

AS TÉCNICAS ALTERNADAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

Modelo Biomecânico . Modelo Técnico . Modelo de Ensino

Ana Conceição . Nuno Garrido . Daniel Marinho . Alpo Costa . Tiago Barbosa
Hugo Louro . Vítor Reis . Cristina Fomaz . António Silva



Ana Conceição, Nuno Garrido, Daniel Marinho, Aldo Costa, Tiago Barbosa,
Hugo Louro, Vítor Reis, Cristina Ferraz, António Silva



Título	As técnicas alternadas em natação pura desportiva: Modelo Biomecânico, Modelo técnico e modelo de ensino.
Autor (es)	Ana Conceição Nuno Garrido Daniel Marinho Aldo Costa Tiago Barbosa Hugo Louro Vitor reis Cristina Ferraz António José Silva
ISBN:	978-972-669-991-0
Depósito Legal	
Editor:	UTAD
Prefixo de Editor:	978-972-669

AUTORES E COLABORADORES

Ana Conceição

Escola Superior de Desporto de Rio Maior, IPS, CIDESD

Nuno Garrido

Dep. de Ciências de Desporto, Exercício e Saúde, UTAD, CIDESD

Daniel Marinho

Dep. Ciências do Desporto, UBI, CIDESD

Aldo Costa

Dep. Ciências do Desporto, UBI, CIDESD

Tiago Barbosa

Dep. De Ciências do Desporto, IPB, CIDESD

Hugo Louro

Escola Superior de Desporto de Rio Maior, IPS, CIDESD

Vitor reis

Dep. de Ciências de Desporto, Exercício e Saúde, CIDESD, UTAD

Cristina Ferraz

Escola Secundária de Penafiel

António José Silva

Dep. de Ciências de Desporto, Exercício e Saúde, CIDESD, UTAD

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	2
2. PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS PARA A AQUISIÇÃO DAS HABILIDADES AQUÁTICAS BÁSICAS	6
3. MODELO BIOMECÂNICO	17
3.1. Introdução	17
3.2. Conceptualização geral	24
3.3. Conceptualização específica: Modelo biomecânico das técnicas alternadas	28
3.3.1. Introdução	28
3.3.2 Princípios Relacionados com a rotação do corpo sobre o eixo longitudinal, alinhamento e eficiência propulsiva	29
3.3.3 Caracterização cinemática e dinâmica das técnicas alternadas	36
3.3.4 Factores técnicos determinantes na prestação nas técnicas alternadas	39
3.3.5 Padrões intracíclicos de velocidade nas técnicas alternadas	43
3.3.5.1 Técnica de Crol	44
3.3.5.2 Técnica de Costas	47
3.3.6 Determinantes técnicas da economia de nado nas técnicas alternadas	51
4. MODELOS TÉCNICOS	56
4.1. Considerações gerais	56
5.MODELO DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA A AQUISIÇÃO DAS TÉCNICAS ALTERNADAS	71
5.1. Fases de Aprendizagem	73
5.2. Fases Cognitiva	76
6. CONCEPTUALIZAÇÃO PRÁTICA DO 1º NÍVEL DA AQUISIÇÃO TÉCNICA DE CROL E COSTAS	78
6.1. ESTRUTURA HIERARQUIZADA DAS ATITUDES FUNDAMENTAIS DO MOVIMENTO	79
6.1.1. Nível 1 (Aquisição)	81

6.1.1.1. Objectivos	81
6.1.1.2. Pré-requisitos	82
6.1.1.3. Estratégias	82
6.2. OBJECTIVO/META FINAL DO ESTÁDIO INICIAL DE AQUISIÇÃO DA TÉCNICA	84
6.2.1. Estratégia a adoptar no 1.º estágio de aquisição técnica	84
6.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ADAPTADAS AO 1.º ESTÁDIO DE AQUISIÇÃO TÉCNICA	85
6.4 Modelo de referência da técnica de Crol	86
6.5 Modelo de referência da técnica de Costas	90
6.6 Listagem de Exercícios para o 1º Estádio de Aquisição Técnica CROL	96
6.7 Listagem de Exercícios para o 1º Estádio de Aquisição Técnica Costas	103
7. BIBLIOGRAFIA	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: As três noções fundamentais que estão na base da perspectiva de ensino desenvolvimentista.....	9
Figura 2: Esquema representativo das compreensões básicas determinantes da competência aquática.....	10
Figura 3: Esquema representativo das atitudes básicas determinantes da competência aquática.....	11
Figura 4: Esquema representativo das habilidades motoras fundamentais determinantes da competência aquática (adaptado de Langerdorfer & Bruya, 1995).....	12
Figura 5: Esquema dos aspectos do movimento cuja manipulação permite a estruturação de exercícios (adaptado de Langerdorfer & Bruya, 1995).....	13
Figura 6: Objectivos que os nadadores deverão procurar para minimizar o impulso resistivo e maximizar o impulso propulsivo (adaptado de Sanders, 2002).....	24

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Variáveis referentes à posição do corpo (Cappaert et al., 1995).....	32
Quadro 2: Caracterização cinemática e dinâmica da técnica de Crol (Schleihauß et al., 1988).....	37
Quadro 3: Caracterização cinemática e dinâmica da técnica de Costas (Schleihauß et al., 1988).....	38
Quadro 4: Características dos nadadores envolvidos no estudo de Cappaert et al. (1995).....	40
Quadro 5: Características dos trajectos propulsivos (Cappaert et al., 1995).....	40
Quadro 6: Caracterização cinemática do batimento dos membros inferiores (Cappaert et al., 1995).....	41
Quadro 7: Características do trajecto subaquático num nadador do modelo 1 e do modelo 2 (adaptado de Alves et al., 1994).....	48
Quadro 8: Modelo de referência da técnica de Crol.....	59
Quadro 9: Modelo de referência da técnica de Costas...	64
Quadro 10: Representação teórica das fases de aprendizagem motora (adaptado de Schmidt & Wirsberg, 2001).....	74
Quadro 11: Características de prestação motora associadas (adaptado de Schmidt e Wirsberg, 2001).....	75
Quadro 12: Modelo de referência da técnica de Crol adaptado ao 1º estado de aquisição técnica.....	86

Quadro 13: Modelo de referência técnica de Costas, adaptado ao 1º estado de aquisição técnica.....	90
Quadro 14: Listagem de Exercícios para o 1º Estádio de Aquisição Técnica CROL.....	96
Quadro 15: Listagem de Exercícios para o 1º Estádio de Aquisição Técnica Costas.....	103

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1: $\vec{I} = \vec{F} * \Delta t$ - Impulso da força constante \vec{F} , durante o intervalo Δt	25
Equação 2: $Ec = 36.484 - 3.652Fh - 4.832Dc + 0.93t\% + 0.427t\%Dz$ - Equação com a inclusão na regressão múltipla das variáveis $t\%$ e $t\%Dz$	54
Equação 3: $Ec \text{ relativa} = 23.624 + 0.575t\% + 0.757t\%Dz$ - Equação da Ec relativa, ou seja, corrigida para a Fh ..	55

ABREVIATURAS

AA	-	Acção ascendente
AAA	-	Acção ascendente adicional
AD	-	Acção descendente
ADF	-	Acção descendente final
ADI	-	Acção descendente inicial
ALE	-	Acção lateral exterior
ALI	-	Acção lateral interior
Br	-	Braço
Cm	-	centímetros
D	-	Drag
Dact	-	Active Drag
DC	-	Distância de ciclo
dF	-	Índice de distribuição de força (expresso em percentagem)
Di	-	Índice de diagonalidade (expresso em graus)
Dp	-	Arrasto propulsivo
EC	-	Economia de nado
\vec{F}	-	Produto da força constante
Fh	-	Força hidrostática
Im/c	-	Índice mão/cotovelo
GAP	-	Geração do apoio propulsivo
Hz	-	Hertz
L	-	Força de sustentação hidrodinâmica/aerodinâmica (Lift)
m	-	metros
MI	-	Membros inferiores
MS	-	Membros superiores
m.ciclo ⁻¹	-	metros por ciclo
m/s	-	metros por segundo
m.s ⁻¹	-	metros por segundo
N	-	Newton
NPD	-	Natação Pura Desportiva

PH - Posição Hidrodinâmica
PK - Potência dissipada para a massa de água.
Kg - quilogramas
R - Recuperação
S - Sincronização
SPc/o - Sobreposição das coordenadas horizontais do cotovelo e do Ombro
SPm/o - Sobreposição das coordenadas horizontais da mão e do ombro;
t%SPm/o - Duração total do trajecto cotovelo e do ombro
t%Dz - Duração do deslize
W - watts
 Δt - tempo de actuação
% - percentagem

AS TÉCNICAS ALTERNADAS EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA

Modelo Biomecânico . Modelo Técnico . Modelo de Ensino

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 referir, que a aprendizagem técnica, forma particular da aprendizagem motora, constitui uma complexa actividade neuromotora. Esta 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 contexto, 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. Para que se possa repercutir em efeitos positivos, o ensino da natação deve basear-se na 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).

Um processo de formação que assente no ensino e aperfeiçoamento das técnicas de nado, é uma ferramenta essencial para um domínio consistente e equilibrado no meio aquático.

Aprender e aperfeiçoar a técnica, para que resulte num deslocamento eficaz e com o menor dispêndio energético (eficiência), deverá ser uma preocupação de todos os técnicos de 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.

Neste processo, o encadeamento das actividades propostas em cada nova situação pedagógica deve comportar, em si mesmo, um desafio. Assim a procura da aquisição de competências aquáticas deverá ser, por um lado, não excessivamente "agressiva" levando a uma estabilização e harmonia do sujeito e, por outro lado, capaz de suscitar a incorporação e de promover a utilização, com êxito, 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, não 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, cada vez mais próximos 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.

Torna-se 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 a resposta a 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 alternadas, na NPD?
- (ii) Se o objectivo é a apropriação por parte do nadador do modelo biomecânico de referência, 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 procuraremos clarificar estas questões de modo a dar resposta a um programa de ensino/aprendizagem em particular para as técnicas alternadas (Crol e Costas).

2. PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS PARA A AQUISIÇÃO DAS HABILIDADES AQUÁTICAS BÁSICAS

A aprendizagem de qualquer técnica desportiva, neste caso específico as técnicas alternadas 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 motor¹ 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 níveis². De facto, a ocorrência deste estado está contemplada nos programas de expressão física e motora que envolvem crianças da pré-escola e do 1º ciclo do ensino básico português, 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 hierarquia³, da melhoria dos canais de comunicação inter-sensorial⁴ e na melhoria da

¹ 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.

² (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.

³ Passagem de uma dominância táctil e cinestésica dos primeiros anos para uma maior dominância da informação visual, na regulação das respostas motoras.

⁴ Capacidade acrescida de trabalhar com diferentes referências sensoriais úteis na regulação do movimento

discriminação intra-sensorial⁵, processo este que está intimamente relacionado com o crescimento e diferenciação do sistema nervoso central⁶.

Embora não exista consenso relativamente às componentes perceptivas, certas estruturas de movimentos tendem a ser integradas nas seguintes formas (Williams, 1983): (i) equilíbrio⁷; (ii) direccionalidade; (iii) consciencialização das orientações⁸; (iv) percepção espacial⁹; (v) percepção temporal¹⁰ e; (vi) conhecimento da imagem corporal¹¹.

Assim, pretende-se estimular o desenvolvimento psicomotor mediante uma percepção do próprio corpo, através de uma associação entre várias componentes do foro interno (atenção visual, conhecimento das dimensões espaciais do corpo, dominância lateral e identificação das diferentes partes do corpo) e outros do foro externo, ou seja, interligadas com a percepção do corpo na relação com o envolvimento (imitação, direccionalidade e orientação espacial) (Williams, 1983).

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

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

⁶ Os tecidos neurais apresentam ganhos estáveis por volta dos sete anos de idade, com um ligeiro aumento durante a adolescência.

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

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

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

¹⁰ É a compreensão das relações de tempo, nomeadamente o tempo de coincidência e antecipação.

¹¹ 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.

No domínio motor específico, avalia-se a denominada competência aquática¹². 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 (Langerdorfer e Bruya, 1995).

