

# AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

Modelo Biomecânico • Modelo Técnico • Modelo Ensino

Hugo Louro • Nuno Garrido • Paula Cristina Ferraz • Daniel Marinho • Ana Conceição  
Jaime Tolentino Miranda Neto • Thatiana Maia Tolentino • Tiago Barbosa • António José Silva



# AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

Modelo Biomecânico • Modelo Técnico • Modelo Ensino

Hugo Louro • Nuno Garrido • Paula Cristina Ferraz • Daniel Marinho • Ana Conceição  
Jaime Tolentino Miranda Neto • Thatiana Maia Tolentino • Tiago Barbosa • António José Silva



© - EDITORA UNIMONTES - 2009  
Universidade Estadual de Montes Claros

**REITOR**

Paulo César Gonçalves de Almeida

**VICE-REITOR**

João dos Reis Canela

**DIRETOR DE DOCUMENTAÇÃO  
E INFORMAÇÕES**

Giulliano Vieira Mota

**IMPRENSA UNIVERSITÁRIA**

Humberto Velloso Reis

**PRODUÇÃO GRÁFICA**

Paulo Henrique Pimentel Veloso

**PROJETO GRÁFICO**

Sânzio Mendonça Henriques

**EDITORA UNIMONTES**

**Conselho Editorial**

Maria Cleonice Souto de Freitas

Rosivaldo Antônio Gonçalves

Silvio Fernando Guimarães de Carvalho

Wanderlino Arruda

**CAPA**

Nuno Garrido

**CATALOGADO PELA BIBLIOTECA CENTRAL PROFESSOR ANTÔNIO JORGE - UNIMONTES**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T255 : As técnicas simultâneas em natação pura desportiva : modelo biomecânico : modelo técnico : modelo ensino / Hugo Louro ... [et al.]. - Montes Claros, MG : Unimontes, 2009.

116 p.

ISBN - 978-972-669-796-1

1. Natação desportiva - Educação Física. 2. Modelos - Biomecânico - Técnico - Ensino. I. Louro, Hugo. III. Título: Modelo biomecânico - modelo técnico - modelo ensino.

CDD 797.21

Esta revista ou parte dela não pode ser reproduzida por qualquer meio, sem autorização escrita do Editor.

**EDITORA UNIMONTES**

Campus Universitário Professor Darcy Ribeiro - Montes Claros - Minas Gerais - Brasil  
CEP: 39.401-089 - CAIXA POSTAL: 126 - www.unimontes.br - email: editora@unimontes.br

Filiada à

**ABEU**  
\$662 &,\$dA2 %6\$6/ (.5\$  
' \$6 (' .725\$6 81.9(56.7..5,\$6

---

## AUTORES E COLABORADORES

***Hugo Louro***

Escola Superior Desporto Rio Maior, Cidesd, Ips

***Nuno Garrido***

Departamento C. Desporto, Utad, Cidesd, Vila Real

***Paula Cristina Ferraz***

Escola Secundária De Penafiel

***Daniel Marinho***

Departamento C. Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal / CIDESD

***Ana Conceição***

ESDRM, Rio Maior, Portugal

***Jaime Tolentino Miranda Neto***

Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Monte Claros, Brasil

***Thatiana Maia Tolentino***

Secretaria de Juventude, Esporte e Lazer- Projeto Social de Natação - CBDA - Montes Claros- Brasil

***Tiago Barbosa***

Instituto Politécnico De Bragança, CIDESD

***António José Silva***

Departamento C. Desporto, Utad, Cidesd, Vila Real

---



---

## AGRADECIMENTOS

À Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos  
e ao Dr. Ricardo Moura pelo apoio.

Ao Dr. Nuno Santos pelo apoio gráfico  
na elaboração das figuras do livro.

---





## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>Capítulo 2 - PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS PARA A AQUISIÇÃO DAS TÉCNICAS BÁSICAS .....</b>	<b>15</b>
<b>Capítulo 3 - MODELO BIOMECÂNICO .....</b>	<b>23</b>
Conceptualização geral .....	23
Conceptualização específica .....	25
Princípios específicos .....	25
A. Da observação à concepção: análise histórica .....	25
B. Princípios específicos: Descrição .....	28
B.1. Princípios que decorrem da aplicação das teorias propulsivas baseadas no arrasto e na força de sustentação hidrodinâmica .....	32
B.2. Princípios relacionados com o aumento da propulsão nas técnicas ondulatórias devido à rotação do tronco .....	34
B.3. Princípios relacionados com o aumento da propulsão nas técnicas ondulatórias devido à ondulação do corpo .....	36
C. Estudos experimentais que confirmam os princípios propulsivos nas técnicas simultâneas de braços, mariposa e nos deslocamentos subaquáticos .....	38
C.1. Técnica de braços .....	38
C.2. Técnica de mariposa .....	47
Caracterização biomecânica das técnicas simultâneas .....	55
A. Descrição das variantes técnicas .....	55
A1. Técnica de Mariposa .....	55
A2. Técnica de Braços .....	61

---

B. Descrição cinemática e dinâmica das técnicas simultâneas .....	64
C. Factores técnicos determinantes na prestação nas técnicas simultâneas .....	66
D. Padrões intracíclicos de velocidade nas técnicas simultâneas .....	70
E Determinantes técnicas da economia de nado nas técnicas simultâneas .....	72
 <b>Capítulo 4 - MODELOS TÉCNICOS .....</b>	<b>75</b>
Considerações gerais .....	75
Modelo da técnica de mariposa .....	76
Modelo da técnica de braços .....	78
<b>Capítulo 5 - MODELO DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA A ...</b>	<b>83</b>
<b>AQUISIÇÃO DAS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS .....</b>	<b>83</b>
<b>Capítulo 6 - CONCEPTUALIZAÇÃO PRÁTICA .....</b>	<b>83</b>
<b>AQUISIÇÃO TÉCNICA DE BRUÇOS E MARIPOSA .....</b>	<b>83</b>
Objectivo/meta final do estágio inicial de aquisição da técnica .....	83
Estratégia a adoptar no 1.º estágio de aquisição técnica .....	83
Características técnicas adaptadas ao 1.º estágio de aquisição técnica .....	90
Listagem de exercícios .....	92
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>101</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>109</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>111</b>
<b>ÍNDICE DE QUADROS .....</b>	<b>115</b>

---

---

---

## PREFÁCIO

---

---

O mundo tem apresentado, de forma intermitente, profundas e sistemáticas transformações.

É preciso que tenhamos a consciência de que nossa evolução se fará de acordo com a nossa disponibilidade em reaprender e aceitar novos e importantes conceitos.

A contribuição da obra do Prof. António José Silva nos auxilia a repensar os conceitos sobre a natação e sua metodologia.

Aliás, essa é uma característica na filosofia de vida do autor. Já foram mais de 30 obras escritas, em uma incrível contribuição à evolução do esporte e da vida.

O conteúdo da presente obra me remete à Nietzsche: “Impossível expandir o pensar quando a mente está ancorada em opiniões intocáveis. As convicções são inimigos mais poderosos que as mentiras.”

O momento do lançamento da obra também é propício: a natação foi o esporte que mais evoluiu no último ciclo olímpico. Somente no Mundial de Roma, terminado recentemente, pudemos assistir à quebra de 43 recordes mundiais e 112 recordes de campeonato!

O Mundo está nadando mais do que nunca! Como acompanhar essa evolução?

A Educação é o caminho mais curto para o sucesso profissional e pessoal.

É momento de romper paradigmas, aprender novos conceitos, buscar a transformação pessoal, ampliar o foco, ação e resultado, com melhoria na carreira e na vida.

A prática esportiva deve permitir a exploração de movimento e aprendizagem perceptivo-motora. Isto significa que o professor deve dar oportunidade para o aluno explorar o ambiente aquático nas diferentes formas de movimentação que seu corpo pode realizar dentro dele, valorizando a percepção dos seus movimentos dentro da água e da sensação que a água provoca em seu corpo.

A natação deve ser muito mais que a aprendizagem única dos quatro estilos, valorizando a adaptação, aprendizagem, aperfeiçoamento e treinamento; de diferentes formas de ação corporal, aproveitando as propriedades da água e os benefícios que ela proporciona ao ser humano.

É uma concepção ampla, globalizada.

Ao introjetar essa concepção, entendemos que a prática da natação deve ser considerada englobando em sua prática do bebe até o idoso; a pessoa com deficiência; a pessoa em processo de reabilitação; gestante.

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

---

Além das reflexões que a presente obra irá promover aos leitores, estará implícita a importante aproximação cultural e esportiva entre Brasil e Portugal.

Esta obra é imprescindível para quem quer evoluir e exercitar o repensar na natação!

Fica, portanto, o convite aos técnicos esportivos, professores, atletas e amantes do esporte para que desfrutem, reflitam e divirtam-se!

**Ricardo de Moura**  
**Superintendente Técnico de Natação**  
**Confederação Brasileira de Natação**

---

---

## Capítulo 1 - INTRODUÇÃO

---

---

O ensino das técnicas de nado constitui uma etapa fundamental na formação das competências do nadador. Assim, ensinar e aperfeiçoar as técnicas de nado são actos pedagógicos que devem sempre orientar-se para a preparação do quadro de competências específicas do nadador.

Importa, neste contexto, referir que a aprendizagem técnica, forma particular da aprendizagem motora, constitui uma complexa actividade neuro-motora que envolve a totalidade do sujeito num conjunto de relações circulares de assimilação-acomodação mediante as tensões do envolvimento e ulteriores adaptações consubstanciadas em níveis organizacionais de complexidade crescente, e por isso, também de competência motora crescente. Neste âmbito, desempenha um papel fundamental a hierarquização destas tensões, ou estímulos, a que são submetidos os sujeitos da aprendizagem.

Para que se verifique uma aprendizagem eficaz, é fundamental que no ensino de qualquer técnica de nado se estabeleça um programa de trabalho sequencialmente correcto, partindo dos elementos constituintes da técnica, e ir realizando pequenos acréscimos até se chegar à técnica global. Qualquer programa de ensino pretende estimular o desenvolvimento e aprendizagem das capacidades motoras do aluno. O ensino da natação deve basear-se, para que se possa repercutir em efeitos positivos, na selecção, sequencialização e hierarquização dos conteúdos a serem transmitidos, na quantidade de informação a transmitir, na qualidade da execução que se pretende atingir e no envolvimento do professor/treinador no seio de todo o processo (Sarmiento, 1994).

Para ser um bom nadador(a), ou simplesmente para se ter o domínio sobre o meio aquático, é necessário passar por um processo de formação, com base no ensino e aperfeiçoamento das diferentes técnicas de nado. Aprender e aperfeiçoar a técnica, que resulte num eficaz deslocamento com o menor dispêndio energético (eficiência), deverá ser uma preocupação, de todos os profissionais da natação, desde o início do processo de formação até ao culminar da carreira desportiva. Deste modo, as propostas e modelos de ensino tornam-se fundamentais em todas as escolas de natação, para que os técnicos tenham um referencial de análise ao seu alcance durante todo o processo de ensino-aprendizagem.

Fica, então, claro que o encadeamento das actividades é crítico no ensino da natação e que, pelo menos, cada nova situação pedagógica deve comportar, em si mesma, um desafio novo, um novo estágio de evolução de competências, por um lado não excessivamente “agressivo” para a estabilização e harmonia do sujeito e, por outro lado, capaz de suscitar a incorporação e de promover a utilização, com êxito, consolidando-as por isso, das várias, ou de algumas das várias aquisições anteriores (Soares *et al.*, 2003).

É por esta razão, fundamental, que se fala de progressões pedagógicas para o ensino das técnicas de nado. A lógica das progressões parece-nos proporcionar uma imagem adequada, apesar de não necessariamente completa do complexo fenómeno em que se consubstancia o processo ensino/aprendizagem. De facto a aprendizagem parece acontecer através de um fenómeno de progressão, mas não de progressão linear de competências e, por isso, não necessariamente de progressão “linear” de problemas e de exercícios colocados aos alunos. Essa adaptação é uma realidade extraordinariamente complexa, que envolve o sistema nervoso, em vários níveis diferenciados de implicação e dissociação (Soares *et al.*, 2003).

Em suma, ensinar a nadar pressupõe um entendimento circular da edificação de competências, o qual é facilmente perceptível através de uma imagem simples: um “silo-auto” em que cada andar corresponde a uma estruturação mais completa e complexa do gesto técnico e onde cada quadrante do círculo se reporta a competências elementares, como a acção dos membros superiores, dos membros inferiores, do tronco e da cabeça na respiração, entre outras. À medida que o aluno vai progredindo na aprendizagem do gesto vai reorganizando, adaptando e refinando os seus movimentos até se aproximar da técnica ideal. Esta deverá ser considerada como um acto motor, no qual o objectivo que se pretende alcançar é a produção de um determinado tipo ou padrão de movimento correcto.

Especificamente, neste livro, propomo-nos a analisar mais profundamente a aquisição das técnicas simultâneas de nado.

As técnicas simultâneas são aquelas cuja aprendizagem é mais complexa no seio da natação pura desportiva, devido à elevada exigência condicional. Deste modo, o conhecimento dos aspectos didácticos, metodológicos, biomecânicos e técnicos, tal como dos problemas com que o aluno se depara no meio aquático e as fases em que cada aspecto deverá ser abordado, deverão constituir um contributo para otimizar a prestação do aluno em termos da eficácia pedagógica.

Torna-se, assim, fundamental a análise das questões metodológicas da aprendizagem inicial como forma de rentabilizar ao máximo o desempenho do nadador e o de minimizar o tempo total de prova. Esta abordagem metodológica deve considerar quatro questões sobre aspectos importantes:

- (i) Quais as condições iniciais de prontidão, como ponto de partida, para a aquisição das técnicas de nado, especificamente as simultâneas, na NPD?
- (ii) Se o objectivo é a apropriação por parte do nadador do modelo referência de execução, como é que se deve entender o processo de aprendizagem motora e desportiva, de forma a serem inferidas as necessárias reflexões para a metodologia de ensino a aplicar e suas características fundamentais?
- (iii) Se a técnica é o modelo ideal do movimento, qual o modelo técnico, assente num determinado modelo biomecânico de prestação, que se pretende ver inscrito no programa motor?
- (iv) Com base em i), ii) e iii), como organizar estas contribuições num programa metodológico para a aquisição do gesto técnico?

Com este documento iremos procurar clarificar estas questões de modo a dar resposta a um programa de ensino/aprendizagem da técnica de nado, relativo às técnicas simultâneas (bruços e mariposa).

## Capítulo 2 - PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS PARA A AQUISIÇÃO DAS TÉCNICAS BÁSICAS

A aprendizagem de qualquer técnica desportiva, neste caso específico as técnicas simultâneas na NPD, implica uma vivência e um nível de aptidão motora expressa em vários domínios.

No domínio motor, o pré-requisito passa pela avaliação do estado de desenvolvimento perceptivo motor<sup>1</sup> que permite a interiorização de novos elementos no esquema corporal, que de acordo com Payne & Isaacs (1995) pressupõe uma melhoria na utilização do processo perceptivo a diferentes níveis<sup>2</sup>. Este estado está na base dos programas que envolvem crianças da pré-escola e 1º ciclo do ensino básico, porque é nesta fase que o desenvolvimento perceptivo ocorre.

O desenvolvimento das capacidades perceptivas, como pré-requisito para o modelo de aprendizagem, passa pela estimulação das componentes perceptivas e sensoriais, respeitando o processo de diferenciação natural, no âmbito da alteração da hierarquia<sup>3</sup>, da melhoria dos canais de comunicação inter-sensorial<sup>4</sup> e na melhoria da discriminação intra-sensorial<sup>5</sup>, processo este que está intimamente relacionado com o crescimento e diferenciação do sistema nervoso central<sup>6</sup>.

Embora não exista consenso relativamente às componentes perceptivas, certas estruturas de movimentos tendem a ser integradas nas seguintes formas (Williams, 1983): (i) equilíbrio<sup>7</sup>; (ii) direccionalidade; (iii) consciencialização das orientações<sup>8</sup>; (iv) percepção espacial<sup>9</sup>; (v) percepção temporal<sup>10</sup>; (vi) conhecimento da imagem corporal<sup>11</sup>.

<sup>1</sup> O desenvolvimento perceptivo-motor tem como objectivo as mudanças ocorridas no comportamento motor que representam melhorias no desenvolvimento motor sensorial e perceptivo e os processos de referência que suportam tal comportamento (Williamns, 1983, 9).

<sup>2</sup> (i) recepção da informação através das vias aferentes; (ii) processamento da informação a nível cerebral através da organização e integração da informação nova com os registos anteriores; (iii) tomada de decisão; (iv) transmissão da informação eferente para a execução; (v) execução do movimento; (vi) armazenamento da informação relevante para movimentos similares.

<sup>3</sup> Passagem de uma dominância tátil e cinestésica dos primeiros anos para uma maior dominância da informação visual, na regulação das respostas motoras.

<sup>4</sup> Capacidade acrescida de trabalhar com diferentes referências sensoriais úteis na regulação do movimento

<sup>5</sup> Capacidade de utilizar informação em simultâneo proveniente dos vários órgãos sensoriais para a tomada de decisões e regulação do movimento.

<sup>6</sup> De acordo com Thomas (1988, 21) os tecidos neurais apresentam ganhos estáveis por volta dos sete anos de idade, com um ligeiro aumento durante a adolescência.

<sup>7</sup> É uma parte integrante de quase todas as tarefas motoras e é muitas vezes designado por controlo postural.

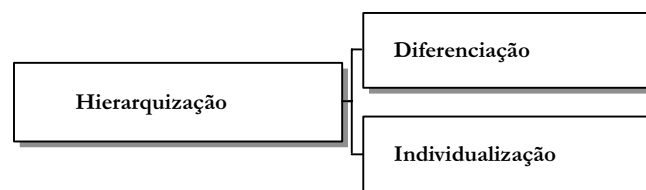
<sup>8</sup> É a compreensão e aplicação de conceitos como cima, baixo, frente e atrás, esquerda e direita. Pode ser subdividida em direccionalidade e lateralidade.

<sup>9</sup> É a compreensão do espaço exterior circundante de um indivíduo e a capacidade de se movimentar no espaço.

Neste âmbito particular, pretende-se estimular o desenvolvimento psicomotor mediante a percepção do próprio corpo, essencialmente relacionada com as componentes internas (atenção visual, conhecimento das dimensões espaciais do corpo, dominância lateral e identificação das diferentes partes do corpo) e componentes externas, associadas com a percepção do corpo na sua relação com o envolvimento (imitação, direcionalidade e orientação espacial) (Williams, 1983).

No domínio motor específico, avalia-se a denominada competência aquática<sup>12</sup>. Este conceito inclui todas as habilidades fundamentais, atitudes e compreensões que precedem a aquisição de técnicas mais formais e codificadas e designa-se por prontidão aquática.

Este conceito pressupõe uma alteração do paradigma de intervenção, que promove, por um lado, a ruptura com os modelos tradicionais de ensino orientados unidireccionalmente para a aprendizagem formal das técnicas de nadar, baseados numa perspectiva de aprendizagem tradicional do ensino. Assim, muda-se de uma perspectiva de ensino centralizada na habilidade como fim, último patamar da aprendizagem para uma perspectiva de ensino desenvolvimentista<sup>13</sup>, em que se assiste a uma mudança gradual no comportamento resultante de uma ordenação sequencial de habilidades ou padrões de movimento, baseado em três noções fundamentais: (i) hierarquização<sup>14</sup>; (ii) diferenciação<sup>15</sup>; (iii) individualização<sup>16</sup>.



**Figura 1:** As três noções fundamentais que estão na base da perspectiva de ensino desenvolvimentista.

<sup>10</sup> É a compreensão das relações de tempo, nomeadamente o tempo de coincidência e antecipação.

<sup>11</sup> De acordo com Williams (1983) a percepção que um indivíduo tem do seu corpo é uma componente muito importante do auto conceito e da auto imagem. Neste domínio são consideradas a identificação da localização, posição e movimento do corpo e das suas diferentes partes no espaço, inter-relação entre as diferentes partes e a relação entre o corpo e as suas partes (em movimento estático) com o envolvimento.

<sup>12</sup> É a designada proficiência numa grande variedade de habilidades aquáticas, conhecimentos e valores que derivam de uma grande variedade de campos e sub disciplinas adstritas ao mundo das actividades aquáticas.

<sup>13</sup> Paradigma proposto por Langerdorfer & Bruya (1995).

<sup>14</sup> Entende-se por hierarquização a forma global como construímos comportamentos sobre habilidades previamente adquiridas, fundamentais para outros mais avançados. Procura-se integrar *skills* básicos, tendo em conta um processo orientado de tarefas organizadas por dificuldade progressiva, em conjuntos, ou em sequências de movimentos.

<sup>15</sup> Diferenciação ou especialização progressiva das tarefas, é oposta à integração, isto é, no decorrer do processo de aprendizagem a aquisição vai-se orientando por um princípio de especialização das tarefas, de forma a permitir o desenvolvimento técnico dos quatro estilos.

<sup>16</sup> Individualização, refere-se às características individuais dos sujeitos. Orienta o educador para um processo de adequação das tarefas, tendo presente, passo-a-passo: a) as características individuais; b) o processo integração; c) a diferenciação alcançada.



## PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS PARA A AQUISIÇÃO DAS TÉCNICAS BÁSICAS

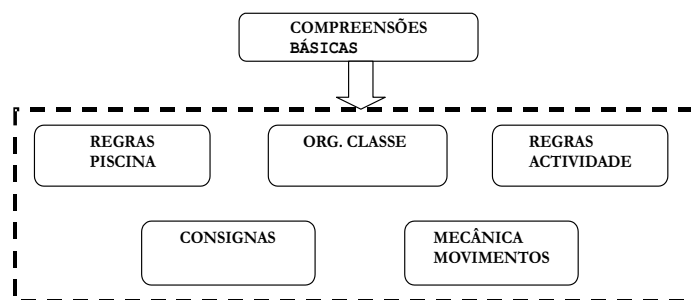
Esta perspectiva de ensino deriva, fundamentalmente, do controlo de alguns factores determinantes que exigem uma adaptação progressiva e o estabelecimento de rotinas a diferentes níveis: (i) o conhecimento das atitudes básicas a evidenciar durante o desenvolvimento da actividade; (ii) o conhecimento das compreensões básicas e fundamentais associadas à actividade; (iii) e o conhecimento do novo espaço de actividade através de situações de adaptação.

Ao nível das compreensões básicas, a diminuição do impacto negativo dos factores de stress passa, fundamentalmente, pelo conhecimento e estabelecimento de rotinas sobre as regras e os procedimentos básicos a adoptar num espaço aquático.

As rotinas principais que necessitam de conhecimento prévio são as associadas aos aspectos gerais de funcionamento da própria estrutura, por um lado, e do funcionamento da actividade pedagógica, por outro.

O aluno deverá saber quais são os comportamentos que dele se esperam, especificando:

1. No que se refere às regras da piscina, o esclarecimento por parte do tutor pedagógico do regulamento geral de funcionamento da estrutura, de forma a limitar os factores potenciais geradores de conflito entre utentes ou entre a estrutura de funcionamento e o utente;
2. No que se refere às regras da actividade, o conhecimento: (i) do período de tempo estabelecido para a entrada no espaço da actividade; (ii) das normas de higiene básicas (duche, touca, etc.); (iii) da existência, ou não, de um período de aquecimento, em seco, antes da actividade da aula no espaço aquático; (iv) da existência, ou não, de chamada prévia dos alunos; (v) etc;
3. No que se refere à organização da classe, o conhecimento: (i) da forma como se processa a entrada na água (pela escada ou pelo bordo da piscina e se, pela escada, de frente ou de costas); (ii) da forma de organização pedagógica da classe em si (prática massiva ou controlada e, se controlada, qual o sistema de controlo); (iii) etc;
4. No que se refere às consignas verbais e explicitação da mecânica dos movimentos, a preocupação do responsável pedagógico em ajustar a sua instrução verbal à capacidade de processamento da informação do aluno, o mesmo se verificando quanto às componentes críticas a observar durante a execução do mesmo. Um exemplo concreto:

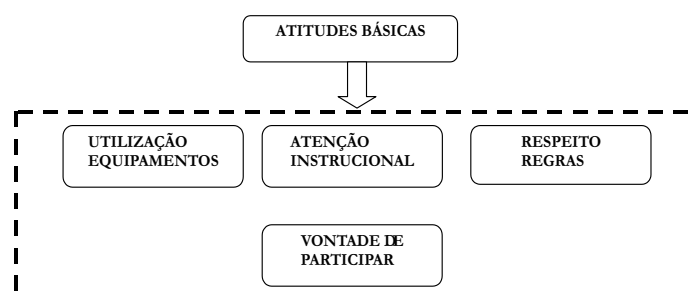


**Figura 2:** Esquema representativo das compreensões básicas determinantes da competência aquática.

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

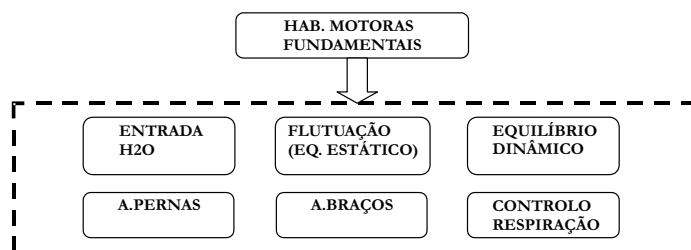
Tal como sucede para as compreensões básicas, no domínio das atitudes básicas, a segurança e a confiança advêm do conhecimento dos comportamentos expectáveis pelo responsável pedagógico, e consequentemente, o estabelecimento de rotinas, a diferentes níveis:

1. Do respeito das regras de funcionamento geral e da actividade pedagógica, identificadas no ponto anterior;
2. Da utilização dos equipamentos. É importante que o aluno saiba que a atitude que se espera é a de ir buscar o material pedagógico no início da aula, fazer uso adequado do mesmo durante a actividade e arrumá-lo no fim da mesma, gerando uma rotina comportamental que reforça a sensação de controlo do contexto na qual se desenrola a acção pedagógica;
3. Dar atenção à informação e ao reforço informativo por parte do responsável pedagógico. O aluno deverá ser instruído no sentido de saber qual a postura a adoptar quando a informação é geral, para toda a classe, ou específica, para ele ou qualquer outro aluno da classe.



**Figura 3:** Esquema representativo das atitudes básicas determinantes da competência aquática.

Ao nível motor, e apesar da existência de outros domínios de adaptação (figura 4 adaptado de Langerdorfer & Bruya, 1995), a questão fundamental que urge resolução prévia é a entrada na água, a exploração do espaço da actividade onde se devem valorizar os deslocamentos em volta de todo o espaço de trabalho, a progressiva libertação de apoios manuais e plantares e o progressivo afastamento do bordo da piscina.

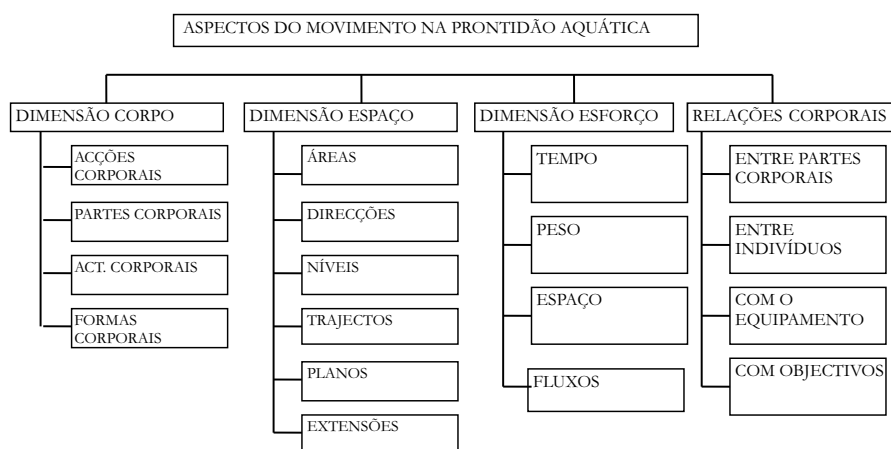


**Figura 4:** Esquema representativo das habilidades motoras fundamentais determinantes da competência aquática.

## PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS PARA A AQUISIÇÃO DAS TÉCNICAS BÁSICAS

O primeiro contacto com a água deverá ser feito de forma lenta e paciente. O professor nunca deve obrigar o aluno a entrar na água se este não o quiser, arriscando-se, se o fizer, a provocar uma situação traumática para o aluno. Assim, se as dificuldades dos alunos forem elevadas podemos sentá-los na borda da piscina com os pés submersos mexendo na água.

Nesta perspectiva mais alargada de aprendizagem, a criança deve explorar diferentes acções, formas, relações e actividades que são as apropriadas para as suas necessidades em termos evolutivos.



**Figura 5:** Esquema dos aspectos do movimento cuja manipulação permite a estruturação de exercícios (adaptado de Langerdorfer & Bruya, 1995).

Outra das características fundamentais é a aprendizagem através de uma brincadeira activa, controlada e organizada. Os jogos têm um grande efeito para aumentar a efectividade da adaptação inicial: (i) distractivos, para crianças com medos e receios de entrar e encarar o meio aquático; (ii) motivantes, quando o jogo é utilizado para incentivar ou encorajar o comportamento da criança face a uma determinada tarefa de aprendizagem.

Com base nestas habilidades, pretende-se assistir à mudança gradual dos comportamentos, permitindo ao praticante construir uma nova postura, adaptar os mecanismos respiratórios ao meio e descobrir outras formas diversificadas de deslocação (propulsão).

Como objectivo terminal, procura-se a competência motora geral que faculte a autonomia propulsiva, integrando, muitos dos elementos críticos dos sistemas de gestos técnicos em natação<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> Os modelos de ensino em natação, face ao processo de aprendizagem, são o resultado prático e objectivo de um conjunto de tarefas e estratégias específicas, que proporcionam uma rápida e eficiente adaptação do indivíduo ao meio aquático.

Cada uma das habilidades integra os objectivos gerais de duas fases do modelo tradicional: (1) FAMILIARIZAÇÃO<sup>18</sup>; (2) ADAPTAÇÃO<sup>19</sup> ao meio aquático. Isto é, responde aos mesmos conteúdos de qualquer tipo de ensino tradicional, com uma diferença nuclear, a atenção dada ao processo de “ENSINO-APRENDIZAGEM”, tendo por base o “encadeamento de comportamentos chave”.

Esta perspectiva permite ao praticante um maior empenhamento motor, particularmente, a forma como este consciencializa, encadeia e controla cada um dos elementos críticos das tarefas sugeridas.

Neste modelo de aprendizagem, as tarefas são elaboradas segundo o tipo de empenhamento motor, tendo presentes seis dimensões: (1) dimensão corpo; (2) dimensão espaço; (3) dimensão habilidades; (4) dimensão esforço; (5) dimensão relações corporais; (6) dimensão jogos.

Na dimensão corpo dissociamos: (i) acções do corpo; (ii) partes do corpo; (iii) actividades do corpo; (iv) formas do corpo. Pretende-se explorar o conhecimento do corpo num novo meio, focando a atenção para a diferenciação das partes constituintes. É um processo essencialmente “introspectivo”, requerendo do praticante o “sentir o corpo”. Este processo leva-os ao conhecimento natural da “FORÇA DE IMPULSÃO” e do seu “poder activo” no desenvolvimento da aprendizagem 1.

Na dimensão espaço dissociamos: (i) áreas; (ii) direcções; (iii) níveis de profundidade; (iv) explorações; (v) planos; (vi) extensões. Aqui pretende-se facultar ao praticante uma noção de “espaço”, permitindo conhecer o local onde se desenvolve a actividade. Procurando, também, focar a atenção em dois conceitos complementares: a SEGURANÇA e a CONFIANÇA.

Na dimensão habilidades dissociamos: (i) alinhamentos; (ii) rotações sobre eixo longitudinal; (iii) rotações sobre eixos transversais; (iv) impulsões; (v) deslizes. A atenção nas tarefas é centrada para as referências externas, que permitem ao praticante referenciar a postura/posição corporal na água. Geralmente, na aprendizagem-1, mantêm-se presente os apoios manuais e/ou plantares.

Na dimensão esforço dissociamos: (i) tempo; (ii) peso; (iii) espaço versus tempo; (iv) gasto energético. Pretende-se diferenciar as relações “espaço-tempo” em função da percepção do corpo versus resistência da água/energia despendida em tarefas curtas ou de média duração. Nesta dimensão contempla-se, também, os rudimentos da respiração aquática, i.e., expiração, na água, boca-nariz e a inspiração de curta duração.

À dimensão relações corporais associamos: (i) as partes do corpo; (ii) as relações com indivíduos, ou grupos; (iii) o equipamento; (iv) o ritmo e a música. A ênfase dada à comunicação e às relações entre partes é assumida como uma peça determinante no “EQUILÍBRIO” do praticante e sua “HARMONIA” na actividade. Nesta dimensão englobam-se as noções de

<sup>18</sup> Entende-se por familiarização os primeiros contactos com o meio aquático. Pretende-se o domínio do corpo na água focando, particularmente, os deslocamentos básicos com apoios manuais e plantares e a exploração do espaço envolvente.

<sup>19</sup> Entende-se por adaptação o processo que envolve a iniciação à natação, recorrendo ao domínio do corpo na água, com base nos objectivos de cinco domínios: a) equilíbrio; b) respiração; c) imersão; d) propulsão; e) saltos.

trajectória de pernas e braços, em particular o seu papel na forma de gerar apoios e deslocação no novo meio. As relações com outros indivíduos permite construir “equilíbrio afectivo”, determinante para se alcançarem objectivos colectivos. O conhecimento e a exploração dos equipamentos são peças integrantes deste processo.

À dimensão jogos associamos: (i) manipulações; (ii) carácter lúdico do jogo; (iii) percursos de destrezas básicas; (iv) saltos; (v) metas versus sucesso de desempenho; (vi) verbalização motora. Nesta dimensão, as relações com objectos, situações, sujeitos, metas, numa forma lúdica e participativa gerem níveis de comunicação (verbais e não verbais) e relação diversificados. O carácter do jogo permite possibilidades dificilmente programáveis noutro tipo de tarefas. No entanto, jogos sem orientação ou fora do contexto pedagógico poderão condicionar a progressão técnica do praticante. Daí que jogos de imitação, tipo “Rei-manda” ou jogos “Sem-fronteiras”, sejam importantes e eficazes para a consecução dos objectivos deste nível.

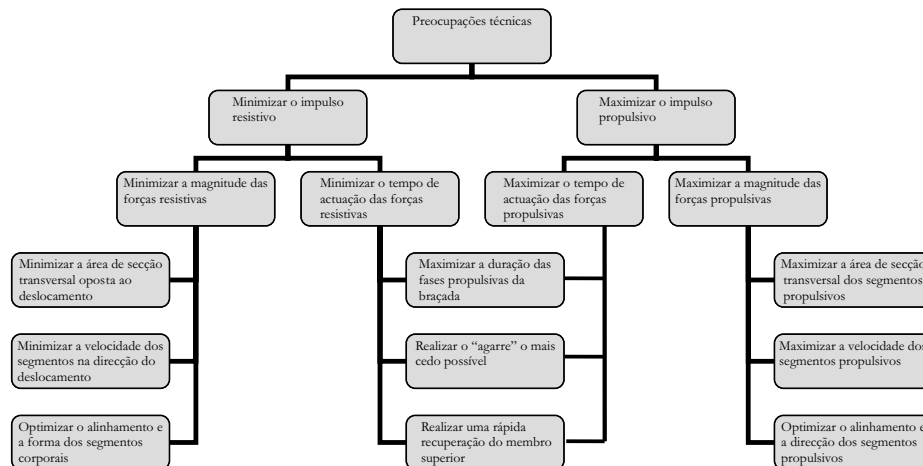
O processo de OBSERVAÇÃO, INSTRUÇÃO e DEMONSTRAÇÃO permitirá corrigir ou adaptar a sequência ordenada de tarefas, em função dos objectivos intermédios, tendo em conta: (i) o nível do praticante; (ii) o contexto de realização. A progressão escolhida sugere-nos a interacção dos conceitos, assumindo-se as categorias como um todo segundo a sequência de tarefas fundamentais para a “formação desportiva”



## Capítulo 3 - MODELO BIOMECÂNICO

### CONCEPTUALIZAÇÃO GERAL

Genericamente sabe-se que a velocidade de nado puro, em termos biomecânicos, (sem influência das partidas e viragens) é determinada, por três factores fundamentais: (i) pela habilidade em maximizar o impulso propulsivo decorrente das acções segmentares; (ii) pela habilidade em reduzir o impulso resistivo que se opõe ao deslocamento; (iii) pela habilidade em restringir o custo energético a uma dada velocidade de nado, factor relacionado, directamente, com as relações temporais no interior do ciclo gestual (figura 6).



