratórios. Tentando especular um pouco sobre o assunto, o motivo para o valor mais baixo verificado aquando dos ciclos de inspiração frontal poderá relacionar-se com o próprio acto inspiratório. Isto é, a elevação de forma mais acentuada de parte do corpo para inspirar, expressa pelos valores significativamente superiores da AVcab e da AVomb (cf. 2.1.) e do $Atrc\text{-}_{recup}$ (cf. 2.2.) ao utilizar-se a técnica de inspiração frontal em detrimento das outras duas técnicas, promoverá uma maior área de secção transversa máxima do corpo relativamente à direcção de deslocamento e, portanto, um aumento da Força de Arrasto a que estará sujeito o nadador não só durante a recuperação dos MS mas também durante a sua entrada. Consequentemente, verificar-se-á uma menor velocidade de deslocamento porque, para uma dada força propulsiva a Força de Arrasto tende a aumentar significativamente. Se durante a recuperação dos MS as diferenças na velocidade média horizontal de deslocamento do CM apresentaram um significado apenas substantivo, já durante a entrada dos MS essas diferenças foram estatisticamente significativas.

Tal como refere Hahn e Krung (1992) a realização da fase inspiratória, especialmente da inspiração frontal, provoca um aumento da flutuação intracíclica da velocidade de deslocamento do CM em Mariposa. O aumento dessa flutuação poderá decorrer de um aumento dos valores máximos ou de uma redução dos valores mínimos da velocidade. Neste caso, parece que o aumento da flutuação se deve a um valor mínimo mais baixo aquando da entrada, em virtude de não se terem observado diferenças significativas na velocidade média horizontal de deslocamento do CM durante a AA, a fase que apresenta os valores mais elevados. Isto é, a maior flutuação intracíclica da velocidade horizontal do deslocamento do CM nos ciclos de inspiração

frontal, em comparação com os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios, deve-se não tanto aos valores máximos apresentarem diferenças significativas, mas sim aos valores mínimos serem significativamente inferiores na primeira técnica.

Na ALE também se verificaram diferenças significativas na velocidade média horizontal do deslocamento do CM entre os diferentes padrões respiratórios. A $V_{CM\text{-}ALE}$ foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nas outras duas técnicas respiratórias. Com efeito, também Cunha (1997) detectou que esta variável foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal a 95% da velocidade máxima de deslocamento no grupo das nadadoras mariposistas e a 75% e a 95% da velocidade máxima no grupo das nadadoras não especialistas. A causa para este facto poderá ser a superior $V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$ observada quando o autor comparou os ciclos não inspiratórios com os ciclos de inspiração frontal (cf. 3.1.) e a tendência para ser superior nos primeiros ciclos do que na técnica de inspiração lateral. Por outras palavras, sabendo-se que a velocidade da mão parece ser determinante para o comportamento da velocidade de deslocamento do CM, aumentos significativos da $V_{CM\text{-}ALE}$ terão como causa aparente aumentos significativos da $V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$.

Para mais, segundo Zhu (1996) nos estilos menos ondulatórios - como é o caso da técnica de Mariposa com ciclos não inspiratórios – o primeiro batimento descendente ocorrerá um pouco mais tarde do que nos estilos onde a ondulação é mais acentuada, no caso a técnica de Mariposa com fase inspiratória. Assim, possivelmente, a maior $V_{CM\text{-}ALE}$ nos ciclos não inspiratórios também poderá dever-se à ocorrência do primeiro batimento descendente não durante a entrada dos MS mas um pouco mais tarde, no início da ALE. Consequentemente, poderá observar-se um aumento significativamente superior da $V_{CM\text{-}ALE}$ nessa técnica de nado do que nas técnicas de inspiração frontal e lateral.

Durante as restantes fases do ciclo de nado, isto é, a ALI, a AA e a recuperação dos MS não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os três modelos respiratórios. Da mesma forma, Cunha (1997), no grupo das nadadoras

mariposistas também não observou diferenças significativas entre os padrões respiratórios que estudou. Já no grupo das nadadoras não especialistas, a $V_{CM\text{-}recup}$ a 75% e a 95% da velocidade máxima e a $V_{CM\text{-}AA}$ a 75% da velocidade máxima, foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal. Isto significará que em mariposistas de elevado nível, o tipo de padrão respiratório adoptado não terá qualquer tipo de consequência na velocidade de deslocamento do nadador, nas fases mais propulsivas e na recuperação dos MS. Já no caso de nadadores não especialistas ou com um menor nível competitivo, essa influência pode vir a fazer-se sentir. No entanto, para uma resposta mais concreta a esta questão seria interessante o desenvolvimento de mais estudos.

Relativamente à velocidade média horizontal de deslocamento da anca, verificaram-se algumas semelhanças e outras tantas dissemelhanças relativamente ao comportamento da velocidade média horizontal de deslocamento do CM.

A $V_{anc\text{-}ent}$ foi significativamente inferior na técnica de inspiração frontal do que nos ciclos não inspiratórios e tendencialmente inferior nos ciclos de inspiração lateral. Tal como na $V_{CM\text{-}ent}$, o motivo será a maior área de secção transversa máxima do corpo relativamente à direcção do deslocamento ao inspirar-se frontalmente o que aumentará a intensidade da Força de Arrasto, não só durante a recuperação dos MS, mas também aquando da entrada. Por conseguinte, para uma dada força propulsiva, o aumento da Força de Arrasto terá como consequência uma diminuição da velocidade de deslocamento na $V_{anc\text{-}recup}$ e na $V_{anc\text{-}ent}$, apesar de só nesta última variável as diferenças serem estatisticamente significativas.

A $V_{anc\text{-}ALE}$ foi significativamente superior nos ciclos sem fase inspiratória do que nos ciclos de inspiração frontal, tal como já se tinha observado tendo como ponto de análise o CM. Contudo, desta feita, não se verificaram diferenças significativas entre os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios, apesar da $V_{anc\text{-}ALE}$ ser inferior na primeira técnica. Como na $V_{CM\text{-}ALE}$ a justificação para o valor mais elevado nos ciclos não inspiratórios poderá dever-se à ocorrência do primeiro batimento descendente mais

tarde, no início da ALE (Zhu, 1996) e os valores significativamente superiores da $V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$ encontrados nesses mesmos ciclos em comparação com as outras duas possibilidades em termos de sincronização da acção dos MS com o ciclo respiratório.

Tal como na velocidade média horizontal de deslocamento do CM, nas restantes fases do ciclo gestual não se observaram diferenças estatisticamente significativas na velocidade média horizontal de deslocamento da anca. Ou seja, a $V_{anc\text{-}ALI}$, a $V_{anc\text{-}AA}$, a $V_{anc\text{-}recup}$ e a $V_{anc\text{-}media}$ não apresentaram diferenças significativas entre qualquer um dos padrões respiratórios em Mariposa. Todavia, em todas as fases e na $V_{anc\text{-}media}$, os valores médios do deslocamento foram tendencialmente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nas duas técnicas com fase inspiratória.

O estudo da aceleração intracíclica do CM parece ser uma área interessante de investigação, na medida que permite identificar as acções técnicas que provocam, efectivamente, uma resultante propulsiva (Mason et al., 1992). Ou seja, a localização dos picos de aceleração ao longo do ciclo gestual permite identificar aquelas que serão as fases mais propulsivas desse ciclo.

Fazendo uma breve resenha da literatura sobre este assunto, Mason et al. (1992) verificaram a ocorrência de cinco picos da aceleração do deslocamento do CM ao longo do ciclo gestual. Esses picos ocorreram durante o primeiro batimento descendente, a ALI, a ALE, a AA e o "*catch the wave*". A aceleração mais elevada ocorreu durante a ALI (4.2 $m.s^{-2}$), seguido da AA (2.3 $m.s^{-2}$). Também Barthels e Adrian (1975) referem grandes acelerações nestas fases, especialmente durante a ALI. Por sua vez, Figueiras (1995) detectou um elevado pico de aceleração durante a AA em nadadores seniores (1.10 ± 1.24 $m.s^{-2}$). Martins-Silva (1997) por seu lado, identificou três fases de aceleração, foram elas a acção descendente, a ALI e a AA, sendo nestas duas últimas fases que se verificaram os picos mais elevados.

Comparando os resultados do presente estudo com os dados dos trabalhos citados, todos eles parecem coincidir no facto das maiores acelerações se verificaram

durante a ALI e a AA. Por outras palavras, no actual estudo tal como na maioria da literatura disponível (Barthels e Adrian, 1975; Mason et al., 1992; Figueiras, 1995; Martins-Silva, 1997; Cunha, 1997) a ALI e a AA foram as fases de maior aceleração na técnica de Mariposa, independentemente do padrão respiratório adoptado pelos nadadores.

Por outro lado, a aceleração média horizontal do deslocamento do CM apresentou os seus valores médios mais baixos durante a recuperação do MS, em todos os padrões respiratórios. Este resultado já seria de esperar em virtude da Mariposa ser uma técnica simultânea e descontinua. Ou seja, na técnica de Mariposa, a aplicação de força propulsiva é feita descontinuamente, devido à coincidência do momento propulsivo das acções dos dois MS e dos dois MI. Dado que durante a recuperação dos MS a aplicação de força propulsiva reduz-se de forma drástica devido à trajectória aérea dos MS e a Força de Arrasto parece aumentar de forma significativa, motivada pelo aumento da área de secção transversa na direcção do deslocamento, a consequência será a desaceleração do deslocamento do CM do nadador.

Comparando a $a_{CM\text{-}ent}$, apesar de não se observarem diferenças significativas entre as três técnicas respiratórias, será de chamar a atenção para o facto da aceleração média na técnica de inspiração frontal (-0.252±1.457 $m.s^{-2}$) foi substancialmente inferior do que na técnica de inspiração lateral (-1.096±2.115 $m.s^{-2}$) e do que nos ciclos não inspiratórios (-0.750±1.601 $m.s^{-2}$). Este fenómeno poderá dever-se à ocorrência nas técnicas mais ondulatórias – como é a técnica de Mariposa com inspiração frontal - de um primeiro batimento descendente mais cedo do que nas técnicas menos ondulatórias (Zhu, 1996) que tem como função atenuar a desaceleração do deslocamento do CM decorrente da entrada dos MS.

A $a_{CM\text{-}ALE}$ foi significativamente superior na técnica de Mariposa com inspiração frontal do que nos ciclos de inspiração lateral e nos ciclos não inspiratórios. A justificação para tal poderá residir na necessidade de, na técnica de inspiração frontal, se reacelerar a massa corporal desde bem cedo devido ao aumento da área de secção

transversa máxima do corpo relativamente à direcção do deslocamento e, portanto, da Força de Arrasto a que esteve sujeito durante a recuperação dos MS e a entrada. Assim, dada a elevada intensidade da Força de Arrasto a que se esteve submetido, haverá uma diminuição significativa da $V_{CM\text{-}ent}$ e da $V_{CM\text{-}ALE}$ como já foram descritas. Por conseguinte, será necessário uma reaceleração ainda mais forte da massa corporal na técnica de Mariposa com inspiração frontal do que nas restantes técnicas para se atingir velocidades médias de deslocamento semelhantes. Ou seja, esta maior $a_{CM\text{-}ALE}$ será a expressão de uma maior flutuação intracíclica da velocidade do CM. Vai daí, possivelmente pela mesma razão, a oportunidade da realização mais cedo do que nas restantes técnicas do primeiro batimento descendente.