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 da aprendizagem para uma perspectiva de ensino desenvolvimentista¹³, 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) hierarquização¹⁴; (ii) diferenciação¹⁵; (iii) individualização¹⁶.

¹² 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.

¹³ Paradigma proposto por Langerdorfer & Bruya (1995).

¹⁴ 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.

¹⁵ 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.

¹⁶ 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.

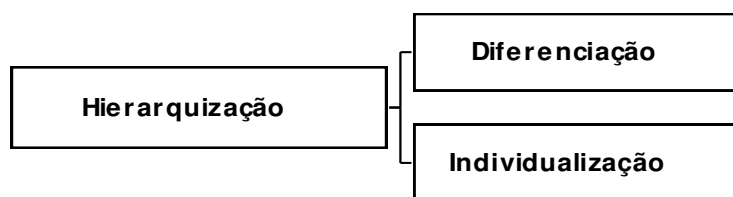


Figura 1: As três noções fundamentais que estão na base da perspectiva de ensino desenvolvimentista.

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, substancialmente, 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, da prévia marcação das presenças dos alunos.

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).

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 inclusive da complexidades das componentes críticas a observar durante a execução do mesmo. Um exemplo concreto:

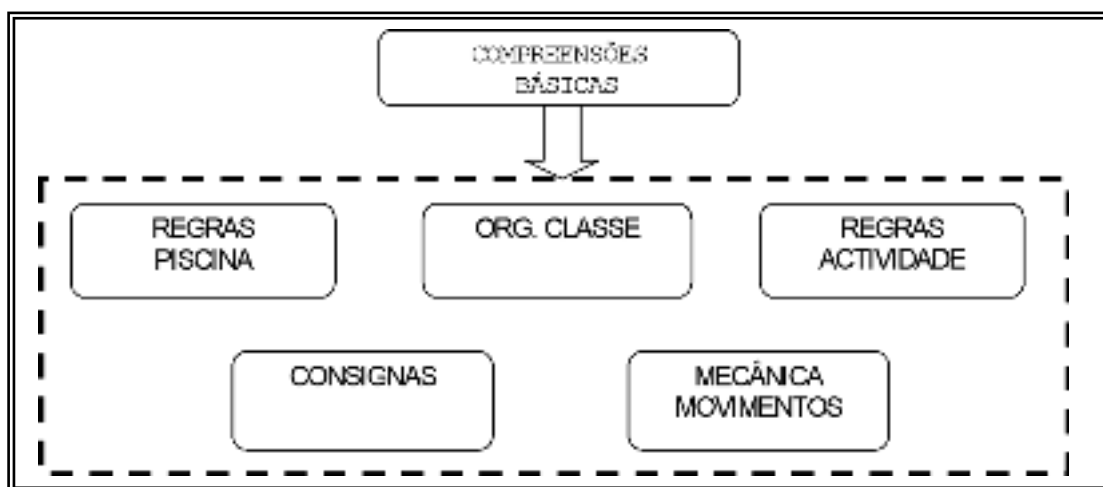


Figura 2: Esquema representativo das compreensões básicas determinantes da competência aquática.

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 para a actividade no início da aula, fazer uso adequado do mesmo durante a actividade e arrumá-lo no fim da actividade pedagógica, gerando uma rotina comportamental que reforça a sensação de controlo do contexto na qual se desenrola a acção pedagógica;

3. Da atenção à informação e 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 dirigida em particular para ele ou a qualquer outro aluno da classe.

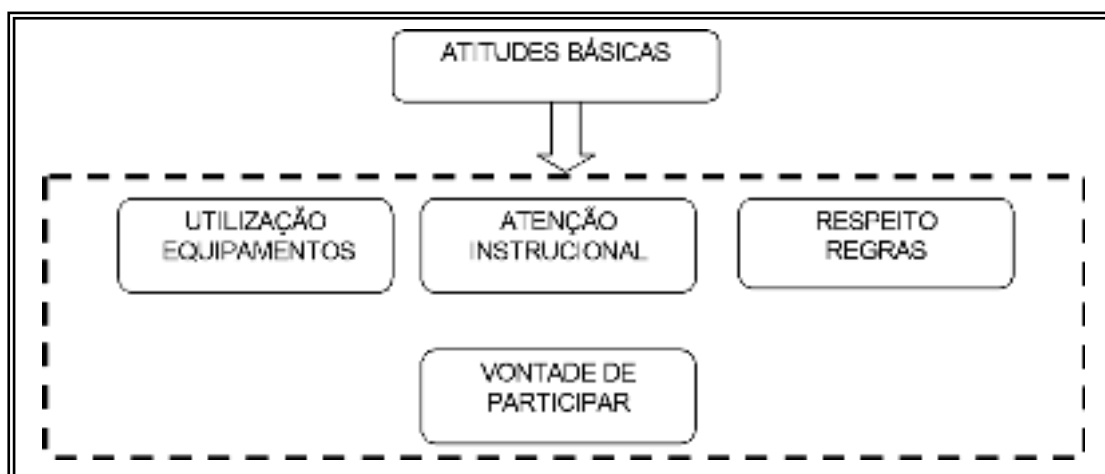


Figura 3: Esquema representativo das atitudes básicas determinantes da competência aquática.

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 torno de todo o espaço aquático, a progressiva libertação de apoios manuais e plantares e o gradual afastamento do bordo da piscina.

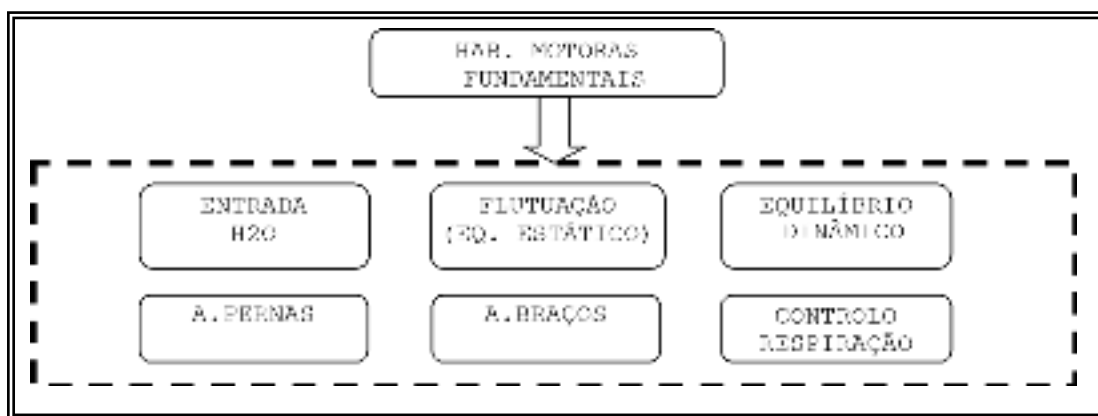


Figura 4: Esquema representativo das habilidades motoras fundamentais determinantes da competência aquática (adaptado de Langerdorfer & Bruya, 1995).

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 em caso de recusa, arriscando-se a provocar uma situação traumática para o mesmo.

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 acordo com o seu estado de desenvolvimento.

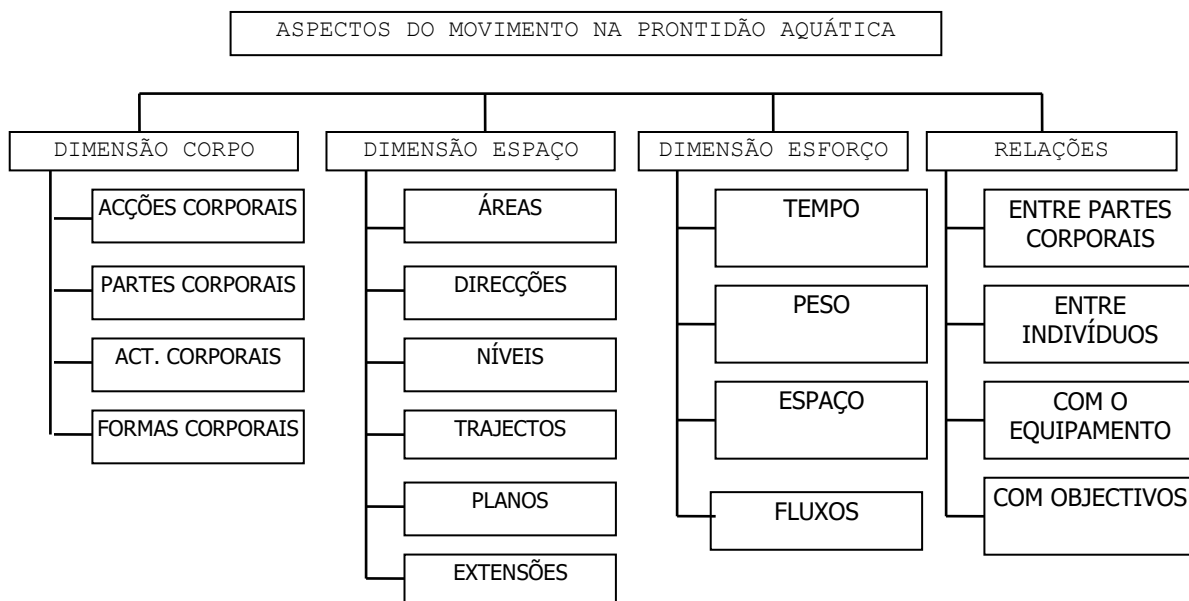


Figura 5: Esquema dos aspectos do movimento cuja manipulação permite a estruturação de exercícios (adaptado de Langerdorfer & Bruya, 1995).

Outra das características fundamentais é a aprendizagem através de uma brincadeira activa, controlada e organizada (i.e., Jogo Aquático Educativo). Os jogos têm um grande efeito para aumentar a efectividade da adaptação inicial (Barbosa e Queirós, 2004): (i) distractivos, para crianças com medos e receios de entrar e encarar o meio aquático; (ii) motivantes, quando o jogo é utilizado para ou 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 estática e dinâmica no meio aquático, adaptar os mecanismos respiratórios ao meio e descobrir outras formas diversificadas de deslocamento (propulsão).

Como objectivo terminal, procura-se um desenvolvimento motor geral que faculte a autonomia propulsiva,

integrando, muitos dos elementos críticos dos sistemas de gestos técnicos em natação¹⁷.

Cada uma das habilidades integra os objectivos gerais de duas fases do modelo tradicional: (1) FAMILIARIZAÇÃO¹⁸; (2) ADAPTAÇÃO¹⁹ 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 e, em particular, uma consciencialização optimizada do encadeamento de 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

¹⁷ 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.

¹⁸ 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.

¹⁹ 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.

"FORÇA DE IMPULSÃO" e do seu "poder activo" no desenvolvimento da aprendizagem.

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 a actividade aquática se desenrola. Aqui, procuramos 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) deslizos. A atenção nas tarefas é centrada para as referências externas, que permitem ao praticante referenciar a postura/posição corporal na água. Geralmente, na aprendizagem, 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 envolvem-se, também, os rudimentos da respiração aquática, i.e., a expiração na água (boca-nariz) e a inspiração de curta duração.

Na 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 envolvem-se as noções de trajectória de pernas e braços, em particular o seu papel na forma de gerar apoios

propulsivos e consequente deslocação no novo meio. As relações com outros indivíduos permitem construir um “equilíbrio afectivo”, determinante para se alcançarem objectivos colectivos. O conhecimento e a exploração dos equipamentos são peças integrantes deste processo.

Na 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 e 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, jogo sem orientação ou fora do contexto pedagógico poderá condicionar a progressão técnica do praticante. No caso, as aulas quedam-se menos em actos pedagógicos e mais em actos recreativos (Barbosa e Queirós, 2004). Jogos de imitação, tipo “Rei-manda” ou jogos “Sem-fronteiras”, são importantes 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 o nível do praticante e 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”.