**Figura 6:** Objectivos que os nadadores deverão procurar para minimizar o impulso resistivo e maximizar o impulso propulsivo (Adaptado de Sanders, 2002).

Com base nesta análise, é fácil verificar que a conjugação da aplicação de diferentes intensidades de forças externas poderá originar acréscimos iguais de velocidade instantânea no centro de massa do corpo (CMC) do nadador, desde que actuem de modo a manter-se constante o produto da força pelo seu tempo de actuação:

$$\vec{I} = \vec{F} * \Delta t \quad (1)$$

O produto da força constante  $\vec{F}$  pelo tempo de actuação  $\Delta t$  representa, pois, uma grandeza física importante. A esta grandeza chama-se impulso da força constante  $\vec{F}$ , durante o intervalo  $\Delta t$ .

A forma mais fácil e económica de gerar este impulso de força, seria pela utilização de pontos de apoio rígidos, nos quais, os segmentos propulsivos (i.e., a mão) se pudessem fixar, permitindo um trabalho mecânico externo, ou seja, o deslocamento do centro de massa do corpo do nadador para a frente, tal como sucede no equipamento “*Measuring Active Drag System*” (Hollander *et al.*, 1986).

Desta forma, a potência mecânica total<sup>20</sup>, força muscular aplicada a um determinado movimento com uma determinada velocidade, seria usada para gerar a reacção desejada.

É neste âmbito que surge a problemática dos modelos propulsivos na natação: determinar qual a forma mais eficiente de usar os finitos recursos energéticos disponíveis para a produção de trabalho mecânico externo pelo sistema biológico<sup>21</sup>, com o máximo de eficiência num determinado meio.

A análise da literatura específica permite-nos identificar três formas fundamentais de gerar o momento linear no meio, usando diferentes estratégias hidrodinâmicas: (i) o nadador pode utilizar o arrasto propulsivo (diferencial de pressões) como primeira fonte de produção de força propulsiva, mediante o deslocamento do membro superior, mas preferencialmente da mão, numa direcção horizontal e paralela à direcção do deslocamento do corpo do nadador; (ii) o nadador pode utilizar o *Lift* ou a força de sustentação hidrodinâmica, pelo deslocamento do segmento superior, incluindo a mão, com um determinado ângulo de ataque, numa direcção perpendicular à direcção do deslocamento do corpo do nadador; (iii) o nadador pode usar a formação de vórtices, ou a indução de momento linear conjugada com a reacção de aceleração, como forma principal de gerar propulsão.

Tendo em consideração o que acabámos de referir, em termos genéricos, procuraremos abordar estas questões relacionadas com a propulsão no meio aquático, em termos específicos, para as técnicas simultâneas, operacionalizando a conceptualização geral relativa aos modelos de propulsão aquática, num conjunto de princípios que respeitem os resultados da investigação e que, ao mesmo tempo, sirvam o propósito de serem substancializados em matrizes pedagógicas de intervenção prática.

Os princípios que iremos abordar decorrem, por um lado, da observação ecológica da propulsão de barcos, peixes e mamíferos aquáticos e, por outro lado, do processo analítico de confirmação experimental das hipóteses equacionadas no decurso da observação ecológica, aplicada à propulsão aquática humana.

<sup>20</sup> A potência mecânica total gerada pelo nadador ( $P_o$ ) é igual à potência mecânica necessária para superar a resistência ao deslocamento do corpo do nadador ( $P_D$ ), mas também a potência mecânica despendida na alteração do estado de movimento das massas de água ( $P_K$ ):  $P_o = P_D + P_K$

<sup>21</sup> Evidência formulada por diferentes autores (Holmér, 1974<sup>a</sup>, 1975; Rennie *et al.*, 1975; Toussaint *et al.*, 1988) sobre o facto da eficiência propulsiva na natação pura desportiva variar entre 3% e 10%, significando que só parte da energia despendida pelo nadador é utilizada para promover trabalho mecânico externo. Para além disto, há que considerar o facto de parte da potência mecânica total, isto é, a eficiência mecânica ser de aproximadamente 60%, já que a restante parte da potência é dissipada para as massas de água por questões de termo-regulação.



## CONCEPTUALIZAÇÃO ESPECÍFICA: MODELO BIOMECÂNICO DAS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS

### Introdução

Cada técnica de nado possui um modelo teórico, com duas ou mais variantes reconhecidas, que pode ser descrito, difundido e analisado, mesmo se poucos o executam exactamente como descrito na literatura. É por este facto que, a cada campeão se segue uma vaga de “clones” técnicos em busca de, nas suas particularidades gestuais tantas vezes discutíveis, se descobrir a efectiva razão do seu sucesso.

As técnicas simultâneas possuem particularidades comuns, e que as distinguem das alternadas, pelo facto de serem caracterizadas pela simultaneidade e descontinuidade. Dizem-se simultâneas porque os membros superiores e inferiores de ambos os lados realizam as respectivas acções motoras ao mesmo tempo e de forma sensivelmente simétrica. Dizem-se descontínuas porque ao fazê-lo, as acções segmentares dos membros superiores e inferiores impõem a alternância de fases propulsivas com fases não propulsivas (Soares *et al.*, 2003).

Estas características particulares fazem da técnica de mariposa e bruços, as menos económicas de entre as quatro técnicas da natação pura desportiva. Este facto deve-se à repercussão mecânica mais evidente desta descontinuidade: a acentuação das variações intracíclicas da velocidade horizontal de deslocamento do centro de massa do corpo (CMC) nadador, que por inércia, determinam a necessidade de se realizar um trabalho mecânico suplementar para voltar a acelerar o CMC, sempre que a sua velocidade se vê reduzida abaixo da velocidade média de deslocamento. Esta constatação faz, desde já, com que se considere que um dos vectores fundamentais para o aumento da eficiência destas técnicas recaia sobre todos os detalhes que contribuam para a minimização destas flutuações de velocidade, nomeadamente as fases excessivamente resistivas, mas também, especulam alguns autores, a fases excessivamente propulsivas (Soares *et al.*, 2003).

### PRINCÍPIOS ESPECÍFICOS

#### A. Da observação à concepção: análise histórica

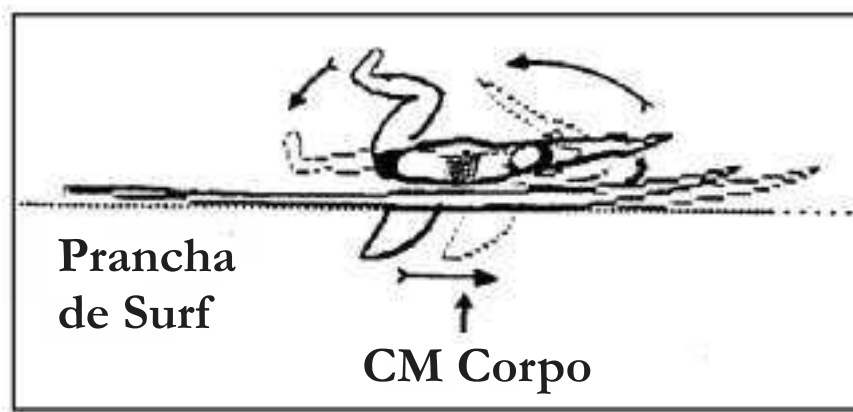
Na década de 70 do século XX, combinando diferentes referências de observação dos nadadores finalistas dos Jogos Olímpicos de Munique (1972), Persyn (1974) e Persyn *et al.* (1975) estabeleceram um conjunto de hipóteses de trabalho relacionadas com a propulsão de barcos, peixes e mamíferos aquáticos, úteis para o processo de diagnóstico e aconselhamento técnico em natação pura desportiva.

Com base neste trabalho de investigação, foram seleccionadas fases específicas, relativas ao ciclo gestual, relacionadas com o movimento dos membros superiores, membros inferiores e cabeça (relativo ao tronco) e com as rotações do tronco (relativas ao nível da água)<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Para cada uma das fases definidas, caracterizaram-se as trajectórias dos membros superiores e dos membros inferiores relativas a um referencial cinemático fixo no envolvimento.

Na década de 80, Van Tilborgh *et al.* (1988) calcularam a variação da velocidade CMC do nadador ao longo do ciclo gestual de forma a derivar as fases nas quais a propulsão ocorre<sup>23</sup>.



**Figura 7:** Aumento da velocidade de um ponto fixo no tronco devido a um efeito de inércia sem qualquer deslocamento do CMC.

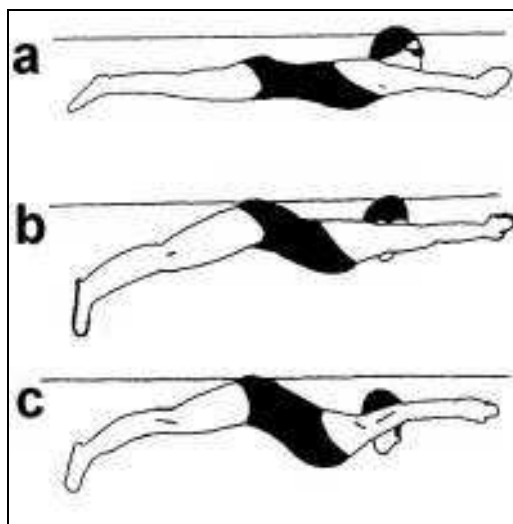
Com efeito, um aumento da velocidade de um ponto fixo no tronco pode ser originado sem que ocorra qualquer propulsão, mas simplesmente devido a um efeito de inércia (Figura 7).

Neste sentido, com base no cálculo da velocidade do CMC de 23 nadadores de nível internacional, Van Tilborgh *et al.* (1988) confirmaram estatisticamente algumas das hipóteses de trabalho anteriormente equacionadas por Persyn.

Van Tilborgh *et al.* (1988) constataram também que a variação da velocidade do CMC ao longo do ciclo gestual requer cerca de 25% do total de energia produzida pelo nadador. Percentagem esta que diminui nos nadadores com maior incidência de movimentos ondulatórios do corpo e rotação do tronco, devido a uma menor variação intra-cíclica desta velocidade.

Foi por esta altura (1987) que se assistiu à alteração regulamentar que possibilitou a imersão total da cabeça, reforçando a atribuição à variação da velocidade do CMC do nadador como um dos mais adequados critérios de eficácia para o aconselhamento técnico. Alguns estudos de simulação efectuados com alguns nadadores de nível mundial, aumentando os níveis de ondulação corporal, redundaram na obtenção de melhores prestações (Figura 8).

<sup>23</sup> Com esta análise os autores pretendiam contrariar a tendência vigente na altura, e que tem permanecido até aos nossos dias, de utilizar, como critério de eficácia técnica, a variação da velocidade de um ponto fixo no corpo (normalmente a anca) em detrimento da velocidade do centro de massa, o que é particularmente pernicioso em técnicas tendencialmente ondulatórias como algumas variantes de Bruços e de Mariposa.



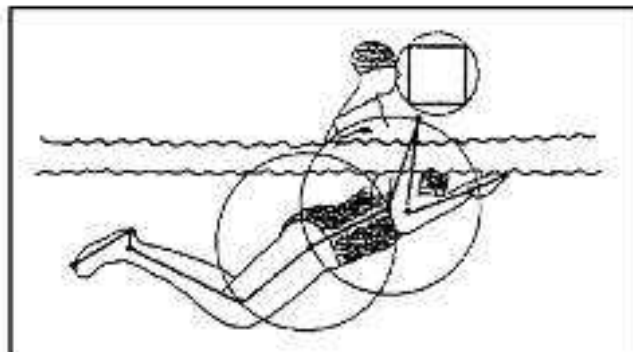
**Figura 8:** Mudança técnica da nadadora I.L., de um estilo horizontal para um estilo mais ondulatório (medalha Olímpica em 1984, utilizando a variante b).

No seguimento destes resultados, ainda na década de 80, Colman (1991) e Colman & Persyn, (1993) desenvolveram o sistema de filmagens que permitiu obter uma imagem global e visível do nadador, através do registo vídeo de um grande plano do nadador nos dois meios (água e ar), o que implicou a utilização de câmaras rotativas.

De forma a visualizar e quantificar as variáveis espaço-temporais relevantes, ou seja, as várias referências de observação, Colman (1991) e Colman & Persyn, (1993) desenvolveram também um programa informático de análise de imagem (software Amiga), dando especial ênfase à reconstrução dos movimentos do nadador nas secções abaixo e acima da superfície da água, incluindo a flexão, a extensão e a hiper-extensão do tronco (Figura 9).

Somente a reconstrução de duplo meio permite a utilização da amplitude de ondulação, calculada com base na rotação do tronco e na ondulação do corpo, como critério para a definição das variantes técnicas.

De forma a ser possível a utilização da velocidade do CMC como critério de eficiência, em sexos e idades diferentes, Colman utilizou a velocidade percentual por fase (Colman, 1991 e Colman & Persyn, 1993).



Na década de 90, o sistema de análise de imagem de Colman foi utilizado para a confirmação das hipóteses de trabalho relacionadas com a propulsão, utilizando uma amostra de 60 nadadores de nível internacional, mediante a comparação de dois grupos extremos:

<sup>24</sup> A utilização de sistemas de análise de imagem comerciais não permitiu, no entanto, confirmar qualquer uma das hipóteses de trabalho, por manifesta insuficiência de detalhar aspectos fundamentais para a análise do movimento neste contexto particular (Colman & Persyn, 2000).

(i) um grupo apresentando características muito ondulatórias e, (ii) outro, horizontais. Esta investigação partiu da delimitação de estilos tipificados de nado de bruços, através da análise de aglomerados (*cluster*)<sup>24</sup>.

Na primeira década do novo milénio, Silva (2001), utilizando o sistema de análise de imagem de Colman, confirmou as hipóteses de trabalho relacionadas com a propulsão, utilizando um número alargado de variáveis espaço-temporais, definidas mediante diferentes referências de observação.

De forma a possibilitar a concretização do diagnóstico e consequente aconselhamento técnico foi estudada, não só a população total, mas também a influência da diferenciação sexual e da diferenciação técnica nos critérios de validação das hipóteses de trabalho, os princípios específicos.

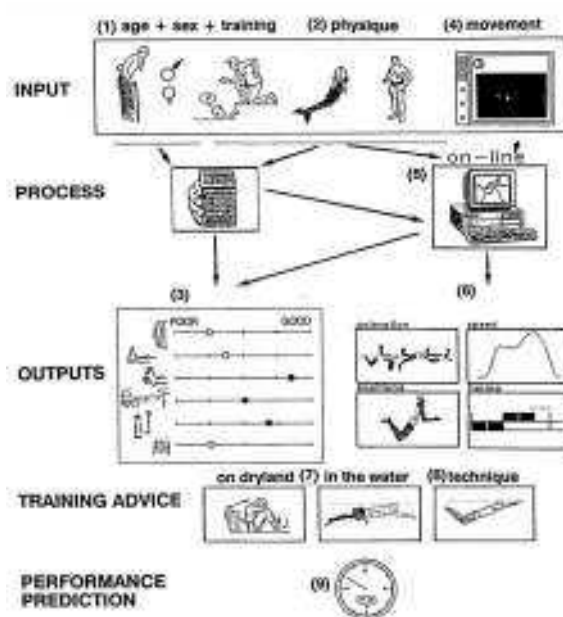
Com base nos resultados obtidos, especialmente os que decorrem da confirmação das hipóteses de trabalho baseados nos critérios de análise escolhidos, foi possível o desenvolvimento de um modelo de diagnóstico e aconselhamento técnico fundamentalmente para as técnicas simultâneas, tendo em

atenção os instantes da execução considerados críticos, como veremos de seguida através da descrição dos princípios específicos.

### B. Princípios específicos: Descrição

A descrição dos princípios específicos decorre da constatação das semelhanças cinemáticas da técnica de bruços e mariposa e, também, do facto que para as técnicas simultâneas uma maior ondulação do corpo e rotação do tronco provoca uma menor variação da velocidade do CMC.

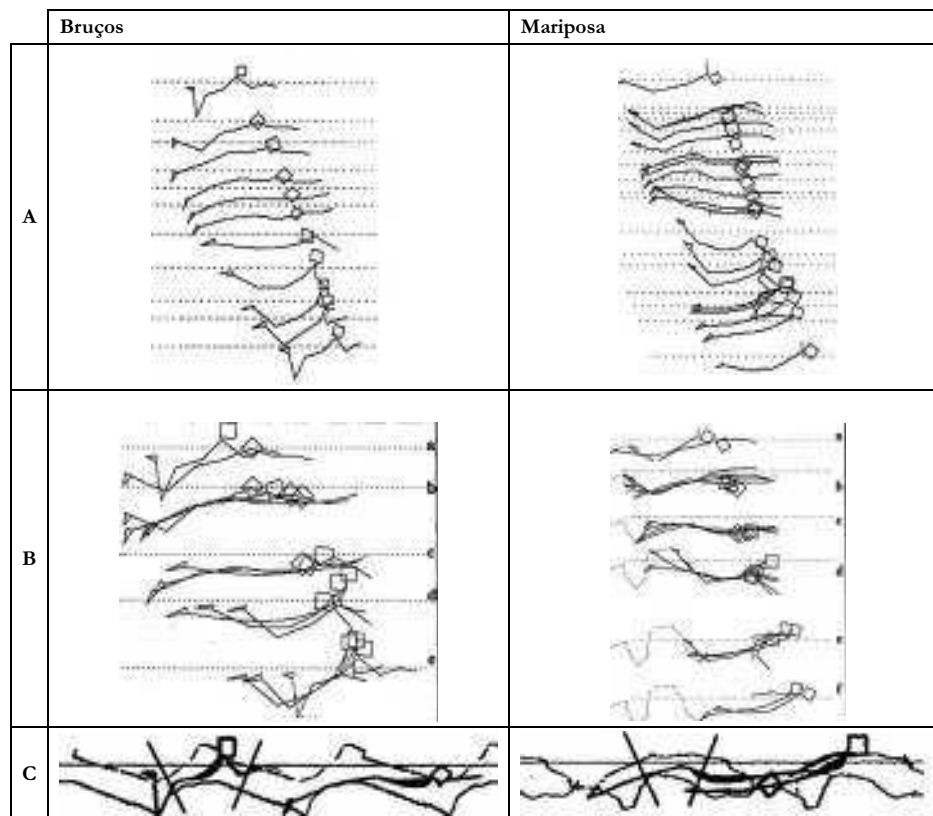
Na figura a frente representada, podemos observar um exemplo em relação a um plano fixo, das semelhanças entre a variante ondulatória da técnica de bruços e mariposa (Zhu, 1996).



**Figura 10:** Sistema de diagnóstico do movimento e características antropométricas, utilizado no centro de pesquisa e avaliação para natação de Leuven (Adaptado de Persyn, *et al.* (2000)<sup>25</sup>).

<sup>25</sup> A. Recolha de dados e processamento: 1) É preenchido um questionário contendo os seguintes dados: data, desempenho do nadador em todas as técnicas e distâncias, força explosiva de braços e pernas, técnica preferida e distância, percurso histórico na natação, frequência e intensidade de treino em água e em seco (flexibilidade, força, resistência); 2) Características físicas relevantes para o desempenho (Composição corporal e estrutural, flexibilidade e força) são medidas; 3) Os resultados do questionário

## MODELO BIOMECÂNICO

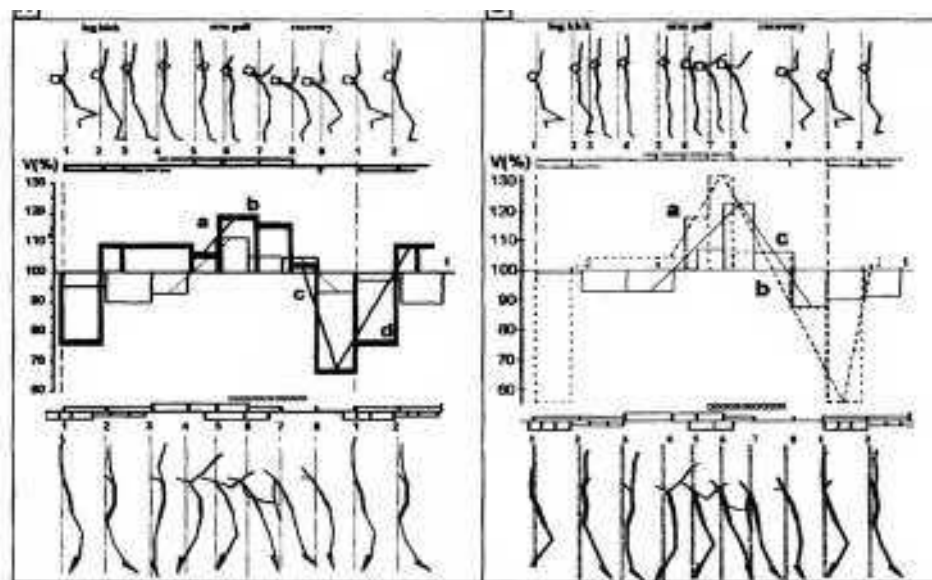


**Figura 11:** Comportamento, em relação a um plano fixo, das semelhanças entre a variante ondulatória de bruços e a mariposa (para um nadador de cada técnica de nível internacional, adaptado de Zhu, 1996)<sup>26</sup>.

e das características físicas são introduzidas no computador, produzindo um *output* individual; 4) Os movimentos são gravados com uma câmara rotativa, que filma em simultâneo à superfície e submersa, recorrendo-se ao uso de um periscópio; 5) As imagens recolhidas através desta câmara são de má qualidade, desenvolvendo-se então um sistema que permite digitalizar as imagens e reconstruir o movimento.

B. Diagnóstico e Aconselhamento: 6) A análise do movimento permite detectar desvios; 7) Para cada resultado baixo de força e flexibilidade, são propostos exercício para trabalhar essa falha, assim como referência ao volume e intensidade de treino. A progressão no treino e melhoria dos resultados são especificados; 8) Antes de se aconselhar o nadador quanto à sua execução técnica é analisada a variante que utiliza em relação as suas características físicas, contemplando o desempenho, sexo, idade biológica e antecedentes na natação; 9) Baseado nas características físicas individuais relevantes, é determinado a técnica e a sua variante, que melhor se adequam ao nadador, com um erro de 3%.

<sup>26</sup> A. Figura dos instantes digitalizados (a distância entre o nível da água e o nadador corresponde a duração entre os instantes). B. Figuras sobrepostas, descrevendo a rotação para a frente e para trás do tronco, deslize e ondulação corporal (durante a acção descendente e ascendente da pernada). C. Forma sinusoidal (parcialmente acima do nível da água), através da qual o corpo se desloca. (O campo que delimita o tubo, são os movimentos dos ombros e joelhos).



**Figura 12:** Comparação da variação da velocidade horizontal do CMC em bruços e em mariposa: (A) as duas variantes ondulatorias, (B) as duas variantes planas (adaptado de Persyn, *et al.*, 2000).

A figura 11 representa uma análise comparativa efectuada a um grupo de nadadores (técnica de mariposa e bruços) sob o ponto de vista da variante da técnica que utilizavam durante o nado (variante ondulatoria ou plana).

Com base nesta constatação verificou-se que, a variante ondulatoria foi utilizada exclusivamente por nadadoras, (N=6 para a mariposa, com uma média nos 100m de 62.89s e N=5 para bruços com uma média nos 100m de 71.3s). A variante plana foi quase exclusivamente utilizada pelos nadadores, (N=4 na mariposa com uma média nos 100m de 56.9s e N=5 para bruços com uma média nos 100m de 62.23s).

Como principais conclusões deste estudo (Persyn *et al.*, 2000) constatou-se que, existe uma maior variação de velocidade do CMC: (i) na técnica de bruços do que na de mariposa; e (ii) superior nas variantes planas do que nas variantes ondulatorias, isto é:

- Nas duas variantes planas e para a técnica de mariposa, a diferença entre o pico máximo e mínimo de velocidade foi de 34.7% (122.3% - 87.6%) enquanto na técnica de bruços a diferença entre o pico máximo e mínimo de velocidade foi de 76.2% (131.4% - 55.2%);
- Nas duas variantes mais ondulatorias e para a técnica de mariposa a diferença entre o pico máximo e mínimo de velocidade foi de 20.7% (111.1% - 90.4%) e na técnica de bruços foi de 52.9% da velocidade de nado (119.2% - 66.3%).

Relativamente às semelhanças na propulsão relacionadas com a aceleração dos segmentos corporais acima da superfície da água, nas duas variantes ondulatórias das técnicas analisadas, (fig. 11A), durante a rotação do tronco para cima e para trás e a longa hiper-extensão do corpo para baixo ocorre um aumento relativamente pequeno da velocidade horizontal do CMC. Os deslocamentos para trás dos segmentos corporais acima da superfície da água causam uma diminuição da aceleração instantânea (ver diagonal, linha a).

Durante a hidroplanagem do corpo durante a última fase propulsiva e a primeira parte da acção de recuperação dos membros superiores a velocidade é mantida praticamente constante (b).

A aceleração para a frente, que a massa de água gerada atrás do nadador provoca, pode evitar uma diminuição da aceleração do CMC. Na mariposa, o rápido movimento dos membros superiores acima da água (recuperação) associados à acção ascendente dos membros inferiores (MI) provoca mais força de propulsão.

Durante a primeira parte da rotação do tronco para cima e para trás (quando se dá lugar à segunda parte de recuperação dos membros superiores), tem lugar um decréscimo da velocidade que não pode ser evitada (c).

Durante a segunda parte da rotação do tronco para cima e para trás, ainda com uma secção do corpo acima da superfície da água (durante a primeira parte da acção descendente dos MI), ocorre um aumento da velocidade. O movimento dos segmentos corporais para a frente acima da superfície da água causa uma aceleração (d).

Nas duas variantes planas (fig. 11 B), durante toda a propulsão dos membros superiores, ocorre um aumento acentuado da velocidade (a).

Durante toda a recuperação dos membros superiores, ocorre uma elevada aceleração negativa (c).

Comparativamente às semelhanças na propulsão em relação à ondulação do corpo durante a execução das duas técnicas, foi medida a variação da amplitude da variante ondulatória da técnica de mariposa e bruços, e da variante plana da técnica de bruços:

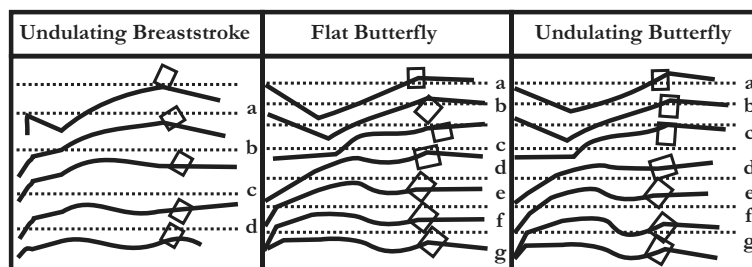
- Na hiper-extensão do joelho: respectivamente 9.4°; 13.5° e 15.6° (ângulos complementares).
- Na forma em “S” do corpo: respectivamente 43.4°; 62.2° e 80° (somatório dos ângulos complementares de um ponto médio do tronco, ancas e joelhos).

Consequentemente, uma massa significativa de água pode ser deslocada para trás nas curvas do corpo gerando propulsão (Gray 1933, Persyn 1974).

Na variante ondulatória da técnica de mariposa, a acção descendente da pernada começa com um movimento ondulatório que parte da anca (-2.8° de hiper-extensão contra 5.2° de flexão) enquanto, na variante plana a acção descendente da pernada começa nos joelhos, (68° contra 50° de flexão).

Apesar da acção dos MI ser diferente nas duas variantes da mesma técnica, os deslocamentos verticais dos pés e da anca (em relação a um plano fixo) são praticamente iguais (respectivamente 22% e 7% do comprimento total do corpo do nadador).

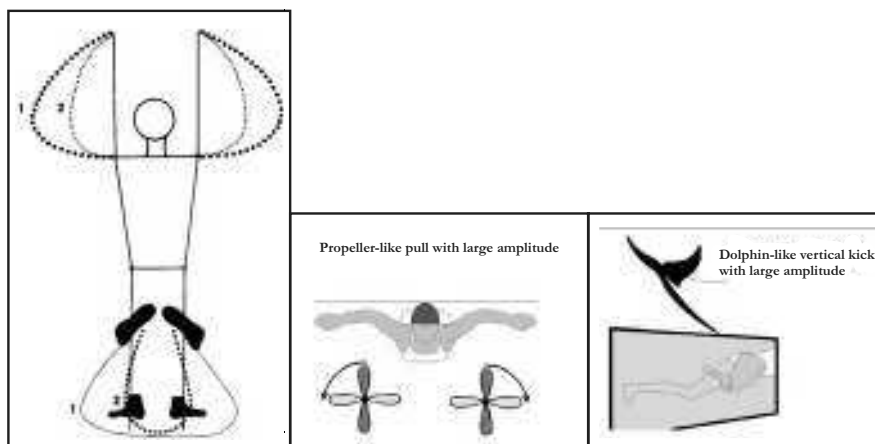
Mas os deslocamentos verticais dos ombros são mais profundos na variante ondulatória do que na plana (respectivamente 12.9% contra 8.8% da extensão do corpo).



**Figura 13:** “Stick Figures” da acção descendente e ascendente da perna da variante ondulatória de bruços e nas duas variantes da mariposa, ondulatória e plana (N=4-6) (Adaptado de Persyn, *et al.*, 2000).

### B.1. Princípios que decorrem da aplicação das teorias propulsivas baseadas no arrasto e na força de sustentação hidrodinâmica

**1º e 2º Princípios:** relacionados com a propulsão baseada no modelo helicoidal e/ou rectilíneo.



**Figura 14:** 1. Braçada e pernada mais amplas relativamente à cintura escapular e pélvica (Dominância da sustentação hidrodinâmica). 2. Braçada e pernada menos amplas (dominância do arrasto propulsivo) (Persyn, 1974).

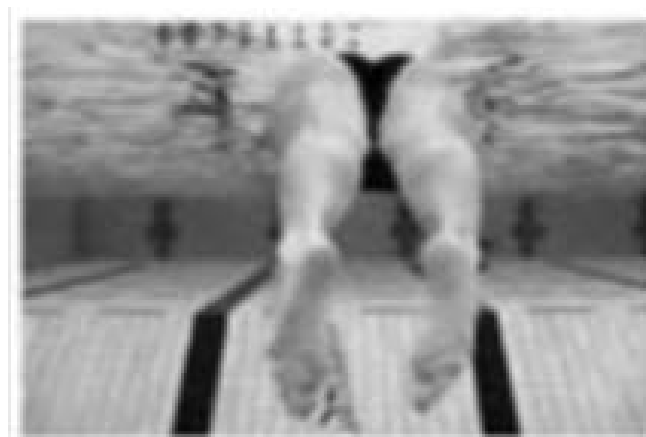


Relativamente a um referencial cinemático fixo no envolvimento, os deslocamentos podem ser considerados laterais ou antero-posteriores. Consequentemente, os princípios de propulsão decorrentes da investigação naval podem ser aplicados às acções segmentares humanas: (i) durante os movimentos laterais, a dominância da sustentação hidrodinâmica como princípio propulsivo, tal como a hélice de *Voith-Schneider* no plano horizontal; (ii) durante os deslocamentos antero-posteriores, a dominância do arrasto propulsivo como princípio básico, tal como as pás móveis rodando num plano vertical.



**Figura 15:** Quando o joelho possui uma hiper-mobilidade lateral e quando as massas de água achatam a perna durante o seu deslocamento propulsivo, pode-se assistir à geração de propulsão com dominância da sustentação hidrodinâmica, durante a acção de junção dos MI (ALI).

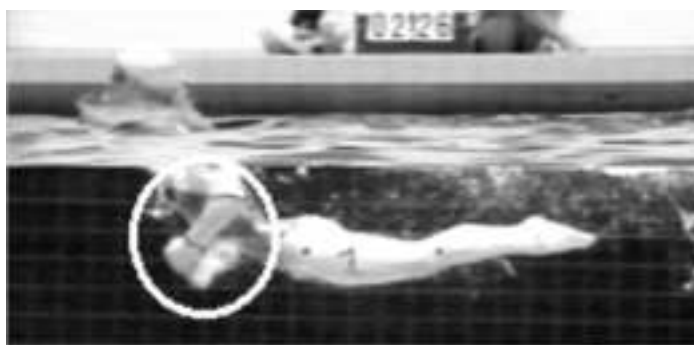
**3º Princípio:** mais propulsão pode ser obtida quando a coxa, perna, mão e antebraço se deslocam lateral e verticalmente (mais do que numa direcção horizontal, anterior ou posterior) durante a extensão dos MI e flexão dos MS.



**Figura 16:** Quando o joelho tem uma capacidade de hiper-extensão patológica, durante a extensão a planta do pé é deslocada mais verticalmente (em vez de para a frente como sucede com um joelho normal), o que origina a existência de um apoio mais estável do meio aquático.

Não só as superfícies projectadas (mão e pé) poderão ser consideradas como superfícies propulsivas. Nalgumas situações, também as superfícies de formas cilíndricas como a perna e o antebraço o poderão ser (Persyn, 1974).

Outro efeito surge quando após a extensão completa do joelho, a planta do pé é deslocada menos para a frente (e desta forma mais lateralmente/verticalmente) do que num joelho sem capacidade de hiper-extensão acentuada.



**Figura 17:** Durante a braçada, o antebraço pode gerar propulsão durante a transição da acção descendente para a acção lateral interior dos MS, recorrendo ao efeito de *Magnus*.

Esta acção permite estabilizar o pé numa direcção antero-posterior, enquanto o corpo se desloca para a frente.

Quando o antebraço se desloca lateralmente ou verticalmente, relativamente a um referencial fixo no envolvimento, e se orienta de uma forma oblíqua relativamente à sua trajectória, podem surgir mecanismos geradores de sustentação hidrodinâmica. O maior aproveitamento deste movimento rotativo é gerado quando o polegar lidera o movimento da mão durante a transição entre ambas as fases.

## **B.2. Princípios relacionados com o aumento da propulsão nas técnicas ondulatórias devido à rotação do tronco**

**4º Princípio:** durações superiores dos trajectos propulsivos e inferiores das acções de recuperação implicam maior produção de força propulsiva.

Devido à rotação do tronco para cima e para trás, a anca e os ombros deslocam-se na vertical. Como resultado, as trajectórias descritas pelo movimento das mãos e dos pés são mais amplas e demoram mais tempo.

Além disso, a rotação da parte superior do tronco provoca um hiper-estiramento articular, causando uma tensão muscular extra, podendo também ser gerado mais impulso de força.

**5º Princípio:** direccionar as acções segmentares segundo o eixo longitudinal do corpo, implica uma produção de força propulsiva superior.

Do ponto de vista do equilíbrio dinâmico do corpo, o vector resultante das acções segmentares dos MS e MI deverá estar direccionado no eixo longitudinal do tronco, mais precisamente no CMC.