Nas restantes variáveis a aceleração média horizontal do deslocamento do CM não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os diversos modelos respiratórios em Mariposa. Será de sublinhar a existência de elevados valores do desvio padrão na maioria das variáveis em todos os tipos de ciclos respiratórios mas, com particular incidência na técnica de inspiração lateral. Estes valores serão indicadores de uma elevada variabilidade interindividual na execução desta técnica de nado nos nadadores estudados motivada uma vez mais por uma reduzida experiência na interpretação do modelo técnico em causa ou pelo facto das suas características cineantropométricas não serem as mais adequadas.

Relativamente à aceleração média horizontal do deslocamento da anca, grande parte do discutido para o CM mantêm-se também válido aqui. Contudo, a $a_{anc\text{-}ALE}$ não apresenta diferenças significativas entre as técnicas em estudo apesar da tendência ser próxima da verificada no estudo da aceleração do CM. Ou seja, a $a_{anc\text{-}ALE}$ foi tendencialmente superior nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos de inspiração lateral e do que nos ciclos não inspiratórios.

A $a_{anc\text{-}AA}$ foi significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos sem fase inspiratória. Na verdade, comparando os valores médios da aceleração do CM e da anca por fases, parece que os valores da aceleração da anca são

mais elevados na entrada dos MS, na ALE e na ALI. Já durante a AA e a recuperação dos MS, os valores médios da aceleração da anca parecem ser inferiores. Isto quererá denotar a existência de um ligeiro desfasamento temporal entre as curvas da aceleração do CM e da anca (cf. 4.). Assim, nos ciclos de inspiração frontal e nos ciclos não inspiratórios, durante a AA a aceleração da anca parece ser menor do que a do CM, enquanto que nos ciclos de inspiração lateral aparentemente a diminuição será menos acentuada. Isto é, a diminuição da aceleração da anca na técnica de Mariposa com inspiração lateral parece ocorrer um pouco mais tarde do que nos outros dois modelos respiratórios. Foi este facto que poderá ter levado a que a $a_{anc\text{-}AA}$ fosse significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos não inspiratórios. Ou seja, a existência de valores significativamente superiores na $a_{anc\text{-}AA}$ nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos não inspiratórios parece dever-se à manutenção do pico de aceleração nesta fase como ocorre na aceleração do CM enquanto que nos ciclos não inspiratórios, terá ocorrido uma diminuição um pouco mais cedo, pelo que o seu valor foi ligeiramente inferior.

4. Relações entre parâmetros

Verificou-se que a AHmão e o IH foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral e tendencialmente superior nos ciclos não inspiratórios relativamente aos ciclos de inspiração frontal (cf. 2.1.) e que o C_{-AA} foi significativamente superior nesses mesmos ciclos do que em qualquer uma das duas técnicas inspiratórias (cf. 2.2.). Logo, procurou-se apurar se existiu uma relação entre a extensão do cotovelo e a maior acentuação dos trajectos horizontais do deslocamento da mão. Para conhecer essa hipotética relação, calcularam-se as correlações entre a AHmão e o C_{-AA} e entre o IH e o C_{-AA}.

Em nenhuma situação das atrás descriminadas se encontraram correlações significativas. No entanto, poderá existir alguma relação entre o maior AHmão e o maior C_{-AA}, bem como, entre os aumentos do IH e os aumento do C_{-AA}. Isto é, apesar de não ter significado estatístico, parece existir uma ligeira tendência para se verificar

uma maior AHmão e um maior IH quando ocorre um maior C_{-AA}, particularmente nas técnicas com fase inspiratória. Contudo, nos ciclos não inspiratórios, aqueles que despoletaram o interesse pela análise do grau de associação entre estas três variáveis, as correlações foram particularmente baixas. Assim, parece que não será correcto afirmar a existência de uma relação entre o AHmão e o IH com o C_{-AA}.

Verificou-se que a $Dabs_{-AA}$ foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que na técnica de inspiração frontal e tendencialmente superior nos primeiros ciclos do que nos ciclos de inspiração lateral (cf. 2.1.). O C_{-AA} também foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nas duas técnicas inspiratórias (cf. 2.2.). Logo, poderá existir alguma relação entre a $Dabs_{-AA}$ e o C_{-AA} em Mariposa. Para mais, o $Atrc_{-AA}$ foi significativamente inferior nos ciclos sem fase inspiratória do que nos restantes modelos respiratórios (cf. 2.2.). Assim sendo, procurou-se determinar se haveria algum grau de associação entre a $Dabs_{-AA}$, o C_{-AA} e o $Atrc_{-AA}$ ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios em Mariposa. No entanto, dada a importância da ALI e da AA para produção de força propulsiva optou por analisar as correlações entre estas variáveis nas duas fases.

Analisando as correlações entre estas três variáveis na ALI, não se observaram valores significativos em nenhuma situação. Todavia, os valores das correlações foram negativos, o que denota uma relação inversa entre as variáveis, ou seja, por muito ténue que seja essa relação, o aumento do valor de uma estará possivelmente associado à diminuição do valor da outra. Isto é, dado que na ALI ocorre uma flexão do antebraço sobre o braço, uma maior duração absoluta desta fase terá alguma relação com o menor ângulo relativo dessa articulação, apesar de voltar a frisar que estes resultados não tem significado estatístico. Da mesma forma, existirá uma débil relação entre o menor $Atrc_{-ALI}$ com a maior $Dabs_{-ALI}$ e o maior C_{-ALI}.

As correlações entre a $Dabs_{-AA}$ e o C_{-AA}, foram positivas mas muito baixas para terem significado estatístico. Isto revela uma fraca associação entre as duas variáveis,

onde o aumento da duração estará associada com o aumento da extensão do cotovelo e a diminuição da duração estará relacionada com a menor extensão do cotovelo durante a AA.

Relativamente aos coeficientes de correlação entre o $Atrc_{-AA}$ e o C_{-AA} e entre o $Atrc_{-AA}$ e a $Dabs_{-AA}$, em nenhum dos padrões respiratórios se encontraram valores estatisticamente significativos. Para mais, só nos ciclos de inspiração frontal é que se verificou uma correlação negativa. Contudo, Cappaert et al. (1996) e Cappaert (1999) sugeriram a existência de uma correlação negativa e significativa entre o $Atrc_{-AA}$ e o C_{-AA} e entre o $Atrc_{-AA}$ e a $Dabs_{-AA}$. Segundo os autores, em Mariposa, um menor ângulo do tronco com a horizontal no plano sagital estará relacionado com a maior extensão da articulação do cotovelo durante a AA e, portanto, com a maior duração desta fase. A vantagem deste fenómeno seria que a menor inclinação do tronco promoveria uma maior extensão do cotovelo e uma maior duração da AA que, consequentemente, levaria a uma maior produção de força propulsiva (Cappaert et al., 1996; Cappaert, 1999). No entanto, os resultados do actual estudo não corroboram de todo esta ideia. Em síntese, será aconselhável a realização de mais estudos para um cabal esclarecimento da hipotética relação entre a inclinação do tronco com a extensão do cotovelo e a duração da AA em Mariposa.

O CM e a anca são dos pontos que mais interesse despertaram nos investigadores para a análise da velocidade e da aceleração de deslocamento dos nadadores. Devido à utilização um tanto exaustiva destes dois pontos com esse fim, procurou-se saber se a velocidade e a aceleração da anca e do CM podiam ser utilizadas indiscriminadamente. Por outras palavras, tentou-se averiguar se a velocidade e a aceleração da anca representam de forma válida a velocidade e a aceleração do CM em Mariposa, ao executarem-se os três modelos respiratórios em estudo. Para tal, calcularam-se correlações entre a velocidade horizontal de deslocamento do CM e a velocidade horizontal de deslocamento da anca e entre a aceleração horizontal de deslocamento do CM e a aceleração horizontal de deslocamento da anca.

Antes de mais nada, será importante referir que implicitamente, Mason et al. (1992) relegam para segundo plano as análises inferênciais das correlações das velocidades e das acelerações horizontais de deslocamento do CM e da anca. Isto porque poderá ocorrer que uma correlação seja significativa apesar do seu valor ser relativamente baixo, dependendo do número de observações efectuadas. Existe uma maior probabilidade de uma correlação relativamente baixa ser significativa caso se realize um maior número de observações do que um reduzido número das mesmas. Ora, ao analisar-se um ciclo de nado em Mariposa o número de fotogramas analisados é bastante elevado, rondando os 70 a 80 e, portanto, havendo aproximadamente entre 70 a 80 observações a partir das quais se determina a correlação em causa. Assim, as probabilidades de uma correlação relativamente baixa serem significativas ao correlacionar a velocidade ou a aceleração horizontais de deslocamento da anca e do CM são elevadas. Não obstante a correlação ser significativa, isso não significará que a velocidade e a aceleração da anca representará com elevada validade a velocidade e a aceleração do CM. Por conseguinte, os autores sugerem que apenas se considere que a anca representa com validade o CM quando $r \geq 0.95$. Só neste caso é que existirá efectivamente, um elevado grau de associação entre a velocidade e aceleração da anca com a velocidade e a aceleração do CM (Mason et al., 1992).

Analisando as correlações entre as velocidades horizontais de deslocamento da anca e do CM e entre as acelerações horizontais de deslocamento da anca e do CM, verificou-se que, nos nadadores que constituíram a amostra, elas foram sempre significativas. No entanto, observou-se uma elevada variação nos valores dessas correlações. Relativamente à velocidade, as correlações variaram entre os $r=0.342$ no nadador E ao executar ciclos não inspiratórios e os $r=0.970$ no nadador F ao adoptar a técnica de inspiração frontal. Já no que concerne à aceleração, as correlações variaram entre os $r=0.308$ no nadador E ao efectuar ciclos não inspiratórios e os $r=0.951$ no nadador F os realizar ciclos de inspiração frontal. Ou seja, parece que como refere Mason et al. (1992), os resultados não serão consistentes em todos os nadadores. Isto é, parecem existir nadadores onde as correlações em debate serão mais elevadas, como foi o caso do nadador F e outros onde serão mais baixas como será o caso do nadador E.

Com efeito, só o nadador F é que ultrapassou a fasquia dos r=0.95, quer para a velocidade, quer para a aceleração ao realizar ciclos de inspiração frontal. Todos os restantes nadadores não alcançaram o limite mínimo proposto. E na realidade só mais dois nadadores atingiram a casa dos r=0.90. Foram eles o nadador D ao efectuar r=0.928 entre as velocidades horizontais de deslocamento da anca e do CM na técnica de inspiração frontal e de r=0.923 entre as acelerações horizontais de deslocamento da anca e do CM na mesma técnica inspiratória, bem como, o nadador E ao efectuar r=0.918 nos ciclos de inspiração lateral entre as velocidades horizontais de deslocamento do CM e da anca. Isto é, apesar de todos os nadadores apresentarem correlações significativas para a velocidade e para a aceleração da anca e do CM, só um deles apresentou valores de r≥0.95 e apenas num dos padrões respiratórios.