3. MODELO BIOMECÂNICO

3.1. Introdução

A revolução coperniciana na teoria da propulsão em natação ocorreu nos finais dos anos 60 com Counsilman (1969). Foi seguidamente exposta de um modo mais completo por Brown & Counsilman (1970) e Counsilman (1971), com a concepção da sustentação hidrodinâmica propulsiva, baseando-se numa aplicação da lei de Bernoulli e da teoria da asa. Trabalhos que se escoram no pressuposto da existência de um tipo de escoamento estável, laminar em torno do corpo imerso. Trabalhos experimentais imediatamente posteriores vieram confirmar este novo paradigma (Schleihauf, 1976, 1977a, 1977b, 1978; Barthels & Adrian, 1975; Reischle, 1978, 1979), embora a interpretação fosse em muitos casos visivelmente excessiva, quase colocando resultante propulsiva efectiva e sustentação propulsiva como sinónimos, tendência que ainda se manifesta em Maglischo (1982), posteriormente corrigida (cf., por exemplo, Maglischo, 1989, 1993). Estes trabalhos ulteriores já se alicerçam de igual forma em escoamentos do tipo instável, turbulento.

A análise vectorial introduzida por Schleihauf (1976), apesar de alguns pressupostos simplistas e geradores de erros de medição importantes, constituiu um passo importante no caminho para uma posição conceptual mais equilibrada, com a consideração experimental do ângulo como factor determinante do vector da resultante propulsiva aplicada na mão do nadador. A ideia da supremacia da força de sustentação hidrodinâmica L como componente propulsiva generalizou-se, não só entre os especialistas em natação mais populares, como entre nomes

importantes da biomecânica do desporto (Hay, 1973; Brancazio, 1984).

Argumentando pela dificuldade inerente ao modelo de Bernoulli em fornecer um significado prático imediato à análise do movimento, por um lado, e em possibilitar a predição da força hidrodinâmica criada pelo nadador em condições de suficiente acessibilidade, por outro lado, Sprigings & Koehler (1990) defendem o retorno a um modelo explicativo baseado na 2^a e 3^a lei de Newton, sem pôr em causa, evidentemente, o fenómeno da sustentação e os mecanismos que o explicam.

O seu principal objectivo consiste em, numa primeira abordagem a sustentação propulsiva criada pelo nadador numa cadeia causal mais ampla, permitir integrar as várias formas de resistência envolvidas no movimento real e de relevância para a intervenção prática, contrariando o que ocorre quando o ponto de partida é a aplicação globalizante do teorema de Bernoulli à locomoção aquática humana, como encontramos em alguns autores principalmente na década de 70 e início dos anos 80 (Counsilman, 1971; Schleihau, 1976; Maglischo, 1982).

A sua intenção é, antes, inserir a sustentação propulsiva criada pelo nadador numa cadeia causal mais vasta, ao contrário do que ocorre quando o ponto de partida é a tentativa de aplicação globalizante do teorema de Bernoulli à locomoção aquática humana, como encontramos em alguns autores principalmente na década de 70 e início da de 80 (Counsilman, 1971; Schleihau, 1976; Maglischo, 1982).

Desta forma, permite-se integrar as várias formas de resistências envolvidas no movimento real e de relevância para a intervenção prática.

Na realidade, a utilização do teorema de Bernoulli para a predição de L (força de sustentação) exige o conhecimento das velocidades e dos regimes de escoamento na proximidade das superfícies propulsivas, o que é praticamente impossível de obter para situações de nado real. Aliás, só de um modo limitado tem sido conseguido para modelos físicos em túnel aerodinâmico. Por outro lado, a derivação do teorema de Bernoulli assume a conservação de energia do sistema de fluido, pressuposto aceitável em regimes de escoamento laminar mas pouco adequada nas condições de turbulência que rodeiam as acções do nadador em deslocamento (Ungerechts, 1983, 1985).

Em último lugar, como já foi referido, o modelo de Bernoulli apenas diz respeito à componente L , não permitindo o cálculo de D (Sprigings & Koehler, 1990).

Qualquer alteração na intensidade ou direcção da quantidade de movimento das partículas de água é um resultado directo do impulso aplicado. A 3ª lei de Newton prediz a ocorrência de um impulso de retorno igual e de sentido inverso que se aplica no segmento propulsivo, o qual é decomponível em duas forças ortogonais entre si, L e D . No modelo preconizado por Sprigings & Koehler (1990) é necessário medir a intensidade e a direcção da alteração da quantidade de movimento do fluido provocada pela acção propulsiva. Alguns pressupostos simplificadores são necessários:

1. Todo o fluido que escoar ao longo da área projectada do hidrofólio na direcção original do escoamento é deflectido de acordo com o ângulo.
2. A massa de fluido afectada é calculada a partir da área plana projectada do hidrofólio.

3. A variação da quantidade de movimento dá-nos informação sobre a resultante propulsiva gerada, que será posteriormente decomposta numa componente L e numa componente D .

O retorno ao modelo newtoniano permite, assim, predizer a força de reacção total que resulta da interacção dinâmica com o fluido, tocando no ponto essencial da análise técnica desportiva, que é a optimização da resultante propulsiva efectiva e não da componente sustentação. Por outro lado, este modelo oferece a possibilidade de uma fácil conversão visual de grande potencial informativo na intervenção prática, no que diz respeito ao acoplamento das características cinemáticas das acções propulsivas com o seu efeito na direcção da força resultante criada. Aliás, este é o modelo utilizado por vários autores na sistematização do fenómeno propulsão em natação e do cálculo da eficiência propulsiva (p.e., De Groot & Van Ingen Schenau, 1988, Toussaint *et al.*, 1988a, 1990a; Toussaint & Hollander, 1994), estando na base das determinações de D_{act} e da decomposição da potência propulsiva total realizada com o "MAD-system"²⁰ (Hollander *et al.*, 1986; Huijing *et al.*, 1988; Toussaint *et al.*, 1988c).

Partindo de um ponto de vista semelhante, a de que o modelo de Bernoulli não dá conta da totalidade dos fenómenos observados e medidos nas técnicas de nado competitivas, Rushall *et al.* (1994), ao contrário de Sprigings & Koehler (1990), concretizam, no entanto, uma

²⁰ "MAD-system" (measuring active drag) permite medir a força propulsiva durante o nado através de pontos de apoio sólidos com a utilização dos membros superiores isoladamente. Este sistema é composto por um conjunto de palas montadas debaixo de água e colocada ao longo do comprimento da piscina de forma aos nadadores poderem deslocar-se para a frente apoiando-se na pala, puxando para trás com um braço a seguir ao outro à medida que se deslocam. Cada pala é acupulada a um transdutor de força de forma a força produzida pelo nadador ser medida.

refutação do papel determinante, salvo na técnica de bruços, da força de sustentação hidrodinâmica para a obtenção de uma eficiência propulsiva elevada, considerando-a mesmo como residual nas fases do trajecto propulsivo onde o corpo sofre acelerações de maior magnitude. Consideram estes autores, então, que a produção da força de resistência propulsiva é dominante, quer pela intensidade com que é gerada, quer pela direcção, sempre mais favorável do que o que ocorre, na quase totalidade das fases subaquáticas, com a componente *L*. As consequências práticas são importantes e os autores não se esgotam de o repetir: após duas décadas de acentuação dos percursos curvilíneos por parte de uma grande maioria de treinadores, incluindo muitos daqueles que têm sob a sua orientação atletas de nível mundial, é necessário voltar aos trajectos mais rectilíneos, onde a constituição anatómica o permite, e o objectivo volta a ser a optimização da *D* propulsiva. Na verdade, Rushall *et al.* (1994) não prefiguram um retorno puro e simples aos anos 60, onde se desconhecia a implicação da sustentação na propulsão, pois que não negam a sua existência, o que seria puro obscurantismo científico, e concedem-lhe mesmo alguma importância nalgumas fases menores dos trajectos subaquáticos, reconhecendo-lhe, como já foi referido, um papel determinante na técnica de Bruços. Procuram, antes, interpretar e dar significado prático à vasta gama de dados que nos últimos anos têm sido disponibilizados pelo estudo biomecânico sistemático dos principais nadadores mundiais a partir do projecto de Colorado Springs (Troup, 1990; 1991a; 1993), assente na metodologia desenvolvida por Schleihau (1976, 1977a, 1977b, 1978, 1979), exposta na sua forma final em Schleihau *et al.* (1983) e posta ao serviço da natação americana a partir da preparação para

os Jogos Olímpicos de Los Angeles (Maglischo et al., 1986; Schleihau et al., 1988).

As dificuldades atribuídas à utilização de percursos dos segmentos propulsivos basicamente rectilíneos, quer no plano teórico, como a da perda inevitável de eficiência a partir do momento em que a massa de água que serve de apoio instantâneo está, ela própria em movimento, reduzindo a sua velocidade relativa (Counsleman, 1971), quer no plano da evidência experimental, como o facto de uma mesma velocidade relativa num trajecto antero-posterior corresponder a uma velocidade da mão em relação ao ombro muito superior ao que ocorre para trajectos diagonais à linha de deslocamento corporal (Schleihau et al., 1983). Com efeito, esta problemática permanece sem solução a não ser que se considere que a pequena diagonalidade permitida é a suficiente para que ocorra a "procura de águas paradas" de que falavam Brown & Counsilman (1970).

Rushall et al. (1994) argumentam que, para que a produção de L fosse dominante, seria necessária a presença de um perfil assimétrico, o que não será válido, uma vez que existem mecanismos que possibilitam a criação de L a partir de perfis simétricos (Vilas Boas, 1988). Por outro lado, ao atentarmos na relação revelada por Schleihau (1979) entre a variação na direcção do escoamento em relação ao plano da mão (ângulo) e os coeficientes de L e D, facilmente verificamos a sua relação com a forma típica do perfil de asa, sendo os ângulos mais favoráveis para CL, os de 270°, para ângulos na região entre os 20° e os 40° e de 0° e 225° para ângulos inferiores. Note-se, ainda, a pouca eficácia associada à utilização do ângulo de 135° e 315°.

Na realidade, grande parte dos mecanismos de produção de força propulsiva no nadador continua desconhecida. Em estudos ulteriores, Berger *et al.* (1997) determinaram a eficiência propulsiva por dois métodos diferentes, um de base fisiológico, utilizando o consumo de oxigénio como indicador do custo energético de nado, e o outro seguindo o procedimento da dinâmica inversa, com a finalidade de correlacionaram os valores obtidos com a contribuição relativa L/D na resultante propulsiva criada pela mão e antebraço. Concluíram pela impossibilidade de associar a eficiência propulsiva, quer com a relativa preponderância da força ascensional, quer com a direcção da resultante propulsiva gerada. Comprova-se, assim, o carácter demasiado simplista com que se tem encarado a definição dos modelos técnicos ideais da Natação Pura. Eventualmente, tal como o apontam Berger *et al.* (1997), mecanismos adicionais de geração de força propulsiva desconhecidos, provavelmente relacionados com a criação de vórtices, terão uma influência superior àquela que lhes tem sido atribuída até hoje. Toussaint *et al.* (2002) verificaram que o fluxo axial durante a trajectória da técnica de crol poderá ter um efeito de propulsão de reforço, aumentando a diferença de pressão sobre a mão.

Posteriormente, Toussaint *et al.* (2004) procuraram medir o arrasto durante o nado, através da comparação de dois sistemas de medição de força. O primeiro método foi o MAD-system para medir o arrasto activo, e o segundo método o VPM (velocity perturbation method) em que o arrasto é estimado a partir das diferenças da velocidade de nado, onde os nadadores nadam duas vezes à máxima velocidade, na 1ª em nado livre e na 2ª com um fato hidrodinâmico que permite criar uma resistência adicional. Através deste estudo verificou-se que a diferença de valores de arrasto activo a uma potência

exercida diferente no 2º método. Assim, concluiu-se que ambos os métodos medem essencialmente o mesmo fenómeno e que as diferenças de arrasto activo podem ser explicadas por uma violação dos pressupostos do teste.

3.2. 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).