**Figura 18:** Para direccionar a propulsão no eixo longitudinal do tronco, a acção helicoidal deverá iniciar-se debaixo do eixo longitudinal



**Figura 19:** As secções corporais aceleradas acima do nível da água provocam um efeito de inércia que pode gerar propulsão.



**Figura 20:** Quando os MS são lançados para a frente durante a partida, a tensão nos MI aumenta devido a um efeito de inércia.

**6º Princípio:** a aceleração dos segmentos corporais num sentido postero-anterior, acima do nível da água, implica uma produção de força propulsiva superior.

Após a rotação da parte superior do tronco para cima e para trás, os ombros, os MS e a cabeça podem ser acelerados para a frente. Devido ao efeito de inércia que se gera com esta aceleração segmentar, a secção corporal abaixo do nível da água é deslocada ligeiramente para trás. Mas, devido ao meio resistivo no qual se desenvolve esta acção (meio aquático), o efeito do deslocamento relativo das secções corporais que se situam abaixo do nível da água, não é equivalente ao efeito do deslocamento para a frente das secções corporais acima do nível da água. Consequentemente, assiste-se a um deslocamento para a frente do CMC.

Quando, pelo contrário, uma secção corporal é acelerada para trás, acima do nível da água, devido a um efeito de inércia decorrente, as secções do corpo abaixo do nível da água são relativamente deslocadas para a frente. Este facto causa uma resistência adicional, aduzida ao deslocamento de uma massa de água para a frente empurrando a zona dorsal do corpo do nadador.

**7º Princípio:** o efeito de inércia da massa deslocada atrás do nadador é propulsivo.

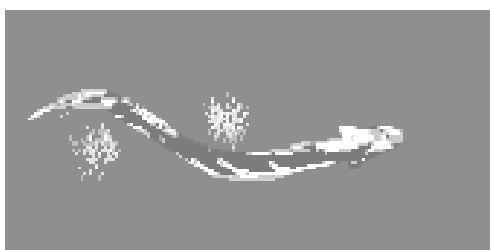
A massa de água em deslocamento para a frente na zona dorsal e lombar do nadador, também em aceleração, pode ser propulsiva quando empurra o corpo do nadador para a frente, em fases de redução da velocidade do CMC, evitando, desta forma, acelerações negativas pronunciadas do CMC.



**Figura 21:** Efeito de inércia gerado pela massa de água, semelhante ao que ocorre quando um ciclista trava usando uma mochila na zona dorsal e lombar.



**Figura 22:** Menos resistência ao deslocamento pode ser gerada quando uma determinada secção corporal hidroplana.



**Figura 23:** Redução da área de secção vertical na qual a totalidade do corpo se envolve.

O efeito de inércia desta massa de água em deslocação é similar ao efeito de inércia gerado por um ciclista que leva uma mochila nas costas e trava de forma brusca, fazendo com que a mochila se desloque de encontro ao ciclista, empurrando-o.

**8º Princípio:** o deslocamento de uma secção corporal importante acima do nível da água reduz a resistência hidrodinâmica.

Quando, após um movimento de rotação, uma secção corporal se desloca para a frente, acima do nível da água (mantendo como consequência a zona dorsal e lombar e dos glúteos fora de água), o CMC sofre pequenas oscilações verticais durante a acção subsequente de elevação natural do tronco. Por outro lado, pode-se inibir o aparecimento da força de sucção decorrente do afundamento do tronco.

### B.3. Princípios relacionados com o aumento da propulsão nas técnicas ondulatórias devido à ondulação do corpo

**9º Princípio:** a redução da área de secção vertical através da qual a totalidade do corpo se desloca diminui a resistência hidrodinâmica total.

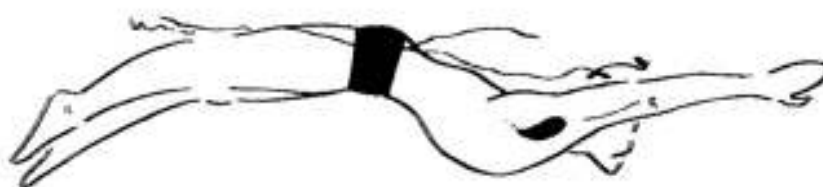
A observação do fluxo das partículas de água sobre a superfície do nadador, similar à que ocorre com os peixes e mamíferos aquáticos, mostra que as oscilações da totalidade do corpo provocam um efeito acelerador do deslocamento à sua volta na direcção da parte posterior, precavendo a turbulência na camada limite. Como a camada limite turbulenta tem uma maior quantidade de movimento que a laminar, pode resistir melhor a um gradiente de pressões adverso.

## MODELO BIOMECÂNICO

Por outro lado, este movimento ondulatório provoca, também, uma redução da área de superfície de contacto, uma vez que a resistência varia com a natureza do fluxo à volta da superfície do corpo, na dependência directa do tamanho e da velocidade do corpo em deslocamento.

**10º Princípio:** a compensação dos movimentos da porção anterior do corpo pelos movimentos da porção posterior aumenta a força propulsiva e/ou reduz a resistência ao avanço.

Após o movimento de rotação do tronco para a frente, e da acção descendente subsequente dos MI, deve existir um movimento de compensação caracterizado por um deslocamento para baixo do peito e dos MS.



**Figura 24:** Movimento de compensação entre MS e MI (Persyn, 1974).

**11º Princípio:** a movimentação do corpo que produz um efeito de onda de orientação céfalo-caudal aumenta a propulsão criada e/ou diminui a resistência hidrodinâmica total.

Devido ao movimento ondulatório do corpo, uma determinada quantidade de água contida nas curvaturas do corpo pode ser deslocada para trás. Esta acção é idêntica à que ocorre com o movimento ondulatório do corpo dos peixes oscilando lateralmente, gerando um determinado momento linear proporcional à velocidade da oscilação e à massa de água afectada. De acordo com a 2ª e 3ª lei de Newton, a taxa de alteração do momento linear gerado na água, na direcção contrária à direcção do deslocamento do peixe, vai provocar uma reacção repulsiva.



**Figura 25:** O deslocamento para a frente do corpo, como reacção ao deslocamento para trás de determinadas massas de água, é similar ao que ocorre com um "kayak" quando uma bola se desloca, em rotação, para trás.

**12º Princípio:** o deslocamento vertical dos pés, durante a extensão do corpo, provoca a deflexão de massas de água para trás, aumentando a propulsão.

Também pode ser gerada propulsão, quando a amplitude da oscilação se restringe na zona anterior do corpo, desde que a ondulação aumente para valores superiores na zona posterior do corpo, próximo da extremidade de fuga (pernas e pés). De facto, se a ondulação se tornar significativa na 2ª metade do corpo ou mesmo no terço posterior do corpo, o momento linear gerado e a energia projectada na esteira de vórtices poderá ter os mesmos valores do que os verificados para a ondulação com a totalidade do corpo.

**13º Princípio:** O apoio dos pés em massas de água deslocadas num movimento rotacional aumenta a propulsão.

Os movimentos verticais e flexíveis na acção da pernada, combinados com o deslocamento para a frente do corpo, vão gerar um vórtice isolado, podendo, este facto, ser confirmado experimentalmente por modelos dimensionais de hidrofólios. Sucessivas acções vão criar uma esteira, formada por vórtices alternados. Os vórtices são gerados durante as transições do movimento ascendente e descendente dos pés.

### **C. Estudos experimentais que confirmam os princípios propulsivos nas técnicas simultâneas de bruços, mariposa e nos deslocamentos subaquáticos**

#### **C.1. Técnica de bruços**

#### **Confirmação dos princípios propulsivos relacionados com a propulsão durante a rotação do tronco<sup>27</sup>**

Na variante ondulatória, o pico máximo de velocidade (que se verifica na variante formal, durante a 2.ª parte da junção dos MS) pode ser evitado graças à diminuição da aceleração dos segmentos do corpo sobre a superfície da água (parte superior do tronco, linha dos ombros, braços e cabeça), associada ao aumento do arrasto nas secções do corpo imersas. O pico mínimo de velocidade (que se verifica na variante formal, durante a extensão dos MI) pode ser evitado graças à aceleração dos segmentos do corpo sobre a superfície da água, associado ao deslocamento estável durante a extensão dos MI.

A combinação da propulsão (criada pelos MS) e do arrasto (causado por uma posição ascendente do tronco) permitem manter a velocidade do CMC tal como na fase anterior, contra o aumento de 16.6% para o pico mais elevado da velocidade na variante mais plana.

Durante esta fase, alguma energia pode ser utilizada pela inclinação dos segmentos do corpo acima da superfície da água num movimento ondulatório (31% da massa do corpo *versus* 23% na variante mais plana), através do deslocamento da massa de água na zona dorsal e lombar do nadador. No entanto, esta energia poderá ser recuperada nas duas fases críticas seguintes, de modo a manter ainda mais estável a velocidade do CMC, durante a primeira parte da recuperação e durante a extensão dos MI.

<sup>27</sup> A confirmação dos princípios propulsivos decorre da investigação efectuada no âmbito do centro de investigação em actividades aquáticas da Katholieke Universiteit Leuven, Bélgica, especificamente em estudos de referência consultados (Persyn, 1974; Persyn *et al.*, 1975; Van Tilborgh *et al.* 1988; Colman, 1991; Colman & Persyn, 1993; Zhu, 1996; Persyn, *et al.*, 2000; Silva, 2001).

1. Durante a primeira parte da recuperação dos MI, a velocidade do CMC diminui apenas 17% (*versus* 27% na variante plana). Isto poderá ser explicado por diversos fenómenos:

- O antebraço está, nesta fase, mais avançado do que no final da anterior fase de junção (graças à posição elevada do tronco). Assim, a duração da primeira parte da recuperação é reduzida para apenas 9% do ciclo de nado (*versus* 21% na variante plana);
- A velocidade de deslocamento para a frente dos segmentos do corpo sobre a superfície da água é superior (mais 1.0 m/s) do que na fase anterior. A rotação do tronco, por meio de hiper-extensão, para cima e trás, sobre a superfície da água, provoca arrasto, enquanto os segmentos do corpo imersos estão estabilizados. Durante esta pequena fase de recuperação, a diminuição da velocidade é menor devido à aceleração para a frente dos segmentos do corpo sobre a superfície da água, associado ao efeito de inércia para a frente provocada pelo deslocamento das massas de água na zona dorsal e lombar.

2. Durante a segunda metade da recuperação dos MI, na variante mais ondulatória, verifica-se a principal diminuição da velocidade do CMC (diminui até próximo de 0.00 m/s);

3. Durante o afastamento oblíquo dos MI para baixo, a velocidade do CMC diminui 9.5% (*versus* 32% na variante plana) devido a um maior arrasto que propulsão). Isto poderá ser explicado por vários fenómenos:

- A ausência de velocidade horizontal da anca, quando se inicia a acção de afastamento dos MI;
- A propulsão proveniente da planta do pé, quando o afastamento dos MI está completa e está dirigida para o eixo de extensão da inclinação do tronco;
- A velocidade para a frente do centro de massa dos segmentos do corpo sobre a superfície da água é superior, aproximadamente, 0.65 m/s à verificada na fase anterior, enquanto a massa do corpo sobre a superfície da água continua a ser considerável;
- A hiper-extensão do tronco, permitindo a elevação das zona dorsal e lombar acima da superfície da água, o que reduz o tipo de arrasto e a secção vertical;
- Esta hiper-extensão do tronco provoca uma elevada tensão muscular no abdómen e na área circundante da pélvis, o que consolida as bases para o afastamento oblíquo dos MI.
- Verifica-se, então, que por efeito da associação entre a inércia dos segmentos do corpo sobre a superfície da água, o reduzido arrasto e a força dispendida na acção dos MI, existe um aumento da velocidade do CMC durante a fase de extensão dos MI (acção lateral exterior).

#### **Confirmação dos princípios propulsivos relacionados com a propulsão durante a ondulação do corpo**

As diferenças maiores acontecem na variante ondulatória e ocorrem durante a fase propulsiva (fase de tracção e impulso) e durante a segunda metade da recuperação dos MS.

Na variante mais ondulatória da técnica, a ondulação corporal permite manter uma velocidade constante e relativamente elevada:

- Durante a primeira parte da junção dos MI (acção lateral interior), obtém-se uma posição do corpo em forma abobadada e a velocidade do CMC diminui apenas 34% (versus 45.5% na variante plana) onde a propulsão é mais horizontal e relativamente ao eixo longitudinal do tronco);
- Durante a segunda parte da junção dos MI (acção lateral interior), verifica-se uma acção de extensão descendente da parte da frente do tronco, queixo e braços. Esta acção mantém o deslocamento do CMC suficientemente horizontal. Além disso, esta acção provoca a extensão dos ombros desenvolvendo uma tensão muscular extra;
- Durante a primeira parte do afastamento dos MS, obtém-se uma posição do corpo em forma de “S”.

A posição do corpo numa adequada forma de “S” pode no entanto, ser obtida apenas quando o ombro, tronco e joelho estiverem em hiper-extensão.

Com a elevação da anca e o abaixamento da parte da frente do corpo, durante a acção dos MI, pode-se provocar nas restantes fases o deslocamento da água para trás por baixo do corpo. A massa da água contida nesta curva pode ser deslocada para trás, o que propulsiona o corpo para a frente (Colman, 1991). Um argumento mais convincente, devido à sua visibilidade pode ser o facto de que a água em contacto com o corpo inicia a ondulação para trás, diminuindo o arrasto.

Para além deste facto, graças à hiper-extensão dos joelhos durante a segunda parte da acção ascendente dos MI, a planta do pé pode ser movimentada de um modo mais vertical (menos para a frente) do que com o joelho em posição normal. Isto proporciona uma propulsão adicional através do desvio da água para trás.

Este movimento propulsivo dos MI para cima pode ser sincronizado com a segunda parte da fase de afastamento dos MS. Pode-se esperar que os nadadores com uma hiper-extensão dos joelhos, possam manter mais facilmente a sua velocidade durante esta fase.

Outra vantagem do corpo em forma abobadada e de “S” é a de, inicialmente, as costas e, posteriormente, as nádegas deslizarem sobre a superfície da água, resultando na diminuição do arrasto.

Surpreendentemente, durante o ciclo de nado na variante mais ondulatória, o CMC não se desloca mais verticalmente do que na variante mais plana (cerca de 45% da extensão do corpo), mas mais massa é mantida sobre a superfície da água (12% versus 7% na variante mais plana). A importância da maior flutuação nas mulheres não pode ser, de maneira nenhuma, subestimada (Colman & Persyn 1993).

Silva (2001), confirmou as hipóteses de trabalho relacionadas com a propulsão, utilizando para o efeito um número alargado de variáveis espaço-temporais definidas mediante diferentes referências de observação.

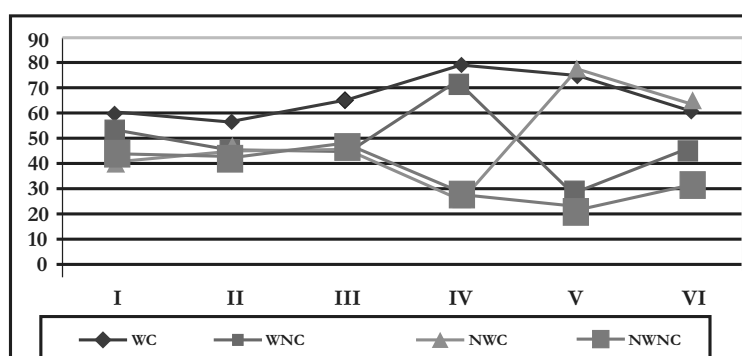
Esta aproximação estatística, assim como o número alargado de nadadores, permitiu investigar as determinantes espaço-temporais mais relevantes, de acordo com diferentes referências de observação e com os diferentes critérios de análise, para: (i) o desempenho de nado; (ii) a variação da velocidade (máx-min.) do CMC no interior do ciclo gestual; (iii) a



variação da velocidade do CMC de fase para fase (coeficiente de variação da velocidade); e (iv) a amplitude vertical de deslocamento do CMC.

Consequentemente, foram utilizados para este propósito, quatro grupos de estudo definidos de acordo com as duas posições críticas representativas, a da rotação do tronco (posição de máximo arqueamento do tronco) e a da ondulação do corpo (posição de máxima hiper-extensão lombar).

Na figura 26, são apresentados os valores médios e perfis individuais de cada um dos nadadores integrados nos quatro grupos da amostra utilizados no estudo<sup>28</sup>.



**Figura 26:** Curvas médias dos valores de ondulação dos quatro grupos em análise.

No decorrer desta investigação, e salientando o facto de algumas confirmações dos 13 princípios propulsivos relacionadas com a propulsão terem sido obtidos num estudo piloto<sup>29</sup>, verificou-se que na variante mais ondulatoria a aplicação dos princípios propulsivos, relacionados com a rotação do tronco e ondulação do corpo, foram evidentes.

Na variante formal, as hipóteses relacionadas com a acção dos MS e MI são, quase inteiramente, responsáveis pela propulsão.

Somente durante a segunda parte da recuperação dos membros superiores, na variante formal, a projecção e rotação do tronco à frente foi considerada como sendo a responsável pela limitada diminuição da aceleração do CMC.

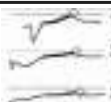
























Quando considerámos a amostra global de nadadores, as diferentes referências de observação foram complementares quando se trata de confirmar a importância, para todos os elementos da amostra de estudo, da rotação do tronco para trás, tendo como exemplo duas variáveis: a profundidade da anca e a distância do pé relativamente ao eixo longitudinal do tronco na posição de máximo arqueamento do tronco.

<sup>28</sup> WC- *Waving and Cambering*; WNC, *Waving and not cambering*; NWC- *not waving and cambering*; NWNC, *not waving and not cambering*.








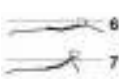





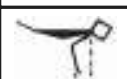


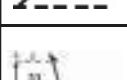
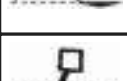




<sup>29</sup> Comparando dois grupos extremos (grupo mais ondulatorio e grupo formal actual, com 5 elementos em cada um dos grupos), onde em cada um dos grupos extremos as variáveis espaço-temporais responsáveis pela variação da velocidade do CMC foram identificadas.

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

Esta posição de máximo arqueamento do tronco deve ser precedida de uma acção ascendente dos MI que pode ser propulsiva. Quando o joelho tem uma capacidade de hiper-extensão patológica, durante a extensão completa da perna, a planta do pé é deslocada mais verticalmente (em vez de para a frente como sucede com um joelho normal), o que origina a existência de um apoio mais estável do meio aquático.





























DELIMITAÇÃO DAS FASES (Referências de observação)			GR.	PRINCÍPIOS PROPULSIVOS					
				Continuação específica	< Variação Vel. Ciclo gestual	< Variação Vel. Durante 1 fase	HW relacionada com Ondulação do corpo	HW relacionada com rotação do tronco	
	<b>Início da extensão (ALE) dos MI até ao ponto mais profundo da trajectória</b> (% distância vertical relativamente a um referencial fixo no envolvimento)		Global Fem.			X	X	X	a
	<b>Posição mais profunda do pé (+/- 1/2 junção dos MI -ALI)</b> (% distância vertical relativamente ao eixo longitudinal tronco)						X		b
	<b>Afastamento máximo dos MI (AD)</b> (ângulo ponto intermédio do tronco-ombro-cotovelo)		Global						c
	<b>Junção dos MI (ALI)</b> (ângulo cabeça com nível água)		Fem.						d
	<b>MI paralelos</b> (ângulo coxa com nível da água)		Fem.				X		e
	<b>1ª parte do afastamento dos MS (ALE)</b> (% distância vertical relativamente ao eixo longitudinal tronco)		Global Fem.				X		f
	<b>Posição de máxima hiper extensão lombar ("S")</b>		Global Fem.						g
	<b>MI paralelos</b> (ângulo coxa com nível da água)		Masc						h
	<b>1ª parte do afastamento dos MS (ALE)</b> (% distância vertical relativamente a um referencial fixo no envolvimento)		Masc						i

# MODELO BIOMECÂNICO










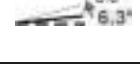

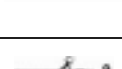


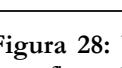
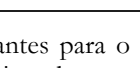

	<b>Afastamento máximo MS. (ALE)</b> (ângulo coxa com nível da água)		Masc							j
	(ângulo antebraço com nível água)		Masc							k
	<b>Fim da acção de junção dos MS. (ALI)</b> (Flexão máx. ombro)		Masc							l
	<b>1ª Parte da acção de junção MS (ALI)</b> (Duração da fase)		Fem.							m
	<b>Fim da acção de junção dos MS (ALI)</b> (ângulo m. sup. com nível água)		Fem.		X					n
	(Deslocamento % para trás, relativamente ao eixo do tronco)		Fem.			X			X	o
	(Posição mais elevada do tronco relativamente ao nível água))		Global			X			X	p
	(Posição mais elevada do pé relativamente ao tronco)		Global		X				X	q
	(Posição mais profunda da anca relativamente ao nível água)		Global						X	r
	(Rotação total do tronco relativamente ao nível água)		Global Fem.			X				s
	(Dif. Ponto mais elevado e mais profundo da anca relativamente ao nível água)		Global		X				X	t
	(Rotação total da parte inferior do tronco relativamente ao nível água)		Global			X				u

**Figura 27:** Variáveis espaço-temporais relevantes para o desempenho (valor percentual) e que simultaneamente confirmam os princípios propulsivos desenvolvidos.

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

DELIMITAÇÃO DAS FASES (Referências de observação)		DESCRIÇÃO	GRUPO	CONFIRMAÇÃO DOS PRINCÍPIOS PROPULSIVOS	
	<b>Início da extensão (ALE) dos MI até ao ponto mais profundo da trajectória</b> (% distância vertical relativamente a um referencial fixo no envolvimento)		<b>1</b> <b>Ondulado+ Arqueado</b>		<b>A</b>
	<b>Início do afundamento do punho</b> (Ângulo joelho-anca-ponto intermédio tronco)	 Mais flexão			<b>B</b>
	<b>½ junção dos MI (ALI)</b> ? (ângulo da cabeça relativamente ao nível da água)				<b>C</b>
	<b>Ciclo</b> ? (coeficiente de variação da amplitude vertical / nível da água)				<b>D</b>
	<b>½ do percurso de afastamento dos MS</b> (% massa acima do nível água)	Menos massa ↓			<b>E</b>
	<b>Posição mais profunda</b> (ângulo do tronco relativamente à superfície da água)				<b>F</b>
	<b>Afastamento máximo dos MS</b> (ângulo do tronco relativamente à superfície da água)				<b>G</b>
	<b>Afastamento máximo dos MI</b> (ângulo da parte superior do tronco relativamente à superfície da água)		<b>2:</b> <b>Ondulado e não arqueado.</b>		<b>A</b>
	<b>Deslize</b> (% distância vertical da mão, relativamente à superfície da água)	Mais perto da superfície			<b>B</b>
	<b>MS paralelos</b> (% massa acima do nível água)	Menos massa ↓			<b>C</b>
	<b>Posição de máxima hiper-extensão dorso-lombar (S)</b>				<b>D</b>

## MODELO BIOMECÂNICO

	<b>1<sup>st</sup> parte do afastamento dos MS</b> (% distância vertical da mão, relativamente ao eixo do tronco)				E
	<b>1/2 do percurso de afastamento dos MS</b> (ângulo do antebraço relativamente à superfície da água)		<b>2:</b> <b>Ondulado e não arqueado.</b>		F
	<b>Da 1/2 do afastamento dos MS - 1/2 junção dos MS</b> (% distância vertical da mão, relativamente ao eixo do tronco)				G
	<b>Afastamento máximo dos MS</b> (ângulo do tronco relativamente à superfície da água)				H
	<b>Flexão máxima do ombro</b> (ângulo ponto intermédio do tronco-ombro-cotovelo)				I
	<b>Joelho 90°</b> (ângulo ponto intermédio do tronco-ombro-cotovelo)				J

**Figura 28:** Variáveis espaço-temporais relevantes para o desempenho (valor percentual) e confirmação dos princípios propulsivos relacionados com a propulsão no grupo 1 e 2 de análise.

Quando analisados os quatro grupos de diferenciação técnica, verificou-se que os resultados descritos para o grupo constituído por nadadores com ondulação do corpo e arqueamento do tronco pronunciados confirmaram as conclusões obtidas, quer para os grupos extremos no estudo piloto, quer para o grupo de nadadores do sexo feminino. O mesmo é válido para a correspondência entre os nadadores com ondulação do corpo e arqueamento do tronco pouco pronunciado e os nadadores do sexo masculino.


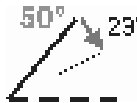




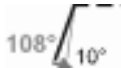




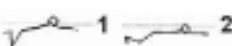




Por outro lado, durante o início da acção dos MS, é mais favorável uma posição mais profunda do tronco.

No grupo dos nadadores com ondulação do corpo e arqueamento do tronco pouco pronunciado, no início da acção dos MI, o braço deve ter uma orientação horizontal. São também variáveis importantes a duração da acção de extensão dos MI, a profundidade do pé (relativamente ao tronco) e a flexão da coxa sobre o tronco. No final da acção dos MI, a cabeça deve estar suficientemente inclinada para a frente, durante a metade do percurso de junção dos membros superiores e na recuperação, o antebraço e braço deverão estar orientados para a frente de forma a evitar resistências ao deslocamento excessivas.

















## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

Os resultados descritos para o grupo mais ondulado e com pouco arqueamento do tronco são, tal como esperado, idênticos aos resultados para o grupo com ondulação durante a acção dos MI e a 1ª parte da acção dos membros superiores. Mas, este grupo inclui, ainda, os nadadores com pouco arqueamento do tronco. Desde a acção de junção dos MS, até à primeira metade da recuperação dos MS, uma posição mais elevada do tronco, com uma posição do cotovelo mais próximo do tronco (variáveis típicas para os nadadores com arqueamento pronunciado), parecem ser favoráveis.

Os resultados descritos para o grupo sem ondulação nem arqueamento do tronco indiciam a importância de uma posição baixa da cabeça no início da acção dos MI, assim como, de uma posição vertical do pé (com um tornozelo flexível), na 2ª metade do percurso de junção dos MI.

DELIMITAÇÃO DAS FASES (Referências de observação)		DESCRIÇÃO	GRUPO	CONFIRMAÇÃO DOS PRINCÍPIOS PROPULSIVOS	
	<b>Início extensão dos MI</b> (ângulo da cabeça relativamente à superfície da água)		3:  Não ondulado & arqueado		A
	<b>1/2 Percurso junção MI</b> (ângulo tornozelo: ângulo dedo-calcanhar / tornozelo Joelho)				B
	Ângulo do pé relativamente à superfície da água)				C
	<b>Início extensão dos MI</b> (ângulo ponto intermédio do tronco-ombro-cotovelo)		4:  Não ondulado + não arqueado.		A
	<b>Extensão dos MI</b> (Duração da fase)	+ = melhor			B
	<b>Posição mais profunda (+/- 1/2 junção MI)</b> ? (% dist. Pé relativamente ao eixo do tronco)				C

## MODELO BIOMECÂNICO

	<b>MI paralelos</b> (ângulo joelho-anca-ponto intermédio do tronco)	Mais flexão				D
	? Ângulo da cabeça relativamente à superfície da água)					E
	<b>Afastamento máximo dos MS</b> (ângulo joelho-anca-ponto intermédio do tronco)	Mais flexão				F
	<b>½ Junção MS</b> ? (ângulo do antebraço relativamente à superfície da água)					G
	<b>MS 90°</b> (ângulo ponto intermédio do tronco-ombro-cotovelo)					H

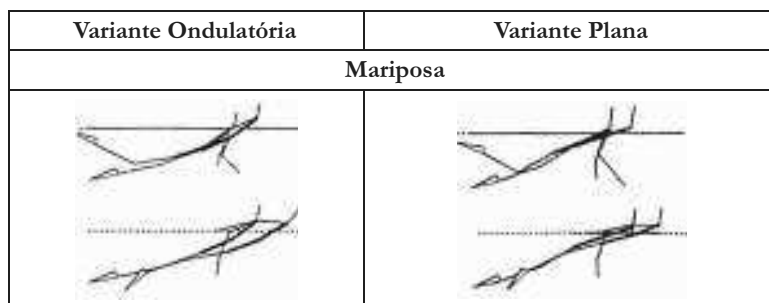
**Figura 29:** Variáveis espaço-temporais relevantes para o desempenho (valor percentual) e confirmação dos princípios propulsivos relacionados com a propulsão no grupo 3 e 4 de análise.

Com base na evolução biomecânica da técnica, sustentada pelos resultados dos estudos aqui enunciados, tendo em consideração as características antropométricas dos nadadores, bem como, no conhecimento profundo dos aspectos técnicos a serem ensinados, definiu-se um modelo (Silva, 2001) de diagnóstico e aconselhamento para a técnica de bruços, apresentado sob a forma de 4 variantes, descritas em função da posição de maior ou menor hiper-extensão lombar e posição mais ou menos arqueada do tronco: 1) variante ondulatória, com rotação; 2) variante ondulatória, sem rotação; 3) variante sem ondulação e com rotação; e 4) variante sem ondulação e sem rotação.

### C.2. Técnica de mariposa

#### Confirmação dos princípios propulsivos relacionados com a propulsão durante a rotação do tronco

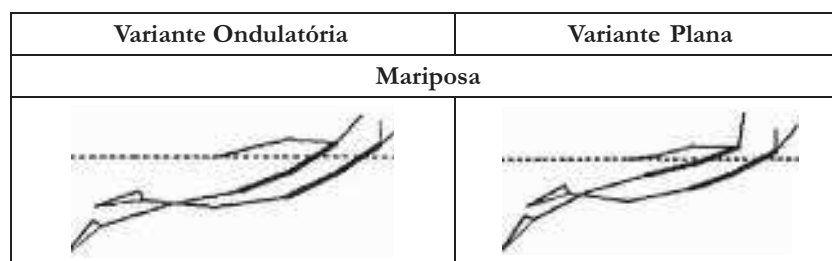
Quando a secção do corpo acima do nível da água roda para cima e para trás, através da hiper-extensão do tronco, a secção do corpo abaixo do nível da água encontra pela frente uma componente horizontal de arrasto (que causa uma massa de água adicional atrás do corpo) e uma componente vertical (que causa a elevação da secção do corpo acima do nível da água). Ao formar-se esta massa de água que permite a elevação do corpo acima do nível da água acumula-se energia que é usada na propulsão durante as fases seguintes.



**Figura 30:** Rotação para cima e para trás da parte superior do tronco acima do nível de água.

Na variante ondulatória, o pico máximo de velocidade horizontal do CMC pode ser evitado devido à última parte da acção dos MS, que causa elevação da secção do corpo acima do nível da água.

Na variante plana, um pico máximo de velocidade horizontal do CMC é obtido devido ao facto do corpo ser mantido quase em extensão (causando a elevação da secção do corpo abaixo do nível da água para trás). Como não é esperada nenhuma rotação do tronco para trás, nesta fase, ela é seguida por um pico de velocidade mínimo.



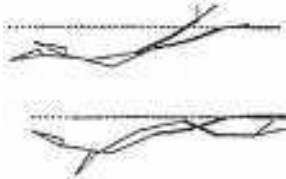
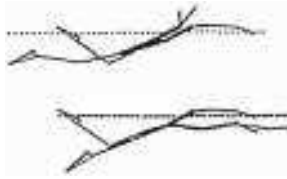
**Figura 31:** Extensão do tronco durante a última fase da acção dos MS.

Na variante ondulatória, como nenhum pico de velocidade do CMC é obtido na última fase da acção subaquática dos MS, é fácil manter a velocidade horizontal durante a primeira parte da recuperação .

Como consequência da inércia da massa de água, que puxa o corpo para trás, o rápido movimento para a frente dos MS abaixo do nível da água causa um outro efeito de inércia na propulsão durante a fase de deslize do corpo.

Durante esta fase, a percentagem média da velocidade do dos MS é aproximadamente o dobro da percentagem média da velocidade horizontal do CMC.



Variante Ondulatória	Variante Plana
Mariposa	
	

**Figura 32:** Segunda parte de recuperação dos MS na técnica de mariposa.

Na variante ondulatória, durante a segunda parte da recuperação dos MI e MS, observa-se uma rotação do tronco para cima e para trás, ocorrendo uma diminuição da velocidade horizontal do CMC que não pode ser evitada. A acção descendente dos MI começa durante a segunda parte da recuperação dos MS. Esta transferência do momento linear limita a diminuição da aceleração do CMC.

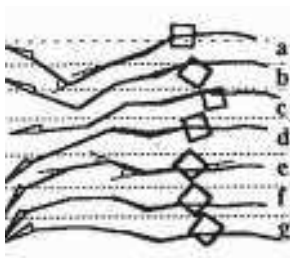
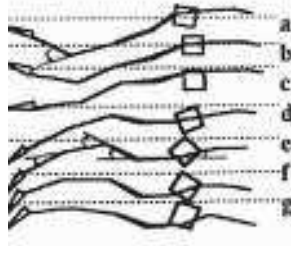
Na variante plana, com ciclo respiratório, dá-se um pico máximo de velocidade horizontal do CMC durante a última parte da acção propulsiva dos MS, ao contrário do que acontece num ciclo de nado sem inspiração, onde se constata um pico mínimo de velocidade horizontal do CMC. A variação da velocidade do CMC no ciclo com inspiração aumenta para 34.7% (*versus* 26.9% no ciclo sem inspiração). No ciclo de nado sem inspiração, existe quase a mesma variação da velocidade do CMC que a verificada no ciclo de nado sem inspiração, na variante ondulatória.

#### **Confirmação dos princípios propulsivos relacionados com a propulsão durante a ondulação na técnica de mariposa<sup>30</sup>**

Na técnica de mariposa, o movimento ondulatório do corpo permite uma suave transição entre a rotação do tronco para a frente e atrás devido à forma abobadada do corpo, da forma em “S” e da posição arqueada adoptada. A acção descendente dos MI é neutralizada pelo movimento descendente de grande parte do tronco, pescoço, MS, que resulta na posição em forma de “S” do corpo.

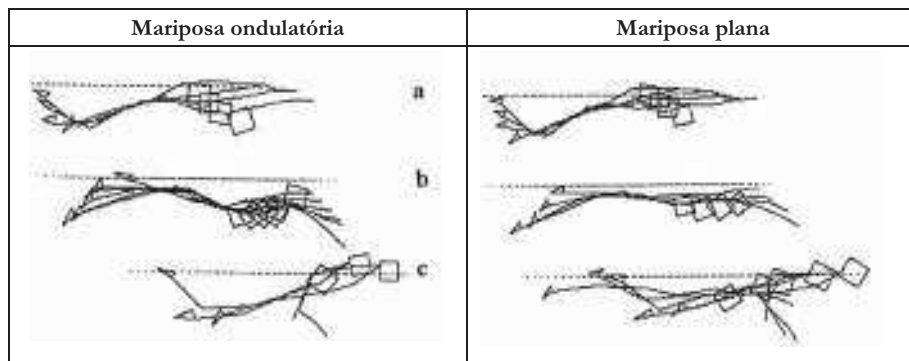
<sup>30</sup> A confirmação dos princípios propulsivos, decorrem da investigação efectuada no âmbito do centro de investigação em actividades aquáticas da Katholieke Universiteit Leuven, Bélgica, especificamente em estudos de referência consultados (Persyn, 1974; Persyn *et al.*, 1975; Van Tilborgh *et al.* 1988; Colman, 1991; Colman & Persyn, 1993; Zhu, 1996; Persyn, *et al.*, 2000; Silva, 2001).

AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

		Variante plana	Variante ondulatória
			
Ângulos das articulações (ângulos Inter-segmentares)	Começo em baixo MI ? Anca ? Joelho	5,2° 68°	- 2,8° 50°
	Posição corporal em forma em "S" ? Ombros ? Ponto médio do tronco ? Anca ? Joelho	- 4,3 (extensão à frente) 27° 62,2° 21,7° 13,5°	10,5° (extensão à frente) 32° 80,9° 33,3° 15,6°
Âng. Absolutos Tronco/Horizontal	Posição baixa	- 6,3°	- 13,8°
Profundidade	Maior Menor ? Ombros ? Anca ? Dedos	8,8% (g) 6,1% (3,7% (e)) 9,8 % (a)) 21,6 % (d)	12,9 % (f) 8,3% (3% (e)) 11,4% (a)) 22,6 % (d)

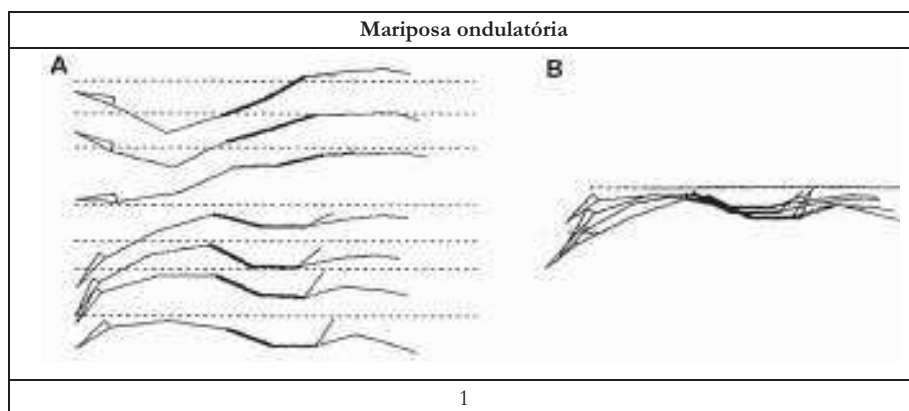
**Figura 33:** Médias das variáveis relevantes para os nadadores por variante (adaptado de Zhu, 1996).

## MODELO BIOMECÂNICO



**Figura 34:** Sobreposição das figuras das acções segmentares (Adaptado de Zhu, 1996).

Durante a acção descendente e ascendente dos MI, a anca e as pernas são elevadas acima do nível da água. Um dos efeitos provocado é que o deslocamento vertical do CMC é minimizado, apesar da rotação do tronco ser para baixo. Outros dos efeitos, de deixar parte do corpo acima do nível de água, em vez de completamente submerso, é a menor perturbação sofrida. Em consequência, todo o corpo se desloca como um tubo de secção longitudinal aproximadamente sinusoidal.



**Figura 35:** Para a variante ondulatória de mariposa: A) figuras médias para a acção descendente e ascendente dos MI; B) Sobreposição das figuras da acção ascendente dos MI; C) Contornos gráficos do corpo que fica acima do nível da água; D) Figuras do pequeno tubo longitudinal, sinusoidal por onde o corpo se desloca (Adaptado de Zhu, 1996).

Quando se comparam alguns dos ângulos medidos para quantificar a ondulação corporal, da variante plana e ondulatória da técnica de mariposa, verifica-se que:

- A curvatura do corpo é mais pronunciada durante a fase em forma de “S” do corpo. Quando a soma dos ângulos complementares no ponto médio do tronco, anca, joelhos é feita, obtém-se os seguintes valores: 62.2° e 80.9°;
- Os joelhos estão com maior hiper-extensão durante a fase ascendente dos MI. Quando são medidos os ângulos complementares obtém-se respectivamente os seguintes valores, 13.5° e 15.6°.

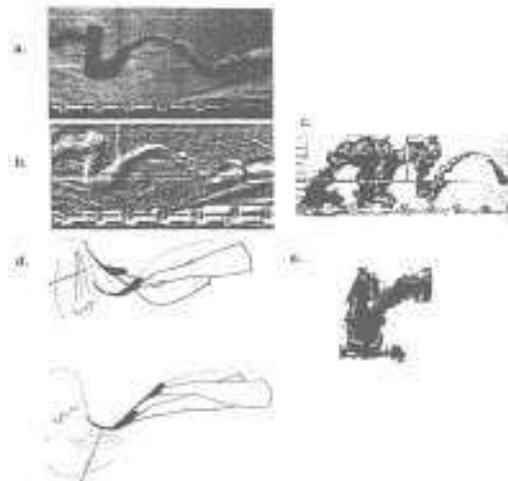
Durante a fase ascendente dos MI, ocorre uma ondulação dos MI, que pode gerar propulsão. Devido à curvatura do corpo (a partir da anca, joelhos e pés), que se movimenta para trás mais rapidamente do que a velocidade de nado para a frente, é, também, movida para trás uma massa de água.

Durante a fase descendente são utilizadas diferentes fases propulsivas nas duas variantes da técnica de mariposa. Na variante ondulatória a acção dos MI é realizada a partir da anca, com uma ligeira flexão do joelho (2.8° anca em hiper-extensão e 50° flexão do joelho), na variante plana realiza-se a partir dos joelhos (5.2° flexão da anca e 68° flexão do joelho). Uma flexão maior dos joelhos pode compensar uma baixa hiper-extensão do tornozelo, que é essencial para obter os ângulos de incidência apropriados na trajectória dos pés.

#### **Confirmação dos princípios propulsivos relacionados com a propulsão durante a ondulação do corpo no deslocamento subaquático**

Quando se observam imagens de vídeo de nadadores (num plano fixo), é visível o movimento das massas de água que rodeiam os segmentos corporais através das bolhas de ar criadas. Depois de gravadas as imagens referentes à acção ondulatória dos MI em deslocamento subaquático, as imagens obtidas podem ser manipuladas no PC, quanto à luminosidade, cor e contraste através do software “Adobe Photoshop” (fig. 36: a,b,c).

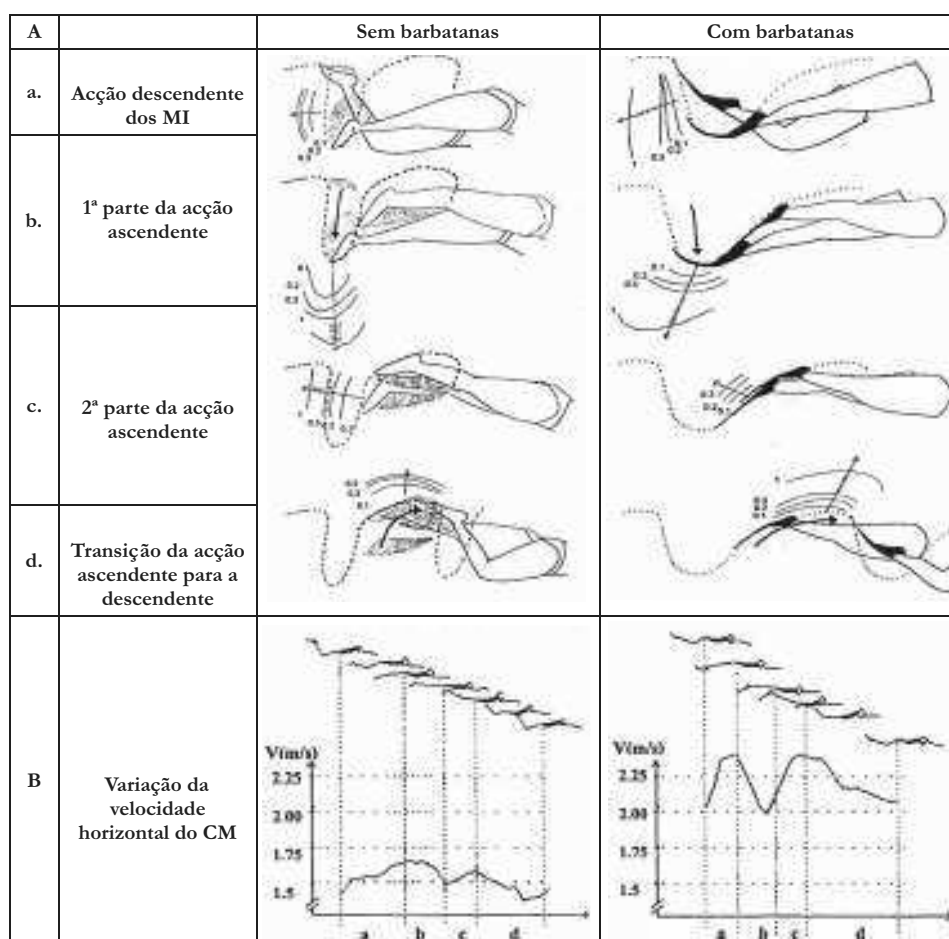
**Figura 36:** Visualização da ondulação em torno das barbatanas: a) fotografias originais da ondulação; b) b e c fotografias modificadas quanto à luminosidade, cores e contraste; d) gráfico da água deslocada pelas barbatanas (linhas) para trás (zonas a cinzento); e) marcas da visualização dos contornos consecutivos do deslocamento das massas de água (colorida, adaptado de Zhu, (1996)<sup>31</sup>



<sup>31</sup> As linhas foram desenhadas com intervalo fixo de (0,1s), e fazem o contorno consecutivo da água colorida deflectida em cada fase.

## MODELO BIOMECÂNICO

Para obter a impressão de volume, direcção e velocidade da água deslocada pelos pés, ou barbatanas, são feitos contornos nas imagens (fig. 36:e). A partir desses contornos, são realizados gráficos para cada fase, mostrando a água que foi movimentada. Em algumas fases é também analisada a massa de água adicional, deslocada para trás (fig. 36:d). Nesses gráficos, as linhas representam a magnitude, e as setas representam a direcção da água deflectida.



**Figura 37:** Resultados da visualização do estudo efectuado em relação à ondulação das pernas debaixo de água com e sem barbatanas.<sup>32</sup>

<sup>32</sup> A - Visualização dos deslocamentos da água que circunda as barbatanas e os pés, em relação a um plano fixo. B - Correspondente variação da velocidade horizontal do CM. Adaptado de Zhu, (1996).

Pela análise dos gráficos, podemos verificar que em ambas as situações (com e sem barbatanas) ocorreu aceleração do CMC do nadador durante a forte e completa acção descendente dos MI e durante a última parte da acção ascendente dos MI (fig. 37). Durante estas fases, alguma água é deflectida para trás, gerando propulsão como reacção (indicada pelas setas nas cores escuras). Nas duas situações, ocorre diminuição da aceleração durante a transição da acção ascendente para a acção descendente (fig. 37). Durante essas fases, é deflectida verticalmente uma pequena massa de água.

Durante a primeira parte da acção ascendente dos MI sem barbatanas, não existe diminuição da aceleração (fig. 37) mas, quando se utilizam barbatanas existe uma diminuição significativa da aceleração (fig. 37). Quando a acção dos MI é realizada sem barbatanas, durante a primeira parte da acção ascendente, os pés movem-se quase exclusivamente na vertical e colocam uma massa de água em rotação, que é deslocada para trás durante a acção dos MI na direcção oposta. Isto permite criar um remoinho, que permanece no lugar e fornece aos pés uma relativa estabilidade para fora (indicada por um círculo).

Durante a metade da acção ascendente, não se deflecte água para trás através da superfície plantar (fig. 37). Mas, durante a última parte da acção ascendente dos MI, a água pode ser deflectida para trás, graças ao aumento da velocidade dos pés que se movem quase verticalmente. Efectivamente, aquando da última parte da acção descendente dos MI, forma-se uma curva debaixo da anca que, em conjunto com a água para aí arrastada, se move gradualmente para trás até aos joelhos e depois até aos pés.

Na acção dos MI com barbatanas, durante a primeira parte, ocorre uma diminuição significativa da aceleração, porque a água se desloca verticalmente para baixo (do topo das barbatanas), enquanto uma massa de água sofre arrasto (atrás das barbatanas).

Durante a fase seguinte da acção ascendente, é gerada propulsão: primeiro através de um vórtice que faz pressão para baixo e que é posta em rotação pelas barbatanas e, segundo, através da reacção da água que é deflectida para trás. Nesta acção, os joelhos devem estar em hiper-extensão. Aparentemente, este tipo de propulsão é gerado com a participação apenas da barbatana terminal.

Pode-se, então, fazer uma estimativa da influência que a massa de água adicional exerce sobre a variação da velocidade do CMC do nadador.

Considerando esta massa de água adicional (as zonas com cores claras), a velocidade horizontal do CMC aumenta mais que o CMC do nadador na maioria das fases:

- Durante as duas fases com aceleração do CMC, nas duas situações (acção descendente dos MI e última parte da acção ascendente), é adicionada uma massa de água. Isto implica que a posição do Centro de Massa do Corpo Global (CMCG) se desloque para trás relativamente ao CMC, resultando numa aceleração menor do CMCG do que do CMC;
- Durante as fases com uma significativa diminuição da aceleração do CMC, na situação do uso das barbatanas (a primeira parte da acção ascendente dos MI), a massa de

água adicional provoca o deslocamento do CMCG para trás relativamente ao CMC do nadador, resultando numa menor diminuição da aceleração do CMCG do que no CMC do nadador;

- Durante a fase com diminuição da aceleração do CMC nas duas situações (a última parte da transição da acção ascendente para a acção descendente dos MI), a massa de água adicional, que se move debaixo das pernas é por assim dizer libertada, deslocando o CMCG para trás relativamente ao CMC.


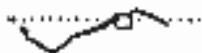




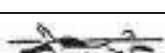





Apesar do descrito, durante a outra fase com diminuição da aceleração do CMC nas duas situações, a massa de água adicional permanece mais ou menos a mesma durante a fase que lhe precede, a última parte da acção ascendente dos MI. Também, aqui, a velocidade do CMCG não influencia.

### 3.2.3. CARACTERIZAÇÃO BIOMECÂNICA DAS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS











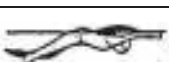
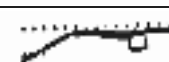
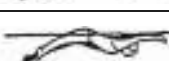
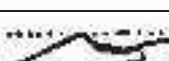
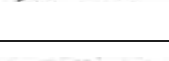
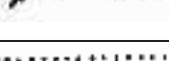


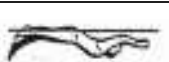
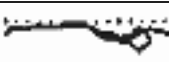
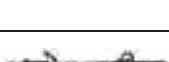
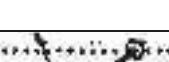

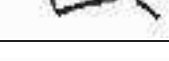
#### A. Descrição das variantes técnicas

##### A1. Técnica de Mariposa

Pela análise dos diferentes estudos efectuados a amplitude da ondulação (definida através da rotação do tronco e da ondulação do corpo), foi definida como a principal variável para distinguir as variantes individuais da técnica de bruços e mariposa. Para obter a soma da ondulação corporal, utilizaram-se na técnica de mariposa os ângulos dos 6 instantes digitalizados.

	FASE	INSTANTE QUE DELIMITA	CONTOURO	FIGURA
Braços	Entrada	1. Mãos (ou dedos) na água.		
		2. 1/2 do tempo de entrada.		
	Afastamento (ALE)	3. Final da horizontalidade de braços.		
		4. Ângulo entre o braço e a água de 45°.		
	Tracção (AA)	5. Ângulo entre o braço e a água de 90°.		
	Saída	6. 1/2 do tempo (aproximadamente 135°).		

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

Pernas	Primeira acção descendente da MI	7. Mãos (ou dedos) saem fora de água.		
		8. ½ da recuperação VI.		
		9. Início da primeira pernada descendente. II		
		10. ½ do tempo.		
	Primeira acção ascendente dos MI	11. Extensão horizontal mais profunda de pernas.		
		12. fim da acção descendente I2 & II.		
		13. 1/3 do tempo III. Forma do corpo em S		
		14. 2/3 do tempo IV 1. Rotação do tronco para baixo máxima.		
	Segunda acção descendente dos MI	15. Nova extensão horizontal das pernas.		
		16. Início da segunda acção descendente.		
		17. Extensão horizontal mais profunda de pernas. VI2 & V. Rotação do tronco em máxima inclinação.		
		18. Fim da Segunda acção descendente.		

**Figura 37:** Contornos e “Stick Figures” dos instantes digitalizados para delimitar cada uma das fases (para um nadador de mariposa de nível internacional, adaptado de Persyn *et al.*, 2000).

Para ser possível calcular a quantidade de ondulação entre indivíduos, utilizando o método simples, foi desenvolvida uma escala de percentis a partir da combinação de ângulos medidos em cada um dos instantes de um ciclo de nado dos diferentes nadadores.

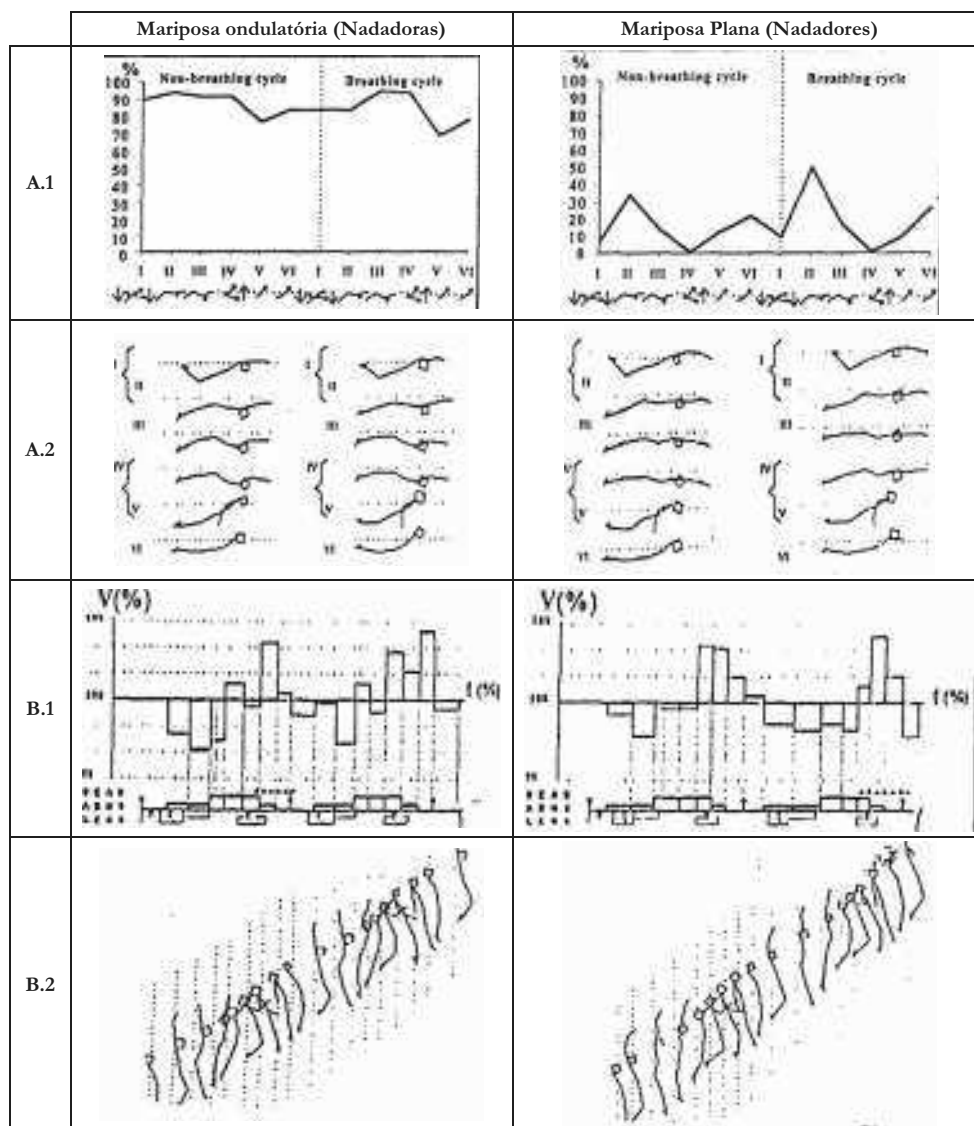
Na técnica mariposa, esta escala foi construída com base em duas condições: ciclo de nado sem inspiração e ciclo de nado com inspiração frontal.

Ao comparar o resultado de um nadador num ciclo de nado sem inspiração e noutro com inspiração, a cinemática do movimento pode ser representada pela variante abaixo descrita.



## MODELO BIOMECÂNICO

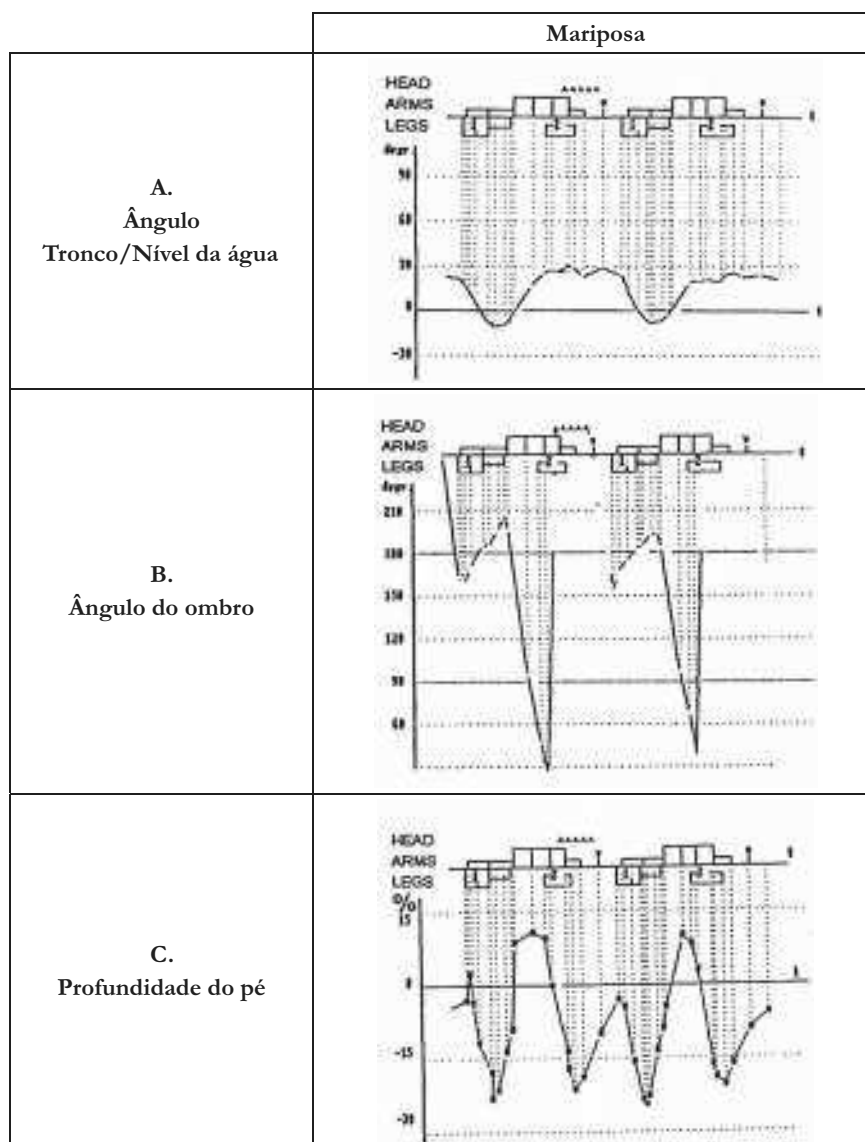
Os valores mínimos de ondulação do corpo indicaram: 1) posições mais horizontais durante a acção dos MI; 2) rotações do tronco limitadas e; 3) ondulações quase inexistentes.



**Figura 37:** Exemplos do cálculo e visualização dos outputs para 2 nadadores, que utilizam o nado ondulatório e plano na técnica de mariposa. A: Curvas da ondulação, representando a variante da técnica e as figuras correspondentes. B: Variação da velocidade horizontal do CMC, e as correspondentes fases e figuras (Adaptado de Zhu, 1996).

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

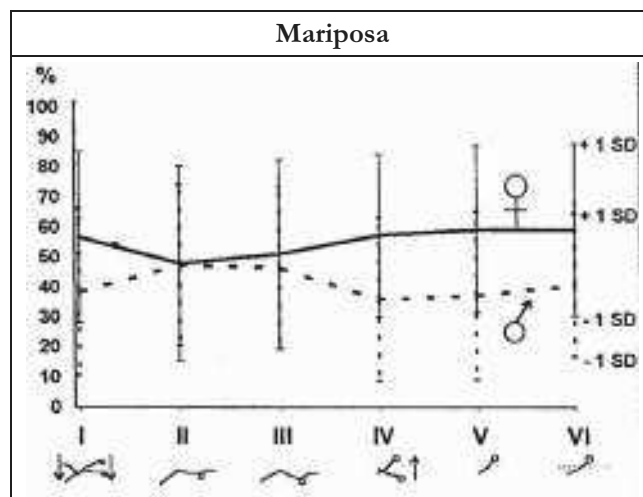
Para uma análise mais detalhada, isto é, de uma fase para a outra, as mudanças nos ângulos utilizados para quantificar as alterações ocorridas na ondulação do corpo, são apresentadas em curvas.



**Figura 40:** Exemplo das curvas das mudanças que ocorrem nas variáveis espaciais durante um ciclo gestual para um nadador de mariposa de nível internacional (adaptado de Zhu, 1996).

## MODELO BIOMECÂNICO


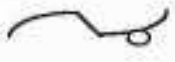
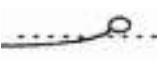
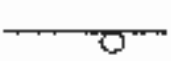


Quando se compara a quantidade média de ondulação de nadadores de nível internacional de ambos os sexos, pode-se constatar que as nadadoras ondulam percentualmente mais que os nadadores.



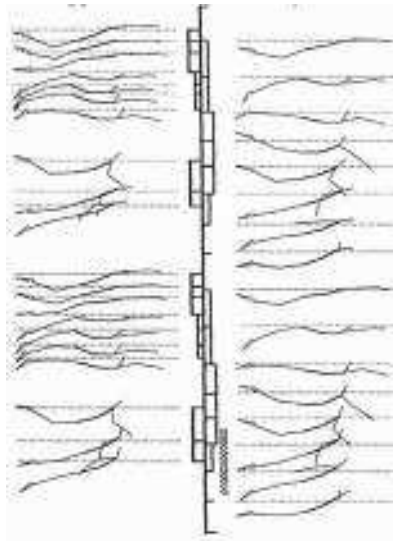
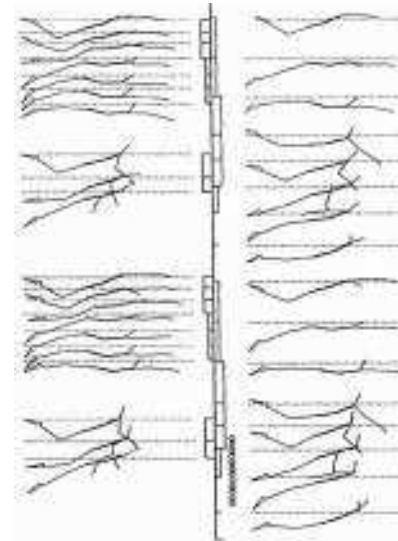
**Figura 41:** Comparação da variação média de ondulação em nadadores (N=29) e nadadoras (N=30), de nível internacional, na técnica de mariposa com ciclo inspiratório. Adaptado de Zhu, (1996).

		VARIÁVEIS DAS VARIANTES DAS TÉCNICAS		MARIPOSA	
	VARIANTE DA TÉCNICA	ROTAÇÃO DO TRONCO	ONDULAÇÃO DO CORPO	NADADORAS	NADADORES
1	Muito ondulatória			9	----
2	Sem ondulação			9	1
3	Ondulação média			10	7
4	Ondulação sem rotação			1	4

# AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

4	Ondulação sem rotação			1	4
5	Plana moderna			4	11
6	Plana clássica			----	----
	Casos Restantes			----	3
	Total			33	26

**Figura 42:** Visão global de grupos de nadadores das várias variantes da técnica de mariposa com inspiração (adaptado de Zhu, 1996).









Variante ondulatória (Nadadoras)		Variante plana (Nadadores)	
Acção Pernas	Acção Braços	Acção de Pernas	Acção Braços
			

**Figura 42:** Valores médios para as figuras (de todos os instantes digitalizados) e diagramas das fases das duas variantes da técnica mariposa, tendo sido estudadas as características de cada um dos movimentos. (A média para as figuras foi calculada a partir da média do comprimento segmentar, desde os ângulos médios entre as articulações e o nível da água, e a partir das distâncias médias entre as articulações e o nível da água.) Adaptado de Zhu, (1996).

## A2. Técnica de Braços

Tal como na técnica de mariposa, e com base nos estudos efectuados, a técnica de braços, da maioria dos 60 nadadores de nível internacional digitalizados, puderam ser agrupados numa das seis variantes apresentadas no quadro 1 (o agrupamento foi feito através da análise dos aglomerados: média de grupo, distância média não ponderada entre todos os pares de objectos de dois aglomerados diferentes, utilizando médias aritméticas (SAS *package* para PC)).

**Quadro 1:** Descrição dos instantes

I		1. Início da extensão dos MI (ALE)	1-2. EXTENSÃO DOS MI
		2. Extensão máxima dos MI (AD)	
		3. Metade do percurso da junção dos MI (ALI)	3-5. 2ª PARTE DA JUNÇÃO DOS MI + 1ª PARTE DO AFASTAMENTO DOS MS
		5. Metade do percurso do afastamento dos MS (ALE)	5-6. 2ª PARTE DO AFASTAMENTO DOS MS
		6. Máximo afastamento dos MS (ALE)	6-7. 1ª PARTE DA JUNÇÃO DOS MS
		7. Metade do percurso da junção dos MS (ALI)	7-8. 2ª PARTE DA JUNÇÃO DOS MS
		8. Finalização da acção da junção dos MS (ALI)	8-9. 1ª PARTE DA RECUPERAÇÃO DOS MS
		9. Metade do percurso de recuperação dos MI (joelho 90°)	9-1. 2ª PARTE DA RECUPERAÇÃO DOS MS

Cada uma destas variantes foi observada nas figuras representativas dos sete instantes que definem a ondulação. Estas figuras foram calculadas a partir da extensão média dos segmentos do tronco e dos ângulos médios entre os segmentos e, entre estes e a superfície da água (importantes referências de observação).

De seguida será efectuada uma pequena descrição das seis variantes em estudo (tendo por base a identificação dos instantes apresentados na figura 44):

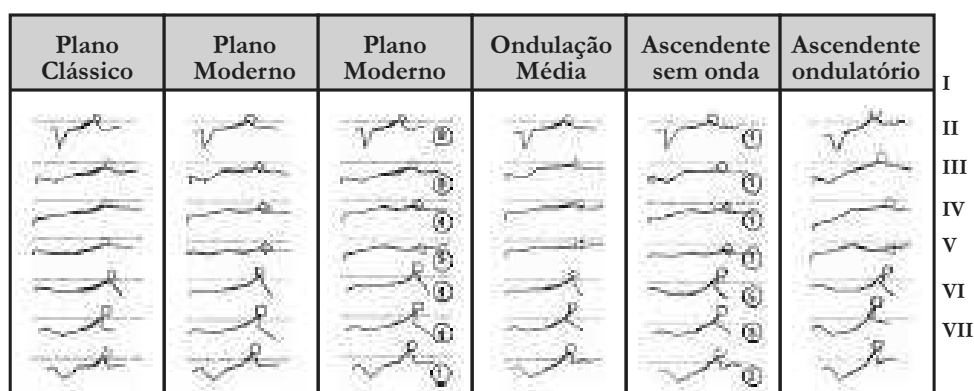
- **Variante 0**, estilo plano clássico: muito popular antes da alteração da regra, mas tem desaparecido dos participantes de provas de nível internacional. Esta variante é representada pelo tronco numa posição ascendente estável durante a totalidade do ciclo de nado, uma junção de braços descendente (o que facilita a respiração cedo) e uma recuperação de braços em profundidade (VII – figura 44);
- **Variante 1**, o estilo mais plano/formal: predominantemente usado pelo sexo masculino;
- **Variante 2 e 4**, consiste numa combinação das outras variantes: a) a variante 2 mostra o corpo em forma de “S” (IV – figura 44), tal como na variante 5, mas sem

rotação do tronco, utilizada inicialmente pelo sexo masculino; b) a variante 4 mostra uma posição elevada do tronco (V – figura 44), tal como na variante 5, mas sem a forma de “S” (IV – figura 44), usada predominantemente pelo sexo feminino;

- **Variante 3**, ondulação média: entre o mais plano e o mais ondulatório, é utilizado igualmente por ambos os sexos;

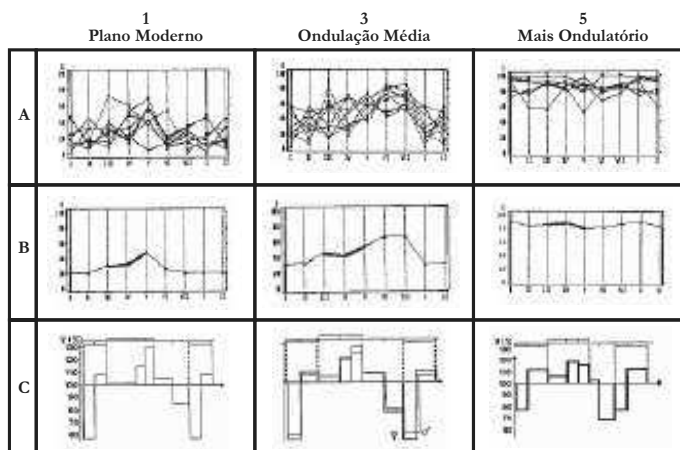
- **Variante 5**, o estilo mais ondulatório: é predominantemente usado pelo sexo feminino;

A **Variante 1, 3 e 5 (principalmente 1 e 5)** foram posteriormente analisadas e comparadas mais extensivamente num estudo piloto, enquanto as variantes 2 e 4 foram também analisadas noutra investigação.



**Figura 44:** Figuras dos sete instantes que definem a ondulação (I-VII) para as variantes do estilo agrupadas para a técnica de bruços. As variantes do estilo 2 e 4 consistem numa combinação das outras variantes (como especificado para cada instante por um número de 0 a 5).

Na figura 45, as curvas individuais e médias de ondulação (perfil do estilo), bem como a percentagem média de variação de velocidade horizontal do CMC foram desenhadas para três variantes extremas (1, 3 e 5).

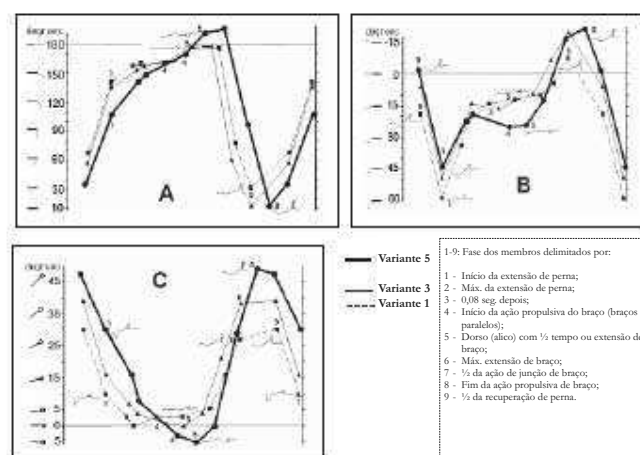


**Figura 45:** (A) individual e (B) perfil médio do estilo e (C) variação da velocidade média do CM do corpo no (1) mais plano, (3) ondulação média e (5) a variante mais ondulatória do estilo.

## MODELO BIOMECÂNICO

Enquanto na variante 3 (ondulação média), a velocidade absoluta de nado entre sexos difere mais de 10%, a mudança de velocidade do CMC de fase para fase apresenta uma tendência semelhante para ambos os sexos (Colman & Persyn, 1993), (figura 45, C, 3). Este foi o argumento utilizado para juntar os dois sexos, quando foi efectuado um agrupamento por variantes.

Na figura 46, são apresentadas diferenças significativas na posição do tronco relativamente à superfície da água, nas três variantes. Este resultado é consequência das muitas diferenças na acção dos MI e MS, representado por uma distinta amplitude do movimento das articulações dos ombros e da anca (figura 46, A e B).