Com efeito, observando os valores médios das correlações entre as velocidades horizontais de deslocamento da anca e do CM segundo o padrão respiratório utilizado, verificou-se que esses resultados foram relativamente baixos, não atingindo nenhum deles valores iguais ou superiores a 0.95. Este facto parece ser consentâneo com a literatura, em virtude de também Mason et al. (1992) terem constatado que os valores médios das correlações individuais entre as velocidades horizontais de deslocamento da anca e do CM foram inferiores a r=0.95, mais precisamente de r=0.84.

O mesmo quadro se pode traçar para as correlações entre as acelerações horizontais do deslocamento da anca e do CM. Também neste particular, nenhum valor médio atingiu o valor mínimo sugerido. Comparando os actuais resultados com os da escassa literatura sobre este assunto em Mariposa, verifica-se que, na verdade eles, são bastante similares. Isto é, tal como no presente estudo, no trabalho de Mason et al. (1992) o valor médio das correlações individuais para as acelerações horizontais de deslocamento da anca e do CM foram de r=0.75, ou seja, inferiores ao limite mínimo exigível.

Isto parece significar que tal como refere Mason et al. (1992), na técnica de Mariposa, a velocidade e a aceleração horizontal de deslocamento da anca não representarão com validade a velocidade e a aceleração horizontal de deslocamento do CM. Por outras palavras, apesar da maior facilidade na localização da anca em comparação com os complexos processos de determinação do CM, na verdade essa região anatómica não representará de forma válida o CM. Apesar de na posição anatómica o CM se encontrar bem perto da anca, com a realização das acções segmentares, a localização do CM tende a alterar-se. E *qui çá* nas técnicas ondulatórias, nomeadamente em Mariposa, o movimento corporal tenderá a promover uma modificação ainda mais acentuada da localização de um ponto relativamente ao outro, devido às grandes variações da posição relativa dos segmentos corporais (Mason et al., 1992). Estas diferenças na localização dos dois pontos irão reflectir-se no comportamento das curvas da velocidade e da aceleração da anca e do CM ao longo do ciclo gestual. Ou seja, obrigatoriamente existirão algumas diferenças entre as curvas da velocidade e da aceleração da anca e do CM. Essas diferenças consubstanciar-se-ão numa maior flutuação intracíclica da velocidade e da aceleração da anca do que do CM, bem como num ligeiro desfasamento temporal entre as curvas da velocidade e de aceleração da anca e do CM (Mason et al., 1992).

VII. Conclusões

Podem-se extrair algumas conclusões com base nos resultados observados ao comparar-se os três modelos respiratórios em Mariposa, ou seja, os ciclos de inspiração frontal, os ciclos de inspiração lateral e os ciclos não inspiratórios nos nadadores que constituíram a amostra,.

Assim, no que concerne aos parâmetros gerais do ciclo gestual:

- ✗ não se observaram diferenças significativas entre os diferentes modelos respiratórios em Mariposa no T e na Vn;

- ✗ a FG foi significativamente superior na técnica de inspiração lateral do que na técnica de inspiração frontal e;

- ✗ a DC e o IB foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral.

Relativamente aos parâmetros espaciais e temporais, particularmente sobre os segmentos corporais e o centro de massa, concluiu-se que:

- ✗ a AVcab apresentou diferenças estatisticamente significativas entre todos os padrões respiratórios. O valor mais elevado verificou-se na técnica de inspiração frontal, seguido da técnica de inspiração lateral e em último lugar dos ciclos não inspiratórios;

- ✗ a AVomb foi significativamente superior nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos de inspiração lateral e nos ciclos não inspiratórios;

- ✗ a AHmão e o IH foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral;

- ✗ não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre qualquer das técnicas respiratórias na AVanca, na AVjoe, na AVtorn, na AVmão e no parâmetro C;

- ✗ a $Dabs_{-ALI}$ e a $Drel_{-ALI}$ foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração lateral. A $Drel_{-ALI}$ foi significativamente superior nos ciclos sem fase inspiratória do que nos ciclos de inspiração frontal e tendencialmente superior na $Dabs_{-ALI}$;

- ✗ a $Dabs_{-AA}$ e a $Drel_{-AA}$ foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal e tendencialmente superiores do que nos ciclos de inspiração lateral;

- ✗ a $Dabs_{-recup}$ e a $Drel_{-recup}$ foram significativamente superiores nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos não inspiratórios;

- ✗ não se verificaram diferenças significativas nas durações absolutas e relativas do primeiro batimento descendente e do primeiro batimento ascendente entre qualquer uma das técnicas respiratórias e;

- ✗ a $Dabs_{-2°BA}$ e a $Drel_{-2°BA}$ foram significativamente superiores utilizando a técnica de inspiração frontal do que a técnica de inspiração lateral e, a $Dabs_{-2°BD}$ e a $Drel_{-2°BD}$ foram significativamente superiores nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos não inspiratórios.

Dos resultados do presente estudo relativos aos parâmetros angulares analisados, concluiu-se que:

- ✗ o $Acab_{-ALE,}$ o $Acab_{-ALI}$, o $Acab_{-AA}$ e o $Acab_{-recup}$ foram significativamente inferiores nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal e nos ciclos não inspiratórios;

- ✗ o $Aomb_{-ALE}$, o $Aomb_{-ALI}$, o $Aomb_{-AA}$ e o $Aomb_{-recup}$ foram significativamente superiores nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal e do que nos ciclos não inspiratórios. Por sua vez, o $Aomb_{-AA}$ foi significativamente superior ao realizar-se a técnica de inspiração frontal do que os ciclos sem fase inspiratória;

- ✗ o $Atrc_{-ALE}$, o $Atrc_{-ALI}$, o $Atrc_{-AA}$, e o $Atrc_{-recup}$ foram significativamente inferiores nos ciclos sem fase inspiratória do que nas técnicas com essa fase. Já o $Atrc_{-ALE}$ foi significativamente superior na técnica de inspiração frontal do que na técnica de inspiração lateral;

- ✗ o C_{-ent} foi significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos não inspiratórios e tendencialmente superior nos ciclos de inspiração frontal do que nos ciclos sem fase inspiratória e;

- ✗ o C_{-AA} foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal e nos ciclos de inspiração lateral.

Relativamente à análise da velocidade da mão, pôde-se concluir que:

- ✗ apenas se verificaram diferenças significativas em duas variáveis relacionadas com a velocidade média de deslocamento da mão. A $V_{m-x-ent}$ foi significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos de inspiração frontal. A $V_{m-x-ALE}$ foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal e;

- ✗ o desvio padrão da maioria das variáveis associadas à velocidade média de deslocamento da mão apresentaram valores bastante elevados.

Já relativamente ao estudo das velocidades e das acelerações horizontais de deslocamento da anca e do centro de massa, concluiu-se que:

- a $V_{CM\text{-}ent}$ foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal;

- a $V_{CM\text{-}ALE}$ foi significativamente superior nos ciclos não inspiratórios do que nas duas técnicas inspiratórias;

- a $V_{CM\text{-}ALI}$, a $V_{CM\text{-}AA}$, a $V_{CM\text{-}recup}$ e a $V_{CM\text{-}media}$, não apresentaram diferenças significativas entre qualquer dos modelos respiratórios em Mariposa;

- a $V_{anc\text{-}ent}$ e a $V_{anc\text{-}ALE}$ foram significativamente superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos de inspiração frontal;

- relativamente à aceleração média horizontal do deslocamento do CM, apenas se observaram diferenças significativas na $a_{CM\text{-}ALE}$, que foi significativamente superior na técnica de inspiração frontal do que nas restantes técnicas respiratórias e;

- não se observaram diferenças significativas na aceleração média horizontal do deslocamento da anca excepto na $a_{anc\text{-}AA}$ que foi significativamente superior nos ciclos de inspiração lateral do que nos ciclos não inspiratórios.

Finalmente, ao procurar-se conhecer as possíveis relações entre diversos parâmetros, concluiu-se que:

- não se presenciou nenhuma correlação significativa entre o AHmão e o C_{-AA} e entre o IH e o C_{-AA};

- não se verificou nenhuma correlação significativa entre a duração absoluta, o ângulo relativo entre o antebraço e o braço e o ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, durante a ALI e a AA e;

- ✗ todas as correlações entre a velocidade horizontal da anca e do CM e entre a aceleração horizontal da anca e do CM foram significativas. No entanto, só num nadador ao efectuar a técnica de inspiração frontal é que se atingiu uma correlação de $r \geq 0.95$, valor estipulado como mínimo para se considerar que a velocidade ou a aceleração da anca representa de forma válida a velocidade ou a aceleração do CM.

Em síntese, comparando os três modelos respiratórios, parece que a utilização dos ciclos não inspiratórios será mais apropriado do que as duas técnicas inspiratórias. Isto porque, aparentemente, a área de secção transversa máxima do corpo na direcção do deslocamento durante a ALI, a AA e o início da recuperação dos MS – fases em que o corpo deverá encontrar-se tão horizontal quanto possível - será significativamente inferior ao adoptarem-se ciclos sem fase inspiratória do que ciclos com essa fase. Para mais, as durações absolutas e relativas da ALI e da AA são superiores nos ciclos não inspiratórios do que nos ciclos com fase inspiratória, o que permitirá hipoteticamente a aplicação durante mais tempo de elevados níveis de força propulsiva. Todavia, a manutenção dos ciclos não inspiratórios ao longo de toda a prova de Mariposa não será de todo possível devido a limitações fisiológicas, especialmente nas distâncias mais longas.

Assim sendo, o nadador também terá de optar pela utilização de ciclos com fase inspiratória no decurso da prova. Relativamente ao tipo de padrão inspiratório a adoptar-se, as duas técnicas parecem apresentar vantagens e desvantagens, não existindo uma claramente superior à outra. Na verdade, parece que se verifica uma grande variabilidade interindividual ao realizarem-se os dois ciclos inspiratórios, especialmente a técnica de inspiração lateral. Com efeito, o motivo para essa variabilidade poderá radicar nas características cineantropométricas de cada nadador. Logo, a opção por uma determinada técnica inspiratória deverá justificar-se com base nas características cineantropométricas específicas de cada nadador.

VIII. Perspectivas para o Futuro

A consecução desta dissertação para além de dar resposta a um conjunto de questões sobre a técnica de Mariposa, faz emergir outras tantas. Ou seja, através da elaboração desta dissertação diversas questões foram levantadas, as quais parecem ainda não ter resposta ou pelo menos uma resposta consensual. Assim sendo, em futuros projectos de investigação seria interessante:

- ✗ caracterizar e comparar a cinemática da técnica de Mariposa efectuando a inspiração lateral para o lado típico e para o lado atípico;

- ✗ identificar as variáveis preditoras (ou as que mais influenciam) a variação intracíclica da velocidade de deslocamento do centro de massa, na técnica de Mariposa ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios;

- ✗ identificar os factores determinantes da adopção de um dado modelo respiratório na técnica de Mariposa de acordo com as características cineantropométricas do nadador;

- ✗ caracterizar e comparar a actividade electromiográfica, na técnica de Mariposa, ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios;

- ✗ caracterizar e comparar a economia de nado na técnica de Mariposa, ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios;

- ✗ caracterizar e comparar a resposta dinamométrica, na técnica de Mariposa, ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios.