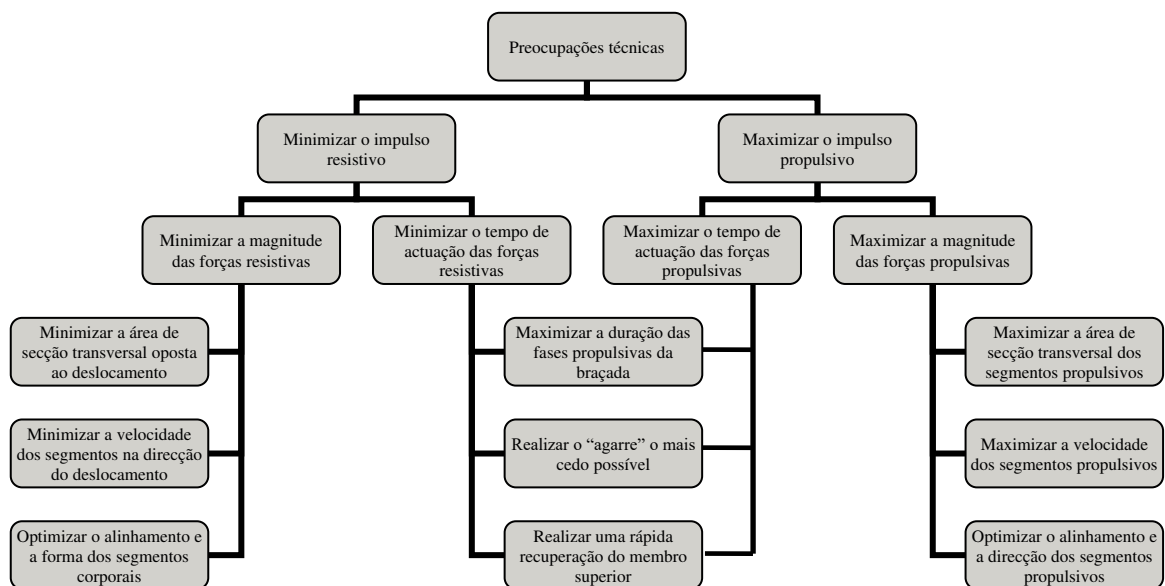


Figura 6: Objectivos que os nadadores deverão procurar para minimizar o impulso resistivo e maximizar o impulso propulsivo (adaptado de Sanders, 2002).

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 Δt representa, pois, uma grandeza física importante. A esta grandeza chama-se impulso da força constante \vec{F} , durante o intervalo Δt .

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 total²¹, 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

²¹ A potência mecânica total gerada pelo nadador (P_0) 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): $P_0 = P_D + P_K$

pelo sistema biológico²², 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, preponderantemente 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 específico para as técnicas alternadas, operacionalizando a conceptualização geral relativa aos modelos de propulsão aquática, num conjunto de princípios que respeitem os resultados da investigação e que, ao mesmo

²² Evidência formulada por diferentes autores (Holmér, 1974^a, 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 dispendida 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.

tempo, sirvam o propósito de serem substancializados em matrizes pedagógicas de intervenção prática.

3.3. Conceptualização específica: Modelo biomecânico das técnicas alternadas

3.3.1. Introdução

Do ponto de vista mecânico, a técnica de Crol é a mais económica (Holmér, 1974a; Barbosa et al., 2006a). Este facto deve-se, em primeiro lugar, à alternância de movimentos, evitando-se deste modo acentuadas oscilações intracíclicas da velocidade horizontal do centro de massa, pelo menos em comparação com as técnicas ditas simultâneas (Barbosa et al., 2006b). Depois, porque a posição do corpo que lhe é inerente permite trajectos subaquáticos bem orientados, criando resultantes propulsivas com direcção e sentido muito próximos da direcção de deslocamento do corpo.

Estas duas condições estão também presentes na técnica de Costas. Porém, segundo Richards (1996), o posicionamento das superfícies de propulsão primárias, mão e antebraço, permitem, em Crol, uma vantagem na aplicação de força durante cada acção dos membros superiores. Alguns autores sugerem que o custo energético do nado de Costas, em nadadores de bom nível técnico, é ligeiramente inferior ao de Crol (p.e., Holmér, 1983; Alves et al., 1994). Contudo, num estudo recente com nadadores de nível internacional, Barbosa et al. (2006a) não verificaram diferenças significativas no dispêndio energético total entre as duas técnicas.

A posição dorsal do corpo, obrigando a acções propulsivas efectuadas em planos posteriores ao plano frontal médio, conduz a uma menor eficiência propulsiva. Com efeito, Toussaint et al. (1988) sugerem uma eficiência propulsiva ligeiramente superior a 50% na técnica de Crol e abaixo desse valor na técnica de Costas. Limitações de carácter anatómico-funcional impõem trajectos demasiado laterais

em vez de obliquamente descendentes e ascendentes. A este argumento também se poderá acrescentar o facto de, na técnica de Crol, haver a possibilidade de visualizar os movimentos, o que não acontece na técnica de Costas, cujos movimentos são realizados apenas com recurso às sensações proprioceptivas, existindo uma maior dificuldade em realizar as acções motoras de forma correcta. A menor eficiência propulsiva da técnica de Costas revela-se através da obtenção de velocidades máximas de deslocamento menores do que em Crol e mariposa, quando se comparam nadadores com níveis de prestação equivalente (Troup et al., 1982). Por sua vez, Toussaint et al. (1988) justificam a menor eficiência propulsiva de Costas devido à sujeição a intensidades mais elevadas de arrasto e a uma maior dissipação de energia cinética para a água do que em Crol.

Ainda assim, e por mera curiosidade, há a referir que, de entre as diversas formas de locomoção aquática, o nado, e inclusivé o Crol, é das formas menos eficientes (Pendergast et al., 2003), pelo menos em comparação, por exemplo, com a Canoagem, o Remo ou o nado com barbatanas (Pendergast et al., 2003; Barbosa e Vilas-Boas, 2005).

3.3.2 Princípios Relacionados com a rotação do corpo sobre o eixo longitudinal, alinhamento e eficiência propulsiva

O alinhamento ideal do corpo em Crol deve coincidir com a aceleração máxima da mão, de tal modo que se consiga reduzir o arrasto total sofrido pelo corpo no preciso momento do ciclo gestual em que o efeito propulsivo é máximo. Isto é feito através de uma sincronização precisa da rotação do corpo com o ciclo de braços. Quando um membro superior percorre a fase final do seu trajecto

subaquático, o outro está a realizar o deslize, estendendo-se imediatamente por baixo e em paralelo à superfície da água. Esta posição permite um escoamento estável por baixo do membro superior em deslize, do tronco e do membro inferior que está a finalizar a AA (Colwin, 1984). Diversos estudos têm vindo a ser realizados no sentido de aferir a influência de diversos mecanismos de coordenação inter-segmentar com a eficiência e a eficácia do nado (p.e., Seifert e Chollet, 2008).

A importância da rotação do corpo na determinação dos trajectos subaquáticos das mãos foi evidenciada por Hay *et al.* (1993), num estudo experimental realizado em Crol num grupo de nadadores australianos. Estes autores observaram ângulos máximos de rotação do corpo com o plano horizontal de 51.5° a 66.0° , e um valor médio de 60.8° . Constataram também que os nadadores de melhor nível técnico desenvolviam uma maior velocidade da mão e uma maior velocidade angular da rotação corporal durante a fase final da braçada (AA). Esta última era mais elevada na fase propulsiva do que na recuperação. A contribuição da rotação para o trajecto real da mão variou entre 41.1 % e 73.6 %, com uma média de 50.6 %. Isto significa que, em média, a rotação corporal e o movimento relativo da mão em relação ao ombro, ao cotovelo ou a ambos contribuem com uma importância quase igual na determinação do trajecto da mão.

Liu *et al.* (1993), num estudo semelhante, constataram também que os movimentos laterais da mão podiam ser inteiramente conseguidos pela rotação do corpo, não sendo necessária a flexão do cotovelo nem a adução do ombro. Estes autores demonstraram também que apenas seria necessário rodar o corpo entre 19° e 34° para que a trajectória da mão se aproximasse da linha média do

corpo. Porém, como o valor médio máximo para a rotação do corpo encontrado numa amostra de 10 nadadores foi bastante mais elevado (60.8°), concluíram que os nadadores deverão deslocar os seus membros superiores lateralmente ao tronco para evitar que a mão ultrapasse demasiado a linha média corporal.

Por outro lado, Prichard (1993) refere que os nadadores geram elevadas velocidades da mão e elevadas forças propulsivas através da rotação do corpo sobre o eixo longitudinal. Este autor sugere inclusive que a amplitude, a velocidade, a força e o momento da rotação da anca são factores igualmente determinantes para o rendimento na técnica de Crol. Esta convicção é também defendida por Bailey (1999), ao sugerir que através da rotação do corpo pode ser transferida energia da anca para os membros superiores, aumentando a força propulsiva dos gestos motores. Colwin (1998), enunciando as vantagens da rotação corporal, aponta que os nadadores conseguem produzir valores superiores de força propulsiva através da rotação corporal, porque conseguem tirar mais vantagem da acção dos grandes músculos da zona dorsal e escapular.

Num estudo realizado por Cappaert *et al.* (1995), o ângulo de rotação dos ombros na técnica de Crol foi similar entre dois grupos de nadadores de diferente nível desportivo (elite vs. "subelite") mas os ângulos de rotação da anca mostraram direcções de rotação de sentido contrário. Embora a rotação da anca fosse inferior à rotação dos ombros no grupo de elite, os ombros e a anca rodaram, neste grupo, sempre para o mesmo lado. Já no grupo de nível inferior, a anca rodou para o lado contrário dos ombros. A oscilação lateral era significativamente superior no grupo de "subelite". As rotações em direcções opostas dos ombros e da anca nos

nadadores de "subelite" poderão provocar um maior arrasto total activo, ao mesmo tempo que a comprovada maior oscilação lateral induz maior superfície frontal de contacto, logo, maior arrasto de pressão e de onda.

Quadro 1: Variáveis referentes à posição do corpo (Cappaert *et al.*, 1995).

	"Subelite"	Elite
Rotação do corpo com o plano horizontal (°)	35.4 ± 2.5	34.4 ± 1.7
Rotação da anca com o plano horizontal (°)	-17.8 ± 1.5	8.3 ± 1.5 *
Oscilação lateral (m)	0.2 ± 0.04	0.1 ± 0.02 *

* $p < .05$

Payton *et al.* (1997) procuraram determinar, através de um modelo matemático tridimensional, o efeito da rotação do corpo na velocidade da mão e na sua trajectória durante a propulsão. As principais conclusões deste estudo foram: (i) para uma determinada flexão do cotovelo, um aumento da rotação máxima do corpo de 45° para 60° produz um aumento significativo do deslocamento medial da mão; (ii) para uma determinada rotação corporal, um aumento na flexão máxima do cotovelo de 60° para 90° aumenta o deslocamento medial e reduz o deslocamento descendente da mão; (iii) um aumento da rotação corporal aumenta a velocidade da mão no plano perpendicular à direcção de nado, aumentando o potencial da mão para desenvolver força propulsiva com base na força de sustentação hidrodinâmica.

No entanto, Payton *et al.* (1999b) verificaram, num trabalho experimental com 6 nadadores, que a rotação sobre o eixo longitudinal não permitiu produzir maior velocidade da mão durante a acção lateral interior em Crol. No início desta acção, o corpo já se encontrava numa posição neutra e a velocidade de deslocamento da mão foi mesmo superior quando não ocorria a rotação. Estes

autores sugeriram, então, que a acção lateral interior (ALI) favorece a rotação do corpo e não o contrário, tal como tem sido indicado em vários estudos. Por outro lado, estes autores demonstraram também que quando ocorre a rotação da cabeça para efectuar a inspiração lateral, a rotação do corpo é mais pronunciada, apesar de não se registarem alterações nos parâmetros cinemáticos da braçada decorrentes desta acção.

Por outro lado, Yanai (2001) investigou a causa mecânica da rotação do tronco, tendo concluído que o efeito transitório das forças do fluido actuando sobre a totalidade do corpo era a principal responsável pela rotação. Numa análise cinemática posterior, o mesmo autor (Yanai, 2003) verificou que a rotação do corpo sobre o eixo longitudinal era responsável por pelo menos 68% da rotação da anca e por pelo menos 50% da rotação dos ombros, o que veio dar suporte à conclusão anterior.