**Figura 46:** Alterações médias na posição do tronco e ângulos das articulações dos ombros e da anca definem a amplitude da ondulação durante o ciclo de nado. Variante 1, 3 e 5: (A) Ombros; (B) Anca; (C) Tronco, relativamente à superfície da água.

Silva (2001), definiu novos critérios para a definição das variantes técnicas. A posição de maior hiper-extensão lombar (flexibilidade do ombro - tronco - anca) e a posição mais arqueada do tronco (hiper-extensão da anca e do tronco) foram os dois critérios utilizados para a integração dos nadadores em quatro grupos.

**Quadro 2:** Divisão da amostra de estudo em quatro grupos.

Grupos			Masc	Fem	Total
G1 - Muito ondulado & arqueado			4	13	17
G2 - Muito ondulado e pouco arqueado			3	13	16
G3 - Pouco ondulado & arqueado			6	7	13
G4 - Pouco ondulado & pouco arqueado			12	4	16

Assim, foi possível constatar como tendência central:

1. A variante mais ondulatória é caracterizada por valores elevados de rotação do tronco e ondulação do corpo;
2. A variante intermédia é composta maioritariamente por nadadores indistintos, que não pertencem a qualquer outra variante de nado, possuindo valores médios relativos aos valores de ondulação;
3. A variante técnica ondulatória é constituída pelos nadadores que possuem valores reduzidos para a rotação do tronco e valores muito elevados para a ondulação do corpo, especificamente, para a posição de abóbada de hiper-extensão lombar e de arqueamento do tronco;
4. As variantes técnicas n.º 4 e 6 apresentam o mesmo perfil relativo aos valores de ondulação: (i) valores médios para a inclinação do tronco durante a fase de extensão dos MI (desde o início até ao final); (ii) valores reduzidos no que se refere ao valor de hiper extensão lombar (posição em “S”) e de inclinação do tronco durante a metade do percurso de recuperação dos MI (joelhos a 90°) (iii) valores elevados para o valor máximo de arqueamento do tronco. A principal diferença, responsável pela pertença a diferentes aglomerados, reside na posição mais abobadada do corpo dos nadadores;
5. Os valores de ondulação mais baixos, assim como os respectivos ângulos, caracterizam o estilo formal (horizontal) contemporâneo. Esta variante é essencialmente constituída por nadadores do sexo masculino. Apesar desta tendência geral, pode-se observar uma tentativa, neste grupo específico, de efectuar um movimento ondulatório mais pronunciado.

Baseados nos valores de ondulação obtidos, assim como nas escalas de percentis, concluiu-se que estes resultados apresentados, não diferem significativamente dos dados apresentados por Colman *et al.* (1992, 1993), e anteriormente aqui descritos.

## **B. Descrição cinemática e dinâmica das técnicas simultâneas**

A partir da curva da força resultante efectiva da mão do nadador, Schleihau *et al.* (1988) definiram três índices, tendo em vista a análise individual da proficiência técnica: (i) índice de diagonalidade (Di, expresso em °); (ii) índice L/Dp (rácio entre a intensidade da força de sustentação e a intensidade da força de arrasto propulsivo) e; (iii) índice de distribuição da força (dF, expresso em %).

Na técnica de mariposa são utilizados movimentos transversais em relação à direcção de nado. Porém, estes não são tão pronunciados como na técnica de bruços.

Em mariposa parece existir um equilíbrio entre os movimentos antero-posteriores e os movimentos latero-mediais dos MS em relação à direcção de nado, como se pode verificar no quadro 3, pelo valor médio de 44° para o Di. Tendo em consideração este valor e o de 0.95 para o índice L/Dp, parece poder admitir-se que o L e o Dp têm uma importância semelhante na criação de força propulsiva em mariposa.



**Quadro 3:** Caracterização cinemática e dinâmica da técnica de mariposa (Schleihauf *et al.*, 1988)

Características da técnica de mariposa	
Índice de diagonalidade (Di) (°)	44 ± 21
Índice L/Dp (L/Dp)	0.95 ± 0.39
Índice de distribuição da força (dF) (%)	0.81 ± 0.06
Profundidade (cm)	59.4 ± 6.8
Largura (cm)	46.7 ± 7.1
Comprimento (cm)	48.0 ± 6.9
Ângulo agudo entre antebraço e braço (°)	82 ± 11

Em mariposa, tal como em crol, os maiores valores de força propulsiva ocorrem no final do trajecto propulsivo dos membros superiores, registando-se uma importância elevada para a acção ascendente.

Relativamente à técnica de braços, tendo em consideração o Di, é possível verificar que esta técnica envolve, predominantemente, movimentos transversais, laterais e verticais, em relação à direcção de nado. Por outro lado, e parecendo estar de acordo com o tipo de movimentos efectuados em braços, o L predomina em relação ao Dp. Ao contrário das técnicas de crol e mariposa, nas quais a maior quantidade de força propulsiva ocorre no final do trajecto subaquático dos membros superiores, na técnica de braços ocorre, aproximadamente, a dois terços da fase subaquática, ou seja, a meio da ALI (Schleihauf *et al.*, 1988).

Vilas-Boas (1993), ao estudar três variantes da técnica de braços (braços formal, braços ondulatório e braços ondulatório com recuperação aérea dos MS), verificou que, independentemente da variante utilizada, o nadador de braços privilegia os deslocamentos dos segmentos propulsivos efectuados segundo direcções oblíquas, mas, predominantemente transversais em relação à direcção de nado, o que confirma os dados do estudo de Schleihauf *et al.* (1988).

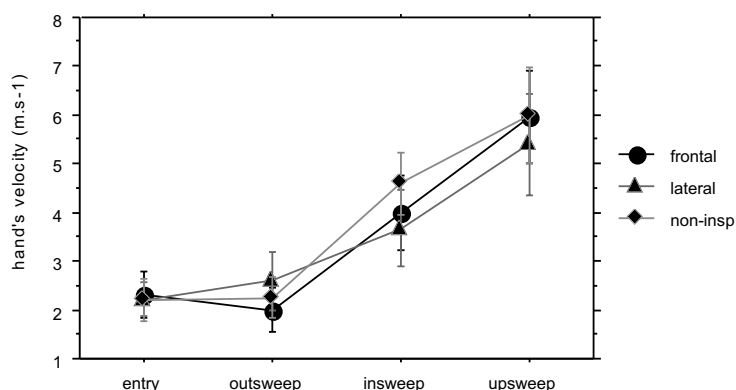
**Quadro 4:** Caracterização cinemática e dinâmica da técnica de braços (Schleihauf *et al.*, 1988)

Características da técnica de braços (Schleihauf <i>et al.</i> , 1988)	
Índice de diagonalidade (Di) (°)	81 ± 9
Índice L/Dp (L/Dp)	1.25 ± 0.21
Índice de distribuição da força (dF) (%)	0.65 ± 0.13
Profundidade (cm)	32.0 ± 7.6
Largura (cm)	77.7 ± 7.9
Comprimento (cm)	20.8 ± 7.4
Ângulo agudo entre antebraço e braço (°)	66 ± 11

Algumas das características das técnicas de mariposa e de bruços são também apresentadas nos quadros 4 e 5. São valores médios reduzidos para uma escala em função do comprimento do membro superior, expressando medidas lineares respeitantes a um indivíduo de 183 cm de altura.

É possível verificar que a acção dos MS na técnica de mariposa é bastante mais profunda e comprida do que a de bruços, enquanto esta apresenta valores mais elevados de amplitude, em termos de largura. Esta situação é facilmente perceptível, visto que a acção dos membros superiores em bruços termina na ALI, reduzindo o comprimento da acção dos MS e, por outro lado, implicando que o nadador faça uma ALE mais pronunciada para permitir aproveitar mais eficientemente o último momento propulsivo dos MS.

Barbosa (2000) e Pereira (2004) verificaram, na técnica de mariposa, que a fase da acção dos MS com maior duração relativa foi a ALE e a fase com menor duração foi a AA. Por outro lado, Pereira (2004) verificou que a velocidade média mais elevada da mão ocorre durante a recuperação dos MS e que a mais baixa ocorre durante a ALE, o que evidencia a função eminentemente preparatória desta acção. Constatou também que o afastamento máximo observado entre as mãos no eixo transversal foi, em média, de 1.05m e o afastamento mínimo foi de 0.24m. Por sua vez, Barbosa *et al.* (2003a), ao efectuarem uma análise tridimensional, compararam a velocidade resultante da mão ao longo do trajecto subaquático e verificaram que o valor médio mais elevado ocorreu durante a AA (figura 47).



**Figura 47:** Variação da velocidade resultante da mão ao longo do trajecto motor subaquático da mariposa (adaptado de Barbosa *et al.*, 2003a).

### C. Factores técnicos determinantes na prestação nas técnicas simultâneas

Vilas-Boas (1993) evidenciou que, na técnica de bruços, a DC se correlacionava negativa e significativamente com o custo energético de nado, pelo que a distância horizontal média por ciclo, a uma dada velocidade, parece constituir também um indicador importante no perfil energético de nado. Este facto foi corroborado por diversos estudos (Costill *et al.*, 1985; Yi-chung Pai 1984; Tourny *et al.*, 1992; Toussaint, 1992). Outros autores verificaram

a mesma tendência descrita por Vilas-Boas (1993), mas com resultados menos consistentes do ponto de vista estatístico para as técnicas simultâneas (Barbosa *et al.*, 2005<sup>a</sup>; 2007).

Por outro lado, tal como descrito anteriormente, Sanders *et al.* (1998) verificaram que os 2 melhores brucistas analisados no estudo tinham um deslocamento do CMC superior e também um movimento ondulatório de sentido céfalo-caudal. Sanders (1996) verificou que os nadadores que utilizavam uma técnica de braços mais ondulatória apresentavam uma menor variação intracíclica da velocidade de deslocamento. Esta situação foi também constatada por Persyn *et al.* (1992), tendo sugerido como causas um deslocamento mais vertical das mãos e dos pés na geração da propulsão e a utilização do movimento ondulatório do corpo. Vilas-Boas (1993) verificou que na técnica de braços formal os movimentos ondulatórios da mão, do pé e da anca são menos perceptíveis, menos regulares e menos pronunciados do que nas variantes naturais e a acentuação céfalo-caudal do movimento ondulatório do corpo é mais reduzida. Constatou, também, que nesta variante a amplitude total dos movimentos e a DC são inferiores relativamente às variantes ondulatórias.

Existem algumas evidências da relação entre a variante da técnica simultânea a adoptar e as características cineantropométricas dos nadadores. Van Tilborgh *et al.* (1988) verificaram que os nadadores que apresentavam valores superiores de força muscular e utilizavam a variante de braços formal eram aqueles que apresentavam um dispêndio energético superior devido à elevada variação da velocidade do CMC. Persyn *et al.* (2000) referem que tanto em braços como em mariposa os nadadores mais flexíveis devem ondular mais para obterem uma velocidade mais uniforme do CMC, enquanto os nadadores que apresentam valores inferiores de flexibilidade devem utilizar a força muscular dos membros superiores nas variantes mais planas, apesar de ocorrerem variações superiores da velocidade do CMC.

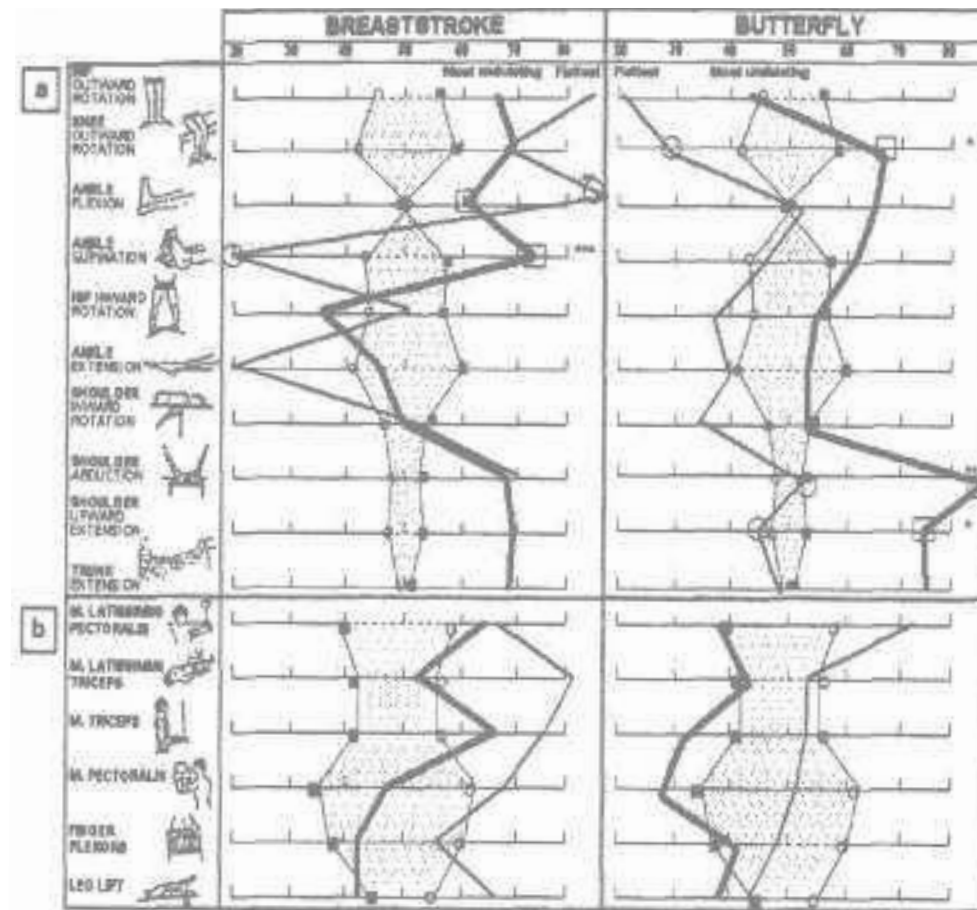
A figura 48 representa os valores médios de flexibilidade (a) e força (b) de nadadores e nadadoras para as duas técnicas analisadas neste estudo. Estes valores são específicos para a população de referência de homens e mulheres, combinado com o perfil obtido através da análise efectuada pelo sistema utilizado no centro de avaliação de Leuven (N=267 mulheres e 307 homens).

O modelo global dos valores médios de força e flexibilidade do grupo de nadadores nas variantes das duas técnicas pode ser visualizado através de linhas específicas. As diferenças nos valores da flexibilidade na técnica de mariposa são evidentes, e certamente, também, na flexibilidade do ombro e tronco. Da variante plana para a variante ondulatória, o sistemático aumento dos valores de flexibilidade em mariposa corresponde também a um aumento da amplitude na ondulação.

Os nadadores de braços são geralmente mais fortes nos MS que os dos nadadores de mariposa (figura 48, b).

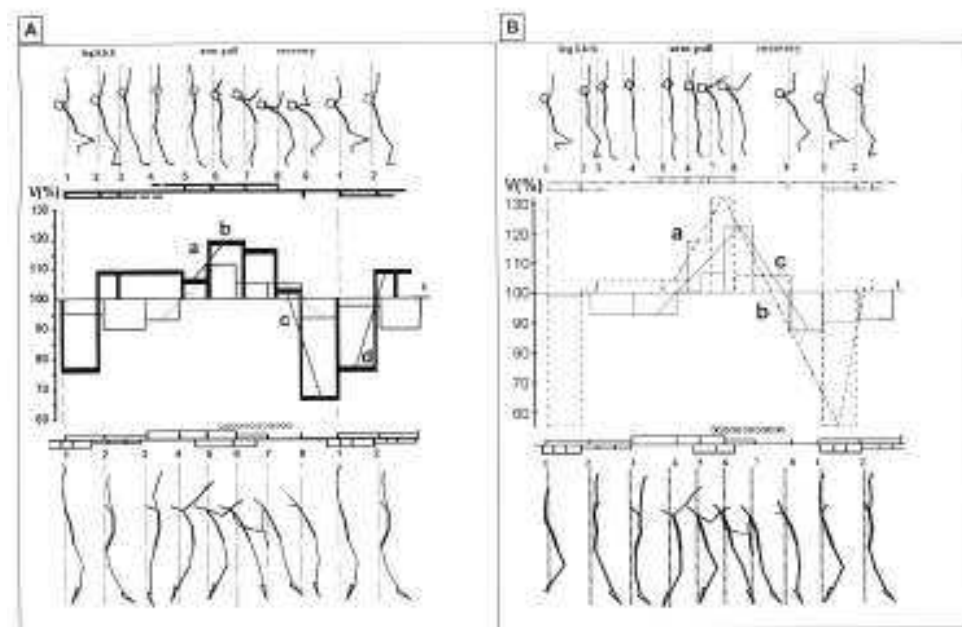
Uma análise completa das características antropométricas só pode ser feita se for combinada com as características de cada variante (a amplitude da ondulação e movimentos mais detalhados das variáveis) e o cálculo da variação de velocidade do CMC. Para ser posto em prática, este método de análise e diagnóstico precisa de ser implementado num sistema como o apresentado na figura 48.

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA



**Figura 48:** Características de flexibilidade e força na variante ondulatória e plana da técnica de bruços e mariposa, tendo em conta características de referencia para a população em estudo (N=574). Adaptado de Persyn, et al., (2000).

Persyn *et al.* (2000), analisando vários nadadores de nível internacional especialistas nas técnicas de mariposa e bruços, constataram que existe uma maior variação da velocidade do CMC em bruços do que em mariposa e que ocorre uma variação bastante superior nas variantes mais planas do que nas variantes mais ondulatórias destas técnicas. Nas duas variantes mais planas, em bruços, a diferença entre o valor intracíclico mais elevado e o valor mais reduzido de velocidade foi de 76.2 % da velocidade de nado (131.4 % *versus* 55.2 %); enquanto, em mariposa, a mesma diferença situou-se nos 34.7 % (122.3 % *versus* 87.6%). Nas duas variantes mais ondulatórias, em bruços a diferença foi de 52.9 % da velocidade (119.2 % *versus* 66.3 %), enquanto em mariposa, a diferença foi de 20.7 % (111.1 % *versus* 90.4 %).



**Figura 49:** Comparação da variação da velocidade horizontal do CM corporal em braços e mariposa. (A) representa as variantes ondulatórias e (B) as variantes planas (adaptado de Persyn *et al.*, 2000).

Faça ao exposto, parece resultar que a minimização da variação intracíclica da velocidade de nado é um factor essencial e que deve estar presente em qualquer programa de melhoramento técnico, podendo o movimento ondulatório do corpo desempenhar um papel importante na consecução deste objectivo. Contudo, devemos ter presente que não existe uma variante técnica de nado ideal independente das características individuais do nadador. A escolha de determinada técnica de nado deve ser baseada nas características específicas de cada indivíduo, nomeadamente, em dadas características cineantropométricas (Persyn *et al.*, 1992). Seifert & Chollet (2005), por exemplo, verificaram que os melhores nadadores a utilizar a variante de braços formal apresentavam, como estratégia para a melhoria da proficiência técnica, a sincronização da recuperação dos membros superiores e dos membros inferiores. Esta situação permitiu também explicar porque razão estes nadadores terminavam mais cedo a inspiração.

Chollet *et al.* (2005) estudaram a sincronização entre os membros superiores e os membros inferiores a mariposa. Com o aumento da velocidade de deslocamento, os mariposistas tendem a reduzir o intervalo de tempo entre as acções propulsivas e o deslize, o que só é alcançado com um elevado grau de coordenação entre fases críticas das acções destes segmentos.

Silva *et al.* (1999), ao procurarem determinar as variáveis que mais influenciavam a variação intracíclica da velocidade horizontal do nadador em mariposa, constataram que os factores mais importantes foram as componentes horizontais, verticais e laterais da velocidade da mão no final do trajecto motor subaquático, isto é, na acção ascendente e na saída e aqueles directamente relacionados com a menor velocidade da mão em todas as componentes durante a acção lateral interior. Esta situação parece ir ao encontro da ideia de que os valores mais elevados de velocidade de nado correspondem a valores de velocidade da mão também mais elevados, o que será de especial importância no final do trajecto motor subaquático.

Na senda destes resultados, Barbosa (2005) procurou identificar as variáveis que melhor predizem a flutuação da velocidade de mariposistas com base na velocidade da mão e dos pés. Neste estudo, o autor constatou que as velocidades que melhor predizem a flutuação da velocidade são a componente horizontal da velocidade da mão na AA, a componente vertical do segundo batimento descendente e a componente lateral da velocidade da mão durante a entrada. Estas variáveis têm uma capacidade preditiva de 93% da flutuação da velocidade horizontal do centro de massa dos mariposistas.

Também na técnica de mariposa, Cappaert (1999), ao comparar nadadores de nível desportivo superior com outros de menor nível (finalistas *versus* não finalistas olímpicos), verificar que os nadadores finalistas apresentavam um ângulo absoluto entre o tronco e a horizontal, no plano sagital, significativamente inferior ao dos nadadores que não se conseguiram apurar para as finais. Este menor ângulo parece ser responsável pelo melhor alinhamento horizontal do corpo, essencialmente na AA. Por outro lado, a autora verificou uma associação entre este aspecto: quanto maior for a extensão do cotovelo, maior duração terá esta acção, gerando-se supostamente mais força propulsiva.

No que diz respeito às diferenças entre os nadadores de 100m e 200m, Cappaert (1999) refere que os primeiros, apesar de colocarem a anca numa posição mais elevada, apresentam um valor do ângulo do tronco inferior em relação aos nadadores de 200m. Relativamente aos nadadores de 100m, verificou que executam movimentos ondulatórios mais lineares e ainda que durante a fase final do trajecto propulsivo e da recuperação, o ângulo do tronco é menor. No final do trajecto propulsivo, estes mesmos nadadores, apresentam um ângulo do cotovelo superior em relação aos de 200m, o que contribui para que os nadadores de 100m consigam alcançar, na fase final do trajecto, um elevado valor na relação entre a força propulsiva e força propulsiva efectiva.

#### **D. PADRÕES INTRACÍCLICOS DE VELOCIDADE NAS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS**

Na técnica de mariposa, a fase mais propulsiva do trajecto subaquático dos MS parece ser a AA, sendo seguida pela ALI (Maglisho, 2003; Barbosa *et al.*, 2003a; Barbosa, 2005). Em bruços, a fase mais propulsiva dos MS ocorre durante a ALI (Schlehauf *et al.*, 1988; Persyn *et al.*, 1992). A maior capacidade propulsiva destas fases parece estar relacionada com dois aspectos: (i) orientação da força resultante que permite uma maior eficiência propulsiva; (ii) maior velocidade de deslocamento da mão nestas fases (Vilas-Boas, 1996a).

Porém, tendo em consideração a característica descontínua das técnicas de braços e mariposa, é fácil compreender que estas registem variações mais acentuadas dos valores da velocidade horizontal ao longo de um ciclo, assim como, também, requerem para uma mesma velocidade horizontal média, valores superiores de dispêndio energético, relativamente às técnicas contínuas (crol e costas).

Em braços, a variação intracíclica da velocidade do CMC parece ser bastante mais acentuada na variante formal do que na variante ondulatória desta técnica (Colman & Persyn, 1993). Devido à maior variação da velocidade do CMC, os nadadores que utilizam uma variante mais formal, geralmente, são menos económicos do que os que utilizam uma variante mais ondulatória. No entanto, segundo Colman *et al.* (2005), Na variante ondulatória, uma suavização dos picos de velocidade é conseguida através dos efeitos inerciais relacionados com as rotações do tronco acima da superfície da água e com a utilização de uma acção mais profunda da acção dos MI.

Takagi *et al.* (2004) compararam a flutuação da velocidade de um grupo de brucistas, eliminados dos 9º Campeonatos do Mundo de Natação, com um outro grupo que passou para as semi-finais. Os autores constataram que o grupo de brucistas eliminados apresentou uma maior flutuação intracíclica da velocidade do que os brucistas que passaram para a semi-final. Mais ainda, argumentaram que o que distinguiu os dois grupos não era a diferença do valor da velocidade intracíclica no seu pico máximo, mas no valor mínimo. Ou seja, não se verificaram diferenças significativas no valor máximo da velocidade atingida em cada ciclo gestual. Os brucistas de menor nível apresentaram valores mínimos mais reduzidos, o que poderá estar relacionado com a sujeição a intensidades da força de arrasto, significativamente, superiores.

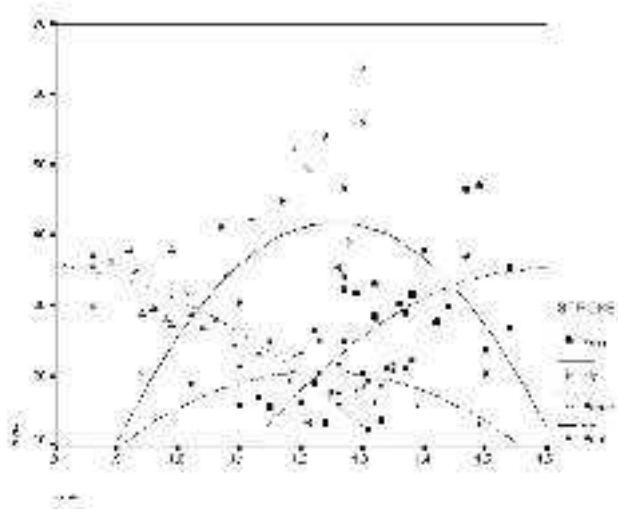
No que concerne à técnica de mariposa, de acordo com Mason *et al.* (1992), Silva (1997) e Maglischo (2003) as acelerações e as desacelerações da mão coincidem com as variações intracíclicas da velocidade, exceptuando-se apenas os seguintes casos: (i) o designado “*catch the wave*” – o qual poderá traduzir o efeito propulsivo resultante do *momentum* gerado com o movimento ondulatório do corpo durante a recuperação dos braços; (ii) durante a ALE. Nesta fase, o aumento intracíclico da velocidade relaciona-se essencialmente com a acção descendente do 1º batimento de pernas, tendo esta acção um efeito muito importante na minimização da perda de velocidade horizontal do nadador, visto que a velocidade da mão diminui desde a entrada até ao início da ALI. A partir deste instante, a velocidade aumenta até à transição para a AA, na qual ocorre uma diminuição devido à mudança da colocação da mão de uma acção para a outra. Na acção ascendente ocorre uma nova aceleração, atingindo-se o pico máximo de velocidade nesta fase, diminuindo novamente durante a recuperação (Schleihau *et al.*, 1988). Esta curva de variação intracíclica da velocidade horizontal do mariposista, de pico duplo, ou bi-fásico, foi mais tarde confirmado por Barbosa *et al.* (2003b). Todavia, neste estudo, a ocorrência da fase de aceleração associada ao “*catch the wave*” não foi visível.

Segundo Silva (1997), ocorre um aumento da velocidade antero-posterior da mão durante a acção ascendente e uma diminuição durante a acção lateral exterior e a acção lateral interior, visto que estas acções são mais diagonais. Este autor, no seguimento do que anteriormente se expôs, constatou também que tantos os valores máximos de velocidade

de deslocamento, como de velocidade da mão, ocorrem durante a acção ascendente. Estes factos foram posteriormente corroborados por outros estudos (p.e., Barbosa et al., 2003a; 2003b; Barbosa, 2005).

Pereira (2004) verificou que os nadadores que apresentavam melhor rendimento desportivo na técnica de mariposa eram aqueles que demonstravam uma  $D_c$  superior e uma velocidade média horizontal da anca mais elevada na AA, quando comparados com os nadadores que tinham um menor rendimento em mariposa.

Togashi & Nomura (1992), em mariposa e Manley & Atha (1992), em bruços, observaram uma relação significativa entre a variação intracíclica das técnicas simultâneas e a velocidade média de nado. Concretamente, verificaram que o aumento da velocidade de nado induzia uma diminuição significativa da flutuação da velocidade. Isto sugere, então, que nadar a velocidades mais reduzidas parece induzir menores níveis de eficiência. Pelo menos a crol, Zamparo *et al.* (2005) observaram um aumento da eficiência total com o aumento da velocidade de nado. Especulando, tudo aponta que o mesmo possa ocorrer nas técnicas simultâneas. Já o estudo de Barbosa et al. (2006a) constatou a mesma relação polinomial significativa entre a velocidade de nado e a flutuação da velocidade a mariposa e a bruços (fig 50).



**Figura 50:** Relação polinomial entre a velocidade de nado e a flutuação da velocidade em natação pura (adaptado de Barbosa *et al.*, 2006a).

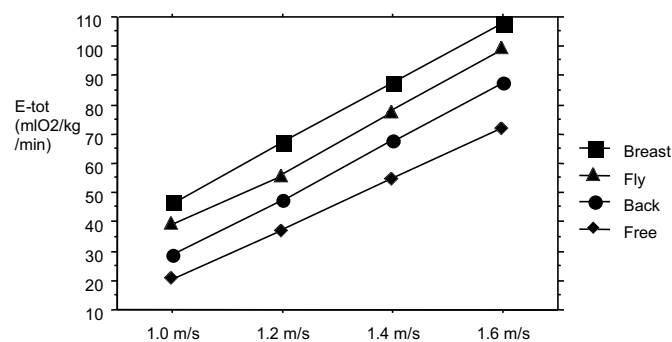
#### E. DETERMINANTES TÉCNICAS DA ECONOMIA DE NADO NAS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS

Holmér (1974a,b,c) analisou as técnicas de competição actuais e verificou que, no que diz respeito ao seu custo energético, estas podiam agrupar-se duas a duas, onde as técnicas contínuas (crol e costas) eram mais económicas que as técnicas descontínuas (bruços e mariposa). Entre as duas menos económicas, a mariposa era a que pressupunha um maior gasto. Estes valores são em geral semelhantes aos obtidos por Troup (1990, 1991) para as



duas técnicas mais económicas, mas diferem nas técnicas menos económicas. Nessa circunstância, o autor observou que o bruços era menos económico que a mariposa. Verificaram ainda, que as técnicas de bruços e mariposa eram, em competição, as que apresentavam uma maior participação anaeróbia. Este facto também é descrito por Capelli et al. (1998).

Barbosa *et al.* (2006b), ao estudarem nadadores de elite portugueses, encontraram resultados próximos de Troup (1990, 1991). Também neste caso, ao estudar o dispêndio energético total (considerando o contributo do sistema aeróbio e do sistema anaeróbio), verificaram que, a todas as velocidades estudadas, a mariposa era mais económica do que a técnica de bruços (figura 51).



**Figura 51:** Comparação da economia de nado entre as quatro técnicas de nado (adaptado de Barbosa *et al.*, 2006b).

Do ponto de vista energético, a técnica de mariposa, devido à descontinuidade já manifesta das acções propulsivas, conduz a um maior consumo energético (Lavoie & Montpetit, 1986). A técnica de crol é a mais económica das técnicas requerendo apenas 71% da energia despendida na técnica de bruços para uma mesma e determinada velocidade (Holmér, 1974a, 1974b). A técnica de costas é provavelmente próxima em termos de dispêndio energético e para velocidades similares à técnica de crol.

Holmér (1974a) concluiu que as técnicas descontínuas, bruços e mariposa, exigem consumos de 1 a 2 l/min de O<sub>2</sub> mais elevados para uma dada velocidade submaximal, quando comparadas com as técnicas assimétricas ou técnicas contínuas. Contudo, o autor não corrigiu os valores de consumo para a massa corporal dos nadadores.

Troup (1990, 1991), numa investigação no *International Center of aquatic Research* (ICAR) submeteu 48 nadadores a um teste de economia de nado, nas suas técnicas de especialidade, a partir do qual foram definidas as exigências energéticas para as provas de 100 e 200 metros em cada uma das técnicas de nado.

Os resultados permitiram concluir que as técnicas de mariposa e bruços demonstraram uma participação energética superior do sistema energético anaeróbio o que, de acordo com o autor, não parece ser surpreendente uma vez que nestas técnicas de nado, para

além de serem simultâneas com uma maior variação intracíclica da velocidade, a contribuição dos membros inferiores para a propulsão é significativamente elevada.

Troup *et al.* (1992) verificaram que o contributo do sistema anaeróbio para o dispêndio energético total de uma prova de 200 m era de aproximadamente 39% a mariposa e de 37% a bruços. Capelli *et al.* (1998) observaram um contributo do sistema anaeróbio láctico e aláctico, respectivamente de 21.7% e 10.4% a bruços e, de 26.6% e 12.3% a mariposa. Ou seja, o contributo dos sistemas ditos anaeróbios não é de negligenciar nas técnicas simultâneas, rondando os 30% do dispêndio energético total, para as provas de 200 m. Para a prova de 200m, os autores verificaram um contributo de 5% do sistema anaeróbio aláctico, 40% do sistema anaeróbio láctico e de 55% para o sistema aeróbio.

Vilas-Boas (1996b) pôde mesmo demonstrar a existência de uma correlação positiva e estatisticamente significativa entre o custo energético e as variações da velocidade por ciclo gestual na técnica de bruços. Barbosa *et al.* (2005b, 2006a), num estudo realizado na técnica de mariposa, concluíram que uma elevada variação intracíclica da velocidade de nado do centro de massa estava relacionada com um maior custo energético e vice-versa a mariposa. Toussaint *et al.* (1983) e Togashi & Nomura (1992) especularam que o custo energético das variações cíclicas de velocidade de deslocamento na prestação desportiva poderá ser um dos principais factores limitativos do desempenho dos nadadores. Aliás, Nigg (1983), Ungerechts (1988) e Colman (1991) sugeriram que a atenuação das variações intracíclicas da velocidade horizontal do nadador deverá ser tida como um dos principais objectivos no sentido da optimização mecânica de nado.

---

## Capítulo 4 - MODELO TÉCNICO

---

### 4. MODELOS TÉCNICOS

#### 4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os modelos técnicos, que derivam dos modelos propulsivos, deverão integrar, tendo em consideração as características morfo-funcionais dos nadadores, os novos aspectos do movimento relacionados com os efeitos inerciais gerados pela rotação do tronco e pela ondulação corporal, tendo como pressuposto fundamental uma maior eficiência técnica. Esta eficiência manifesta-se de acordo com as seguintes características:

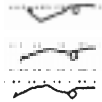



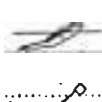

1. Relacionado com a acção dos MS e MI: (i) uma maior amplitude e maior duração dos MS, em contraponto à tradicional braçada rectilínea e horizontal, com menos amplitude; (ii) uma maior amplitude e duração dos MI, devido à acção vertical da pernada similar à verificada para o movimento dos golfinhos, em contraponto à pernada horizontal tradicional; (iii) nas variantes mais ondulatórias, um aproveitamento propulsivo do movimento ascendente dos MI; (iv) maior amplitude e duração da acção dos MS e MI correspondem a menores fases de recuperação e desta forma velocidades mais estáveis do CMC;

2. Relacionado com as rotações do tronco: (i) efeito inercial propulsivo devido à acção das massas de água que se deslocam para a frente na zona lombar do nadador, quando a velocidade de deslocamento do corpo do nadador diminui; (ii) efeito inercial propulsivo resultante da aceleração de segmentos corporais acima do nível da água para a frente; (iii) diminuição da resistência ao deslocamento quando uma determinada secção corporal hidrodinâmica acima do nível da água durante o nado;




3. Relacionado com a ondulação corporal: (i) o efeito inercial propulsivo pela deflexão de massas de água para trás, devido à hiper-extensão dos joelhos e da anca e da extensão do tronco, originando uma trajectória quase vertical das plantas dos pés na AA; (ii) efeito inercial propulsivo pela deflexão de massas de água para cima durante a AA dos MI; (iii) efeito inercial propulsivo pelo aproveitamento do momento angular das massas de água que são deslocadas verticalmente e que se mantêm estacionárias devido à AD dos MI; (iv) efeito inercial propulsivo pela deflexão de massas de água para trás, desde a anca até aos dedos, devido à hiper-extensão dos joelhos e do tronco.