IX. Bibliografia

1. ABDEL-AZIZ, Y. e KARARA, H. (1971). Direct linear transformation: from comparator coordinates into object coordinates in close range photogrammetry. **Proceedings of the Symposium on close-range photogrammetry,** pp. 1-18. Church Falls.

2. ABSALYAMOV,T.; SHIRCOVETS, E. e LIPSKY, E. (1989). Analysis of competitive activity for directing training process in swimming. **FINA/LEN Swimming Coaches Clinic**, Bona.

3. ABRANTES, J. (1997). **Biomecânica.** Edições da Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa.

4. ADRIAN, M. e COOPER, J. (1995). **Biomechanics of human movement.** McGraw-Hill, Boston.

5. ALVES, F. (1995). **Economia de nado e prestacção competitiva – determinantes mecânicas e metabólicas nas técnicas alternadas**. Tese de Doutoramento. Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. *Não Publicado.*

6. ALVES, F.; SILVA, A. e AMORIM, V. (1998). Force propulsion generation based on the body undulation, body waving and trunk rotation. Comunicação apresentada no **Encontro de Biomecânica**. Associação Portuguesa de Mecânica Teórica, Aplicada e Computacional e Sociedade Portuguesa de Biomecânica e Biomateriais. Instituto Superior Técnico, Lisboa. *Não Publicado.*

7. ALVES, F. (1998). O modelo biomecânico das técnicas de nado no século XXI: as técnicas alternadas. In: A. José Silva e J. Campaniço (eds.). **Actas do I Seminário Internacional de Natação,** pp. 9-35. Universidade de Trás-dos-Montes e Alto Douro, Vila Real.

8. AMADIO, A. (1989). **Fundamentos da Biomecânica do esporte. Considerações sobre a análise cinética e aspectos neuro-musculares do movimento.** Tese de Doutoramento. Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo, São Paulo. *Não Publicado.*

9. AMADIO, A. (1996). **Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento humano**. Edição da Universidade de São Paulo, São Paulo.

10. AVDEIENKO, V. (1997). Technique training in Butterfly and Breaststroke swimmers: coaching from age to top level. Comunicação apresentada no **Seminário Internacional de Natação – Técnicas simultâneas e ondulatórias: desafios contemporâneos em Natação**. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Porto. *Não Publicado.*

11. BACHMAN, J. (1983). Three Butterfly pulls. **Swimming Technique**. 29(1): 23-25.

12. BARBOSA, T.; SOUSA, F. e VILAS-BOAS, J.P. (1999). Kinematical modifications induced by the introduction of the lateral inspiration in Butterfly stroke. In: K. Keskinen, P. Komi e P. Hollander (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VIII**, pp. 15-20. Gummerus Printing, Jyvaskyla.

13. BARTHELS, K.M. e ADRIAN, M.J. (1971). Variability in the dolphin kick under four conditions. In: L. Lewillie e J.P. Clarys (eds.). **First International Symposium on "Biomechanics in Swimming, Waterpolo and Diving,** pp. 105-118. Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de L'effort, Bruxelles.

14. BARTHELS, K.M. e ADRIAN, M.J. (1975). Three dimensional spatial hands patterns of skilled Butterfly swimmers. In: L. Lewillie e J.P. Clarys (eds.). **Swimming II**, pp. 154-160. University Park Press, Baltimore.

15. BARTLETT, R. (1997). **Introduction to Sports Biomechanics**. E & FN Spon, New York.

16. BAUMMAN, W. (1995). Métodos de medição e campos de aplicação da Biomecânica: estado da arte e perspectivas. **VI Congresso Brasileiro de Biomecânica,** Brasília.

17. CAPPAERT, J.; PEASE, D. e TROUP, J. (1996). Biomechanical highlights of world champion and olympic swimmers. In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert e T.A. Trappe (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VII**, pp. 76-80. E & FN Spon, London.

18. CAPPAERT, J. (1999). Biomechanics of swimming analysed by three-dimensional techniques. In: K. Keskinen, P. Komi e P. Hollander (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VIII**, pp. 141-145. Gummerus Printing, Jyvaskyla.

19. CARDELLI, C.; CHOLLET, D. e LERDA, R. (1999). Analysis of the 100m front crawl as a function of skill level in non expert swimmers. **J. Human Movement Studies**. 36: 51-74.

20. CHENGALUR, S. e BROWN. P. (1992). An analysis of male and female olympic swimmers in the 200m events. **Can. J. Spt. Sci.**. 17(2): 104-109.

21. CHOLLET, D. (1997). **Approche scientifique de la Natation Sportive.** Editions Vigot, Paris.

22. CLARYS, J.P.; JISKOOT,J. e LEWILLIE, L. (1973). A Kinematographic, electrographic and resistance study of Water Polo and competition Front Crawl. In: S. Cerquiglini, A. Venerando e J. Wartenwiller (eds.). **Biomechanics III**, pp. 446-452. Karger, Basel.

23. CLARYS, J.P. E JISKOOT, J. (1975). Total resistance of selected body positions in the Front Crawl. In: L. Lewillie e J.P. Clarys (eds.). **Swimming II**, pp. 110-117. University Park Press, Baltimore.

24. CLARYS, J.P. (1979). Human morphology and hydrodynamics. In: J. Teradus e W. Bensingfiel (eds.). **Swimming III,** pp. 3-41. University Park Press, Baltimore.

25. CLARYS, J.P. (1988). The Brussels Swimming EMG project. In: B. Ungerechts, K. Wilke e K. Reischle (eds.). **Swimming Science V**, pp. 157-172. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.

26. COLMAN, V.; DALY, D.; DESMET, S. e PERSYN, U. (1992). Relation between physical characteristics and undulation in the Breaststroke. In: D. Maclaren, T. Reilly e A. Lees (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VI**, pp. 365-370. E & FN Spon, London.

27. COLMAN, V.; PERSYN, U. e UNGERECHTS, B. (1999). A mass of water added to the swimmer's mass to estimate the velocity in dolphin-like swimming below the water surface. In: K. Keskinen, P. Komi e P. Hollander (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VIII**, pp. 89-94. Gummerus Printing, Jyvaskyla.

28. COLWIN, C. (1992). **Swimming into the 21st century**. Leisure Press, Champaign, Illinois.

29. COSTILL, D.; KOVALESKI, J.; PORTER, D.; FIELDING, R. e KING., D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. **Int. J. Sports Med.** 6(5): 266-270.

30. COSTILL, D.; MAGLISCHO, E. e RICHARDSON, A. (1992). **Swimming.** Blackwell Scientific Publications, Oxford.

31. COUNSILMAN, J. (1955). Forces in swimming two types of front crawl. **Res. Quart.** 26(2): 127-139.

32. COUNSILMAN, J. (1968). **The Science of Swimming**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York.

33. CRAIG, A. e PENDERGAST, D. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. **Medicine and Science in Sport.** 11(3): 278-283.

34. CRAIG, A.; BOOMER, W. e GIBBONS, J. (1979). Use of stroke rate, distance per stroke, and velocity relationships during training for competitive swimming. In: J. Teraus e W. Bendingfied (eds.). **Swimming III,** pp. 265-274. University Park Press, Baltimore.

35. CRAIG, A.; SKEHAN, P.; PAWELCZYK, J. e BOOMER, W. (1985). Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. **Med. Sci. sports Exerc**.. 17(6): 625-634.

36. CRIST, J. (1979). An analytical comparison between two types of Butterfly pull patterns - the crossover and the keyhole. **Swimming Technique**. 15(4): 110-117.

37. CRUELLS, J. (1956). **Natación. Evolución de los estilos**. Editorial Juventud, Barcelona.

38. CUNHA, P. (1997). **Características cinemáticas da técnica de Mariposa em padrões respiratórios distintos.** Tese de Mestrado. Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. *Não Publicado.*

39. DE LEVA, P. (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. **J. Biomechanics**. 29(9): 1223-1230.

40. DE LUCAS, C. (1993). **The use of surface electromyography in Biomechanics.** Watenweiler memorial lecture. International Society for Biomechanics.

41. EAST, D. (1970). Swimming: an analysis of stroke frequency, stroke length and performance. **New Zealand Journal of Health, Physical Education and Recreation.** 3: 16-27.

42. FEDERATION INTERNATIONAL DE NATATION AMATEUR (1998-2000). **Regras Técnicas de Natação Pura da Federação Internacional de Natação Amadora (1998-2000).** Tradução Portuguesa. Federação Portuguesa de Natação, Conselho Nacional de Arbitragem, Lisboa.

43. FIGUEIRAS, T. (1995). **Alterações biomecânicas da técnica de Mariposa ao longo da prova de 200 m: comparação de nadadores infantis e seniores**. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Porto. *Não Publicado.*

44. GRIMSTON, S. e HAY, J. (1986). Relationship among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. **Med. and Sci. in Spts. and Exerc**. 18(1): 60-68.

45. HAHN, A. e KRUG, T. (1992). Application of knowledge gained from the coordenation of partial movements in Breaststroke and Butterfly swimming for the development of technical training. In: D. Maclaren, T. Reilly e A. Lees (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VI**, pp. 167-172. E & FN Spon, London.

46. HALJAND, R. (1997). Methods of kinematic evaluations for competition techniques in swimming and conclusions for training. In: K. Daniel, U. Huffmann e J. Klauck (eds.). **Cologne Swimming Symposium**, pp. 54-61. Sport Fahnemann, Cologne.

47. HAY, J. e GUIMARÃES, A. (1983). A quantitative look at swimming biomechanics. **Swimming Technique**. 20(2): 11-17.

48. HAY, J. (1988). The status of research on the Biomechanics of Swimming. In: B. Ungerechts, K. Wilke e K. Reischle (eds.). **Swimming Science V**, pp. 3-14. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.

49. HAY, J.; LIU, Q. e ANDREWS, J. (1993). Body roll and handpath in freestyle swimming: a computer simulation study. **J. Applied Biomechanics**. 9(3): 227-237.

50. HOLMÉR, I. (1974). Physiology of swimming man. **Acta Phys. Scand.** (407): Supl.

51. HOLMÉR, I. (1983). Energetics and mechanical work in Swimming. In: A.P. Hollander, P.A. Huijing e G. de Groot (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming,** pp. 154-164. Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois.

52. JENSEN, R. e MCILWAIN, J. (1979). Modelling of lower extremity forces in the dolphin kick. In: J. Terauds e E. Bedingfield (eds.). **Swimming III**, pp. 137-147. University Park Press, Baltimore, Maryland.

53. KENNEDY, P.; BROWN, P.; CHENGALUR, S. e NELSON, R. (1990). Analysis of male and female olympic swimmers in the 100-meter events. **J. Sports Biomechanics**. 6(2): 187-197.