Mais recentemente, Yanai (2004) procurou determinar experimentalmente, em 11 nadadores, a contribuição do efeito transitório da força de impulsão hidrostática para a rotação corporal e a sua relação com a velocidade de nado na técnica de Crol. Este autor concluiu que a contribuição da força de impulsão para a rotação corporal era superior à contribuição das forças propulsivas e que os nadadores mais rápidos eram aqueles que conseguiam utilizar o momento hidrostático de uma forma mais efectiva para realizar a rotação corporal. Sugeriu assim que a utilização efectiva da força de impulsão parece estar associada à melhoria do rendimento. Neste sentido, um desejável aperfeiçoamento técnico deve passar por modificar alguns aspectos técnicos que permitam aumentar a contribuição da força de impulsão para a rotação corporal e, ao mesmo tempo, prevenir o aparecimento de qualquer efeito que diminua a capacidade dos segmentos

corporais para produzir força propulsiva. Segundo Yanai (2004), estas modificações deverão passar por:

(i) iniciar mais cedo a recuperação dos membros superiores, apresentando o cotovelo fora de água enquanto a mão ainda executa a parte final do trajecto propulsivo;

(ii) prolongar a fase de recuperação, mantendo o cotovelo fora de água enquanto a mão entra na água. Estas duas situações permitiriam aumentar e prolongar o momento angular gerado pela força de impulsão.

(iii) coordenar o momento da recuperação dos membros superiores com o ciclo da rotação corporal, de maneira a que o momento da força de impulsão possa auxiliar na transição da rotação para o lado contrário em cada fase de recuperação dos membros superiores;

(iv) coordenar o momento da entrada e deslize de um membro com a AA do outro membro superior, permitindo reduzir o momento de inércia sobre o eixo longitudinal, de maneira a que uma quantidade superior de rotação possa ser alcançada para um determinado momento angular corporal.

Neste sentido, parece ser importante a realização de mais estudos sobre esta temática para se compreender mais detalhadamente a importância da rotação do corpo sobre o eixo longitudinal nas técnicas alternadas. Por outro lado, parecem ser importantes mais análises que determinem: (i) a relação existente entre a coordenação dos membros superiores e a rotação corporal; (ii) a contribuição da força de impulsão para a rotação corporal; (iii) a relação existente entre a contribuição da força de impulsão para a rotação corporal e a eficiência propulsiva, de maneira a que possa ser

identificada uma técnica ideal para criar a rotação corporal, ao mesmo tempo que se maximiza a propulsão.

Mais desenvolvimentos sobre a rotação do corpo foram recentemente sistematizados por Psycharakis e Sanders (2010).

Ao qual verificaram que os nadadores e a sua rotação do corpo é significativamente superior nos ombros em relação às ancas, os nadadores aumentam o rolamento das ancas, mantendo o rolamento dos ombros com o aparecimento da fadiga; nadadores mais rápidos tem uma rotação inferior dos ombros do que os nadadores mais lentos durante um percurso de 200 m; rolamento assimétrico, diferenças temporais no rolamento do ombro e anca, e rolamento do ombro no lado dominante existe na técnica de crol, mas não existem evidências que sugere que afecta a performance na natação. A flutuabilidade contribui em força para gerar o rolamento do corpo na técnica de crol.

A investigação futura orienta-se para as seguintes áreas: cálculo do rolamento do corpo para raparigas e na técnica de costas; diferenças no rolamento do corpo entre ciclos respiratórios e não respiratórios; causas das assimetrias do rolamento do corpo e a sua relação com a lateralidade motora; análises do rolamento do corpo através de uma ampla gama de velocidades e distâncias de natação; exploração da associação do rolamento do corpo, a magnitude e a direcção das forças propulsivas desenvolvidas durante um ciclo de nado, e a influência da acção das pernas na realização do rolamento do corpo.

3.3.3 Caracterização cinemática e dinâmica das técnicas alternadas

Schleihauf (1979) iniciou um conjunto de estudos para estimar a intensidade da força propulsiva efectiva da mão com base na análise vectorial das diferentes forças propulsivas envolvidas. A partir da curva da força resultante efectiva da mão do nadador, Schleihauf et al. (1988) definiram três índices tendo em vista a análise individual da proficiência técnica:

(i) Índice de diagonalidade (D_i): média dos ângulos entre a trajectória da mão e o sentido de deslocamento do corpo, medidos em três momentos correspondentes aos três maiores picos de força propulsiva. Acções propulsivas em planos perpendiculares ao sentido de deslocamento do corpo do nadador dariam lugar a valores de D_i de 90° , enquanto deslocamentos propulsivos da mão num sentido antero-posterior dariam valores de D_i de 0° . O D_i mostra que em Crol se utilizam trajectos oblíquos em relação ao sentido do deslocamento corporal, o que implica uma combinação constante entre a criação de força de sustentação e a criação de força de arrasto propulsivo.

(ii) Índice L/D_p : quociente médio entre L e D_p em três momentos correspondentes aos três maiores picos de força propulsiva. Os valores do índice L/D_p , apresentados nestes estudos, comprovam que a força de sustentação hidrodinâmica predomina sobre o arrasto propulsivo em Crol.

(iii) Índice de distribuição da força (dF) (%): localiza no tempo de duração de um trajecto propulsivo, em %, as 3 resultantes efectivas máximas. Os resultados referentes ao dF confirmam que as forças propulsivas efectivas de maior intensidade ocorrem perto do fim da braçada em Crol.

Algumas das características espaciais da técnica de Crol são também mostradas no quadro 2. 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.

Quadro 2: Caracterização cinemática e dinâmica da técnica de Crol (Schleihauf et al., 1988).

Características da técnica de Crol	
Índice de diagonalidade (Di) ($^{\circ}$)	59 ± 13
Índice L/Dp (L/Dp)	1.04 ± 0.8
Índice de distribuição da força (dF) (%)	0.82 ± 0.07
Profundidade (cm)	69.8 ± 8.4
Largura (cm)	37.1 ± 8.1
Comprimento (cm)	64.5 ± 9.7
Ângulo de flexão do cotovelo ($^{\circ}$)	93 ± 11

A forma do trajecto da mão em relação a um referencial externo no envolvimento é largamente influenciada pela velocidade do corpo para a frente. Nas velocidades mais baixas, a mão move-se para trás durante a maior parte do trajecto subaquático. A 1.60 m/s, por exemplo, a mão move-se para trás durante perto de 60% do seu trajecto. Nas velocidades maiores, o inverso é verdadeiro: a mão move-se para trás durante apenas 29% do trajecto. Isto sugere que a força de arrasto propulsivo (normalmente associada com o deslocamento antero-posterior da mão) pode desempenhar um papel superior a velocidades mais lentas (Liu, 1991).

Na técnica de Costas, a aceleração da mão em relação ao corpo é crescente, apresentando valores máximos ao longo da acção descendente final (ADF), o que não corresponde obrigatoriamente à evolução da curva da força propulsiva ao longo do trajecto subaquático dos membros superiores.

O Di mostra que a técnica de Costas tem trajectos onde domina, relativamente, o sentido antero-posterior, ou

seja, na qual a força de arrasto propulsivo é a mais importante. Isto é confirmado por um índice L/Dp inferior a 1. No que diz respeito ao dF , a técnica de Costas surge com o pico na produção de força propulsiva efectiva a meio do trajecto subaquático, ou seja, sensivelmente no final da AA.

A pouca eficiência propulsiva da ADF em Costas pode resultar do facto de a velocidade da mão diminuir precocemente ao longo deste trajecto, já que ela é, logo de seguida, deslocada para cima. Este factor é fortalecido pela rotação do ombro que, sendo assim, não parece contribuir positivamente para a produção de propulsão, ao contrário do que acontece em Crol.

Quadro 3: Caracterização cinemática e dinâmica da técnica de Costas (Schleihau et al., 1988)

Características da técnica de Costas	
Índice de diagonalidade (Di) ($^{\circ}$)	47 ± 17
Índice L/Dp (L/Dp)	0.77 ± 0.21
Índice de distribuição da força (DF) (%)	0.58 ± 0.13
Profundidade (cm)	61.5 ± 11.9
Largura (cm)	68.8 ± 7.4
Comprimento (cm)	58.0 ± 10.9
Ângulo de flexão do cotovelo ($^{\circ}$)	66 ± 11

Outra explicação possível reside na pouca eficiência propulsiva que parece estar associada às condições em que a mão do nadador executa esta acção - ângulo de orientação com baixo coeficiente de força de sustentação e dificuldade em manter um ângulo de ataque que promova uma resultante propulsiva bem orientada.

Algumas das características espaciais da técnica de Costas são apresentadas no quadro 3. 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 estatura, tal como em Crol.

A braçada de Costas, por outro lado, mostra ter, nos nadadores testados, uma largura bastante acentuada quando comparada com a técnica de Crol, o que será um indicador da sua menor eficiência, devido a uma posição corporal básica menos propícia.

Grande parte dos resultados de Schleihau et al. (1988) foram confirmados pelos estudos biomecânicos realizados em situação de competição em nadadores de primeiro plano mundial (Troup, 1991, 1993; Rouard et al., 1996; Berger et al, 1999). Tem sido verificado que a AA é a fase mais propulsiva da braçada. A técnica de Costas foi a técnica na qual os nadadores tinham menor flutuação da velocidade horizontal do centro de massa. Isto indica que a acção dos membros inferiores existente nestes nadadores, sendo forte e eficaz, mantém a velocidade do corpo relativamente estável, quando os membros superiores não estão em posição de criar níveis elevados de propulsão. Alguns nadadores de Costas colocam mais ênfase na ADF e AA adicional (AAA) aquando da saída do membro da água, conseguindo, assim, criar propulsão através de uma finalização lateralizada e um varrimento ascendente, orientado diagonalmente para dentro. Um padrão com maior amplitude lateral permite criação de propulsão durante um maior período de tempo.

3.3.4 Factores técnicos determinantes na prestação nas técnicas alternadas

Num estudo realizado por Cappaert et al. (1995), na técnica de Crol, a distância de ciclo (Dc) foi a variável mais discriminativa entre os dois grupos de nadadores

estudados: finalistas A dos Jogos Olímpicos de 1992 e nadadores que se ficaram pelas eliminatórias. As diferenças entre os dois grupos no que diz respeito a esta variável mantiveram-se depois de feita a correcção para a altura, que também diferia significativamente. Com efeito, Toussaint & Hollander (1994) já tinham sugerido a importância da uma elevada distância de ciclo para um aumento da eficiência propulsiva em natação.

As forças propulsivas medidas durante a ALI e a AA da mão não diferiram significativamente entre os dois grupos, mas os nadadores da "subelite" requeriam tendencialmente mais força para nadar a velocidades menores. Adicionalmente, o grupo de elite tinha uma eficiência propulsiva superior na ALI e, tendencialmente, no trajecto global.

Quadro 4: Características dos nadadores envolvidos no estudo de Cappaert et al. (1995).

	"Subelite" n = 7	Elite n = 5
Velocidade de nado (m.s^{-1})	1.87 ± 0.09	$2.01 \pm 0.18 *$
Fc (Hz)	0.91 ± 0.07	0.82 ± 0.11
Dc (m.ciclo^{-1})	2.06 ± 0.08	$2.50 \pm 0.16 *$
Estatura (m)	1.79 ± 0.44	$1.96 \pm 0.17 *$
Massa corporal (kg)	74.00 ± 4.25	$85.88 \pm 2.71 *$

* $p < .05$

Quadro 5: Características dos trajectos propulsivos (Cappaert et al., 1995).

	"Subelite"	Elite
Força resultante (N)		
Ciclo completo	48.6 ± 2.9	40.6 ± 4.5
ALI	47.8 ± 1.2	38.8 ± 6.3
AA	68.9 ± 8.4	55.5 ± 8.6
Força Propulsiva (N)		
Ciclo completo	33.7 ± 3.2	27.3 ± 4.3
ALI	39.7 ± 2.3	34.0 ± 5.9
AA	64.9 ± 8.1	51.3 ± 7.7
Eficiência Propulsiva (%)		
Ciclo completo	37.5 ± 1.4	41.0 ± 2.5
ALI	45.2 ± 2.9	$54.2 \pm 1.8 *$
AA	40.6 ± 1.6	45.1 ± 2.9
Profundidade da mão (m)	0.4 ± 0.03	$0.5 * \pm 0.04 *$
Ângulo do cotovelo ($^{\circ}$)	114.3 ± 5.1	$91.5+ \pm 4.9 *$
Potência mecânica (W)	158.3 ± 15.2	132.2 ± 18.1

* $p < .05$

O padrão propulsivo da mão mostrou maior profundidade nos nadadores da final "A", ou seja, a mão desce mais no final da AD nestes nadadores do que nos nadadores de menor nível de prestação, embora a diferença desapareça quando corrigida para a altura. O efeito hidrodinâmico favorável de um padrão com trajectos mais longos num plano sagital confirma-se, portanto, para a técnica de Crol, sendo os nadadores de maior estatura os que mais proveitos tiram deste factor.