## 4.2. MODELO DA TÉCNICA DE MARIPOSA




Quadro 5: Quadro síntese para a variante ondulatória da técnica de nadar mariposa.

FASE	SUB-FASE	DESCRIÇÃO	COMPONENTES CRÍTICAS			
			POSIÇÃO SEGMENTOS EQ. DINÂMICO	SINCRONIZAÇÃO PERNAS/BRAÇOS	SINCRONIZAÇÃO RESPIRAÇÃO	CONTORNOS
SUBAQUÁTICA BRAÇADA	ENTRADA	Mãos entram na água à frente da cabeça e no prolongamento da linha de ombros. Superfícies palmares orientadas para fora e baixo.	Entrada 1° com dedos com mãos voltadas para fora. Olhar vertical para o fundo da piscina, flexão cervical com queixo ao peito.	Término da AA e início da 1ª AD. Pernas com ligeira flexão.	Expiração progressiva realizada pela boca e nariz.	
	AFASTAMENTO (ALE)	Inicia-se com um deslize das mãos à frente, ao mesmo tempo que se dirigem para baixo, num trajecto curvilíneo até passar a largura dos ombros. Ângulo de orientação das mãos varia entre 135° e 180°. Ângulo de ataque entre 20° e 45°.	Fato de banho abaixo do nível da água. Anca dirige-se para cima e para a frente, de forma a permitir o alinhamento do corpo. Coxas elevam-se o suficiente para emergir. Mãos passam pela linha média do corpo com dedos apontados para o fundo.	Primeira AD. Batimento mais amplo e começa a partir das ancas, com uma ligeira flexão do joelho.	Elevação da cabeça através da extensão cervical. Expiração constante e contínua.	
	PUXADA (AD + ALI)	Inicia-se quando as mãos se aproximam do ponto mais profundo da sua trajectória. Superfícies palmares orientam-se para trás, cima e dentro, descrevendo uma trajectória circular até se juntarem debaixo do tronco do nadador. Ângulo Br/antebraço de 90°, com cotovelo alto. Ângulo de orientação das mãos de 0° e de ataque entre 20° e 80°.	Corpo o mais horizontal possível, devido a elevação dos MI. Velocidade de deslocamento aumenta gradualmente. Posição oblíqua do corpo. Ângulo de incidência do corpo reduzido.	Primeira AA. Extensão ao nível da anca com elevação dos MI provocando a melhoria do alinhamento corporal. Batimento mais amplo. Joelhos mais hiper-estendidos.	Face aproxima-se da água. Expiração vigorosa, expulsando o ar remanescente de forma a expelir a água que se comprime contra a boca.	
	AA	Inicia-se quando as mãos se encontram próximas uma da outra e debaixo do tronco do nadador. Dá-se uma rotação interna dos MS e as mãos passam a deslocar-se para fora, trás e cima, em direcção à superfície. O ângulo de orientação varia entre 180° e 225°, o ângulo de ataque entre 30° e 60°. Em simultâneo ocorre uma extensão gradual dos antebraços sobre os braços, mas sem atingir a extensão completa.	Corpo o mais horizontal possível provocada pela elevação dos MI devido a AD ser menos profunda. Anca abaixo do nível da água, com pernas numa altura média. Velocidade aumenta gradualmente, Cotovelo precede a saída da mão. Esta acção de MI provoca uma quebra do corpo, e consequente elevação do corpo acima do nível da água.	Segunda AD. Batimento menos amplo e começa a partir das ancas, com uma ligeira flexão do joelho promovendo a elevação dos ombros	Face emerge. Inspiração rápida, forte e activa, efectuada pela boca.	
RECUPERAÇÃO DA BRAÇADA	1ª PARTE DA SAÍDA	As superfícies palmares estão orientadas para dentro. Diminuição da pressão sobre a água exercida pelas mãos, através da rotação externa dos MS, orientando as superfícies palmares para as coxas. Cotovelos estendem-se e dirigem-se sobre a água para cima, frente e fora. Água cortada pelo dedo mínimo.	Elevação da parte superior do corpo (arqueamento do corpo), que permite deslize. Emergência dos ombros.	Segunda AA. Batimento menos amplo.	Inspiração rápida forte e activa.	
	RECUPERAÇÃO	As superfícies palmares rodam para fora, de forma a iniciarem novo ciclo. MS realizam ligeira flexão para a entrada na água. MS em flexão moderada com mãos descontraídas. Saída dos ombros da água, permitindo uma recuperação alta de Braços.	Braços em semi-flexão. Flexão cervical com queixo no peito. Rotação do tronco para trás, ocorrendo uma diminuição da velocidade horizontal.	Segunda AA e simultaneamente o início da AD. Batimento menos amplo.	Face imerge através da flexão cervical.	


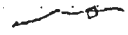

## MODELO TÉCNICO

<b>AÇÃO DE PERNAS</b>	<b>1º AD</b>	Ocorre após os pés terem atingido a superfície da água, com uma ligeira flexão dos MI ao nível da anca e joelhos. 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 com pés em inversão e rotação interna destes. Ângulo formado entre a flexão plantar e o plano vertical de 70° a 85°.	Elevação da bacia fora de água e afundamento do ponto médio do tronco. Extensão lombar e hiper-extensão da coluna ("sela costas; dobra costas"). Corpo move-se como que ao longo de um tubo de secção longitudinal aproximadamente sinusoidal.	Entrada dos MS na água, em simultâneo com o começo da pernada	Expiração lenta	
<b>AÇÃO DE PERNAS</b>	<b>1º AA</b>	Inicia-se após a extensão total dos MI no final da AD. Verifica-se uma extensão ao nível da anca com a elevação dos MI até estes atingirem o alinhamento do corpo. Pés encontram-se numa posição natural permitindo que os joelhos estejam mais próximos entre si e em extensão, devido à pressão exercida durante a AA. Função equilibradora que permite colocar os MI em posição para uma nova AD.	Hiper-extensão da coluna. ("sela costas; dobra costas").	ALI de MS. Recuperação aérea.	Expiração forte	
	<b>2º AD</b>	Ocorre após os pés terem atingido a superfície da água, com uma ligeira flexão dos MI ao nível da anca e joelhos. 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 com pés em inversão e rotação interna destes. Ângulo formado entre a flexão plantar e o plano vertical de 70° a 85°.	Hiper-extensão da coluna. ("sela costas; dobra costas"). Corpo em forma de S. Elevação da bacia e afundamento do ponto médio do tronco.	AA de MS e início da recuperação, saída das mãos. Elevação dos ombros.	Inspiração	

**Quadro 6:** Quadro síntese para a variante plana da técnica de nadar mariposa.





FASE	SUB-FASE	DESCRIÇÃO	COMPONENTES CRÍTICAS			
			POSIÇÃO SEGMENTOS EQ. DINÂMICO	SINCRONIZAÇÃO PERNAS/BRAÇOS	SINCRONIZAÇÃO RESPIRAÇÃO	CONTORNOS
<b>SUBAQUÁTICA BRAÇADA</b>	<b>ENTRADA</b>	Mãos entram na água à frente da cabeça e no prolongamento da linha de ombros. Superfícies palmares orientadas para fora e baixo.	Entrada 1º com dedos com mãos voltadas para fora. Olhar vertical para o fundo da piscina, flexão cervical com queixo ao peito.	Início da 1ª AD. Pernas com ligeira flexão.	Expiração progressiva realizada pela boca e nariz.	
	<b>AFASTAMENTO (ALE)</b>	Inicia-se com um deslize das mãos à frente, ao mesmo tempo que se dirigem para baixo, num trajecto curvilíneo até passar a largura dos ombros. Ângulo de orientação das mãos varia entre 135° e 180°. Ângulo de ataque entre 20° e 45°.	Fato de banho abaixo do nível da água. Anca dirige-se para cima e para a frente, de forma a permitir o alinhamento do corpo. Coxas elevam-se o suficiente para emergir. Mãos passam pela linha média do corpo com dedos apontados para o fundo.	Primeira AD. Pernas com ligeira flexão ao nível da anca e joelhos. Batimento mais amplo.	Elevação da cabeça através da extensão cervical. Expiração constante e contínua.	
	<b>PUXADA (AD + ALI)</b>	Inicia-se quando as mãos se aproximam do ponto mais profundo da sua trajectória. Superfícies palmares orientam-se para trás, cima e dentro, descrevendo uma trajectória circular até se juntarem debaixo do tronco do nadador. Ângulo Br/antebraço de 90°, com cotovelo alto. Ângulo de orientação das mãos de 0° e de ataque entre 20° e 80°.	Corpo o mais horizontal possível, devido a elevação dos MI. Velocidade de deslocamento aumenta gradualmente. Posição oblíqua do corpo. Ângulo de incidência do corpo reduzido.	Primeira AA. Extensão ao nível da anca com elevação dos MI provocando a melhoria do alinhamento corporal. Batimento mais amplo.	Face aproxima-se da água. Expiração vigorosa, expulsando o ar remanescente de forma a expelir a água que se comprime contra a boca.	

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA




	<b>AA</b>	Inicia-se quando as mãos se encontram próximas uma da outra e abaixo do tronco do nadador. Dá-se uma rotação interna dos MS e as mãos passam a deslocar-se para fora, trás e cima, em direcção à superfície. O ângulo de orientação varia entre 180° e 225°, o ângulo de ataque entre 30° e 60°. Em simultâneo ocorre uma extensão gradual dos antebraços sobre os braços, mas sem atingir a extensão completa.	Corpo o mais horizontal possível provocada pela elevação dos MI devido a AD ser menos profunda. Anca abaixo do nível da água, com pernas numa altura média. Velocidade aumenta gradualmente, Cotovelo precede a saída da mão.  Esta acção de MI não provoca uma quebra do corpo, ou seja, o corpo é mantido quase em extensão total.	Segunda AD. Pernas com flexão pouco acentuada ao nível da anca e joelhos promovendo uma elevação de ombros reduzida. Batimento menos amplo.	Face emerge. Inspiração rápida, forte e activa, efectuada pela boca.	
<b>RECUPERAÇÃO DA BRAÇADA</b>	<b>1ª PARTE DA SAÍDA</b>	As superfícies palmares estão orientadas para dentro. Diminuição da pressão sobre a água exercida pelas mãos, através da rotação externa dos MS, orientando as superfícies palmares para as coxas. Cotovelos estendem-se e dirigem-se sobre a água para cima, frente e fora. Água cortada pelo dedo mínimo.	Elevação relativa da parte superior do corpo, permitindo deslize, mas menor que na ondulatoria. Emersão dos ombros.	Segunda AA. Batimento menos amplo.	Inspiração rápida forte e activa.	
	<b>RECUPERAÇÃO</b>	As superfícies palmares rodam para fora, de forma a iniciarem novo ciclo. MS realizam ligeira flexão para a entrada na água. MS em flexão moderada com mãos descontraídas. Saída dos ombros da água, permitindo uma recuperação alta de Braços.	Braços em semi-flexão. Flexão cervical com queixo no peito.	Segunda AA. Batimento menos amplo.	Face imerge através da flexão cervical.	

### 4.3. MODELO DA TÉCNICA DE BRUÇOS





**Quadro 7:** Quadro síntese para a variante ondulatoria com rotação na técnica de bruços.

FASE	SUB-FASE	DESCRIÇÃO	COMPONENTES CRÍTICAS			FIGURA
			Posição Segmentos	Sincronização Pernas/Braços	Sincronização Respiração	
<b>SUBAQUÁTICA DA BRAÇADA</b>	<b>1.ª PARTE AFASTAMENTO DOS BRAÇOS/ALE</b>	Movimento simultâneo dos braços; antebraços e mãos para fora (palma da mão voltada para fora), frente e cima terminando quando as mãos estão paralelas.	Posição de máxima hiper-extensão lombar (em forma de S), com a elevação da anca, afundamento do ponto intermédio do tronco (-5° face ao eixo longitudinal) e elevação do punho.	Pernas em extensão, oblíquas no prolongamento dos ombros.	Expiração lenta e progressiva.	
	<b>2.ª PARTE AFASTAMENTO DOS BRAÇOS/ALE</b>	Termina com os braços em máxima extensão e afastamento, com as palmas das mãos voltadas para fora e máxima rotação interna do antebraço (polegar voltado para baixo).	Cabeça posição natural entre extensão e flexão cervical, com ombros em máxima extensão (-44°, relativamente ao eixo longitudinal do tronco).	Ação vertical ascendente das pernas, graças à hiper-extensão dos joelhos, com aproveitamento propulsivo adicional.	Expiração Máxima e explosiva.	
	<b>1.ª PARTE DA JUNCÃO DOS BRAÇOS/ALI</b>	Movimento circular para baixo e dentro através da progressiva flexão do cotovelo e rotação externa do antebraço, numa posição oblíqua e termina a meio do trajecto de junção dos braços.	Início da rotação da cabeça e tronco para cima e para trás.	Posição natural de extensão dos MI, próximos do nível da água devido a acção vertical ascendente anterior.	Cabeça rompe a superfície da água.	
	<b>2.ª PARTE DA JUNCÃO DOS BRAÇOS/ALI</b>	Ação circular das mãos e antebraços numa posição oblíqua (20°) relativamente ao nível da água, termina quando os punhos estão à largura dos ombros.	Rotação da cabeça e do tronco para cima e para trás acima do nível, com rotação para a frente dos segmentos imersos.  Posição de máximo arqueamento do tronco.	Início da flexão das pernas sobre as coxas.	Início do processo inspiratório.	

## MODELO TÉCNICO

RECUPERAÇÃO DA BRAÇADA	1ª METADE RECUPERAÇÃO	Movimento de recuperação inicial dos MS, desde a posição em que os punhos se encontram à largura dos ombros até que os cotovelos possuam um ângulo de 90° (ângulo antebraço e braço).	Posição de máxima inclinação do tronco (55°), com ângulo de flexão da anca relativamente ao nível da água de 179° (aberto).	Joelhos a 90° (ângulo da perna com a coxa).	Inspiração.	
	2ª METADE RECUPERAÇÃO	Posição mais adiantada do antebraço no final da recuperação das pernas (rotação do tronco para cima e trás).	Manutenção da posição do tronco em hidroplanagem, elevada acima do nível da água a preparar a acção da pernada.	Recuperação das pernas: Inicia-se com a flexão dos joelhos e rotação interna das coxas (joelhos para dentro). Joelhos afastados à largura dos ombros com os calcanhares acima do nível das nádegas.	Inspiração.	
ACÇÃO DE PERNAS	EXTENSÃO DE PERNAS (ALE)	Trajecto dos MI para fora, baixo e para trás, terminando com a máxima extensão de pernas, mantendo uma elevada rotação externa da coxa e a posição de flexão do tornozelo.	Início da flexão do tronco e aceleração anterior dos ombros e cabeça.	Extensão acelerada dos antebraços, acima ou próximos da superfície da água, juntos e no prolongamento dos ombros.	Inspiração.	
	1ª PARTE DA JUNCTÃO DE PERNAS (AD)	Da máxima extensão de pernas até que as pernas estejam paralelas uma à outra.	Posição de máxima abóbada do corpo.	Braços em movimento de extensão completa com rotação interna dos MS a prepararem a acção de afastamento.	Imersão da cabeça.	
	2ª PARTE DA JUNCTÃO DE PERNAS (ALI)	Movimento das pernas, com elevada rotação interna, desde a posição em que as pernas estão paralelas uma à outra até à máxima junção com elevada flexão do tornozelo (115°).	Extensão da parte mais anterior do corpo, flexão cervical pronunciada e afundamento máximo dos punhos.	Início da imersão dos punhos.	Início da expiração.	





**Quadro 8:** Quadro síntese para a variante ondulatória sem rotação na técnica de bruços.

FASE	SUB-FASE	DESCRIÇÃO	COMPONENTES CRÍTICAS			FIGURA
			Posição Segmentos	Sincronização Pernas/Braços	Sincronização Respiração	
SUBAQUÁTICA DA BRAÇADA	1.ª PARTE AFASTAMENTO DOS BRAÇOS/ALE	Movimento simultâneo dos braços; antebraços e mãos para fora (palma da mão voltada para fora), frente e cima terminando quando as mãos estão paralelas.	Posição de máxima hiper-extensão lombar (em forma de S), com a elevação da anca, afundamento do ponto intermédio do tronco (-5° face ao eixo longitudinal) e elevação dos punhos.	Pernas em extensão, oblíquas e no prolongamento dos ombros.	Expiração lenta e progressiva.	
	2.ª PARTE AFASTAMENTO DOS BRAÇOS/ALE	Termina com os braços em máxima extensão e afastamento, com as palmas das mãos voltadas para fora e máxima rotação interna do antebraço (polegar voltado para baixo).	Cabeça posição natural entre extensão e flexão cervical, com ombros em máxima extensão (-44°, relativamente ao eixo longitudinal do tronco).	Ação vertical ascendente das pernas, graças à hiper-extensão dos joelhos, com aproveitamento propulsivo adicional.	Expiração Máxima e explosiva.	
	1.ª PARTE DA JUNCTÃO DOS BRAÇOS/ALI	Movimento circular para baixo e dentro através da progressiva flexão do cotovelo e rotação externa do antebraço, numa posição oblíqua e termina a meio do trajecto de junção dos braços.	Ligeira elevação do tronco, com extensão cervical.	Posição natural de extensão dos MI.	Cabeça rompe a superfície da água.	
	2.ª PARTE DA JUNCTÃO DOS BRAÇOS/ALI	Ação circular das mãos e antebraços numa posição oblíqua (21°) relativamente ao nível da água, com o braço e antebraço orientados para a frente e para baixo.	Elevação da cabeça para cima do nível da água, com os segmentos imersos próximos da superfície da água.	Posição natural de extensão dos MI.	Início do processo inspiratório.	

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA




RECUPERAÇÃO DA BRAÇADA	1ª METADE RECUPERAÇÃO	Movimento de recuperação inicial dos MS, desde a posição em que os punhos se encontram à largura dos ombros até que os cotovelo possuam um ângulo de 90° (ângulo antebraço e braço), com flexão máxima do ombro (18°).	Pernas profundas relativamente ao tronco e flexão da anca de modo a permitir a elevação da cabeça.	Início da flexão das pernas sobre as coxas.	Inspiração.	
	2ª METADE RECUPERAÇÃO	Braço e antebraço orientados para a frente.	Cabeça e ombros em posição elevada acima do nível da água a prepararem a ação da pernada.	Recuperação das pernas: Inicia-se com a flexão dos joelhos e rotação interna das coxas (joelhos para dentro). Joelhos afastados à largura dos ombros com os calcanhares acima do nível das nádegas.	Inspiração.	
ACÇÃO DE PERNAS	EXTENSÃO DE PERNAS (ALE)	Trajecto dos MI para fora, baixo e para trás, terminando com a máxima extensão de pernas, mantendo uma elevada rotação externa da coxa e a posição de flexão do tornozelo.	Início da flexão da cabeça e aceleração anterior desta e dos ombros.	Braços orientados na horizontal.	Inspiração.	
	1ª PARTE DA JUNCÃO DE PERNAS (AD)	Da máxima extensão de pernas até que as pernas estejam paralelas uma à outra.	Posição de máxima abóbada do corpo.	Braços em movimento de extensão com rotação interna dos MS a prepararem a ação de afastamento.	Imersão da cabeça.	
	2ª PARTE DA JUNCÃO DE PERNAS (ALI)	Movimento das pernas, com elevada rotação interna, desde a posição em que as pernas estão paralelas uma à outra até à máxima junção com elevada flexão do tornozelo (125°).	Extensão da parte mais anterior do corpo, flexão cervical pronunciada e afundamento máximo dos punhos. Cabeça suficientemente inclinada para a frente.	Início da imersão dos punhos.	Início da expiração.	

**Quadro 9:** Quadro síntese para a variante sem ondulação e com rotação na técnica de bruços.





FASE	SUB-FASE	DESCRIÇÃO	COMPONENTES CRÍTICAS			FIGURA
			Posição Segmentos	Sincronização Pernas/Braços	Sincronização Respiração	
SUBAQUÁTICA DA BRAÇADA	1ª PARTE AFASTAMENTO DOS BRAÇOS/ALE	Movimento simultâneo dos braços; antebraços e mãos para fora (palma da mão voltada para fora), frente e cima terminando quando as mãos estão paralelas.	Segmentos corporais alinhados próximos da superfície da água, com ligeira elevação da bacia.	Pernas em extensão no prolongamento dos ombros.	Expiração lenta e progressiva.	
	2ª PARTE AFASTAMENTO DOS BRAÇOS/ALE	Termina com os braços em máxima extensão e afastamento, com as palmas das mãos voltadas para fora e máxima rotação interna do antebraço (polegar voltado para baixo).	Segmentos corporais alinhados próximos da superfície da água, com ligeira elevação da bacia.	Ação vertical ascendente das pernas.	Expiração Máxima e explosiva.	
	1ª PARTE DA JUNCÃO DOS BRAÇOS/ALI	Movimento circular para baixo e dentro através da progressiva flexão do cotovelo e rotação externa do antebraço, numa posição oblíqua e termina a meio do trajecto de junção dos braços.	Início da rotação da cabeça e tronco para cima e para trás. Tronco na posição mais elevada, com cotovelo numa posição próxima do mesmo.	Posição natural de extensão dos MI, próximos do nível da água devido a acção vertical ascendente anterior.	Cabeça rompe a superfície da água.	
	2ª PARTE DA JUNCÃO DOS BRAÇOS/ALI	Movimento dos braços amplos e explosivo, para provocar, com a correcta colocação dos braços, a rotação do tronco para cima e para trás. O movimento termina quando as mãos atingem a linha dos ombros.	Rotação da cabeça e do tronco para cima e para trás acima do nível, com rotação para a frente dos segmentos imersos. Posição de máximo arqueamento do tronco (sellar costas).	Ligeira acção ascendente das pernas em direcção ao nível da água.	Início do processo inspiratório.	








## MODELO TÉCNICO

RECUPERAÇÃO DA BRAÇADA	1ª METADE RECUPERAÇÃO	Movimento de recuperação inicial dos MS, desde a posição em que os punhos se encontram à largura dos ombros até que os cotovelos possuam um ângulo de 90° (ângulo antebraço e braço).	Posição de máxima inclinação do tronco (55°), com ângulo de flexão da anca relativamente ao nível da água, e com cotovelo mais próximo do tronco.	Início da flexão das pernas sobre as coxas.	Inspiração.	
	2ª METADE RECUPERAÇÃO	Posição mais adiantada do antebraço no final da recuperação das pernas (rotação do tronco para cima e trás).	Manutenção da posição do tronco, elevada acima do nível da água a preparar a ação da pernada.	Recuperação das pernas: Inicia-se com a flexão dos joelhos e rotação interna das coxas (joelhos para dentro). Joelhos afastados à largura dos ombros com os calcaneares acima do nível das nádegas.	Inspiração.	
ACÇÃO DE PERNAS	EXTENSÃO DE PERNAS (ALE)	Trajecto dos MI para fora, baixo e para trás, terminando com a máxima extensão de pernas, mantendo uma elevada rotação externa da coxa e a posição de flexão do tornozelo.	Ângulo da cabeça relativamente à superfície da água de 27°.	Extensão acelerada dos antebraços e mãos, próximos da superfície da água, juntos e no prolongamento dos ombros.	Inspiração.	
	1ª PARTE DA JUNCÃO DE PERNAS (AD)	Da máxima extensão de pernas até que as pernas estejam paralelas uma à outra, com ângulo do tornozelo: ângulo dedo-calcanear de 105°.	Segmento tronco-braços alinhados ao nível da água, e cabeça em posição natural.	Braços em movimento de extensão completa com rotação interna dos MS a prepararem a acção de afastamento.	Imersão da cabeça.	
	2ª PARTE DA JUNCÃO DE PERNAS (ALI)	Movimento das pernas, com elevada rotação interna, desde a posição em que as pernas estão paralelas uma à outra até à máxima junção com elevada flexão do tornozelo (98°).	Extensão da parte mais anterior do corpo, flexão cervical pronunciada e afundamento máximo dos punhos.	Início da imersão dos punhos.	Início da expiração.	

**Quadro 10:** Quadro síntese para a variante sem ondulação e sem rotação na técnica de bruços.

FASE	SUB-FASE	DESCRIÇÃO	COMPONENTES CRÍTICAS			FIGURA
			Posição Segmentos	Sincronização Pernas/Braços	Sincronização Respiração	
SUBAQUÁTICA DA BRAÇADA	1.ª PARTE AFASTAMENTO DOS BRAÇOS/ALE	Movimento simultâneo dos braços; antebraços e mãos para fora (palma da mão voltada para fora), frente e cima terminando quando as mãos estão paralelas.	Cabeça submersa, em posição natural entre extensão e flexão. Ângulo da cabeça relativamente à superfície da água de 34°.	Pernas em extensão no prolongamento dos ombros.	Expiração explosiva, durante o movimento de afastamento.	
	2.ª PARTE AFASTAMENTO DOS BRAÇOS/ALE	Termina com os braços em máxima extensão e afastamento, com as palmas das mãos voltadas para fora e máxima rotação interna do antebraço (polegar voltado para baixo).	Cabeça submersa, em posição natural entre extensão e flexão.	Pernas em extensão, no prolongamento do tronco.	Expiração explosiva, durante o movimento de afastamento.	
	1.ª PARTE DA JUNCÃO DOS BRAÇOS/ALI	Movimento circular para baixo e dentro através da progressiva flexão do cotovelo e rotação externa do antebraço, numa posição oblíqua e termina a meio do trajecto de junção dos braços. Ângulo do antebraço relativamente à superfície da água de -46°.	Elevação da cabeça e dos ombros acima do nível da água.	Pernas em extensão, no prolongamento do tronco.	Imersão da cabeça e início da inspiração.	
	2.ª PARTE DA JUNCÃO DOS BRAÇOS/ALI	Ação circular das mãos e antebraços, com o braço e antebraço orientados para a frente e para baixo.	Elevação da cabeça para cima do nível da água, com os segmentos imersos próximos da superfície da água.	Posição natural de extensão dos MI.	Início do processo inspiratório.	

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

<b>RECUPERAÇÃO DA BRAÇADA</b>	<b>1ª METADE RECUPERAÇÃO</b>	Movimento de recuperação inicial dos MS, desde a posição em que os punhos se encontram à largura dos ombros até que os cotovelos possuam um ângulo de 90° com braços, com flexão máxima do ombro.	Pernas profundas relativamente ao tronco e flexão da anca de modo a permitir a elevação da cabeça.	Início da flexão das pernas sobre as coxas.	Inspiração.	
	<b>2ª METADE RECUPERAÇÃO</b>	Desde o ângulo de 90° entre braço e antebraço, até à extensão completa dos braços à frente.	Posição baixa da cabeça.	Início da recuperação de pernas com flexão dos joelhos.	Inspiração.	
<b>ACÇÃO DE PERNAS</b>	<b>EXTENSÃO DE PERNAS (ALE)</b>	Trajecto dos MI para fora, baixo e para trás, terminando com a máxima extensão de pernas, mantendo uma elevada rotação externa da coxa e a posição de flexão do tornozelo. Ângulo ponto intermédio do tronco-ombro-cotovelo de 130°.	Início da flexão da cabeça e aceleração anterior desta e dos ombros.	Braços orientados na horizontal.	Inspiração.	
	<b>1ª PARTE DA JUNCTÃO DE PERNAS (AD)</b>	Da máxima extensão de pernas até que as pernas estejam paralelas uma à outra.	Posição do tronco horizontal, alinhados com os ombros.	Braços em movimento de extensão com rotação interna dos MS a prepararem a acção de afastamento.	Imersão da cabeça.	
	<b>2.ª PARTE DA JUNCTÃO DE PERNAS (ALI)</b>	Movimento das pernas, com elevada rotação interna, desde a posição em que as pernas estão paralelas uma à outra até à máxima junção com elevada flexão do tornozelo.	Extensão da parte mais anterior do corpo, flexão cervical pronunciada e afundamento máximo dos punhos. Cabeça suficientemente inclinada para a frente. A % da distância do pé relativamente ao eixo do tronco de -7.	Início da imersão dos punhos.	Início da expiração.	

## Capítulo 5 - MODELO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

### 5.MODELO DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA A AQUISIÇÃO DAS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS

A excelência na prestação motora só é atingida com muitas horas de prática. Muito embora se conheça a importância da prática na prestação, sabemos que a quantidade de prática por si só não é condição *sine qua non* para a obtenção de êxito. A qualidade da prática é um factor importante, apesar do pouco conhecimento sobre como é que a aquisição das habilidades pode ser facilitada através do processo de instrução. Neste sentido, o professor/treinador desempenha um papel fundamental em todo o processo, não só na definição das experiências relativas ao contexto de prática, mas também a todo o processo de instrução relativo à forma como o aluno aprende as habilidades.

Nesse sentido, torna-se fundamental o conhecimento profundo das alterações que o aluno passa ao longo de todo o processo de desenvolvimento. Assim, o treinador/professor poderá compreender e discriminar de forma expedita as alterações no comportamento resultantes do processo de crescimento, de maturação e de aprendizagem, permitindo criar situações o mais adequadas possíveis às suas necessidades.

Neste capítulo iremos apenas tomar em consideração alguns dos factores relacionados com a aprendizagem, especificamente: i) o conceito de aprendizagem, tendo em conta o modelo conceptual da prestação humana; ii) os princípios de controlo motor e de precisão e as diferentes perspectivas teóricas; iii) a tipologia das habilidades a aprender; iv) as diferentes fases por que passa a criança e o jovem quando está submetido a um processo de aprendizagem.

O conceito de aprendizagem motora tem sido definido de diferentes formas, no entanto, poderemos identificar quatro características distintas incluídas no seu conceito (Schmidt, 2001). A primeira característica define aprendizagem motora como um processo de aquisição capaz de produzir acções específicas. A segunda característica implica que a alteração do comportamento seja motivada pela prática e ou experiência. A terceira característica, implica que a aprendizagem não pode ser observada directamente, dado que os processos mais importantes que produzem alterações no comportamento ocorrem a um nível interno e não estão usualmente disponíveis para uma observação directa<sup>33</sup>. A

<sup>33</sup> Pelo que, tendo como pressuposto de que os processos de aprendizagem estão na base das mudanças comportamentais ocorridas poderemos induzir a partir da alteração de um determinado comportamento que é observável, uma alteração do processo.

quarta característica refere que as mudanças terão que ser permanentes, isto é serem capazes de resistir e de permanecer com o passar do tempo.

Os conceitos de aprendizagem e prestação motora são difíceis de distinguir. Neste contexto, a prestação motora é uma execução observável, sofrendo alterações devido à influência de vários factores, tais como: fadiga, ansiedade, motivação, condição física, crescimento e maturação, condições de prática, drogas etc. A aprendizagem motora é “um processo de transformação interno, não observável, resultante da prática, cujo nível reflecte a aptidão do indivíduo para produzir um movimento em qualquer momento” (Schmidt 2001). Podemos então inferir que a aprendizagem motora está associada à expressão “aprender a habilidade” ao passo que a prestação motora a “executar a habilidade”.

Apesar da existência de vários modelos relativos à aprendizagem das habilidades motoras e desportivas são fundamentais considerações para a estrutura do modelo de ensino a implementar:

- Há que considerar o desportista como um actor e construtor da sua própria capacidade de movimento. A consideração deste facto supõe a aceitação de algum tipo de actividade cognitiva para a elaboração das suas respostas motoras;
- A noção de regras gerais parece também ter algum sentido. Os desportistas constroem programas de acção gerais susceptíveis de adaptar-se de uma forma rápida e precisa às diferentes situações. Estes programas motores estão relacionados com as necessárias estruturas de coordenação para a execução das diferentes acções técnicas;
- A aprendizagem motora significativa supõe que o aluno participe na construção das suas acções, partindo de conhecimentos e habilidades já adquiridas, assim como de estratégias e padrões básicos do movimento. Esta concepção pressupõe que se aprendam habilidades motoras quando se aprende a obter as informações relevantes, quando se domina uma série de regras de acção aplicáveis a um conjunto amplo de problemas motores e quando se aprende a dirigir a própria aprendizagem.

### **Fases de Aprendizagem**

A sequência global que encerra o processo de aquisição técnica manifesta características que permitem estabelecer grandes etapas, fases ou estádios. Neste âmbito, vários foram os autores (Fitts & Posner, 1968; Adams, 1971; Meinel & Schnabel, 1987; Paillard, 1959) que tentaram ordenar o processo de aquisição em grandes fases com identidade e características próprias, que poderão ser resumidos em três conceitos: (i) estádio inicial (aquisição); (ii) estádio intermédio (aperfeiçoamento); (iii) estádio final (consolidação).

Os diferentes autores consideram que o aprendiz no seu processo passa por três fases, uma inicial com maior intervenção das estruturas cognitivas, passando por uma intermédia com uma diminuição cada vez maior do empenhamento cognitivo e uma última, mais motora com uma maior automatização da prestação motora.

Muito embora as designações atribuídas a cada uma das fases possa ser diferente, denota-se que elas são consentâneas nas características que o aprendiz evidencia como podemos observar no quadro 11 e no papel do treinador ao longo do processo de aprendizagem.

**Quadro 11:** Representação teórica das fases de aprendizagem motora (adaptado de Schmidt & Wirsberg, 2001).

Autores	Fase inicial de aprendizagem	Fase final de aprendizagem	
Fitts e Posner (1967)	Cognitiva (ensaio e erro)	Associativa (acertando)	Autónoma (livre e fácil)
Adams (1971)	Verbal motora (+ palavras)		
Newell (1991)	Coordenação (aquisição do padrão)		Motora (+ acção)
			Fixação/diversificação (habilidade abertos/fechados)

Numa fase inicial o aprendiz, fundamentalmente através dos processos cognitivos (Fitts & Posner, 1967) e de uma forma preponderantemente verbal (Adams, 1971) tenta formar uma ideia mental do movimento a executar, para adquirir o padrão básico de coordenação (Newell, 1991).

A maior intervenção do empenhamento cognitivo existe pelo facto do aprendiz tentar compreender a natureza da tarefa, qual o objectivo e as acções motoras a realizar. Para tal tenta agrupar as experiências já vivenciadas e com base nos sinais mais importantes provenientes do envolvimento, tentando formar um esquema de resposta ajustado à situação.

A prestação motora nesta fase inicial, tal como se pode observar no quadro 12, é normalmente inconsciente e inconsistente, isto é o aprendiz não tem consciência dos seus erros, que são de natureza grosseiros e a prestação é muito inconstante.

A partir do momento em que o aprendiz criou a ideia mental do movimento a realizar e a prestação se aproxima do planeado, passa para uma fase intermédia ou associativa (Fitts & Posner, 1967) com movimentos mais fluentes, consistentes, conscientes, mais coordenados, mais eficientes, com menos erros e menos grosseiros.

Após muitos anos de prática, alguns indivíduos atingem a fase autónoma (Fitts & Posner, 1967), e a prestação apresenta as seguintes características: fluente, eficiente, automática, precisa, mais controlada, dado que o indivíduo é capaz de detectar e corrigir os seus próprios erros.

**Quadro 12:** Características de prestação motora associadas (adaptado de Schmidt e Wirsberg, 2001)

CARACTERÍSTICAS DA PRESTAÇÃO MOTORA ASSOCIADAS		
Aprendizagem inicial	↔	Aprendizagem final
Aparência rígida	Mais relaxado	Automático
Impreciso	Mais preciso	Preciso
Inconsistente	Mais consistente	Consistente
Lento, interrompido	Mais fluente	Fluente
Tímido	Mais confiante	Confiante
Indeciso	Mais decidido	Decidido
Inflexível	Mais adaptável	Adaptável
Ineficiente	Mais eficiente	Eficiente
Muitos erros	Menos erros	Reconhece erros

Para a estruturação e elaboração da proposta metodológica, de abordagem às diferentes técnicas simultâneas, recorreremos ao modelo de três fases de Fitts e Posner (1967), onde a fase cognitiva corresponde ao nível I - aprendizagem, a fase associativa ao nível II - domínio e a fase autónoma encontra-se associada ao nível III - consolidação.