54. KOLMOGOROV, S. (1997). Biomechanical evaluation and advice of technical training in Russia: arguments for the selection of the lateral inspiration in butterfly swimming. Comunicação apresentada no **Seminário Internacional de Natação – Técnicas simultâneas e ondulatórias: desafios contemporâneos em Natação**. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Porto. *Não Publicado.*

55. KORNECKI, S. e BOBER, T. (1978). Extreme velocities of a swimming cycle as a technique criterion. In: B. Eriksson e B. Furberg (eds.). **Swimming Medicine IV**, pp. 402-407. University Park Press, Baltimore, Maryland.

56. LAVOIE, J.-M.; LÈGER, L.; LEONE, M. e PROVENCHER, P. (1985). A maximal multistage swim test to determinate the functional and maximal aerobic power of competitive swimmers. **J. Swimming Research.** 1(2): 17-22.

57. LEWILLIE, L. (1973). Muscular activity in swimming. **Biomechanics III**, pp. 440-445. Karger, Basel.

58. LIU, Q.; HAY, J. e ANDRWES, G. (1993). Body roll and handpath in freestyle swimming: an experimental study. **J. Applied Biomechanics.** 9(3): 238-253.

59. LOETZ, C.; REISCHLE, K. e G. SCHMITT, G. (1988). The evaluation of highly skilled swimmers via quantitative and qualitative analysis. In: B. Ungerechts, K. Wilke e K. Reischle (eds.). **Swimming Science V**, pp. 361-367. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.

60. MAGLISCHO, E. (1993). **Swimming even faster.** Mayfield Publishing Company, Mountainview, California.

61. MARINHO, L. (1992). **Análise da inspiração sobre a rotação longitudinal do corpo na técnica de Crawl.** Tese de Licenciatura. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Porto. *Não Publicado.*

62. MARTINS-SILVA, A. (1997). **Variabilidade da execução técnica em situação de competição na Natação Pura. Estudo comparativo da alteração do padrão técnico no decurso de uma prova de 200 metros Mariposa entre nadadores de diferente nível de desempenho competitivo.** Tese de Mestrado. Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. *Não Publicado.*

63. MARTINS-SILVA, A.; ALVES, F. e GOMES-PEREIRA, J. (1999). Determinant factors in a 200 m butterfly swim as related to the fluctuation in horizontal velocity of the body centre of gravity. In: K. Keskinen, P. Komi e P. Hollander (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VIII**, pp. 21-24. Gummerus Printing, Jyvaskyla.

64. MARTINS-SILVA, A. e ALVES, F. (2000). Determinant factors to variation in Butterfly velocity. In: R. Sander e Y. Hong (eds.). **Applied Proceedings of the XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports – Swimming**, pp. 73-74. Faculty of Education of the University of Edinburgh, Edinburgh

65. MASON, B.; TONG, Z. e RICHARDS, R. (1992). Propulsion in the Butterfly stroke. In: D. MacLaren, T. Reilly e A. Lees (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VI**, pp. 81-86. E & FN SPON, London.

66. MENAUDS, M. e ZINS, L. (1979). **Natation Sportive**. Editions Amphora, Paris.

67. MIYASHITA, M. (1975). Arm action in the Crawl stroke. In: L. Lewille e J.P. Clarys (eds.). **Swimming II,** pp. 167-173. University Park Press, Baltimore.

68. NELSON, R. e PIKE, N. (1978). Analysis and comparasion of swimming stars and strokes. In: B. Eriksson e B. Furberg (eds.). **Swimming Medicine IV**, pp. 347-360. University Park Press, Baltimore, Maryland.

69. OPPENHEIM, F. (1977). **Histoire de la Natation Mondiale et Française**. Editions Chiron, Paris.

70. PAYTON, C.e MULLINEAUX, D. (1996). Effect of body roll on hand velocity in freestyle swimming. In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert e T.A. Trappe (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VII**, pp. 59-63. E & FN Spon, London.

71. PAYTON, C.; BARTLETT, R. e BALTZOPOULOS, V. (1999). The contribution of body roll to hand speed in front crawl swimming - an experimental study. In: K. Keskinen, P. Komi e P. Hollander (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VIII**, pp. 65-70. Gummerus Printing, Jyvaskyla.

72. PELAYO, P.; SIDNEY, M.; KHERIF, T.; CHOLLET, D. e TOURNY, C. (1996). Stroking characteristics in freestyle swimming and relationship with anthropometric characteristics. **J. Applied Biomechanics.** 12(2): 197-206.

73. PELAYO, P.; WILLE, F.; SIDNEY, M.; BERTHOIN, S. e LAVOIE, J.-M. (1997). Swimming performances and stroking parameters in non skilled grammar school pupils: relation with age, gender and some anthropometric characteristics. **J. Sports Med. Phys. Fitness**. 37(3): 187-193.

74. PENDERGAST, D.; DI PRAMPERO, P.; CRAIG, A. e RENNIE, D. (1978). The influence of some selected biomechanical factors on the energy cost of swimming. In: B. Eriksson e B.

Furberg (eds.). **Swimming Medicine IV**, pp. 367-378. University Park Press, Baltimore, Maryland.

75. PERSYN, U.; COLMAN, V. e VAN TILBORGH, L. (1992). Movement analysis of the flat and the undulate Breaststroke pattern. In: D. Maclaren, T. Reilly e A. Lees (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VI**, pp. 75-80. E & FN Spon, London.

76. PERSYN, U.; COLMAN, V., e ZHU, J. (1997). Scientific concept and educational transfer in the undulating competitive strokes in Belgium. In: K. Daniel, U. Huffmann e J. Klauck (eds.). **Cologne Swimming Symposium**, pp. 34-40. Sport Fahnemann, Cologne.

77. PEZZARAT CORREIA, P.; MIL-HOMENS, P. e VELOSO, A. (1993). **Electromiografia. Fundamentação fisiológica. Métodos de recolha e processamento. Aplicações cinesiológicas.** Edições da Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa.

78. REISCHLE, K. (1993). **Biomecanica de la Natacion**. Gymnos Editorial, Madrid.

79. RUSHALL, B. (1996). Breathing actions in Butterfly swimming. **Carlile Coaches Forum.** 2(6).

80. SANDERS, R.; CAPPERT, J. e DEVLIN, R. (1995). Wave characteristics of Butterfly Swimming. **J. Biomechanics**. 28(1): 9-16.

81. SANDERS, R. (1996). Some aspects of butterfly technique of New Zealand Pan Pacific squad swimmers. In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert e T.A. Trappe (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VII**, pp. 23-28. E & FN Spon, London.

82. SANTOS SILVA, J. (1994). **Indicadores técnicos em Natação. Estudo exploratório em nadadores nacionais**. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Porto. *Não Publicado.*

83. SCHLEIHAUF, R. (1979). A hydrodynamic analysis of Swimming propulsion. In: J. Teraus e W. Bendingfied (eds.). **Swimming III**, pp. 70-117. University Park Press, Baltimore.

84. SCHLEIHAUF, R.; HIGGINS, J.; HINRICHS, R.; LUERTKED, D.; MAGLISCHO, L.; MAGLISCHO, E. e THAYER, A. (1988). Propulsive techniques : Front Crawl Stroke, Butterfly, Backstroke and Breaststroke. In: B. Ungerechts, K. Wilke e K. Retsche (eds.). **Swimming V**, pp. 53-59. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.

85. SIDNEY, M.; DELHAYE, B.; BAILLON, M. e PELAYO., P. (1999). Stroke frequency evolution during 100 m and 200 m events front crawl swimming. In: K. Keskinen, P. Komi e P. Hollander (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VIII**, pp. 71-75. Gummerus Printing, Jyvaskyla.

86. SMITH, H.; MONTPETIT, R. e PERRAULT, H. (1988). The aerobic demand of backstroke swimming, and its relation to body size, stroke technique, and performance. **Eur. J. Appl. Physiol**. 58(1/2): 182-188.

87. SOARES, P. (1997). **Alterações da técnica de Bruços com a velocidade de nado. Estudo comparativo da técnica de Bruços quando executada à velocidade média das provas de 200, 100 e 50 metros em dois grupos de rendimento desportivo distintos.** Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Porto. *Não Publicado.*

88. TAVARES DA SILVA, A. (1981). **História da Natação**. Instituto Superior de Educação Física da Universidade do Porto, Porto. *Não Publicado.*

89. TOGASHI, T. e NOMURA, T. (1992). A biochemical analysis of the swimmer using the butterfly stroke. In: D. Maclaren, T. Reilly e A. Lees (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VI**, pp. 87-91. E & FN Spon, London.

90. TOURNY, C. (1992). **Analyse des parametres biomecaniques du nageur de brasse de haut niveau.** Tese de Doutoramento. Universidade de Montpellier, Montpellier. *Não Publicado.*

91. TOUSSAINT, H. (1988). **Mechanics and energetics of swimming**. Tese de Doutoramento. Faculty of Human Movement Sciences of the Vrije University Amsterdam, Enschede, Amsterdam.

92. TOUSSAINT, H.; HOLLANDER, P.; DE GROOT, G.; VAN INGEN SCHENAU, G.; VERVOON, K.; DE BEST, H.; MEULEMANS, T. e SCHREURS, W. (1988). Measurement of efficiency in swimming man. In: B. Ungerechts, K. Wilke e K. Retsche (eds.). **Swimming V**, pp. 45-52. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.

93. TOWN, G. e VANESS, J. (1990). Conditioning swimmers. Aerobic and anaerobic responses to controlled frequency breathing under watchful eye. **Sw. Tech**. 27(1): 8-12.

94. UNGERECHTS, B. (1983). A comparasion of the movements of the rear parts of dolphins and butterfly swimmers. In : P. Hollander, P. Huijing e G. de Groot (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming**, pp. 215-221. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.

95. VILAS-BOAS, J.P. (1987a). **O mecanismo propulsivo em Natação.** Aula síntese apresentada nas Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Porto. *Não Publicado.*

96. VILAS-BOAS, J.P. (1987b). **Análise das previsíveis repercussões dos novos regulamentos na técnica de Bruços.** Comunicação apresentada no X Congresso Técnico-Científico da Associação Portuguesa de Técnicos de Natação, Póvoa de Varzim.

97. VILAS-BOAS, J.P. (1991). **A técnica em Natação Pura Desportiva**. Curso realizado no Rio de Janeiro. *Não Publicado.*

98. VILAS-BOAS, J.P. (1993). **Caracterização Biofísica de três variantes da técnica de Bruços.** Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto. Medisa, Porto.

99. VILAS-BOAS, J.P. (1996). Speed fluctuations and energy cost of different breaststroke techniques. In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert e T.A. Trappe (eds.). **Biomechanics and Medicine in Swimming VII**, pp. 167-171. E & FN Spon, London.

100. VILAS-BOAS, J.P.; CUNHA, P.; FIGUEIRAS, T.; FERREIRA, M. e DUARTE, J. (1996). Movement analysis in simultaneous swimming techniques. In: K. Daniel, U. Huffmann e J. Klauck (eds.). **Cologne Swimming Symposium**, pp. 95-103. Sport Fahnemann, Verlag, Bocknem.