Por outro lado, não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos no que diz respeito às variáveis caracterizadoras do batimento dos membros inferiores, como descrito no quadro 6.

Quadro 6: Caracterização cinemática do batimento dos membros inferiores (Cappaert *et al.*, 1995).

	"Subelite"	Elite
Amplitude da flexão do joelho (°)	49.3 ± 5.2	58.2 ± 5.9
Pico vel. angular joelho (rad.s ⁻¹)	10.6 ± 1.2	11.3 ± 1.2
Vel. linear máx. do pé (m.s ⁻¹)	4.3 ± 0.5	4.7 ± 0.4
Vel. linear média do pé (m.s ⁻¹)	2.9 ± 0.2	3.2 ± 0.1

Em conclusão, o grupo de elite não produziu mais força propulsiva total do que o outro, mas funcionou com maior eficiência propulsiva. Isto significa que a potência dissipada para a massa de água (P_k) por trajecto propulsivo é superior nos nadadores da "subelite". Esta diferença foi particularmente marcante na ALI, curiosamente associada a um menor ângulo de flexão do cotovelo. Resultados semelhantes tinham já sido evidenciados por Troup (1993).

Um estudo considerado como um clássico, mas utilizando uma abordagem fisiológica, já tinha chegado a conclusões semelhantes. Toussaint (1990) comparou a eficiência

propulsiva de nadadores e triatletas. Verificou que não havia diferenças significativas na potência mecânica externa e na eficiência mecânica. O factor discriminativo entre os grupos foi a potência para vencer o arrasto (superior nos nadadores de elite) e a potência dissipada para a massa de água (superior nos triatletas). Consequentemente, a eficiência propulsiva foi significativamente superior nos nadadores de elite do que nos triatletas.

No que concerne à técnica de Costas, Smith *et al.* (1988), ao estudarem 16 nadadores nesta técnica, verificaram que os nadadores que apresentavam Dc superiores apresentavam um custo energético inferior para a mesma velocidade de nado, o que veio também demonstrar a importância da Dc na técnica de Costas. Já Wakayoshi *et al.* (1995), bem como Nomura & Shimoyama (2003), não observaram uma relação tão clara entre a variável bioenergética e a variável biomecânica nesta técnica.

Por outro lado, resultados obtidos por Alves *et al.* (1994) demonstraram que, contrariamente ao que Holmér (1979) concluíra nos trabalhos pioneiros sobre o custo energético de nado, a energia gasta na aceleração intracíclica do corpo não é negligenciável em Costas, podendo a medição das variações intracíclicas constituir um indicador muito útil de proficiência técnica. Em executantes de alto nível, a estabilidade intracíclica da velocidade parece decorrer da eficácia do batimento de pernas, que cria propulsão nos momentos em que as mãos não estão em condições de o fazer, e no aproveitamento propulsivo da totalidade do trajecto subaquático das mãos, o que origina um maior tempo útil de actuação dos segmentos propulsivos dos membros superiores em cada ciclo gestual.

Recentemente um trabalho de revisão sistematizou os principais resultados sobre a influência determinista de pressupostos biofísicos na performance em NPD (Barbosa et al., 2010).

3.3.5 Padrões intracíclicos de velocidade nas técnicas alternadas

A distribuição mais uniforme possível das acções propulsivas ao longo do ciclo gestual representa um factor de eficiência de nado fundamental, sendo um indicador da habilidade técnica do nadador (Costill et al., 1987). A energia gasta na aceleração do corpo dependerá não só das modalidades de criação de força propulsiva, mas também da sincronização global e da possibilidade do nadador manter um baixo nível de arrasto nas fases não propulsivas do ciclo gestual.

Segundo Nigg (1983), uma variação de 10% da velocidade de nado no período de um ciclo gestual pode ocasionar um acréscimo em 3% do trabalho mecânico requerido para manter uma dada velocidade média. Será, portanto, menos "económico" nadar com alterações importantes na produção de força propulsiva efectiva ao longo de cada ciclo. Facto este que se traduz numa elevada variação intracíclica do impulso médio resultante por fase e, portanto, na variação da velocidade horizontal do nadador.

A estas considerações teóricas, foram efectuados alguns estudos experimentais tendo verificado que existe uma relação positiva entre o custo energético e a flutuação da velocidade nas diversas técnicas de nado, incluindo o Crol e as Costas (p.e., Alves et al., 1996; Barbosa et al., 2006b; Barbosa et al., 2010).

3.3.5.1 Técnica de Crol

Em Crol, a aceleração é relativamente pequena ao longo do ciclo gestual - existe uma reduzida flutuação intracíclica da velocidade (Barbosa *et al.*, 2006b). Pelo menos em comparação com as técnicas simultâneas. No cálculo do custo energético total de nado, a energia consumida na aceleração do corpo é, provavelmente, negligenciável em Crol. Alves (1996) verificou uma variação do impulso médio resultante por fase entre - 11N.s e 17N.s. Mais, a relação entre o custo energético e a flutuação da velocidade não foi significativa a qualquer velocidade estudada por Alves *et al.* (1996).

Maglischo *et al.* (1989) apresentam dois padrões típicos de variação intracíclica de velocidade em Crol:

- (i) padrão de pico único - típico de nadadores com um aproveitamento óptimo da AA, mas com pouca efectividade propulsiva nas fases iniciais do trajecto (trajectos verticalizados);
- (ii) padrão de pico duplo - típico de nadadores com uma ALI forte e bem direccionada (trajectos lateralizados).

Schleihaufer *et al.* (1988) publicaram dados sobre os principais nadadores da equipa olímpica americana de 1984, entre eles, o campeão olímpico e recordista mundial dos 100 metros livres, Rowdy Gaines. Para este nadador, a produção de força na mão no início e na porção média da braçada é pequena, sofrendo um incremento decisivo na parte final - AA. Os valores da força resultante e da

força propulsiva efectiva²³, nesta fase final do trajecto subaquático, são quase idênticos.

Nos estudos feitos em situação de competição nos Campeonatos do Mundo de Perth (1990) e nos Jogos Olímpicos de Barcelona (1992), editados por Troup (1991, 1993), foi amplamente confirmado que a ALI e a AA são as fases mais propulsivas do trajecto subaquático. Os maiores aumentos da velocidade do corpo ocorrem nestes períodos. Não se encontraram diferenças significativas nos padrões de braçada de velocistas e fundistas.

Os pontos fortes da técnica de Alexander Popov, tal como foi deduzido da análise biomecânica comparativa feita durante a prova de 100 m livres dos J.O. de 1992 (Troup, 1993), são:

(i) uma rotação do corpo pronunciada e simétrica, em que ombros e anca rodam durante a AD com a mesma direcção e num percurso aproximadamente igual. Neste estudo foi observado, em nadadores de menor nível (nadador que não atingiu a final B), uma rotação em direcção oposta dos ombros e da anca - ombro esquerdo eleva-se, anca esquerda afunda;

(ii) uma posição alta do cotovelo na AD e início da ALI. O nadador das eliminatórias surge com o cotovelo adiantado em relação à mão, nos trajectos respectivos, em vários momentos, o que não acontece com Popov;

(iii) uma aplicação eficiente da força durante um trajecto longo. Popov não aparece com níveis superiores de força propulsiva efectiva média em relação ao outro nadador analisado, mas gera força

²³ A força resultante é o somatório de D_p e L enquanto a força propulsiva efectiva é a componente na direcção de nado da força resultante.

propulsiva durante um período de tempo superior, ao mesmo tempo que, devido ao melhor alinhamento corporal, tem um aproveitamento superior (em velocidade de deslocamento do corpo) da quantidade de trabalho útil produzido por ciclo.

3.3.5.2 Técnica de Costas

Relativamente à técnica de Costas, a análise realizada ao efeito dinâmico da braçada (Alves *et al.*, 1994) revelou a existência de duas estratégias fundamentais para criar o máximo de força propulsiva em cada ciclo. Como se pode observar no quadro 8, existe um "modelo 1" em que o nadador tem uma acção descendente inicial (ADI) profunda e uma AA extensa, criando aqui um pico máximo de força propulsiva.

No "modelo 2", pelo contrário, as fases iniciais do trajecto subaquático da mão são de escasso aproveitamento propulsivo. Contudo, a finalização da braçada é muito forte, criando um pico de força propulsiva tardio em relação ao habitual, já na transição entre a ADF e a AAA.

A explicação para o aumento da potência e dos valores de velocidade no trajecto ascendente da mão pode ser decorrente de vários factores:

- (i) efeito retardado da ADF;
- (ii) projecção de vórtices em anel na transição ADF / AAA (Colwin, 1992);
- (iii) na primeira fase do trajecto ascendente interior a mão cria força de sustentação bem orientada;
- (iv) o acréscimo de potência propulsiva poderá estar dependente do batimento de pernas.

Quadro 7: Características do trajecto subaquático num nadador do modelo 1 e do modelo 2 (adaptado de Alves et al., 1994).

	<u>MODELO 1</u>	<u>MODELO 2</u>
Características do trajecto subaquático	Nadador: DL	Nadador: NL
<u>Duração total do trajecto subaquático</u>	880 ms	876 ms
<u>Durações absoluta e relativa das fases do trajecto subaquático</u>		
Acção Descendente Inicial (ADI)	280 ms (31.8 %)	216 ms (24.6%)
Acção Ascendente (AA)	160 ms (18.1 %)	128 ms (14.6%)
Acção Descendente Final (ADF)	280 ms (31.8 %)	366 ms (41.7%)
Acção Ascendente Adicional (AAA)	160 ms (18.1 %)	166 ms (18.9%)

A análise do nadador representativo do "modelo 2" mostrou a existência de uma AAA com supinação da mão, que se seguiu a uma ADF bastante profunda e de trajecto exterior, ou seja, que termina afastada do corpo. Deste modo, a AAA tem uma trajectória inicial lateral interior. Observou-se também uma elevada velocidade de execução ao longo da ADF, transição e fase inicial da AAA.

Alguns nadadores de nível mundial parecem consubstanciar as características fundamentais destes dois modelos. Podemos destacar como típica do "modelo 1" a nadadora Krisztina Egerszegi. Nesta nadadora, os padrões contralaterais são semelhantes. Os picos de força propulsiva efectiva surgem nas AAs. Por outro lado, a componente efectiva da resultante propulsiva da mão esquerda é negativa na AAA. Este factor é compensado por dois fortes batimentos durante a entrada da mão direita, o que lhe permite manter a velocidade de nado nesta fase. A qualidade especial dos padrões propulsivos desta nadadora residia na eficiência da AA.

Lopez-Zubero, pelo contrário, parece ter sido um nadador próximo do "modelo 2". Com efeito, este nadador surge com uma ADI bastante superficial e um trajecto ascendente

final profundo e gerador de propulsão. A entrada é suave, criando muito pouca turbulência no contacto com a água. O padrão propulsivo difere nos dois membros superiores: no direito, o pico propulsivo surge na AA, enquanto no esquerdo o pico propulsivo é originado para ADF da mão. Ambas as mãos, no entanto, criam propulsão na AAA. Isto acontece porque o trajecto descendente da mão é lateral, seguindo para baixo e para fora até uma profundidade. A eficiência propulsiva é mais elevada para a mão esquerda do que para a direita (47.71% contra 40.37%), o que pode ser devido à maior intensidade do pico de força atingido.

A primeira vez que se detectou o efeito propulsivo de uma AAA foi na nadadora americana Betsy Mitchell (Schleihau et al., 1988). O padrão intracíclico de velocidade mostrava claramente um pico de aceleração quando a mão iniciava o trajecto ascendente para a saída da água.

Os padrões intracíclicos de velocidade referidos por Maglischo et al. (1989) definem, no fundo, dois tipos de nadadores: (i) aqueles que só criam um impulso dominante, na AA - padrão de pico único e; (ii) aqueles que conseguem criar dois períodos de aceleração do corpo, o primeiro na AA e o segundo na ADF/AAA - padrão de pico duplo.