#### FASE COGNITIVA

A primeira fase de aprendizagem é designada de cognitiva. Esta fase é denominada de cognitiva dado que exige da parte do aprendiz uma maior exigência dos processos cognitivos do que dos motores, porque o indivíduo não executa o movimento antes de perceber, por exemplo, qual o objectivo e quais as acções motoras mais eficazes para atingir esse objectivo.

Faça às características do aprendiz, capacidade limitada de atenção, da memória a curto prazo e da tarefa a aprender, o treinador deverá dar pouca informação, apenas a adequada tendo em conta as componentes críticas fundamentais da tarefa. A utilização da demonstração e dos meios audiovisuais são consideradas estratégias eficazes nesta fase para que o aprendiz rapidamente crie a ideia mental e elabore o programa motor para a execução da tarefa. Uma vez que a tarefa é uma tarefa grosseira, que implica a utilização de grandes grupos musculares, qualquer executante quando executa pela primeira vez, percebe que as acções motoras executadas parecem não encaixar umas nas outras, dando origem a uma execução compartimentada dos diferentes segmentos corporais envolvidos. Contudo, através de ensaios e ajudas, chega o momento em que se obtêm os traços gerais do movimento. Mas estas acções não são estáveis, basta qualquer pequeno factor perturbador para que o executante seja incapaz de repetir a coordenação. Este tipo de coordenação conseguida, chama-se coordenação rudimentar e representa o início de um movimento ordenado, erros grosseiros.

## MODELO TÉCNICO

---

Nesta etapa o aprendiz revela: i) dificuldade em perceber os movimentos executados; ii) dificuldade de concentração nos detalhes do movimento; e iii) dificuldade na direccionalidade da atenção para o objectivo.

Em resumo, é uma etapa, em que os aprendizes constroem o seu “mapa cognitivo”, o seu plano de acção, com alta componente cognitiva, onde o aprendiz distinguirá progressivamente quais os recursos necessários para levar a cabo a tarefa, de forma ajustada e eficaz (Pérez, 1994).





---

---

## Capítulo 6 - CONCEPTUALIZAÇÃO PRÁTICA

---

---

### 6. CONCEPTUALIZAÇÃO PRÁTICA DO NÍVEL 1 DA AQUISIÇÃO TÉCNICA DE BRUÇOS E MARIPOSA

A tarefa é complexa, quando se trata de valorizar simultaneamente todos os factores focados sendo, por isso, necessário ter arte q.b. para enquadrá-los, correctamente, num programa de ensino. Neste âmbito a operacionalização prática do programa de ensino, especificamente para as técnicas simultâneas, irá assentar em quatro pontos fundamentais: (i) objectivos; (ii) estratégias de ensino; (iii) os factores críticos de natureza técnica (modelo técnico); (iv) as tarefas motoras (listagens de exercícios).

#### 6.1. OBJECTIVO/META FINAL DO ESTÁDIO INICIAL DE AQUISIÇÃO DA TÉCNICA

A meta do movimento neste estágio de aprendizagem inicial passa pela apropriação das características relacionadas com: (i) o ajustamento inicial do corpo e alinhamento corporal, mediante o controlo dos segmentos; (ii) a percepção dos movimentos ondulatórios, (rotação do tronco e ondulação do corpo) primeiro no meio terrestre e depois no meio aquático, a sua simetria ou propagação (ombros vs. anca); (iii) a forma global de propulsão dos MS e MI pelo aproveitamento da amplitude de movimentos gerados pela ondulação do corpo e rotação do tronco.

#### 6.2. ESTRATÉGIA A ADOPTAR NO 1.º ESTÁDIO DE AQUISIÇÃO TÉCNICA







Como estratégias fundamentais, o nadador deve implicar-se absolutamente no controlo dos seus movimentos e no ajuste contínuo dos mecanismos de *feedback* interno. Ao treinador cabe a tarefa de aumentar o *feedback* externo e a contínua observação do nadador: (i) informando inicialmente, exclusivamente sobre o circuito de regulação externa; (ii) ensinando a estrutura espaço-temporal antes da dinâmica temporal; (iii) informando sobre as componentes críticas do movimento; (iv) desenvolvendo a imagem do movimento; (v) trabalhando com diferentes modalidades de informação; (vi) obrigando a referências conscientes cada vez mais intensas (condicionado pela acção, sobre o desenvolvimento e resultados das execuções do movimento); (vii) fomentando a aprendizagem contínua - fixação e experimentação com desvios mínimos.

### 6.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ADAPTADAS AO 1.º ESTÁDIO DE AQUISIÇÃO TÉCNICA



A aquisição da técnica é uma forma de melhorar a prestação motora. Para se poder alcançar este objectivo, nada melhor do que fornecer aos alunos um profundo conhecimento dos aspectos técnicos inerentes a cada técnica de nado, aumentando e rentabilizando deste modo a performance dos alunos. Pretende-se, também, aumentar o processo de aquisição auto-consciente das diferentes técnicas de nado, disponibilizando os procedimentos mais adequados para promover as alterações necessárias, e ajustando os modelos de execução técnica existentes, de acordo com o nível maturacional, a complexidade da tarefa e os objectivos no domínio técnico-motor a serem atingidos (Silva, 2003).

Neste sentido, serão apresentados de seguida, quadros que apresentam o modelo técnico de referência para as técnicas de mariposa e bruços, adaptado ao nível de complexidade da tarefa, ajustado para o nível 1 de aquisição da técnica.




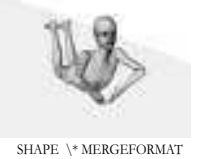

**Quadro 13:** Quadro síntese das características técnicas do 1º estágio de aquisição técnica em mariposa.

FASE	SUB-FASE	DESCRIÇÃO	COMPONENTES CRÍTICAS			
			POSIÇÃO SEGMENTOS EQ. DINÂMICO	SINCRONIZAÇÃO PERNAS/BRAÇOS	SINCRONIZAÇÃO RESPIRAÇÃO	CONTORNOS
SUBAQUÁTICA DA BRAÇADA	ENTRADA	Mãos entram na água à frente da cabeça e no prolongamento da linha de ombros.	Entrada 1º com dedos com mãos voltadas para fora. Olhar vertical para o fundo da piscina.	Início da 1ª AD. Pernas com ligeira flexão.	Expiração progressiva realizada pela boca e nariz.	
	AFASTAMENTO (ALE)	Inicia-se com um deslize das mãos à frente, ao mesmo tempo que se dirige para baixo, num trajecto curvilíneo até passar a largura dos ombros.	Fato de banho abaixo do nível da água. Anca dirige-se para cima e para a frente, de forma a permitir o alinhamento do corpo.	Primeira AD. Pernas com ligeira flexão ao nível da anca e joelhos. Batimento mais amplo.	Elevação da cabeça através da extensão cervical. Expiração constante e contínua.	
	PUXADA (AD + ALI)	Inicia-se quando as mãos se aproximam do ponto mais profundo da sua trajectória. Superfícies palmares orientam-se para trás, cima e dentro, descrevendo uma trajectória circular até se juntarem debaixo do tronco do nadador.	Corpo o mais horizontal possível, devido a elevação dos MI.	Primeira AA. Extensão ao nível da anca com elevação dos MI provocando a melhoria do alinhamento corporal. Batimento mais amplo.	Face aproxima-se da água. Expiração vigorosa, expulsando o ar remanescente de forma a expelir a água que se comprime contra a boca.	
	AA	Inicia-se quando as mãos se encontram próximas uma da outra e debaixo do tronco do nadador. Dá-se uma rotação interna dos MS e as mãos passam a deslocar-se para fora, trás e cima, em direcção à superfície.	Corpo o mais horizontal possível provocada pela elevação dos MI devido a AD ser menos profunda. Anca abaixo do nível da água, com pernas numa altura média.	Segunda AD. Pernas com ligeira flexão ao nível da anca e joelhos promovendo a elevação dos ombros. Batimento menos amplo.	Face emerge. Inspiração rápida, forte e activa, efectuada pela boca.	
RECUPERAÇÃO DA BRAÇADA	1ª PARTE DA SAÍDA	As superfícies palmares estão orientadas para dentro. Cotovelos estendem-se e dirigem-se sobre a água para cima, frente e fora.	Elevação da parte superior do corpo.	Segunda AA. Batimento menos amplo.	Inspiração rápida forte e activa.	
	RECUPERAÇÃO	As superfícies palmares rodam para fora, de forma a iniciarem novo ciclo. MS em flexão moderada com mãos descontraídas.	Braços em semi-flexão. Flexão cervical com queixo no peito.	Segunda AA. Batimento menos amplo.	Face emerge através da flexão cervical.	
	1º AD	Ocorre após os pés terem atingido a superfície da água, com uma ligeira flexão dos MI ao nível da anca e joelhos. Inicia-se com a flexão da anca, ao que se segue uma extensão vigorosa para baixo dos MI.	Elevação da bacia fora de água e afundamento do ponto médio do tronco.	Entrada dos MS na água	Expiração lenta	


## CONCEPTUALIZAÇÃO PRÁTICA

ACÇÃO DE PERNAS	1º AA	Inicia-se após a extensão total dos MI no final da AD. Verifica-se uma extensão ao nível da anca com a elevação dos MI até estes atingirem o alinhamento do corpo.	Hiperextensão da coluna. ("scla costas; dobra costas").	ALI de MS. Recuperação aérea.	Expiração forte	
	2º AD	Ocorre após os pés terem atingido a superfície da água, com uma ligeira flexão dos MI ao nível da anca e joelhos. Inicia-se com a flexão da anca, ao que se segue uma extensão vigorosa para baixo dos MI.	Bacia abaixo do nível da água. Corpo em forma de S.	AA de MS e início da recuperação, saída das mãos. Elevação dos ombros.	Inspiração	

**Quadro 14:** Quadro síntese das características técnicas do 1º estágio de aquisição técnica em bruços.

FASE	SUB-FASE	DESCRIÇÃO	COMPONENTES CRÍTICAS			
			POS.SEGMENTOS EQ. DINÂMICO	SINCRONIZAÇÃO PERNAS/BRAÇO	SINCRONIZAÇÃO RESPIRAÇÃO	IMAGEM
SUBAQUÁTICA DA BRAÇADA	1.ª PARTE AFASTAMENTO DOS BRAÇOS/AL	Movimento simultâneo dos braços, antebraços e mãos para fora (palma da mão voltada para fora) e frente, paralelos à superfície da água. Movimento em início com as mãos juntas à frente e termina quando as mãos ultrapassam a linha dos ombros.	Cabeça submersa, em posição natural entre extensão e flexão. Corpo na posição de hiper-extensão lombar.	Pernas em extensão, no prolongamento do tronco (obliquas)	Expiração explosiva, durante o movimento de afastamento.	
	2.ª PARTE AFASTAMENTO DOS BRAÇOS/ALE	Movimento dos braços amplo e progressivo para fora.	Cabeça submersa, em posição natural entre extensão e flexão. Corpo na posição de hiper-extensão lombar (sclar costas).	Pernas em extensão, no prolongamento do tronco (obliquas)	Expiração explosiva, durante o movimento de afastamento.	
	1.ª PARTE DA JUNÇÃO DOS BRAÇOS/ALI	Movimento simultâneo dos braços, antebraços e mãos para baixo e dentro (palma da mão voltada ligeiramente para dentro), numa posição oblíqua relativamente ao nível da água, mantendo o ângulo do ombro (cotovelo/ombro/tronco) aberto.	Início da rotação da cabeça e do tronco para cima e para trás.	Pernas no início da semi flexão no prolongamento da anca.	Imersão da cabeça e início da inspiração.	
	2.ª PARTE DA JUNÇÃO DOS BRAÇOS/ALI	Movimento dos braços amplo e explosivo, para provocar, com a correcta colocação dos braços, a rotação do tronco para cima e para trás.	Extensão do complexo cabeça/ombros, como consequência da acção da braçada.	Pernas flectidas sobre as coxas.	Inspiração.	 SHAPE \* MERGEFORMAT
	2.ª PARTE DA JUNÇÃO DAS PERNAS (ALI)	Movimento para baixo e dentro, com rotação interna do pé na parte final (dedos do pé voltados para baixo).	Hiper-extensão da coluna vertebral, induzindo o movimento ondulatório.	Braços: extensão completa no prolongamento dos ombros, com rotação interna (palmas das mãos voltadas para fora).	Braços: extensão completa no prolongamento dos ombros, com rotação interna (palmas das mãos voltadas para fora).	

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA



	RECUPERAÇÃO DE PERNAS	Quando as mãos ultrapassam a linha dos ombros, iniciar a flexão de pernas com rotação interna dos joelhos e depois das coxas ("deitar os pés na água em cima do rabo"), com joelhos para dentro e planta do pé para cima.	Manutenção da posição do tronco em hidroplanagem, elevada acima do nível da água a preparar a acção da pernada.	Posição mais adiantada do antebraço no final da recuperação das pernas.	Cabeça rompe a superfície da água de modo a iniciar a inspiração.	
--	-----------------------	---	---	---	---	---

### 6.4. LISTAGEM DE EXERCÍCIOS







Tendo em atenção as condicionantes para o sucesso do processo de ensino-aprendizagem, focadas no decorrer deste capítulo, é necessário implementar e definir um conjunto de exercícios que possam facilitar e promover a melhoria dos padrões técnicos de nado em crianças e jovens e que tenham como consequência aprendizagens mais estáveis e duradouras no que concerne à aquisição das técnicas de bruços e mariposa. Deste modo, serão apresentadas sequências de exercícios ajustados ao estado de aquisição das técnicas de bruços e mariposa, e que estão divididos pelos seguintes parâmetros específicos:

1. Indução do movimento ondulatório, em seco;
2. Indução do movimento ondulatório, na água;
3. Estrutura espaço-temporal da forma global da propulsão dos MS e MI e da respiração;
4. Indução do movimento ondulatório e arqueamento do tronco durante a propulsão de braços;
5. Estrutura espaço-temporal da acção de pernas;
6. Sincronização de braços/pernas/respiração.

#### 6.4.1. Indução do movimento ondulatório, em seco e na água (comum às duas técnicas)





ACÇÃO/SITUAÇÃO PEDAGÓGICA	COMPONENTES CRÍTICAS EXIGÊNCIAS DE EXECUÇÃO E MODALIDADES DE AVALIAÇÃO	CONSIGNAS VERBAIS	REPRESENTAÇÃO
<b>PERCEPÇÃO DO PRÓPRIO CORPO (EIXO DE ONDULAÇÃO E ARQUEAMENTO DO TRONCO) EM SECO</b>			
1. Partindo da posição semi-agachamento, com tronco inclinado à frente e braços em extensão a tocar o chão, com pernas afastadas à largura dos ombros, realiza um movimento de onda com o corpo desde essa posição até voltar novamente à posição vertical, puxando para a frente a bacia e ombros para trás.	<p>? Sentir a posição de origem da acção ondulatória do corpo;</p> <p>? Posicionamento dos segmentos dos MI e tronco em situação não habitual;</p> <p>? Percepção de como se realizam os movimentos ondulatórios e associá-los a determinadas situações.</p>	<p>? "Empurra a anca para a frente e para baixo";</p> <p>? "Puxa o tronco para cima e trás";</p> <p>? "Eleva a cabeça e olha para cima".</p>	
2. Partindo da posição vertical, com MS em elevação superior, e MI afastados à largura dos ombros, realizar ondas com o corpo, realizando alternância de segmentos corporais, ora puxa anca para a frente, tronco, ombros e cabeça para trás, ora o contrário.	<p>? Sentir a posição de origem da acção ondulatória do corpo;</p> <p>? Posicionamento dos segmentos dos MI e tronco em situação não habitual;</p> <p>? Percepção de como se realizam os movimentos ondulatórios e associá-los a determinadas situações.</p>	<p>? "Realiza ondas com o corpo como se de uma árvore ao vento se tratasse".</p>	

## CONCEPTUALIZAÇÃO PRÁTICA

3. Partindo de uma posição de pé, com tronco inclinado à frente e horizontal em relação ao plano do chão, MS atrás das costas, realiza movimentos de “gato”, ou seja, dobra tronco para baixo, e eleva cabeça, puxa para cima e baixa cabeça.	<p>? Sentir a posição de origem da ação ondulatória do corpo;</p> <p>? Posicionamento dos segmentos dos MI e tronco em situação não habitual;</p> <p>? Percepção de como se realizam os movimentos ondulatórios e associá-los a determinadas situações.</p>	<p>? “Puxa queixo ao peito”;</p> <p>? “Cabeça para a frente com olhar inclinado para cima”.</p>	
4. Partindo da posição vertical, com MS ao lado do corpo, e MI juntos, realizar ondas com o corpo, realizando alternância de segmentos corporais, ora puxa anca para a frente, tronco, ombros e cabeça para trás, ora o contrário.	<p>? Sentir a posição de origem da ação ondulatória do corpo;</p> <p>? Posicionamento dos segmentos dos MI e tronco em situação não habitual;</p> <p>? Percepção de como se realizam os movimentos ondulatórios e associá-los a determinadas situações.</p>	<p>? “Empurra o peito para a frente”;</p> <p>? “Puxa o peito para trás”;</p> <p>? “O mesmo com os ombros”.</p>	
5. Partindo da posição vertical, realiza movimentos ondulatórios só com a parte superior do corpo, ou seja, alternância de fases com o tronco, ao mesmo tempo que acompanha com o trabalho de ombros e consequente movimento dos MS.	<p>? Sentir a posição de origem da ação ondulatória do corpo;</p> <p>? Posicionamento dos segmentos dos MI e tronco em situação não habitual;</p> <p>? Percepção de como se realizam os movimentos ondulatórios e associá-los a determinadas situações.</p>	<p>? “Empurra o peito para a frente”;</p> <p>? “Puxa o peito para trás”;</p> <p>? “O mesmo com os ombros”.</p>	
6. Partindo da posição de gatas, com queixo ao peito, flecte os MS e baixa o tronco. Partindo desta posição realiza um movimento para a frente do corpo, elevando a cabeça e puxando ombros para cima.	<p>? Sentir a posição de origem da ação ondulatória do corpo;</p> <p>? Posicionamento dos segmentos dos MI e tronco em situação não habitual;</p> <p>? Percepção de como se realizam os movimentos ondulatórios e associá-los a determinadas situações.</p>	<p>? “Realiza como que um deslize para a frente”;</p> <p>? “Eleva a cabeça”.</p>	
7. Partindo da posição de gatas, realiza hiperextensão e flexão do tronco, acompanhando com a flexão e extensão cervical.	<p>? Sentir a posição de origem da ação ondulatória do corpo;</p> <p>? Posicionamento dos segmentos dos MI e tronco em situação não habitual;</p> <p>? Percepção de como se realizam os movimentos ondulatórios e associá-los a determinadas situações.</p>	<p>? “Puxa o tronco para cima e força para baixo”;</p> <p>? “Puxa o queixo ao peito, e afasta-o”.</p>	
1. Com a ajuda do colega que fica em posição de gatas e realiza hiperextensão e flexão de tronco, um outro coloca-se sobre este com MS em extensão à frente e flexão cervical. Observa e sente o movimento produzido.	<p>? Sentir a posição de origem da ação ondulatória do corpo;</p> <p>? Posicionamento dos segmentos dos MI e tronco em situação não habitual;</p> <p>? Percepção de como se realizam os movimentos ondulatórios e associá-los a determinadas situações.</p>	<p>? “Puxa o tronco para cima e força para baixo”;</p> <p>? “Olhar dirigido para baixo”.</p>	

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA






### 6.4.2. Indução do movimento ondulatório, na água (comum às duas técnicas)

ACÇÃO/SITUAÇÃO PEDAGÓGICA	COMPONENTES CRÍTICAS EXIGÊNCIAS DE EXECUÇÃO E MODALIDADES DE AVALIAÇÃO	CONSIGNAS VERBAIS	REPRESENTAÇÃO
1) Com apoio das mãos na pista, contorna a pista e fica na posição vertical.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlo visual da acção;</li> <li>Entrada inicial com a cabeça, executando de seguida movimento ondulatório com o corpo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Empurra a pista para baixo”;</li> <li>“Peito ao chão”;</li> <li>“Na subida, olhar dirigido para cima”.</li> </ul>	
2) Com os braços em extensão no prolongamento dos ombros, contorna a pista e fica na posição vertical.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlo visual da acção;</li> <li>Entrada na água efectuada inicialmente com as mãos e braços, realizando ondulação ao contornar a pista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Salta por cima da pista”;</li> <li>“Peito ao chão”;</li> <li>“Na subida, olhar dirigido para cima”.</li> </ul>	
3) Com os braços ao lado dos ombros, mas em extensão no prolongamento do corpo, contorna a pista e fica na posição vertical.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlo visual da acção;</li> <li>Entrada na água com os braços afastados, realizando ondulação ao contornar a pista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Movimento rápido de baixo para cima”;</li> <li>“Peito ao chão”;</li> <li>“Na subida, olhar dirigido para cima”.</li> </ul>	
4) Com os braços atrás, contorna a pista e fica na posição vertical.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlo visual da acção;</li> <li>Entrada na água com os braços afastados, realizando ondulação ao contornar a pista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Roda braços para a frente”;</li> <li>“Contorna a pista com o corpo em ondulação”.</li> </ul>	





## CONCEPTUALIZAÇÃO PRÁTICA

### 6.4.3. MODELO DE APRENDIZAGEM DA TÉCNICA DE MARIPOSA


#### 6.4.3.1. Estrutura Espaço-Temporal da Acção de Pernas e da Respiração/ MARIPOSA

ACÇÃO/SITUAÇÃO PEDAGÓGICA	COMPONENTES CRÍTICAS EXIGÊNCIAS DE EXECUÇÃO E MODALIDADES DE AVALIAÇÃO	CONSIGNAS VERBAIS	REPRESENTAÇÃO
1. Posição horizontal ventral, corpo imerso, acção de pernas mariposa, com um colega a segurar nas axilas, enquanto o nadador realiza a acção ondulatória do corpo sempre com a cabeça emersa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Dissociação dos movimentos ondulatórios contra-laterais;</li> <li>? Percepção das sensações de resistência na parte anterior e posterior dos MI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? “Realiza o movimento a partir dos ombros”;</li> <li>? “Chuta a água para baixo”;</li> <li>? “Eleva bem o rabo”.</li> </ul>	
2. Exercício anterior mas o colega segura nos cotovelos.			
3. Exercício anterior, mas o colega segura nas mãos.			
1. Posição horizontal ventral, corpo imerso, braços em extensão com 3 placas, cabeça emersa, acção ondulatória das pernas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Dissociação dos movimentos ondulatórios contra-laterais;</li> <li>? Percepção das sensações de resistência na parte anterior e posterior dos MI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? “Realiza o movimento a partir dos ombros”;</li> <li>? “Chuta a água para baixo”;</li> <li>? “Eleva bem o rabo”.</li> </ul>	
2. Exercício anterior mas com 2 placas.			
3. Exercício anterior mas com 1 placa.			
4. Equilíbrio horizontal ventral, braços junto ao tronco, acção de pernas mariposa num plano de água profundo, em apneia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Manter um novo modo de dinamismo no equilíbrio perceber o deslocamento do corpo por intermédio das acções simultâneas dos MI;</li> <li>? Passar por um modo de propulsão mais completo mediante a acção de pernas evitando desequilíbrios;</li> <li>? Começar a ondulação ao nível dos ombros, com propagação céfalo-caudal da onda;</li> <li>? Movimento parte da articulação coxo-femural, afunda ligeiramente o joelho, e movimento de chicote com coxa, perna e pé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? “Chuta os pés para baixo, com as pernas quase esticadas”;</li> <li>? “Depois de puxar, puxa o rabo para o tecto da piscina”.</li> </ul>	
5. Exercício anterior com braços em extensão, atrás das orelhas.			
6. Na posição costal, cabeça emersa, um braço em extensão, o outro junto ao corpo, executa acção de pernas mariposa.			
7. Exercício anterior trocando o braço que está em extensão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Passar por um modo de propulsão mais completo mediante a acção de pernas evitando desequilíbrios;</li> <li>? Amplitude e dinamismo do batimento;</li> <li>? Corpo alinhado na posição costal (peito voltado para o lado).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? “Bater pernas de lado com a nuca encostada ao braço e cabeça fora/dentro de água”.</li> </ul>	
8. Exercícios anteriores mas com os braços junto ao corpo.			
9. Posição horizontal dorsal, braços em extensão, atrás das orelhas, movimento ondulatório de pernas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Modifica a posição de equilíbrio original e percebe o deslocamento do corpo;</li> <li>? Passagem de um equilíbrio ventral para um equilíbrio dorsal;</li> <li>? Manter o equilíbrio em posição dorsal: (i) preservar a horizontalidade e alinhamentos corporais; (ii) dinamismo e ondulação do corpo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? “Chuta a água com o peito dos pés para a superfície”;</li> <li>? “Ondula bem o corpo todo, dos pés até aos ombros”.</li> </ul>	

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA



10. Posição horizontal dorsal, realiza o movimento ondulatório de pernas mariposa, levando um dos braços atrás e à coxa, enquanto o outro está parado junto ao corpo.	? Modifica a posição de equilíbrio original e percebe o deslocamento do corpo;	? “Chuta a água com o peito dos pés para a superfície”;	
11. Exercício anterior trocando de braço.	? Passagem de um equilíbrio ventral para um equilíbrio dorsal;	? “Ondula bem o corpo todo, dos pés até aos ombros”;	
12. Exercício anterior alternando braço Dto. com o braço Esq.; ambos os braços com movimentos alternados; movimentos ascendentes e descendentes de ambos os braços	? Manter o equilíbrio em posição dorsal (i) preservar a horizontalidade e alinhamentos corporais; (ii) dinamismo e ondulação do corpo”.	? “Eleve bem o braço”;	
1. Posição vertical, braços ao longo do corpo, em imersão completa, realização de movimentos ondulatórios para conseguir manter a cara fora de água.	? A posição vertical reduz a tendência para uma excessiva flexão da anca; ? Percepção das sensações de resistência na parte anterior e posterior dos MI; ? Equilíbrio ajustado à situação de propulsão das pernas na vertical; ? Posição vertical do corpo com poucas oscilações da cabeça, sempre fora de água.	? “Mantém braços em extensão”; ? “Cabeça sempre fora de água”; ? “Ondulação partindo do tronco”.	
2. Exercício anterior mas com as mãos emersas.			
3. Exercício anterior mas com os braços em extensão atrás das orelhas.			
4. Posição horizontal ventral, 4 batimentos de pernas mariposa, com braços junto ao corpo, uma inspiração no final das 4 pernadas.	? Colocação da respiração em acção dos MI; ? Percepção do esquema rítmico de uma respiração por cada quatro pernadas; ? Verificar se a cabeça não está colocada em excessiva extensão cervical, nem que realize movimentos exagerados de flexão e extensão do corpo; ? Inspiração logo que a boca emerge e expiração quando a boca imerge.	? “A cabeça sai à 4 e entra à 1”; ? “Queixo no peito-olhar para os pés (expirar)”; ? “Levantar a cabeça com o queixo fora de água para inspirar”.	
5. Exercício anterior inspira a cada 3 pernadas, 2 pernadas e/ou 4/3/2 pernadas.			
6. Posição horizontal ventral, braços em extensão, inspira a cada 4 pernadas.			
7. Posição horizontal ventral, braços em extensão, inspira a cada 4/3/2 pernadas.	? Percepção do esquema rítmico de uma respiração por cada quatro pernadas; ? Verificar se a cabeça não está colocada em excessiva extensão cervical, nem que realize movimentos exagerados de flexão e extensão do corpo; ? Inspiração logo que a boca emerge e expiração quando a boca imerge.	? “A cabeça sai à 4 e entra à 1”; ? “Queixo no peito-olhar para os pés (expirar)”; ? “Levantar a cabeça com o queixo fora de água para inspirar”.	

### 6.4.3.2. Estrutura Espaço-Temporal da forma global de propulsão de braços/ Mariposa




ACÇÃO/SITUAÇÃO PEDAGÓGICA	COMPONENTES CRÍTICAS EXIGÊNCIAS DE EXECUÇÃO E MODALIDADES DE AVALIAÇÃO	CONSIGNAS VERBAIS	REPRESENTAÇÃO
1. Em posição vertical, com o tronco imerso, em apnéia, realiza acção subaquática com um só braço com recuperação imersa do mesmo, trocando-o após algumas repetições.	? A posição vertical reduz a tendência para uma excessiva flexão da anca; ? Equilíbrio ajustado à situação de propulsão dos MI e MS; ? Dedos bem orientados para o fundo da piscina; ? Ligeira flexão da articulação do joelho, antes da extensão da perna e pé; ? Realiza movimento de MS de forma a obter uma velocidade de execução média.	? “Emerge o mais possível”; ? “Procura acelerar o movimento para permitir a saída da água”.	
2. Executa o mesmo exercício com ambos os braços.			




## CONCEPTUALIZAÇÃO PRÁTICA

3. Posição horizontal ventral, braços em extensão, com pull-boy nas pernas, realiza 4 vezes o afastamento dos braços com posterior junção à frente, realizando a acção subaquática até à coxa e após recuperação imersa dos braços, efectua uma inspiração, já com os braços em extensão.	? Trajecto motor deve ser realizado em aceleração, procurando um deslize no seu final que, através de uma extensão cervical, permita a emersão das vias respiratórias aéreas e inspiração.	? "Realizar pequenos movimentos de braços, de forma contínua e com movimentos rápidos"; ? "Recupera braços junto ao corpo".	
4. Exercício anterior, substituindo o pull-boy pela pernada mariposa.			
5. Exercício 3, inspirando a cada 4/3/2 acções de braços.	? Trajecto motor deve ser realizado em aceleração, procurando um deslize no seu final que, através de uma extensão cervical, permita a emersão das vias respiratórias aéreas e inspiração.	? "Realizar pequenos movimentos de braços, de forma contínua e com movimentos rápidos"; ? "Recupera braços junto ao corpo".	
6. Inspira a cada 2 acções de braços, com e sem pull-boy.			

### 6.4.3.3. Sincronização de Braços/Pernas/Respiração /Mariposa




ACÇÃO/SITUAÇÃO PEDAGÓGICA	COMPONENTES CRÍTICAS EXIGÊNCIAS DE EXECUÇÃO E MODALIDADES DE AVALIAÇÃO	CONSIGNAS VERBAIS	REPRESENTAÇÃO
1. Quatro Ondulações na posição horizontal ventral, 4 ondulações na posição costal com um braço em extensão, fazendo a recuperação aérea olhando para a mão.	? Reactivação de competências adquiridas para preparar transferências ulteriores; ? Sublinhar a necessidade de não parar o movimento dos MS antes da recuperação, valorizando a sua aceleração progressiva.	? "Mantém o braço à superfície da água"; ? "Olhar dirigido para cima, olha para a mão".	
2. Exercício anterior, trocando o braço que está em extensão.			
3. Quatro Ondulações na P.H. Ventral + 4 Ondulações na P.H. Costal Dto. + 4 Ondulações na P.H. Ventral + 4 Ondulações na P.H. Costal Esq..	? Transferência progressiva de aquisições específicas de crol e da acção dos membros inferiores de mariposa para a "construção" do movimento completo de mariposa.	? "Manter um ritmo constante de ondulação".	
4. Exercício anterior com 3/3 e/ou 2/2 ondulações.			
5. Quatro Ondulações na P.H. Ventral + 4 Ondulações na P.H. Costal Dto. + 4 Ondulações na P.H. Ventral + 4 Ondulações na P.H. Costal Esq. + 4 Ondulações na P.H. Ventral com braços ao lado + 4 Ondulações na P.H. Ventral com braços à frente após recuperação aérea.	? Insistir na manutenção da cabeça em flexão durante a recuperação aérea dos MS; ? Sublinhar a necessidade de não parar o movimento dos MS antes da recuperação, valorizando a sua aceleração progressiva; ? Insistir na manutenção da cabeça em flexão durante a recuperação aérea dos MS;	? "Cabeça em flexão durante a recuperação aérea".	
6. Exercício anterior mas com 3 ondulações e/ou 2 ondulações.	? Sublinhar a necessidade de não parar o movimento dos MS antes da recuperação, valorizando a sua aceleração progressiva.		
7. Nado Global, com inspiração a cada 4 braçadas.	? Sublinhar a necessidade de não parar o movimento dos MS antes da recuperação, valorizando a sua aceleração progressiva;	? "Respira de 4 em 4 braçadas";	
8. Exercício anterior com respiração a cada 3 e/ou 2 braçadas.	? Insistir na máxima amplitude de movimentos; ? Verificar se a 1ª AD da pernada coincide com a entrada da mão e se o 2º coincide com a fase ascendente final.	? "Uma pernada à entrada e outra à saída dos braços"; ? "As mãos tocam nas coxas antes de sair da água"; ? "Mãos entram na água juntas"*; ? *(correção pelo exagero).	

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA


9. Nado Global, com inspiração simples, ou seja, a cada braçada.	? Coordenação dos MS, MI e respiração; ? Insistir na máxima amplitude de movimentos; ? Manutenção da cabeça em flexão durante a recuperação dos MS.	? “Respira de 2 em 2 braçadas”; ? “Uma perna à entrada e outra à saída dos braços”; ? “As mãos tocam nas coxas antes de sair da água”; ? “Mãos entram na água juntas”*; ? *(correção pelo exagero).	
10. Exercício anterior com respiração dupla (respira a cada 2 braçadas).			