101. WEINECK, J. (1989). **Manual de treinamento esportivo.** Editora Manole, São Paulo.

102. WILLE, F. e PELAYO, P. (1993). Evaluation et indice de nage. **EPS**. (244): 57-60.

103. WINTER, D. (1990). **Biomechanic and motor control of human movement**. John Wiley and sons, Chichester.

104. ZATSIORSKY, V. e SELUYANOV, V. (1983). The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. In: H. Matsui e K. Kobayashi (eds.). **Biomechanics VIII-B**, pp. 1152-1159. Human Kinetics, Champaign, Illinois.*

105. ZATSIORSKY, V.; SELUYANOV, V. e CHUGUNOVA, L. (1990a). Methods of determining mass-inertial characteristics of human body segments. In: G. Chernyi e S. Regirer (eds.). **Biomechanics**, pp. 272-291. CRC Press, Massachusetts.*

106. ZATSIORSKY, V.; SELUYANOV, V. e CHUGUNOVA, L. (1990b). In vivo body segment inertial parameters determination using a gamma-scanner method. In: N. Berme e A. Cappozzo (eds.). **Biomechanics of Human Movement: Applications in Rehabilitation, Sports and Ergonomics**, pp. 186-202. Bertec, Ohio.*

107. ZATSIORSKY, V.; RAITSIN, L.; SELUYANOV, V.; ARUIN, A. e PRILUTZKY, B. (1993). Biomechanical characteristics of the human body. In: W. Baumann (ed.). **Biomechanics and Performance in Sports**, pp. 71-83. Bundeninstitut fur Sportwissenschaft, Germany.*

108. ZHU, J. (1996). **Trunk rotations, body waving and kineanthropometric characteristics in the symmetrical swimming strokes**. Tese de Doutoramento. Universidade Católica de Leuven. *Não Publicado.*

109. ZHU, J.; PERSYN, U. e COLMAN, V. (1997). Screening of kinanthropometric characteristics relevant for swimming strokes and style variantes. In: K. Daniel, U. Huffmann e J. Klauck (eds.). **Cologne Swimming Symposium**, pp. 80-89. Sport Fahnemann, Cologne.

* citação indirecta

X. Anexos

Quadro A1. Valores individuais da idade, da altura e do peso.

Nadador	Idade	Estatura	Massa Corporal
A	21	177.5	69.200
B	17	187.2	76.000
C	17	169.1	63.200
D	18	169.0	78.600
E	21	173.8	69.200
F	19	177.7	64.000
G	16	176.5	60.000

Quadro A2. Valores individuais da distância de ciclo (DC), do tempo de duração de ciclo (T) e da velocidade média de nado (Vn) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	DC			T			Vn		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	1.934	1.781	1.848	1.033	0.983	1.016	1.872	1.812	1.819
B	1.741	1.854	1.942	0.983	1.000	1.066	1.771	1.854	1.822
C	1.841	1.600	1.781	1.066	1.016	1.000	1.727	1.575	1.781
D	2.173	1.899	2.058	1.233	1.116	1.116	1.762	1.702	1.844
E	2.017	1.588	1.955	0.983	0.966	0.966	2.052	1.644	2.024
F	1.585	1.741	1.786	1.133	1.083	1.050	1.399	1.608	1.701
G	1.750	1.741	1.796	1.050	1.050	1.066	1.667	1.658	1.685

Quadro A3. Valores individuais da frequência gestual (FG), do índice de braçada (IB) e, da amplitude vertical máxima do deslocamento da cabeça (AVcab) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	FG			IB			AVcab		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	0.968	1.017	0.984	3.621	3.227	3.361	0.464	0.359	0.186
B	1.017	1.000	0.938	3.084	3.437	3.538	0.475	0.476	0.252
C	0.938	0.984	1.000	3.179	2.520	3.172	0.473	0.425	0.177
D	0.811	0.896	0.896	3.830	3.231	3.795	0.571	0.372	0.192
E	1.017	1.035	1.035	4.139	2.611	3.957	0.463	0.412	0.236
F	0.883	0.923	0.952	2.217	2.799	3.038	0.384	0.316	0.216
G	0.952	0.952	0.938	2.917	2.887	3.026	0.527	0.502	0.170

Quadro A4. Valores individuais da amplitude vertical máxima do deslocamento dos ombros (AVomb), da amplitude vertical máxima do deslocamento da anca (AVanca) e, da amplitude vertical máxima do deslocamento do centro de massa (AVCM) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	AVomb			AVanca			AVCM		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	0.329	0.233	0.271	0.142	0.103	0.091	0.398	0.178	0.098
B	0.338	0.295	0.280	0.113	0.110	0.081	0.156	0.100	0.100
C	0.351	0.283	0.315	0.138	0.092	0.130	0.135	0.108	0.094
D	0.412	0.317	0.291	0.164	0.074	0.111	0.174	0.130	0.099
E	0.318	0.366	0.338	0.091	0.103	0.123	0.132	0.111	0.124
F	0.306	0.283	0.270	0.141	0.111	0.095	0.130	0.117	0.095
G	0.348	0.294	0.287	0.111	0.102	0.082	0.158	0.160	0.100

Quadro A5. Valores individuais da amplitude vertical máxima do deslocamento dos joelhos (AVjoe), da amplitude vertical máxima do deslocamento dos tornozelos (AVtorn) e, da amplitude vertical máxima do deslocamento da mão (AVmão) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	AVjoe			AVtorn			AVmão		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	0.281	0.280	0.212	0.316	0.304	0.304	0.600	0.491	0.488
B	0.237	0.229	0.224	0.360	0.314	0.314	0.635	0.699	0.562
C	0.223	0.260	0.295	0.335	0.318	0.318	0.618	0.696	0.602
D	0.393	0.166	0.221	0.309	0.209	0.209	0.554	0.367	0.498
E	0.199	0.215	0.172	0.315	0.345	0.345	0.473	0.461	0.408
F	0.262	0.254	0.217	0.327	0.283	0.283	0.549	0.497	0.490
G	0.353	0.332	0.358	0.246	0.267	0.267	0.551	0.563	0.649

Quadro A6. Valores individuais da amplitude horizontal máxima do deslocamento da mão (AHmão), do índice de horizontalidade do deslocamento da mão (IHmão) e, do cotovelo "alto" (C) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	AHmão			IH			C		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	1.989	1.695	2.191	3.315	3.452	4.490	0.334	0.343	0.344
B	1.471	1.855	2.083	2.317	2.654	3.706	0.225	0.251	0.249
C	2.030	1.607	1.790	3.285	2.309	2.973	0.219	0.319	0.314
D	2.270	1.730	2.237	4.097	4.714	4.492	0.275	0.222	0.220
E	2.072	1.301	2.005	4.381	2.822	4.914	0.280	0.253	0.278
F	1.740	1.618	2.089	3.169	3.256	4.263	0.293	0.219	0.246
G	1.930	1.676	1.915	3.503	2.977	2.951	0.279	0.263	0.302

Quadro A7. Valores individuais do ângulo relativo entre o antebraço e o braço na entrada (C_{ent}), do ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral exterior (C_{ALE}) e, do ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção lateral interior (C_{ALI}) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	C_{ent}			C_{ALE}			C_{ALI}		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	189.8	176.2	169.8	123.6	130.9	119.8	128.7	127.0	108.3
B	172.5	186.2	174.2	116.4	116.8	117.3	95.4	132.1	109.0
C	174.8	186.7	182.9	107.9	112.7	122.6	99.3	111.4	99.0
D	191.2	181.2	186.0	105.1	106.4	129.8	119.6	95.0	104.1
E	167.3	181.2	177.7	105.1	111.6	98.4	110.4	127.7	97.2
F	187.9	180.5	170.0	99.6	101.1	114.4	119.3	115.6	109.1
G	186.3	195.6	182.3	110.5	109.4	77.0	114.6	112.7	118.4

Quadro A8. Valores individuais do ângulo relativo entre o antebraço e o braço na acção ascendente (C_{AA}), da duração absoluta da entrada ($Dabs\text{-}_{ent}$) e, da duração absoluta da acção lateral exterior ($Dabs\text{-}_{ALE}$), ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	C_{AA}			$Dabs\text{-}_{ent}$			$Dabs\text{-}_{ALE}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	109.7	134.5	174.1	0.183	0.166	0.116	0.283	0.300	0.300
B	114.3	141.9	160.7	0.133	0.133	0.150	0.250	0.267	0.266
C	143.2	124.4	173.6	0.133	0.133	0.133	0.317	0.317	0.267
D	146.5	151.5	171.7	0.200	0.183	0.233	0.466	0.350	0.267
E	149.3	151.5	168.6	0.183	0.183	0.233	0.267	0.300	0.233
F	141.5	117.3	168.6	0.250	0.216	0.200	0.283	0.217	0.233
G	126.8	138.6	176.7	0.150	0.133	0.200	0.266	0.300	0.200

Quadro A9. Valores individuais da duração absoluta da acção lateral interior (Dabs-$_{ALI}$), da duração absoluta da acção ascendente (Dabs-$_{AA}$) e, da duração absoluta da recuperação (Dabs-$_{recup}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Dabs-$_{ALI}$			Dabs-$_{AA}$			Dabs-$_{recup}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	0.150	0.150	0.167	0.067	0.067	0.162	0.347	0.300	0.316
B	0.117	0.150	0.217	0.150	0.160	0.150	0.333	0.334	0.283
C	0.166	0.116	0.183	0.117	0.150	0.117	0.327	0.294	0.300
D	0.100	0.167	0.183	0.167	0.183	0.167	0.300	0.233	0.266
E	0.133	0.133	0.134	0.100	0.117	0.183	0.300	0.233	0.183
F	0.117	0.133	0.133	0.116	0.117	0.167	0.364	0.400	0.317
G	0.150	0.117	0.166	0.134	0.116	0.217	0.350	0.384	0.283

Quadro A10. Valores individuais, da duração absoluta do primeiro batimento descendente (Dabs-$_{1^{o}\ BD}$), da duração absoluta do primeiro batimento ascendente (Dabs-$_{1^{o}\ BA}$) e, da duração absoluta do segundo batimento descendente (Dabs-$_{2^{o}\ BD}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Dabs-$_{1^{o}BD}$			Dabs-$_{1^{o}BA}$			Dabs-$_{2^{o}BD}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	0.166	0.166	0.216	0.300	0.334	0.284	0.184	0.150	0.183
B	0.300	0.300	0.166	0.200	0.200	0.450	0.200	0.300	0.150
C	0.233	0.233	0.216	0.233	0.300	0.384	0.284	0.283	0.200
D	0.266	0.366	0.266	0.384	0.200	0.400	0.233	0.250	0.184
E	0.166	0.216	0.150	0.384	0.367	0.366	0.200	0.167	0.156
F	0.250	0.150	0.166	0.366	0.366	0.367	0.217	0.284	0.217
G	0.250	0.250	0.216	0.366	0.316	0.384	0.150	0.267	0.166