O primeiro caso está associado a um trajecto com pouca amplitude lateral.

No caso da utilização de um padrão de pico duplo, o ponto máximo de força propulsiva é coincidente com a entrada do membro superior direito e é devida à ADF e/ou a uma AAA do membro superior esquerdo. A primeira fase propulsiva da braçada é a AA, obtendo alguns nadadores a máxima força propulsiva nesta fase. Na transição AA-ADF ocorre geralmente uma aceleração negativa, após a qual se segue a aceleração final ao longo da ADF. Nesta fase, a maior

parte dos nadadores aproxima-se ou iguala a intensidade de força propulsiva criada na AA, sendo raros os que a ultrapassam.

Bem mais recentemente, Barbosa et al.(2010b in press) verificaram que, a partir da modelação de curvas de flutuação individuais, que existia um perfil multi-picos.

Surtem frequentemente, claramente demarcadas, duas estratégias de optimização da força propulsiva em Costas. Numa, existem trajectos pronunciados num plano vertical, mais longos e a velocidade média da mão é superior. Na outra, os trajectos são mais rectilíneos, predominando a força de arrasto propulsivo, sendo a velocidade média da mão mais baixa. Neste último tipo, a ADI e o "agarre" são pouco profundos. De um ponto de vista teórico, um "agarre" profundo será mais eficaz do que um superficial porque proporciona uma AA com um trajecto de aceleração mais longo, ou seja, mais tempo para produzir força propulsiva em condições favoráveis e para acelerar a mão, proporcionando maior velocidade terminal da mesma.

Um dos aspectos que diferenciam as variantes propulsivas utilizadas no Costas actual, ao mais alto nível competitivo, diz respeito, como já foi referido, à amplitude lateral do trajecto; fundamentalmente, ao modo como é realizada a ADF, se para baixo e para dentro, se para baixo e para fora. O padrão com amplitude lateral elevada na ADF parece ser mais eficiente, já que permite aumentar o percurso de aceleração da mão nesta fase e permite, também, criar força propulsiva efectiva na transição para a AAA e depois durante a parte inicial desta fase, quando o trajecto ainda é mais para dentro do que para cima.

3.3.6 Determinantes técnicas da economia de nado nas técnicas alternadas

Com efeito tem vindo a ser sugerida a existência de uma relação hierárquica entre os factores condicionantes da performance em NPD. Nesse sentido, tem-se vindo a verificar de forma substanciada que os factores técnicos influenciam a economia de nado, entre outros pressupostos bioenergéticos, quer em jovens nadadores (p.e., Barbosa *et al.*, *in press*), quer em adultos (Barbosa *et al.* 2010). Tendo em vista a dependência teórica entre economia de nado (Ec) e técnica mas a sua insuficiente comprovação experimental, foi tentado (Alves & Gomes-Pereira, 1997), para a técnica de Crol, investigar qual a relação existente entre perfil de economia e alguns factores biomecânicos, a saber: a distância de ciclo (Dc), as características cinemáticas da braçada e a variação intracíclica da velocidade de nado.

Os factores de carácter técnico que mostraram influenciar positivamente a economia de nado foram: (i) o momento de ocorrência da sobreposição das coordenadas horizontais da mão e do ombro (SPm/o), expresso em percentagem da duração total de trajecto ($t\%SPm/o$); (ii) o momento de ocorrência da sobreposição das coordenadas horizontais do cotovelo e do ombro (SPc/o), expresso em percentagem da duração total de trajecto ($t\%SPc/o$); (iii) o intervalo de tempo entre a SPm/o e a SPc/o , expresso em percentagem da duração total de trajecto ($t\%$); (iv) o índice mão/cotovelo (Im/c), quociente entre o deslocamento horizontal da mão e o deslocamento horizontal do cotovelo num período de tempo definido.

Quanto ao Im/c , ele foi considerado para as seguintes porções do trajecto:

AD-Im/c; ALI-Im/c; 1/2AA/S-Im/c.

Neste último caso, foi considerada apenas a primeira metade da fase AA/S, que se verificou corresponder de um modo suficientemente próximo, na totalidade dos indivíduos, com o deslocamento predominantemente antero-posterior que antecede a porção claramente ascendente do trajecto e que corresponde a uma porção deste último, em que a mão se movimenta para fora e para trás, sendo designada por alguns autores por acção lateral exterior (Maglischo, 1993).

Quanto à caracterização temporal do ciclo, apenas a duração relativa do deslize ($t\%Dz$) mostrou alguma associação com a *Ec*.

Verificou-se neste estudo que os nadadores com melhor índice de economia foram aqueles que utilizavam uma *Dc* superior. A distância horizontal percorrida por ciclo de nado tem sido insistentemente associada à eficiência propulsiva em Crol (Toussaint & Beek, 1992; Toussaint, 1992; Toussaint & Hollander, 1994) ou à proficiência técnica (Craig & Pendergast, 1979; Costill *et al.*, 1985; Lavoie *et al.*, 1985; McMurray *et al.*, 1990; Alves *et al.*, 1994), embora as dimensões corporais tenham aqui uma palavra importante a dizer (Chatard *et al.*, 1990, 1992).

Quanto à relação entre as características motoras e economia de nado, apenas a posição relativa do cotovelo em relação à mão merece consideração numa primeira fase de análise.

O cotovelo adiantado em relação à mão, por sua vez, é uma falta técnica considerada há muitos anos como de especial nocividade (Counsleman, 1968), embora nem sempre pelas mesmas razões. Esta falta é decorrente de uma posição baixa do cotovelo ao longo da AD (o "cotovelo caído") e surge muitas vezes porque o nadador tenta puxar a água

directamente para trás logo que a mão entra na água, aparecendo, neste caso, frequentemente associada a uma posição da mão em pronação ou mesmo rodada para dentro. Outra razão é a falta de suporte muscular suficiente para manter o antebraço fixo e lançar o corpo para a frente no momento em que a mão, através do seu percurso curvilíneo para dentro e para cima, gera uma quantidade considerável de força propulsiva (Maglischo, 1982, 1993, 2003).

A análise das correlações parciais levou a incluir no estudo de regressão múltipla a variável $t\%Dz$, que já tinha mostrado estar negativamente relacionada com a velocidade de 400 m (v_{400}) ($r = -0.637$, $p < 0.05$), embora independente da Dc .

A duração relativa do deslize estará essencialmente dependente de duas características da execução técnica. Uma é a localização da entrada da mão em relação ao ombro, enquanto distância horizontal num plano sagital, a outra é a sincronização entre os membros superiores.

No primeiro caso, podemos estar perante uma falta técnica, caso esta distância seja bastante curta, que provoca um aumento do arrasto hidrodinâmico de pressão, tanto mais importante quanto maior for a velocidade de nado, portanto, a sua influência na economia é facilmente compreensível.

No segundo caso, tratar-se-á de considerar $t\%Dz$ como um indicador do tempo de trajecto de uma mão na água até que a mão do lado contrário imirja, ou seja, da presença de um modelo de sobreposição na sincronização entre os membros superiores. Este parâmetro mostrou estar correlacionado com $t\%SP$ ($r = 0.651$, $p < 0.05$). O facto de os nadadores com maior propensão para o modelo sobreposto surgirem com menor economia de nado confirma o que foi referido acerca das relações desta variante com o número

de batimentos por ciclo gestual e o carácter mais oneroso, em termos energéticos, do nado de Crol com grande incorporação das acções dos membros inferiores apontada por diversos autores (Counsilman, 1968; Holmér *et al.*, 1974; Persyn *et al.*, 1983; Hollander, *et al.*, 1988). Chatard *et al.* (1990), estudando a variação da economia em nadadores de Crol, encontraram uma diferença de 15 ± 3.8 % desfavorável para os utilizadores de um padrão de 6 batimentos / ciclo.

A inclusão da D_c possibilitou explicar 62.6% da variação da E_c . A inclusão na regressão múltipla das variáveis $t\%$ e $t\%D_z$ aumentou o poder de predição da equação até um r de 0.932, tendo o r^2 ajustado mostrado um aumento constante com a inclusão de cada uma das variáveis na equação de regressão. Em resumo, 86.9% da variação do custo aeróbio de nado a uma velocidade de $1.3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ é explicado, nos nadadores estudados, pela influência conjunta da força hidrostática (F_h), da D_c , de $t\%$ e de $t\%D_z$. A equação final tomou a seguinte forma:

$$E_c = 36.484 - 3.652F_h - 4.832D_c + 0.93t\% + 0.427t\%D_z \quad (2)$$

A influência dos factores técnicos torna-se mais visível quando consideramos a E_c relativa, ou seja, corrigida para a F_h . A regressão passo-a-passo só permitiu a inclusão das duas variáveis referentes à execução, mostrando ambas uma correlação parcial muito elevada com o custo relativo de nado ($r = 0.783$ para $t\%$ e $r = 0.701$ para $t\%D_z$), ou seja, mostrando que são independentes entre si. A equação de regressão, com um r^2 de 0.695, foi a seguinte:

$$Ec \text{ relativa} = 23.624 + 0.575t\% + 0.757t\%Dz \quad (3)$$

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 fundamentais do movimento, tais como, o equilíbrio, respiração, noções hidrodinâmicas básicas relativas à propulsão, consciência do corpo no novo meio, relação com a água, aspectos energéticos relacionados com a prontidão aquática necessária para realizar novas tarefas de complexidade crescente (Campaniço, 2000)²⁴.

Os factores críticos constituem um conjunto de pontos que permite que as crianças cumpram o programa de ensino, garantindo que o processo não encontre grandes obstáculos e que estes não comprometam a futura progressão desportiva.

Em natação desportiva existem dois parâmetros que contribuem de forma determinante para a velocidade de nado (VN), são eles a distância de ciclo (DC)²⁵ e a frequência gestual (FG). Em termos de critério técnico é possível ajustar estes dois parâmetros de acordo com o produto final velocidade de nado (VN), obtendo diferentes relações DC/FG (Campaniço, 2000).

À medida que se obtêm melhorias na VN , existe um aumento significativo da resistência ao avanço. Esta consequência tem influência na correcta execução técnica, sendo necessário por isso gerar forças propulsivas pelos membros superiores e inferiores que garantam a obtenção

²⁴ Neste contexto entende-se o conceito de saber nadar como um conjunto de respostas equilibradas perante o meio que permite resolver de forma natural qualquer situação que este lhe provoque (Campaniço, 2000).

²⁵ DC é a distância percorrida num ciclo de braços.

de uma harmonia propulsiva, estabilizando o corpo e garantindo a eficácia entre os ciclos gestuais (Campaniço, 2000). Toussaint & Hollander (1994) sugeriram a importância de uma elevada DC para um aumento da eficiência propulsiva em natação pura desportiva, constatando que as forças propulsivas medidas durante a ALI e a AA da mão não diferiam significativamente entre os dois grupos, mas os nadadores de subelite requeriam tendencialmente mais força para nadar a velocidades inferiores, por sua vez, o grupo de elite tinha uma eficiência propulsiva superior na ALI e, tendencialmente, no trajecto global. Posteriormente Cappaert *et al.* (1995) verificaram que na técnica de Crol a DC foi a variável mais discriminativa entre os nadadores finalistas A dos Jogos Olímpicos de 1992 e os nadados que ficaram pelas eliminatórias.

Na técnica de Costas, Smith *et al.*, (1988) verificaram que os nadadores que apresentavam DC superiores apresentavam um custo energético inferior para a mesma velocidade de nado, demonstrando desta forma a importância da DC na técnica de Costas, por outro lado, Wakayoshi *et al.* (1995), tal como Nomura & Shimoyama (2003), não observaram uma relação tão clara entre os parâmetros bioenergéticos e biomecânicos desta técnica. Ainda assim, outros estudos estabelecerem as relações entre o custo energético e a mecânica da braçada (p.e. Barbosa *et al.*, 2008), ao qual concluíram que a manipulação das variáveis da braçada, frequência e comprimento poderão ser consideradas um dos factores em que o custo energético poderá ser alterado consoante a velocidade de nado.

Em estudos pioneiros no âmbito do custo energético Alves *et al.* (1994), concluíram que a energia despendida na aceleração intracíclica do corpo não é negligenciável em

Costas, podendo a medição das variáveis intracíclicas constituir um indicador muito útil de proficiência técnica.