### 6.5.1. MODELO DE AQUISIÇÃO DA TÉCNICA DE NADAR BRUÇOS

#### 6.5.1.1. ESTRUTURA ESPÁCIO-TEMPORAL DA FORMA GLOBAL DA PROPULSÃO DE BRAÇOS E DA RESPIRAÇÃO








ACÇÃO/SITUAÇÃO PEDAGÓGICA	COMPONENTES CRÍTICAS EXIGÊNCIAS DE EXECUÇÃO E MODALIDADES DE AVALIAÇÃO	CONSIGNAS VERBAIS	REPRESENTAÇÃO
<b>1)</b> Em posição vertical, com o tronco imerso, realiza acções de braços em apneia; <i>Variante do exercício:</i> inspira a cada 6/5/4/3/2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlo visual da acção;</li> <li>Movimento para trás dos braços, até à inexistência de controlo visual das mãos;</li> <li>Atenção especial ao afastamento das mãos com as palmas das mãos voltadas para fora e junção das mãos com cotovelos altos de baixo da cabeça e à frente do peito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Faz uma roda com as mãos para fora e para dentro, sempre a ver as mãos”;</li> <li>“Junta as mãos e depois os cotovelos de baixo do peito”.</li> </ul>	
<b>2)</b> Em posição ventral, com pull-boy, impulso na parede com as mãos e efectuar vários movimentos de braços bruços em apneia até à parede.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necessária aceleração do trajecto motor para dentro (até ao peito), para obter a eficácia do gesto;</li> <li>Inspiração pela extensão cervical da cabeça, durante a acção das mãos para dentro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Componentes anteriores;</li> <li>“Acelera o movimento das mãos para dentro até tocar com a mão uma na outra”.</li> </ul>	
<b>3)</b> Em equilíbrio ventral, com pull-boy entre as pernas, realizar movimentos de braços bruços em apneia. <i>Variante do exercício:</i> Inspira a cada 4/4; 3/3; 2/2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valorizar o equilíbrio aquático;</li> <li>Tomar consciência da dissociação das acções dos diferentes segmentos (braços, antebraço e mãos);</li> <li>Dissociar o movimento em três fases: (i) para fora com os braços em extensão e palma das mãos voltadas para o exterior; (ii) para dentro, até debaixo da cabeça e à frente do peito como o movimento de uma hélice, mantendo os cotovelos numa posição alta em todo o percurso; (iii) para a frente com as mãos, antebraços e braços juntos até à extensão completa;</li> <li>Inspirar durante a acção das mãos para dentro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Fazer o movimento em três partes: (i) para fora, com a mão de lado; (ii) para dentro, com as mãos voltadas para trás; (iii) para a frente, a esticar os braços, e com as mãos voltadas para baixo”;</li> <li>“Levanta a cabeça para respirar, quando as mãos rodam para dentro”.</li> </ul>	

#### 6.5.1.2. Indução do Movimento Ondulatório e Arqueamento do tronco durante a Propulsão de braços

ACÇÃO/SITUAÇÃO PEDAGÓGICA	COMPONENTES CRÍTICAS EXIGÊNCIAS DE EXECUÇÃO E MODALIDADES DE AVALIAÇÃO	CONSIGNAS VERBAIS	REPRESENTAÇÃO
<b>1)</b> Sequência de exercícios 2 e 3 do parâmetro anterior, substituindo o pull-boy pela acção ondulada de pernas mariposa, com indução da ondulação e arqueamento do tronco. <i>Variante do exercício:</i> Inicialmente com barbatanas e depois sem barbatanas, e inspiração a cada 4/4; 3/3; 2/2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspira durante a acção das mãos para dentro, pela extensão cervical da cabeça;</li> <li>2 pernadas para cada acção de braços e inspiração (a acção de pernas só se faz sentir com os braços parados à frente em extensão).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Componentes anteriores;</li> <li>“Quando os braços estiverem estendidos à frente, pernas mariposa com ondulação do corpo – afundar as mãos”.</li> </ul>	






## CONCEPTUALIZAÇÃO PRÁTICA

### 6.5.1.3. ESTRUTURA ESPÁCIO-TEMPORAL DA ACÇÃO DE PERNAS

ACÇÃO/SITUAÇÃO PEDAGÓGICA	COMPONENTES CRÍTICAS EXIGÊNCIAS DE EXECUÇÃO E MODALIDADES DE AVALIAÇÃO	CONSIGNAS VERBAIS	REPRESENTAÇÃO
<p><b>1)</b> No chão, tronco vertical com os calcanhares, joelhos, face interna das coxas, das pernas em contacto com o solo. Desta posição elevar-se na vertical – com ajuda. <i>Variante do exercício:</i> na posição ventral, trazer o calcanhar ao “rabo” e virar o pé para fora enquanto um colega fixa essa posição.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto no solo com as faces internas dos pés, pernas, coxas, joelhos;</li> <li>• Flexão acentuada dos pés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Empurra o chão com a ponta dos pés”.</li> </ul>	
<p><b>2)</b> Mesmo exercício de referência, mas com o corpo na vertical na superfície da água, com o peito voltado para a parede e com a face interna das coxas, joelhos, e pés em contacto com a parede, impulsiona a parede, deslizando e posteriormente realiza a acção de pernas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto na parede vertical com as faces internas dos pés, pernas, coxas, joelhos;</li> <li>• Flexão acentuada dos pés;</li> <li>• Extensão das pernas na mesma posição, com posterior deslize do corpo na posição de equilíbrio horizontal dorsal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Empurra a parede com as pontas dos pés e desliza até juntar a pernas”.</li> </ul>	
<p><b>3)</b> Em equilíbrio dorsal, placa sobre as coxas, realização da acção motora com os membros inferiores; <i>Variante do exercício:</i> placa sobre a nuca e placa com os braços em extensão.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexão cervical da cabeça, para facilitar o controlo visual;</li> <li>• Contacto da face interna dos joelhos com o bordo lateral da placa;</li> <li>• Extensão das pernas - pés, com os pés voltados para fora e com as solas dos pés a comandar o movimento de extensão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Joelhos a tocarem, de lado na placa”;</li> <li>• “Pés voltados para fora empurrar até juntar os pés”.</li> </ul>	
<p><b>4)</b> Em equilíbrio dorsal, realização da acção motora com os membros inferiores, sem placa; <i>Variante do exercício:</i> braços em extensão ao lado do corpo ou no prolongamento dos ombros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apesar a emersão das vias respiratórias iniciar o ensaio do ciclo respiratório;</li> <li>• Flexão acentuada das coxas, pernas e pés, com os maléolos externos do calcanhar a tocar nas mãos, antes da extensão das pernas;</li> <li>• Extensão simultânea e simétrica das pernas em posição adequada (pés voltados para fora).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Tocar com os calcanhares na mão, sem puxar os joelhos para cima do peito”;</li> <li>• “Joelhos sempre debaixo da água”;</li> <li>• “Faz um círculo com a perna e o pé voltados para fora”.</li> </ul>	
<p><b>5)</b> Em equilíbrio horizontal ventral, braços atrás com uma placa, acções de pernas, com colocação correcta de pernas e pés; <i>Variante do exercício:</i> Braços estendidos à frente com placa, efectuando a flexão de forma lenta e a extensão de forma rápida: inspira a cada 6/5/4/3/2 acções de braços.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorizar o equilíbrio aquático;</li> <li>• Acentuar e situar a flexão das pernas;</li> <li>• Tomar consciência da dissociação das acções dos diferentes segmentos;</li> <li>• Avaliar a duração respectiva das fases de extensão e de flexão;</li> <li>• Marcar um tempo de paragem para deslize antes de efectuar um outro movimento de pernas;</li> <li>• Em apneia (3-4 movimentos de pernas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Toca com a planta dos pés na placa”;</li> <li>• “Joelho apontar para o fundo da piscina e calcanhares em cima do rabo (roda os joelhos para dentro)”;</li> <li>• “Dobra as pernas devagar – roda os pés para fora e empurra para trás e para baixo sem mexer os joelhos de força”.</li> </ul>	
<p><b>6)</b> Em equilíbrio horizontal ventral sem placa com os braços estendidos ao lado do corpo e no prolongamento dos ombros; <i>Variante do exercício:</i> inspira a cada 6/5/4/3/2 acções de braços.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acentuar e situar a flexão das pernas;</li> <li>• Tomar consciência da dissociação das acções dos diferentes segmentos;</li> <li>• Avaliar a duração respectiva das fases de extensão e de flexão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Joelho apontar para o fundo da piscina e calcanhares em cima do rabo (roda os joelhos para dentro)”;</li> <li>• “Flexão lenta; extensão rápida”.</li> </ul>	
<p><b>7)</b> Realizar a acção motora dos membros inferiores num percurso de 10-25 metros, num plano de água profundo, com os braços junto ao tronco; <i>Variante do exercício:</i> com os braços em extensão.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acentuar e situar a flexão das pernas;</li> <li>• Tomar consciência da dissociação das acções dos diferentes segmentos;</li> <li>• Avaliar a duração respectiva das fases de extensão e de flexão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Joelho apontar para o fundo da piscina e calcanhares em cima do rabo (roda os joelhos para dentro)”;</li> <li>• “Flexão lenta; extensão rápida”.</li> </ul>	

## AS TÉCNICAS SIMULTÂNEAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

### 6.5.1.3. SINCRONIZAÇÃO DE BRAÇOS, PERNAS E RESPIRAÇÃO

ACÇÃO/SITUAÇÃO PEDAGÓGICA	COMPONENTES CRÍTICAS EXIGÊNCIAS DE EXECUÇÃO E MODALIDADES DE AVALIAÇÃO	CONSIGNAS VERBAIS	REPRESENTAÇÃO
1) Sequência dos exercícios do grupo 4, com movimento de pernas bruços.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspira durante a acção das mãos para dentro, pela extensão cervical da cabeça;</li> <li>2 pernadas para cada acção de braços e inspiração (a acção de pernas só se faz sentir com os braços parados à frente em extensão).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Componentes anteriores;</li> <li>“Quando os braços estiverem estendidos à frente, pernas bruços”;</li> <li>“Fazer o movimento de braços com respiração – quando as mãos rodarem para dentro”.</li> </ul>	
2) Bruços com 1 braçada e duas pernadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alongar o período de expiração;</li> <li>Inspiração breve e adequada;</li> <li>Paragem para deslize no final da acção propulsiva das pernas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Sempre que a acção for das pernas, os braços estão esticados à frente”;</li> <li>“Sempre que a acção for dos braços, as pernas estão juntas e estendidas atrás, até que as mãos e cotovelos estejam fechados debaixo do peito”.</li> </ul>	
3) Após um ciclo de bruços completo, prolongar a fase de deslize.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procurar o encadeamento das acções de pernas e braços e respiração no bruços completo;</li> <li>Recolocação do corpo na horizontal após as acções propulsivas de pernas, braços e respiração.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Parar à frente para deslize, três tempos após a acção de pernas e extensão dos braços”;</li> <li>“Aproveita o deslize para ondular o corpo”.</li> </ul>	
4) Exercício anterior, mas efectuar a acção de pernas mais oblíquo, mais profundo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avaliar a posição oblíqua no fim da pernada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Quando os braços estiverem estendidos à frente, pernas bruços”;</li> <li>“Fazer o movimento de braços com respiração – quando as mãos rodarem para dentro”.</li> </ul>	
5) Exercício anterior, com meia ondulação (salar as costas) ascendente – (afundar a bacia e elevar os pés).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sentir a ondulação do corpo e ½ ondulação pela dobra das costas;</li> <li>Avaliar o seu efeito propulsivo;</li> <li>Inspirar a cada 3/2/1 movimentos de pernas, com elevação da cabeça durante a flexão das pernas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Pernada para fora e baixo e depois arqueia as costas e puxa o rabo para cima (como o golfinho)”.</li> </ul>	

---

## 7.BIBLIOGRAFIA

---

ADAMS J (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 111-149.

BARBOSA T (2000). “Análise tridimensional da cinemática da técnica de Mariposa ao realizarem-se ciclos de inspiração frontal, ciclos de inspiração lateral e ciclos não inspiratórios”. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto. Porto

BARBOSA T, FERNANDES R, KESKINEN K, COLAÇO P, CARDOSO C, SILVA J, VILAS-BOAS J (2006). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes. *Int J Sports Med*. 27: 894-899.

BARBOSA TM, FERNANDES RJ, KESKINEN KL, VILAS-BOAS J (2007). A mecânica da braçada enquanto factor predictivo do custo energético em nadadores de elite. In: Rodrigues HC, Fernandes PR, Veloso AP, Simões JÁ, Vaz MA (eds.). 2º Encontro Nacional de Biomecânica. pp. 219-224. IST Press. Lisboa.

BARBOSA TM, KESKINEN K, FERNANDES R, COLAÇO C, LIMA A, VILAS-BOAS J. (2005). Energy cost and intra-cyclic variations of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke. *Eur J Appl Phphysiol*. 93: 519-523.

BARBOSA T, KESKINEN K, FERNANDES R, COLAÇO C, LIMA A, VILAS-BOAS J (2005). Energy cost and intracyclic variations of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke. *Eur J Appl Phphysiol*. 93: 519-523.

BARBOSA T, KESKINEN K, FERNANDES R, COLAÇO P, CARMO C, VILAS-BOAS J (2005). Relationship between energetic, stroke determinants and velocity in butterfly stroke. *Int J Sports Med*. 26: 841-846.

BARBOSA T, LIMA F, PORTELA A, NOVAIS D, MACHADO L, COLAÇO P, GONÇALVES P, FERNANDES R, KESKINEN K, VILAS-BOAS J (2006). Relationships between energy cost, swimming velocity and speed fluctuation in competitive swimming strokes. In: Vilas-Boas JP, Alves F, Marques A (eds). *Biomechanics and Medicine in Swimming X*. Portuguese Journal of Sport Sciences. 6(supl 2): 192-194.

BARBOSA T, SANTOS SILVA J, SOUSA F, VILAS-BOAS J (2003). Comparative study of the response of kinematical variables from the hip and the centre of mass in butterfly swimmers. In: J-C Chatard (ed). *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*. pp. 93-98. University of Saint-Etienne. Saint-Etienne.

BARBOSA T, SANTOS SILVA J, SOUSA F, VILAS-BOAS J (2003a). Comparative study of the response of kinematical variables from the hip and the centre of mass in butterfly swimmers. In: J.-C. Chatard (ed.). *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*. pp. 93-98. University of Saint-Étienne. Saint-Étienne.

CAPELLI C, PENDERGAST D, TERMIN B (1998). Energetics of swimming at maximal speed in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 78: 385-393.

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

CAPPAERT J(1996). Rotational balance about the center of mass in the breaststroke. J. Troup, A. Hollander, D. Strasse, S. Trappe, J. Cappaert, T. Trappe. *Biomechanics and Medicine in Swimming VII*,. 29-33. E & FN SPON, London

CHOLLET D, SEIFERT L, Boulesteix L, Carter M (2005) Arm to leg coordination in elite butterfly swimmers. *Int J Sports Med*. 26.. 1-8

COLMAN V (1991). *Bewegings-en fysieke diagnose bij schoolslagzwimmers (Movement and physical diagnosis in breaststroke swimmers)*, 132 p. + appendices, (Leuven: K.U.Leuven; doctoral thesis physical education).

COLMAN V, DALY D, DESMET S, PERSYN U (1992). Relation between physical characteristics and undulation in the breaststroke, in Maclaren D; Reilly T; Lees A (eds), *Biomechanics and medicine in swimming* (Swimming science VI), London: Spon, 365-370.

COLMAN V, PERSYN U (1993). *Diagnosis of the movement and physical characteristics leading to advice in breaststroke*. Continental course in swimming for coaches. Gelsenkirchen: FINA COI- DVS.

COLMAN V, PERSYN U (2000). The need for measurement of trunk flexion in breaststroke movement analysis, in Hong Y, Johns D (eds), *Proceedings of XVIII International symposium on biomechanics in sports*, The Chinese University University Press: Hong Kong, 240-244.

COLMAN V, PERSYN U, DALY D, SOONS B, SANDERS R (2005). Diagnosing and estimating the best breaststroke style for each swimmer based on physical characteristics. Coaches Information Service-website: [www.coachesinfo.com](http://www.coachesinfo.com).

## BIBLIOGRAFIA

---

- COSTILL D, KOVALESKI J, PORTER D, FIELDING R, KING D (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *Int J Sports Med* 6: 266-270
- FITTS P, POSNER M (1968). *El rendimiento Humano*. Marfil. Alicante.
- GRAY J (1933). Studies in animal locomotion: the movement of fish with special reference to the eel. *Journal of Experimental Biology*, 10: 88-104.
- HOLLANDER A, De GROOT G, VAN INGEN SCHENAU G, TOUSSAINT H, De BEST H, MEULEMANS A, SCHREURS AW (1986). Measurements of active drag during crawl arm stroke swimming. *European Journal of Applied Physiology*, 33:95-103.
- HOLMER I (1974a). Energy Cost of the Arm Stroke, Leg Kick, and the Whole Stroke in Competitive Swimming Style. *J App Phys*. 33. Pp. 105-118
- HOLMER I (1974b). Physiology of Swimming in Man. *Acta Physiol Scan.* (Suppl. 407)
- HOLMER, I. (1974C). Physiology of swimming man. *Acta Phys. Scand.* (407). Supl.
- HOLMER, I. (1975). Efficiency of breaststroke and freestyle swimming. In: L. Lewille e J.P. Clarys (eds.). *Swimming II*. pp. 130-136. University Park Press. Baltimore.
- LANGENDORFER S, BRUYA L (1995). *Aquatic Readiness: Developing Water Readiness Competence in Young Children*. Edições Human Kinetics, Champaign.
- LAVOIE J, MONTPETTIT R (1986). Determination of a target time for the 400 m free style swim from the evaluation of the functional maximal aerobic power (ABS). 5th International Symposium of Biomechanics and Medicine in Swimming, Bielefeld.
- MAGLISCHO E (2003). *Nadando ainda mais rápido*. São Paulo. Ed Manole, 2ª edição. 2003
- MANLEY P, ATHA J (1992). Intra-stroke velocity fluctuations in paced breaststroke swimming. *VI*, 151-159.
- MASON B, TONG Z, RICHARDS R (1992). Propulsion in the butterfly stroke. In: D. MacLaren, T. Reilly, A. Lees (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VI*, pp. 81-86. London: E&FN SPon.
- MEINEL K, SCHNABEL R (1986). *Teoria Del Movimiento*. Stadium, Buenos Aires.
- NEWELL K (1991) Motor skill acquisition. *Annu Rev Psychol*. 42:213-37. Review. No abstract available.

NIGG (1983). Selected methodology in biomechanics with respect to swimming. In: A. Hollander, P. Huijing, G. de Groot. *Biomechanics and Medicine in Swimming*. Pp. 72-80. Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois.

PAILLARD J (1959). Functional organization of afferent innervation of muscle studied in man by monosynaptic testing. *A. J. Phys. Med.* (38) 239-247

PAYNE V, ISACCS L (1995). *Human Motor Development – A lifespan Approach*. Califórnia: Mayfield Publishing Company.

PEREIRA A (2004). *Características cinemáticas da técnica de mariposa em nadadores de alto rendimento*. Dissertação apresentada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Treino do Jovem Atleta. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa.

PERSYN U (1974). Technisch-Hydrodynamische Benadering van de Bewegende- Mens-in-het-Water. *Hermes (Leuven)*,8:33-136.

PERSYN U, COLMAN V, UNGERECHTS B (2000). Diagnosis and advice in the undulating strokes requires information on global body flexibility and upper limb strength. In: R. Sanders, Y.Hong(Eds.), *Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports, Applied Program: application of biomechanical study in swimming*, pp. 88-95. China: The Chinese University of Hong Kong.

PERSYN U, COLMAN V, VAN TILBORG L (1992). Movement analysis of flat and undulating breaststroke patterns. In D. Maclaren, T. Reilly & A. Lees (Eds.), *Swimming Science VI (Biomechanics and Medicine in Swimming)*. London: E & FN SPON.

PERSYN U, DE MAEYER J, VERVAECKE H (1975). Investigation of hydromechanics determinants of competitive swimming strokes. In Lewillie L; Clarys J.P. (eds), *Swimming II (International series on sport sciences 2)*, Baltimore (Maryland): University Park Press: 214-222.

PERSYN U, VERVAECKE H, VERHETSEL D (1983). Factors influencing stroke mechanics and speed in swimming the butterfly. In: Matsui H, Kobayashi K (eds). *Biomechanics VIII-A & B*. pp. 833-841. Human Kinetics Publishers, Illinois.

SANDERS R (1996). Breakstroke technique variations among New Zealand Pan Pacific swimmers. In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert, T.A. Trappe(Eds.), *Swimming Science VII*, pp.64-69.London: E&FN Spon.

SANDERS R (2002). Turning Techniques- Recent findings ISBS. Cáceres - Extremadura – Spain.

SANDERS R, CAPPAERT J, PEASE D (1998). Wave characteristics of Olympic breaststroke swimmers. *Journal of Applied Biomechanics*, 14(1), 40-51.



## BIBLIOGRAFIA

---

- SARMENTO P (1994) Aprendizagem da natação. Perspectivas pedagógica. *Ludens*, 14(4). 31-35
- SCHLEIHAUF R, HIGGINS J, HINRICHS R, LUEDTKE D, MAGLISCHO C, MAGLISCHO EW, THAYER A (1988). Propulsive techniques: Front crawl stroke, butterfly, backstroke, and breaststroke. In: Ungerechts BE, Wilkie K, Reischle K (Eds), *International series on sport sciences, Vol 6. Swimming Science V*. Pp. 53-59. Champaign IL. Human Kinetics.
- SCHMIDT R (2001) Aprendizagem e Performance Motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema. Artmed Editora.
- SCHMIDT R & WRISBERG C (2001). *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed Editora.
- SEIFERT L, CHOLET D (2005). A new index of flat breaststroke propulsion: a comparison of elite men and women. *Journal of Sports Sciences*, 23(3): 309-320.
- 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 competitivo*. Tese de Mestrado. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa.
- SILVA A (2001). *A importância da variação da velocidade do CMC do nadador na técnica de Bruços*. (UTAD: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; Tese de Doutoramento em Educação Física e Desporto).
- SILVA A (2003). *A Aprendizagem e Aperfeiçoamento da Técnica em Natação*. Penafiel, Dezembro de 2003.
- SOARES S, FERNANDES R, VILAS-BOAS J (2003) Analysis of critical velocity regression line data in junior swimmers. J.C. Chatard. *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*. 397-401. University of Saint-Etienne. Saint-Etienne
- TAKAGI H, SUGIMOTO S, NISHIJIMA N, WILSON B (2004). Differences in stroke phases, arm-leg coordination and velocity fluctuation due to event, gender and performance level in breaststroke. *Sports Biomechanics*, 3(1):15-27.
- THAYER A, HAY J (1984). *Swimming Technics*. Fevereiro – Abril. pp. 17-20.
- TOGASHI T, 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.

TOURNY C, CHOLLET D, MIALLEF J, MACABIES J (1992) Comparative analysis of studies of speed variations within a breaststroke cycle. D. MacLaren, T. Reilly, A. Lees. Biomechanics and Medicine in Swimming VI. 161-166. E & FN SPON. London

TOUSSAINT H, DE GROOT G, SAVELBERG H, VERVOORN K, HOLLANDER AP, VAN INGEN SCHENAU GJ (1988). Active drag related to velocity in male and female swimmers. Journal of Biomechanics 21: 435-438.

TOUSSAINT H, VAN DER HELM F, ELZERMAN J, HOLLANDER A, DE GROOT G, VAN INGEN SCHENAU G (1983). A power balance applied to swimming. In: Hollander A, Huijing P, de Groot G (eds.) Biomechanics and Medicine in Swimming. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, 165-172

Toussaint H. (1992) Performance determining factors in front crawl swimming. D. MacLaren, T. Reilly, A. Lees. Biomechanics and Medicine in Swimming VI. 13-32. E & FN SPON. London

TROUP J, BARZDUKAS A, TRAPPE S (1992). Adjustment to maximal work intensity during interval swimming using various work rest ratios. In: D. MacLaren, T. Reilly, A.Lee(Eds), *Biomechanics and Medicine in Swimming VI*, pp. 263-270. London: E&FN Spon.

TROUP J (1990). *International centre of aquatic research, annual studies by the Internacional Centre of Aquatic Research 1989-90*. Colorado Springs: United States Swimmng Press.

TROUP J (1991). International center for aquatic research annual: studies by the Internacional Center for Aquatic Research 1990-91. Colorado Springs. United States Swimming Press.

UNGERECHTS B (1988). The relation of peak body acceleration to phases of movements in swimming., 61-66.

VAN TILBORGH L, WILLEMS E, PERSYN U (1988). Estimation of breaststroke propulsion and resistance resultant impulses from film analysis, in Ungerechts B; Wilke K; Reischle K (eds). *Swimming science V*. (International series on sport sciences 18), Champaign (Illinois): Human Kinetics, 67-72.

VILAS-BOAS J (1993). *Caracterização biofísica de três variantes da técnica de braços*. Dissertação apresentada às provas de Doutorado no ramo de Ciências do Desporto, especialidade de Biomecânica do Desporto da Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto. Medisa- Edições e divulgações científicas.

VILAS-BOAS J (1996a). *A Técnica de Mariposa*. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e da Educação Física da Universidade do Porto.

## BIBLIOGRAFIA

---

VILAS-BOAS J (1996b). Speed fluctuations and energy cost of different breakstroke techniques, In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert, T.A. Trappe(Eds), *Biomechanics and Medicine in Swimming VII*, pp. 167-171. London:E& FN Spon.

WAKAYOSHI K, D'ACQUIATO J, CAPPAERT J, TROUP J. (1995). Relationship between oxygen uptake, stroke rate and swimming velocity in competitive swimming. *Int J Sports Med.* 16: 19-23.

WILLIAMS T (1983). Locomotion in the North American mink, a semi-aquatic mammal. I. Swimming energetics and body drag. *J. Exp. Biol.* 103:155-168.

Yi-Chung Pai, James Hay, Barry Wilson (1984). Stroking techniques of elite swimmers. *J. sports Sci.* (2). 225-239

ZAMPARO P, MILAN A, CAPELLI C, SARDELLA F, BONIFAZI M, FAINA M, SCHENA F (2005). Energy costs of swimming of elite long-distance swimmers. *Eur J Appl Physiol* 94. Pp. 697-704

Zhu J (1996). Trunk rotations, body waving and Kinanthropometric characteristics in the symmetrical swimming strokes. Doctoral Thesis Physical Education. Leuven: K.U. Leuven.



---

## ABREVIATURAS

AA - Acção ascendente  
AD - Acção descendente  
ALE - Acção lateral exterior  
ALI - Acção lateral interior  
Br - Braço  
BS - Braçada Subaquática  
CG - Centro de gravidade  
CMC - Centro de massa do corpo  
CMCG - Centro e massa do corpo global  
DC - Distância de ciclo  
dF - Índice de distribuição de força (expresso em percentagem)  
Di - Índice de diagonalidade (expresso em graus)  
DP - Arrasto propulsivo  
GS - Grab Start  
L - Força de sustentação hidrodinâmica/aerodinâmica (Lift)  
MI - Membros inferiores  
MS - Membros superiores  
NPD - Natação Pura Desportiva  
PC - Computador pessoal (personal computer)  
Peng - Partida Engrupada  
PMG - Programa Motor Genérico  
Ptrad - Partida Tradicional  
TA - Trajectória Aérea  
TB - Tempo de Bloco

TD - Tempo de Deslize

TIN - Tempo de Início de Nado

TP - Tempo de Partida

TS - Track Start

TSF - Track Start com o Centro de Gravidade à Frente

TSR - Track Start com o Centro de Gravidade Atrás

TTA - Tempo em Trajectória Aérea

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1:** As três noções fundamentais que estão na base da perspectiva de ensino desenvolvimentista.

**Figura 2:** Esquema representativo das compreensões básicas determinantes da competência aquática.

**Figura 3:** Esquema representativo das atitudes básicas determinantes da competência aquática.

**Figura 4:** Esquema representativo das habilidades motoras fundamentais determinantes da competência aquática.

**Figura 5:** Esquema dos aspectos do movimento cuja manipulação permite a estruturação de exercícios (adaptado de Langerdorfer & Bruya, 1995).

**Figura 6:** Objectivos que os nadadores deverão procurar para minimizar o impulso resistivo e maximizar o impulso propulsivo (Adaptado de Sanders, 2002).

**Figura 7:** Aumento da velocidade de um ponto fixo no tronco devido a um efeito de inércia sem qualquer deslocamento do CMC.

**Figura 8:** Mudança técnica da nadadora I.L., de um estilo horizontal para um estilo mais ondulatório (medalha Olímpica em 1984, utilizando a variante b).

**Figura 9:** Reconstrução das imagens de duplo meio.

**Figura 10:** Sistema de diagnóstico do movimento e características antropométricas, utilizado no centro de pesquisa e avaliação para natação de Leuven (Adaptado de Persyn, et al. (2000)).

**Figura 11:** Comportamento, em relação a um plano fixo, das semelhanças entre a variante ondulatória de braços e a mariposa (para um nadador de cada técnica de nível internacional, adaptado de Zhu, 1996).

**Figura 12:** Comparação da variação da velocidade horizontal do CMC em braços e em mariposa: (A) as duas variantes ondulatórias, (B) as duas variantes planas (adaptado de Persyn, et al., 2000).

**Figura 13:** "Stick Figures" da acção descendente e ascendente da pernada na variante ondulatória de braços e nas duas variantes da mariposa, ondulatória e plana (N=4-6) (Adaptado de Persyn, et al., 2000).

**Figura 14:** 1. Braçada e pernada mais amplas relativamente à cintura escapular e pélvica (Dominância da sustentação hidrodinâmica). 2. Braçada e pernada menos amplas (dominância do arrasto propulsivo) (Persyn, 1974).

**Figura 15:** Quando o joelho possui uma hiper-mobilidade lateral e quando as massas de água achatam a perna durante o seu deslocamento propulsivo, pode-se assistir à geração de propulsão com dominância da sustentação hidrodinâmica, durante a acção de junção dos MI (ALI).

**Figura 16:** Quando o joelho tem uma capacidade de hiper-extensão patológica, durante a extensão a planta do pé é deslocada mais verticalmente (em vez de para a frente como sucede com um joelho normal), o que origina a existência de um apoio mais estável do meio aquático.

**Figura 17:** Durante a braçada, o antebraço pode gerar propulsão durante a transição da acção descendente para a acção lateral interior dos MS, recorrendo ao efeito de Magnus.

**Figura 18:** Para direccionar a propulsão no eixo longitudinal do tronco, a acção helicoidal deverá iniciar-se debaixo do eixo longitudinal do tronco e finalizar acima do eixo longitudinal do tronco ou vice-versa.

**Figura 19:** As secções corporais aceleradas acima do nível da água provocam um efeito de inércia que pode gerar propulsão.

**Figura 20:** Quando os MS são lançados para a frente durante a partida, a tensão nos MI aumenta devido a um efeito de inércia.

**Figura 21:** Efeito de inércia gerado pela massa de água, semelhante ao que ocorre quando um ciclista trava usando uma mochila na zona dorsal e lombar.

**Figura 22:** Menos resistência ao deslocamento pode ser gerada quando uma determinada secção corporal hidroplana.

**Figura 23:** Redução da área de secção vertical na qual a totalidade do corpo se envolve.

**Figura 24:** Movimento de compensação entre MS e MI (Persyn, 1974).

**Figura 25:** O deslocamento para a frente do corpo, como reacção ao deslocamento para trás de determinadas massas de água, é similar ao que ocorre com um "kayak" quando uma bola se desloca, em rotação, para trás.

**Figura 26:** Curvas médias dos valores de ondulação dos quatro grupos em análise.

**Figura 27:** Variáveis espaço-temporais relevantes para o desempenho (valor percentual) e que simultaneamente confirmam os princípios propulsivos desenvolvidos.

**Figura 28:** Variáveis espaço-temporais relevantes para o desempenho (valor percentual) e confirmação dos princípios propulsivos relacionados com a propulsão no grupo 1 e 2 de análise.

**Figura 29:** Variáveis espaço-temporais relevantes para o desempenho (valor percentual) e confirmação dos princípios propulsivos relacionados com a propulsão no grupo 3 e 4 de análise.

**Figura 30:** Rotação para cima e para trás da parte superior do tronco acima do nível de água.



**Figura 31:** Extensão do tronco durante a última fase da acção dos MS.

**Figura 32:** Segunda parte de recuperação dos MS na técnica de mariposa.

**Figura 33:** Médias das variáveis relevantes para os nadadores por variante (adaptado de Zhu, 1996).

**Figura 34:** Sobreposição das figuras das acções segmentares (Adaptado de Zhu, 1996).

**Figura 35:** Para a variante ondulatória de mariposa: A) figuras médias para a acção descendente e ascendente dos MI; B) Sobreposição das figuras da acção ascendente dos MI; C) Contornos gráficos do corpo que fica acima do nível da água; D) Figuras do pequeno tubo longitudinal, sinusoidal por onde o corpo se desloca (Adaptado de Zhu, 1996).

**Figura 36:** Visualização da ondulação em torno das barbatanas: a) fotografias originais da ondulação; b) b e c fotografias modificadas quanto à luminosidade, cores e contraste; d) gráfico da água deslocada pelas barbatanas (linhas) para trás (zonas a cinzento); e) marcas da visualização dos contornos consecutivos do deslocamento das massas de água (colorida, adaptado de Zhu, (1996).

**Figura 37:** Resultados da visualização do estudo efectuado em relação à ondulação das pernas debaixo de água com e sem barbatanas.

**Figura 38:** Contornos e "Stick Figures" dos instantes digitalizados para delimitar cada uma das fases (para um nadador de mariposa de nível internacional, adaptado de Persyn et al., 2000).

**Figura 39:** Exemplos do cálculo e visualização dos outputs para 2 nadadores, que utilizam o nado ondulatório e plano na técnica de mariposa. A: Curvas da ondulação, representando a variante da técnica e as figuras correspondentes. B. Variação da velocidade horizontal do CMC, e as correspondentes fases e figuras (Adaptado de Zhu, 1996).

**Figura 40:** Exemplo das curvas das mudanças que ocorrem nas variáveis espaciais durante um ciclo gestual para um nadador de mariposa de nível internacional (adaptado de Zhu, 1996).

**Figura 41:** Comparação da variação média de ondulação em nadadores (N=29) e nadadoras (N=30), de nível internacional, na técnica de mariposa com ciclo inspiratório. Adaptado de Zhu, (1996).

**Figura 42:** Visão global de grupos de nadadores das várias variantes da técnica de mariposa com inspiração (adaptado de Zhu, 1996).

**Figura 43:** Valores médios para as figuras (de todos os instantes digitalizados) e diagramas das fases das duas variantes da técnica mariposa, tendo sido estudadas as características de cada um dos movimentos. (A média para as figuras foi calculada a partir da média do comprimento segmentar, desde os ângulos médios entre as articulações e o nível da água, e a partir das distâncias médias entre as articulações e o nível da água.) Adaptado de Zhu, (1996).

**Figura 44:** Figuras dos sete instantes que definem a ondulação (I-VII) para as variantes do estilo agrupadas para a técnica de bruços. As variantes do estilo 2 e 4 consistem numa

combinação das outras variantes (como especificado para cada instante por um número de 0 a 5).

**Figura 45:** (A) individual e (B) perfil médio do estilo e (C) variação da velocidade média do CM do corpo no (1) mais plano, (3) ondulação média e (5) a variante mais ondulatória do estilo.

**Figura 46:** Alterações médias na posição do tronco e ângulos das articulações dos ombros e da anca definem a amplitude da ondulação durante o ciclo de nado. Variante 1, 3 e 5: (A) Ombros; (B) Anca; (C) Tronco, relativamente à superfície da água.

**Figura 47:** Variação da velocidade resultante da mão ao longo do trajecto motor subaquático a mariposa (adaptado de Barbosa et al., 2003a).

**Figura 48:** Características de flexibilidade e força na variante ondulatória e plana da técnica de bruços e mariposa, tendo em conta características de referência para a população em estudo (N=574). Adaptado de Persyn, et al., (2000).

**Figura 49:** Comparação da variação da velocidade horizontal do CM corporal em bruços e mariposa. (A) representa as variantes ondulatórias e (B) as variantes planas (adaptado de Persyn et al., 2000).

**Figura 50:** Relação polinomial entre a velocidade de nado e a flutuação da velocidade em natação pura (adaptado de Barbosa et al., 2006a).

**Figura 51:** Comparação da economia de nado entre as quatro técnicas de nado (adaptado de Barbosa et al., 2006b).

---

## ÍNDICE DE QUADROS

**Quadro 1:** Descrição dos instantes78

**Quadro 2:** Divisão da amostra de estudo em quatro grupos.81

**Quadro 3:** Caracterização cinemática e dinâmica da técnica de mariposa (Schleihauf *et al.*, 1988)83

**Quadro 4:** Caracterização cinemática e dinâmica da técnica de braços (Schleihauf *et al.*, 1988)

**Quadro 5:** Quadro síntese para a variante ondulatória da técnica de nadar mariposa.

**Quadro 6:** Quadro síntese para a variante plana da técnica de nadar mariposa.

**Quadro 7:** Quadro síntese para a variante ondulatória com rotação na técnica de braços.

**Quadro 8:** Quadro síntese para a variante ondulatória sem rotação na técnica de braços.

**Quadro 9:** Quadro síntese para a variante sem ondulação e com rotação na técnica de braços.

**Quadro 10:** Quadro síntese para a variante sem ondulação e sem rotação na técnica de braços.

**Quadro 11:** Representação teórica das fases de aprendizagem motora (adaptado de Schmidt & Wirsberg, 2001).

**Quadro 12:** Características de prestação motora associadas (adaptado de Schmidt e Wirsberg, 2001)

**Quadro 13:** Quadro síntese das características técnicas do 1º estágio de aquisição técnica em mariposa.

**Quadro 14:** Quadro síntese das características técnicas do 1º estágio de aquisição técnica em braços.