Quadro A11. Valores individuais da duração absoluta do segundo batimento ascendente (Dabs-$_{2^{o}\ BA}$), da duração relativa da entrada (Drel-$_{ent}$) e, da duração relativa da acção lateral exterior (Drel-$_{ALE}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Dabs-$_{2^{o}BA}$			Drel-$_{ent}$			Drel-$_{ALE}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	0.380	0.230	0.333	17.715	16.887	11.417	27.396	30.519	29.528
B	0.283	0.200	0.300	13.530	13.300	14.071	25.432	26.700	24.953
C	0.310	0.194	0.200	12.477	13.091	13.300	29.737	31.201	26.700
D	0.350	0.300	0.266	16.221	16.398	20.878	37.794	31.362	23.925
E	0.233	0.216	0.250	18.616	18.944	24.120	27.162	31.056	24.120
F	0.300	0.280	0.300	22.065	19.945	19.048	24.978	20.037	22.190
G	0.284	0.267	0.300	14.286	12.667	18.762	25.333	28.571	18.762

Quadro A12. Valores individuais da duração relativa da acção lateral interior (Drel-$_{ALI}$), da duração relativa da acção ascendente (Drel-$_{AA}$) e, da duração relativa da recuperação (Drel-$_{recup}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Drel-$_{ALI}$			Drel-$_{AA}$			Drel-$_{recup}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	14.521	15.259	16.437	6.486	6.816	15.945	33.591	30.519	31.102
B	11.902	15.000	20.356	15.259	16.000	14.071	33.876	33.400	26.548
C	15.572	11.417	18.300	10.976	14.764	11.700	30.675	28.937	30.000
D	8.110	14.964	16.398	13.544	16.398	14.964	24.331	20.878	23.835
E	13.530	13.768	13.872	10.173	12.112	18.944	30.519	24.120	18.944
F	10.327	12.281	12.667	10.238	10.803	15.905	32.127	36.934	30.190
G	14.286	11.143	15.572	12.762	11.048	20.356	33.333	36.571	26.548

Quadro A13. Valores individuais da duração relativa do primeiro batimento descendente (Drel-$_{1^{o}\ BD}$), da duração relativa do primeiro batimento ascendente (Drel-$_{1^{o}\ BA}$) e, da duração relativa do segundo batimento descendente (Drel-$_{2^{o}\ BD}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Drel-$_{1^{o}BD}$			Drel-$_{1^{o}BA}$			Drel-$_{2^{o}BD}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	16.070	16.887	21.260	29.042	33.978	27.953	17.812	15.259	18.012
B	30.519	30.000	15.572	20.346	20.000	42.214	20.346	30.000	14.071
C	21.857	22.933	21.600	21.857	29.528	38.400	26.642	27.854	20.000
D	21.573	32.796	23.835	31.144	17.921	35.842	18.897	22.401	16.487
E	16.887	22.360	15.528	39.064	37.992	37.888	20.346	17.288	16.149
F	22.065	13.850	15.810	32.304	33.795	34.952	19.153	26.223	20.667
G	23.810	23.810	20.263	34.857	30.095	36.023	14.286	25.429	15.572

Quadro A14. Valores individuais da duração relativa do segundo batimento ascendente (Drel-$_{2^{o}\ BA}$), do ângulo relativa efectuado entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso, na entrada (Acab-$_{ent}$) e, do ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal, no plano transverso na acção lateral exterior (Acab-$_{ALE}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Drel-$_{2^{o}BA}$			Acab-$_{ent}$			Acab-$_{ALE}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	36.786	23.398	32.776	91.653	87.466	93.843	89.963	70.464	88.874
B	28.789	20.000	28.143	91.483	93.906	90.020	89.738	63.510	93.081
C	29.081	19.094	20.000	90.127	90.955	92.283	97.152	71.009	93.092
D	28.386	26.882	23.835	91.367	90.280	92.502	93.079	76.783	96.470
E	23.703	22.360	25.880	92.314	91.590	91.598	89.076	83.447	94.075
F	26.478	25.854	28.571	92.439	94.084	92.797	91.085	74.782	92.447
G	27.048	25.429	28.143	92.675	92.763	92.936	91.418	78.478	93.604

Quadro A15. Valores individuais do ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal no plano transverso na acção lateral interior (Acab-$_{ALI}$), do ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal no plano transverso na acção ascendente (Acab-$_{AA}$) e, do ângulo absoluto entre a cabeça e a horizontal no plano transverso na recuperação (Acab-$_{recup}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Acab-$_{ALI}$			Acab-$_{AA}$			Acab-$_{recup}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	90.497	53.944	91.182	90.104	56.810	90.232	89.415	75.314	91.011
B	92.100	30.125	88.964	87.385	15.256	93.832	91.445	71.352	89.704
C	92.026	48.033	90.982	91.661	26.705	92.158	91.641	47.959	91.298
D	91.148	50.294	89.902	90.840	35.890	89.586	89.425	56.530	91.953
E	89.646	61.945	91.104	91.443	41.379	93.981	90.913	47.441	89.518
F	88.012	31.804	93.962	91.179	0.379	93.837	90.271	59.724	94.397
G	95.557	50.605	90.776	92.851	35.890	91.478	89.431	66.098	91.202

Quadro A16. Valores individuais do ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal no plano transverso na entrada (Aomb-$_{ent}$), do ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal no plano transverso na acção lateral exterior (Aomb-$_{ALE}$) e, do ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal no plano transverso na acção lateral interior (Aomb-$_{ALI}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Aomb-$_{ent}$			Aomb-$_{ALE}$			Aomb-$_{ALI}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	0.128	1.766	1.812	2.539	9.101	1.378	4.233	10.180	3.005
B	1.346	1.329	0.890	2.654	9.175	3.674	6.573	11.995	3.129
C	1.387	0.591	1.904	0.121	9.682	4.251	1.935	19.553	3.796
D	1.189	1.105	0.551	2.531	7.797	3.239	2.265	7.290	4.519
E	1.157	1.273	0.548	3.307	8.205	2.788	3.002	7.922	1.956
F	0.476	6.203	1.154	2.471	11.551	3.533	0.187	12.822	4.740
G	0.554	0.182	0.421	3.181	5.990	3.602	1.905	4.193	4.310

Quadro A17. Valores individuais do ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal no plano transverso na acção ascendente (Aomb-$_{AA}$), do ângulo absoluto entre os ombros e a horizontal no plano transverso na recuperação (Aomb-$_{recup}$) e, do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital na entrada (Atrc-$_{ent}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Aomb-$_{AA}$			Aomb-$_{recup}$			Atrc-$_{ent}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	5.086	5.486	3.501	4.475	5.575	0.645	-20.636	-.855	-16.202
B	6.725	4.791	4.020	4.011	5.512	4.020	-2.434	-8.942	-5.901
C	2.155	8.981	2.296	1.572	5.666	1.943	-1.895	-.794	0.669
D	3.290	5.784	0.966	0.307	4.571	1.770	-14.757	2.273	-4.851
E	2.000	8.418	1.532	3.735	4.828	0.537	-3.114	-7.370	-0.426
F	2.343	5.742	0.916	1.673	4.612	2.345	-8.772	-5.168	0.253
G	0.794	9.662	0.711	0.313	6.134	0.670	-2.514	-9.843	-0.185

Quadro A18. Valores individuais do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital na acção lateral exterior (Atrc-$_{ALE}$), do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital na acção lateral interior (Atrc-$_{ALI}$) e, do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital na acção ascendente (Atrc-$_{AA}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Atrc-$_{ALE}$			Atrc-$_{ALI}$			Atrc-$_{AA}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	28.036	15.986	14.670	20.578	17.080	20.602	26.620	23.950	16.190
B	11.412	8.100	0.215	23.325	19.392	11.884	26.817	23.204	18.335
C	12.146	7.224	2.970	30.664	22.736	10.763	34.363	29.227	23.638
D	29.202	15.812	8.515	31.402	21.678	18.327	31.187	32.121	21.973
E	14.087	9.690	10.127	23.417	26.684	24.192	20.582	26.293	21.144
F	13.625	7.209	3.314	12.091	18.750	8.664	13.468	17.605	14.987
G	9.487	8.728	-1.145	19.344	20.902	15.634	30.461	32.686	23.005

Quadro A19. Valores individuais do ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal no plano sagital na recuperação (Atrc-$_{recup}$), da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a entrada (V_{CM-ent}) e, da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral exterior (V_{CM-ALE}) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	Atrc-$_{recup}$			V_{CM-ent}			V_{CM-ALE}		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	30.961	25.136	4.014	1.188	1.475	1.408	1.603	1.422	1.641
B	29.658	22.047	15.128	1.230	1.269	1.286	1.689	1.808	1.724
C	23.254	26.897	17.958	0.868	0.898	1.235	1.456	1.129	1.615
D	25.712	23.972	18.656	0.961	1.034	1.381	1.378	1.180	1.522
E	21.191	18.738	18.588	1.127	1.524	1.300	1.381	1.508	1.563
F	17.740	19.042	12.799	0.792	0.746	1.231	1.676	1.047	1.769
G	21.580	26.426	19.036	0.738	1.206	1.483	1.663	1.696	1.841

Quadro A20. Valores individuais da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral interior (V_{CM-ALI}), velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção ascendente (V_{CM-AA}) e, da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a recuperação ($V_{CM-recup}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	V_{CM-ALI}			V_{CM-AA}			$V_{CM-recup}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	1.953	1.994	1.841	2.113	2.043	2.175	1.046	1.393	1.572
B	2.505	2.046	2.047	2.350	2.523	2.440	0.935	1.518	1.632
C	2.299	2.035	2.284	2.705	2.380	2.444	0.820	1.572	1.554
D	1.826	1.995	1.647	2.280	2.449	2.192	1.419	1.316	1.557
E	1.950	1.985	1.929	2.603	2.409	2.505	1.402	0.458	1.588
F	1.819	1.611	1.811	2.060	2.079	2.287	1.217	1.050	0.947
G	1.872	1.738	2.127	2.117	2.057	2.357	0.960	1.087	1.158

Quadro A21. Valores individuais da velocidade média horizontal do deslocamento do centro de massa durante o ciclo de braçada ($V_{CM\text{-}media}$), da velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a entrada ($V_{anc\text{-}ent}$) e, da velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral exterior ($V_{anc\text{-}ALE}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	$V_{CM\text{-}media}$			$V_{anc\text{-}ent}$			$V_{anc\text{-}ALE}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	1.859	1.844	1.827	1.163	1.610	1.088	1.461	1.610	1.898
B	1.758	1.854	1.856	1.388	1.541	1.581	1.689	1.541	1.631
C	1.738	1.854	1.777	0.761	1.008	1.126	1.698	1.008	1.899
D	1.828	1.714	1.824	0.961	0.517	1.405	1.378	0.517	1.898
E	1.863	1.850	1.865	0.904	1.531	1.425	1.720	1.531	1.642
F	1.666	1.604	1.609	0.926	0.773	1.212	1.634	0.773	1.857
G	1.662	1.646	1.683	0.627	0.652	0.967	1.305	0.652	1.811

Quadro A22. Valores individuais da velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral interior ($V_{anc\text{-}ALI}$), da velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente ($V_{anc\text{-}AA}$) e, da velocidade média horizontal do deslocamento da anca durante a recuperação ($V_{anc\text{-}recup}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	$V_{anc\text{-}ALI}$			$V_{anc\text{-}AA}$			$V_{anc\text{-}recup}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	1.914	2.020	2.029	2.754	2.113	2.115	1.318	1.630	1.653
B	2.455	2.046	2.295	2.350	2.523	2.679	1.518	1.675	1.635
C	1.825	1.442	2.443	1.797	1.933	2.471	1.077	0.844	1.868
D	1.826	1.790	1.978	2.288	2.688	2.324	0.751	1.409	1.701
E	1.856	2.369	2.329	1.946	2.574	2.131	1.244	1.810	1.580
F	1.918	1.623	1.914	2.336	1.775	2.161	1.509	0.797	1.166
G	2.338	1.957	2.450	2.013	2.294	2.299	0.539	0.792	1.763

Quadro A23. Valores individuais da velocidade média horizontal da anca durante o ciclo de braçada ($V_{anc\text{-}media}$), da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a entrada ($a_{CM\text{-}ent}$) e, da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral exterior ($a_{CM\text{-}ALE}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	$V_{anc\text{-}media}$			$a_{CM\text{-}ent}$			$a_{CM\text{-}ALE}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	1,759	1,893	1.771	0.775	0.493	-1.413	1.466	-0.160	0.776
B	1,874	1,846	1.790	2.218	-1.872	-2.306	1.836	2.018	1.646
C	1,684	1,655	1.725	0.360	-5.067	-2.398	1.854	0.728	1.423
D	1,778	1,772	1.778	-0.436	-1.540	-0.755	0.894	0.417	0.528
E	1,821	1,702	1.860	-1.502	0.825	-1.236	0.951	-0.053	1.128
F	1,670	1,629	1.711	-1.700	-1.407	1.231	3.123	1.387	2.309
G	1,656	1,629	1.653	-1.480	0.894	1.625	3.477	1.633	1.790

Quadro A24. Valores individuais da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção lateral interior (a_{CM-ALI}), da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a acção ascendente (a_{CM-AA}) e, da aceleração média horizontal do deslocamento do centro de massa durante a recuperação ($a_{CM-recup}$), ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	a_{CM-ALI}			a_{CM-AA}			$a_{CM-recup}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	2.330	3.813	1.197	2.388	0.731	2.061	-3.074	-2.166	-3.722
B	6.974	1.586	1.488	-1.033	4.112	2.620	-4.249	-3.008	-2.855
C	5.078	7.810	3.655	3.470	2.300	1.367	-5.764	-2.748	-2.966
D	4.480	4.880	0.683	2.718	7.945	3.263	-2.870	-4.862	-2.387
E	4.278	3.586	2.731	6.530	3.623	3.147	-4.003	-8.373	-5.010
F	1.222	4.240	1.067	2.077	4.000	2.251	-2.315	-2.572	-4.227
G	1.393	0.358	1.722	1.828	2.750	1.059	-3.305	-2.552	-4.236

Quadro A25. Valores individuais da aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a entrada ($a_{anc-ent}$), da aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral exterior ($a_{anc-ent}$) e, da aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção lateral interior ($a_{anc-ALI}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	$A_{anc-ent}$			$A_{anc-ALE}$			$A_{anc-ALI}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	-0.846	-0.120	-4.870	1.053	0.530	2.700	3.020	1.673	0.784
B	-0.977	-1.007	-0.360	0.204	1.000	0.187	6.547	1.586	3.059
C	-2.375	1.233	-5.578	2.955	0.321	0.752	0.765	2.862	2.972
D	1.050	0.573	-1.270	2.010	2.754	1.846	4.480	1.850	0.437
E	-1.857	-1.524	-0.665	3.056	0.363	0.931	1.022	5.481	5.126
F	-2.332	-0.111	-0.230	2.501	2.516	2.768	2.427	2.285	0.624
G	0.586	-1.052	-3.980	2.718	3.066	4.220	6.886	3.290	3.849

Quadro A26. Valores individuais da aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a acção ascendente (a_{anc-AA}), da aceleração média horizontal do deslocamento da anca durante a recuperação ($a_{anc-recup}$) e, da velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a entrada do MS ($V_{m-x-ent}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	A_{anc-AA}			$A_{anc-recup}$			$V_{m-x-ent}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	1.253	1.388	0.530	-4.138	-1.610	-1.462	1.318	1.530	1.144
B	-0.700	4.112	2.560	-2.298	-2.538	-3.689	1.658	1.673	1.269
C	-0.239	3.273	0.239	-2.201	-3.260	-2.010	1.672	1.763	1.055
D	2.766	4.907	2.071	-5.123	-5.489	-2.342	1.170	1.552	1.572
E	0.900	1.752	1.081	-2.340	-3.278	-3.010	1.672	1.565	1.677
F	3.603	1.299	1.479	-2.297	-2.445	-3.138	1.313	1.721	1.792
G	-2.425	2.905	0.695	-4.202	-3.911	-1.893	1.453	1.720	1.865

Quadro A27. Valores individuais da velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a entrada do MS ($V_{m\text{-}y\text{-}ent}$), da velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a entrada do MS ($V_{m\text{-}z\text{-}ent}$) e, da velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior ($V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	$V_{m\text{-}y\text{-}ent}$			$V_{m\text{-}z\text{-}ent}$			$V_{m\text{-}x\text{-}ALE}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	-1.906	-1.623	-1.006	-1.281	-0.257	-1.830	-1.021	-1.850	-1.348
B	-1.678	-1.867	-0.492	-0.679	-0.967	-0.685	-1.031	-1.288	-1.236
C	-1.522	-1.273	-1.117	-1.378	-0.279	-2.140	-1.458	-1.864	-1.785
D	-1.590	-0.822	-1.293	-0.745	-1.316	-0.028	-1.579	-1.469	-1.575
E	-1.228	-0.688	-0.603	0.414	-0.331	-1.620	-1.509	-1.125	-1.853
F	-0.602	-1.315	-0.569	-0.110	-0.772	-1.482	-1.398	-1.459	-2.034
G	-1.069	-1.134	-1.737	-0.861	-1.924	-1.770	-1.202	-1.596	-1.972

Quadro A28. Valores individuais da velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior ($V_{m\text{-}y\text{-}ALE}$), da velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior ($V_{m\text{-}z\text{-}ALE}$) e, da velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção lateral interior ($V_{m\text{-}x\text{-}ALI}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	$V_{m\text{-}y\text{-}ALE}$			$V_{m\text{-}z\text{-}ALE}$			$V_{m\text{-}x\text{-}ALI}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	-0.577	-0.120	-0.082	-0.304	-1.854	-0.819	-3.079	-2.835	-2.673
B	-0.874	-1.369	-0.026	-1.403	-0.021	-1.806	-2.124	-2.060	-2.103
C	-1.492	-1.253	-0.999	-1.368	-1.007	-1.262	-3.271	-2.219	-2.786
D	-0.251	-2.427	-0.513	-0.286	-1.943	-0.98	-3.843	-3.015	-3.186
E	-1.406	-0.215	-1.348	-1.433	-2.517	-1.237	-2.153	-2.279	-3.500
F	-0.384	-0.626	-0.361	-1.049	-1.127	-0.647	-3.900	-4.216	-3.539
G	-0.012	-0.969	-0.842	-0.795	-0.336	-0.336	-2.952	-3.041	-2.159

Quadro A29. Valores individuais da velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção lateral interior ($V_{m\text{-}y\text{-}ALI}$), da velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção lateral interior ($V_{m\text{-}z\text{-}ALI}$) e, da velocidade média horizontal do deslocamento da mão durante a acção ascendente ($V_{m\text{-}x\text{-}AA}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	$V_{m\text{-}y\text{-}ALI}$			$V_{m\text{-}z\text{-}ALI}$			$V_{m\text{-}x\text{-}AA}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	2.907	2.192	3.072	4.013	0.518	1.653	-3.858	-4.148	-5.303
B	0.952	3.026	2.763	1.687	2.283	1.087	-5.471	-5.516	-4.324
C	0.274	0.740	3.282	0.555	2.178	2.039	-5.378	-6.913	-7.423
D	1.872	1.025	3.126	2.357	2.616	2.728	-6.892	-5.066	-5.869
E	3.163	1.483	1.519	1.484	1.330	2.925	-5.994	-3.814	-5.216
F	2.200	1.184	1.585	1.985	0.295	0.699	-5.706	-5.037	-5.185
G	1.561	1.022	0.312	2.473	0.110	1.258	-6.762	-4.459	-4.199

Quadro A30. Valores individuais da velocidade média vertical do deslocamento da mão durante a acção ascendente ($V_{m\text{-}y\text{-}AA}$), da velocidade média lateral do deslocamento da mão durante a acção ascendente ($V_{m\text{-}z\text{-}AA}$) e, da velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a entrada dos MS ($V_{m\text{-}R\text{-}ent}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	$V_{m\text{-}y\text{-}AA}$			$V_{m\text{-}z\text{-}AA}$			$V_{m\text{-}R\text{-}ent}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	2.777	1.136	0.323	-0.564	-0.011	-0.198	2.656	2.245	2.357
B	1.505	1.118	2.178	-1.100	-1.619	-2.553	2.544	2.688	1.354
C	1.798	0.382	0.750	-0.547	-1.826	-2.36	2.747	2.292	2.629
D	1.477	2.120	1.351	-2.961	-1.245	-1.507	2.290	2.149	2.100
E	0.563	2.135	0.996	-0.813	-0.017	-2.737	2.115	1.621	2.380
F	1.345	0.122	0.675	-0.249	-1.046	-0.242	1.489	2.269	2.383
G	2.409	1.329	0.590	-0.182	-0.983	-2.422	1.978	2.128	2.295

Quadro A31. Valores individuais da velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção lateral exterior ($V_{m\text{-}R\text{-}ALE}$), da velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção lateral interior ($V_{m\text{-}R\text{-}ALI}$) e, da velocidade média resultante do deslocamento da mão durante a acção ascendente ($V_{m\text{-}R\text{-}AA}$) ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal (Insp. Frt.), ciclos de inspiração lateral (Insp. Lat.) e ciclos não inspiratórios (Não Insp.).

	$V_{m\text{-}R\text{-}ALE}$			$V_{m\text{-}R\text{-}ALI}$			$V_{m\text{-}R\text{-}AA}$		
Nadador	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.	Insp. Frt.	Insp. Lat.	Não Insp.
A	1.356	2.737	1.489	4.251	3.260	4.487	4.776	4.292	5.219
B	2.005	1.965	2.316	2.963	4.214	3.751	5.771	5.878	5.571
C	2.413	2.416	2.451	3.219	3.293	4.673	5.625	7.109	7.829
D	1.701	3.483	2.051	4.781	4.325	5.623	7.630	5.650	6.307
E	2.631	2.961	2.599	4.031	2.470	4.851	6.071	4.435	5.825
F	1.879	1.964	2.635	4.689	4.502	4.219	5.876	5.044	5.230
G	1.556	1.912	1.433	4.157	3.119	2.611	7.205	4.529	5.237