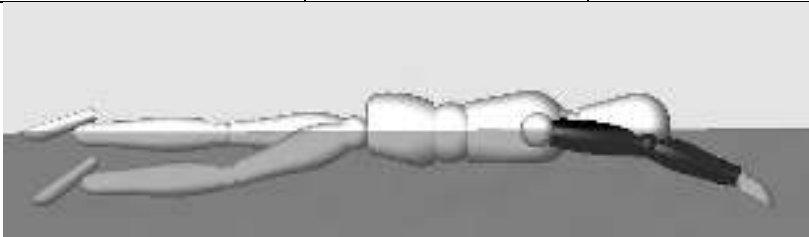
A FG é um parâmetro que depende das características individuais do nadador, o que se torna decisivo na obtenção do ritmo propulsivo. Assim, torna-se perceptível a importância de uma boa gestão destes dois parâmetros, surgindo a preocupação de que os programas permitam determinar objectivos, orientando as características técnicas em função do desenvolvimento destes. O desenvolvimento de programas para construir a DC, passa por habilidades na água e aprendizagem de modelos técnicos fundamentais (Campaniço, 2000).

As propriedades técnicas do sistema de gestos podem ser diferenciadas em fases do movimento, onde distinguimos a exactidão das posturas e posições fundamentais no ciclo gestual, execução optimizada das trajectórias, amplitude do movimento, características temporais da FG²⁶ por variação das velocidades do movimento composto, variação do ritmo por sucessão e ajustamento de diferentes tipos de esforço e continuidade e fluidez do movimento no seu todo (Campaniço, 2000) ²⁷.

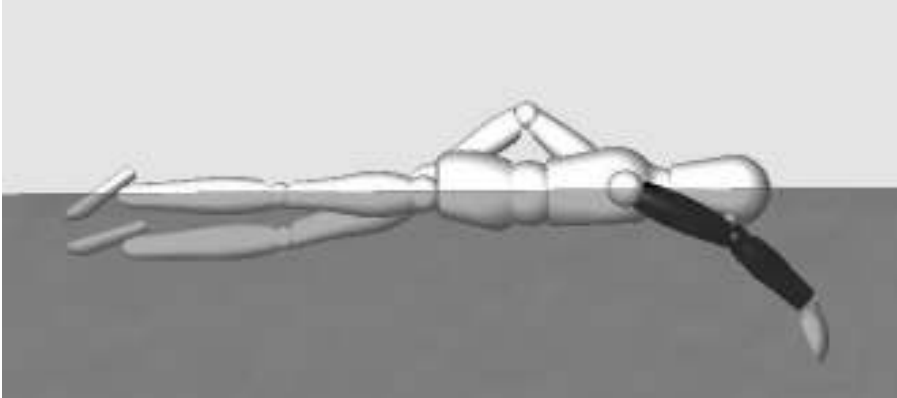
²⁶ FG constitui o número de ciclos percorridos numa unidade de tempo.

²⁷ Esta subdivisão é complexa, uma vez que considera as acções do apoio e da recuperação de braços/pernas que ocorre simultaneamente, mas em planos visuais distintos (Campaniço, 2000).

Quadro 8: Modelo de referência da técnica de Crol

Fase	Sub-Fase	Descrição	Componentes Críticas			
			Posição Corpo/Eq. Dinâmico	Sincronização Braços/Braços	Sincronização Braços/Pernas	Sincronização Respiração
SUBAQUÁTICA da Braçada	Entrada	Realiza-se num ponto situado entre a linha média do corpo e a projecção do ombro. No momento da entrada, o cotovelo deve estar ligeiramente flectido e por cima da mão, garantindo que 1ºentrem os dedos. A mão deve estar voltada para fora (ângulo de 30° a 40° com a horizontal). Após a entrada da mão, a extensão do cotovelo e o adiantamento do ombro lançam a mão para a frente.	Posição horizontal do corpo, cabeça ligeiramente elevada, linha de água entre o topo e o início do corpo cabeludo, olhar dirigido para o fundo da piscina, uns metros à frente do nadador. Batimento de pernas, sem que a profundidade máxima ultrapasse o ponto mais fundo do trajecto subaquático das mãos. Rotação simétrica sobre o eixo longitudinal do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a entrada e extensão do braço.	Quando um braço entra na água iniciando o movimento propulsivo (AD) o outro está no fim da AA (polegar na coxa).	Acção de pernas contínua, com movimentos ascendentes e descendentes (para baixo e para cima), com pernas estendidas. O movimento deve iniciar-se pela flexão activa da coxa e extensão activa da perna e do pé (rotação interna do pé)	Início da expiração após entrada da mão na água. Lenta e progressiva.
	Figura					

As técnicas alternadas

	Acção Descendente	A AD inicia-se após a entrada da mão, nesse momento o punho flexiona aproximadamente 40° e a mão roda ligeiramente para fora. O cotovelo flexiona gradualmente e o corpo desloca-se para a frente em cima da mão.	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a acção propulsiva da braçada de forma, a que no início da acção os ombros se encontrem com uma rotação sobre o eixo longitudinal de 30°-60° relativamente ao nível da água.	Quando um dos braços está no início da braçada o outro está a terminar a acção propulsiva.	Batimento de pernas contínuo, assegurando a compensação das oscilações em termos de alinhamento horizontal provocadas pelas acções propulsivas, e movimentos da cabeça.	Expiração lenta e progressiva no início do movimento propulsivo.
	Figura					

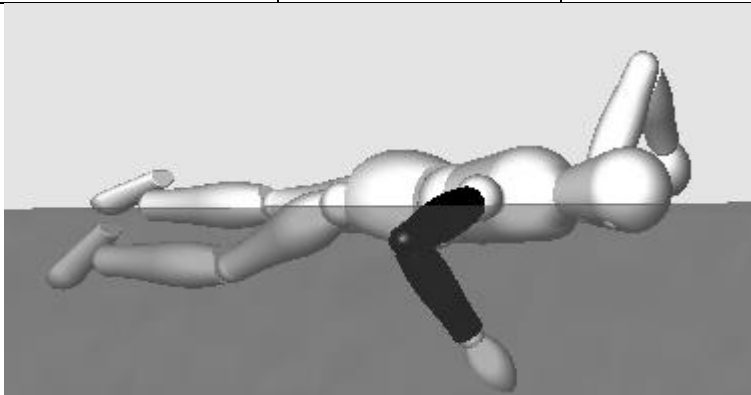
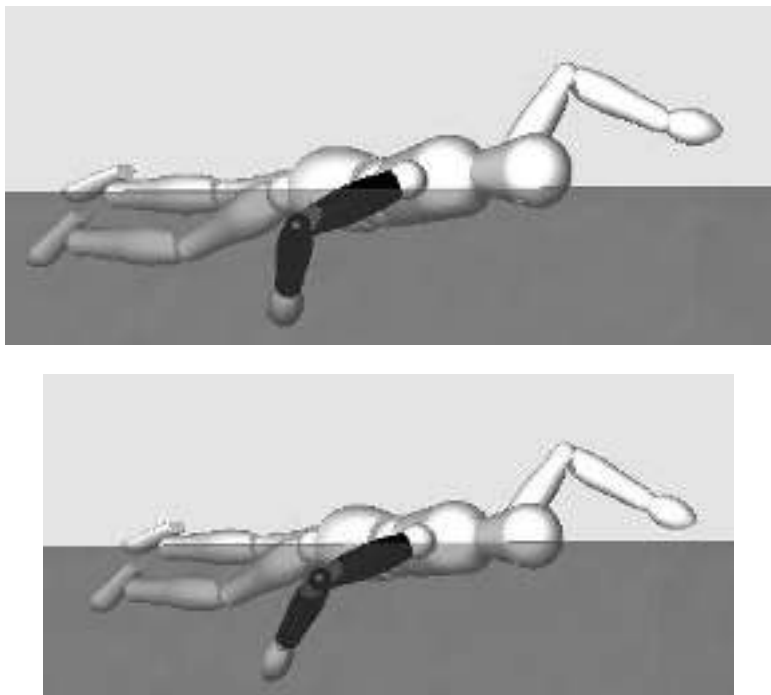

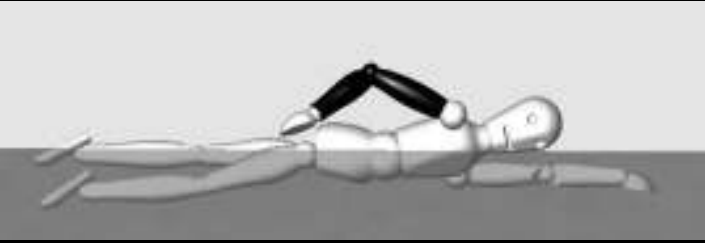
	Acção Lateral Interior	A ALI inicia-se no ponto mais fundo da trajectória, a mão roda para dentro e é acelerada gradualmente para cima e para dentro e o cotovelo flecte mantendo um ângulo aproximado de 90° ao longo da fase.	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a acção propulsiva da braçada de forma, a que no meio da acção os ombros se encontrem paralelos relativamente ao nível da água.	Oposição máxima quando um dos braços está a meio do trajecto subaquático o outro está a meio do trajecto de recuperação.	Batimento de pernas contínuo, assegurando a compensação das oscilações em termos de alinhamento horizontal provocadas pelas acções propulsivas, e movimentos da cabeça.	Expiração aumenta progressivamente, tornando-se mais rápida à medida que se aproxima da parte final do trajecto. Rotação da cabeça para inspiração inicia-se quando a mão se encontra exactamente a meio da sub-fase.
	Figura					
	Acção Ascendente	Na AA a mão é acelerada para fora, para cima e para trás até se aproximar da coxa.	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a acção propulsiva da braçada de forma no fim da acção com a rotação contrária à verificada inicialmente.	Quando um dos braços está no fim da braçada o outro está a no início.	Batimento de pernas contínuo, assegurando a compensação das oscilações em termos de alinhamento horizontal provocadas pelas acções propulsivas, e movimentos da cabeça.	Expiração rápida e explosiva (boca/nariz) quando a mão se aproxima da parte final da acção subaquática. Rotação da cabeça para inspiração mantendo a face na água, coincide com a AA e início da recuperação do braço do mesmo lado.

	Figura					
Saída de Braços	<p>A pressão da mão diminui à medida que se aproxima da coxa, nesse momento a palma da mão roda para dentro e sai com o dedo mindinho, a saída da mão deve realizar-se de forma descontrainda provocando o mínimo de resistência e turbulência.</p>	<p>Posição horizontal do corpo, paralelo à superfície da água, com água ao nível da testa, calções de banho à superfície da água; e espuma nos pés-batimento de pernas. Durante extensão do corpo, ensaia progressivamente a rotação do corpo sobre o eixo longitudinal</p>	<p>Quando um braço está no final da braçada, o outro está a entrar na água.</p>	<p>Acção de pernas com movimento contínuo a acompanhar a acção de braços e a rotação do tronco sobre o eixo longitudinal.</p>	<p>O rosto não deve emergir antes do braço do lado oposto estar totalmente imerso.</p>	

Aérea da Braçada	Figura					
	Recuperação	Próxima do eixo longitudinal do corpo, sobre a superfície da água, reduzindo as oscilações laterais. Posição flectida e alta do cotovelo.	A execução da recuperação não deve perturbar o equilíbrio do corpo. A mão deverá estar o mais próximo possível da linha média do corpo reduzindo ao máximo as oscilações laterais.	Recuperação realizada de modo rápido e descontraído de forma a não perturbar os músculos actuantes na fase propulsiva da braçada.	Acção de pernas com movimento contínuo a acompanhar a acção de braços e a rotação do tronco sobre o eixo longitudinal.	A Inspiração decorre durante a recuperação do braço do mesmo lado e termina antes da entrada do braço na água.
	Figura					

Quadro 9: Modelo de referência da técnica de Costas

Fase	Sub-Fase	Descrição	Componentes Críticas			
			Posição Corpo/Eq. Dinâmico	Sincronização Braços/Braços	Sincronização Braços/Pernas	Sincronização Respiração
Subaquática da Braçada	Entrada	Realiza-se num ponto situado entre a linha média do corpo e a projecção do ombro. O braço deve entrar no prolongamento do corpo. No momento da entrada, o cotovelo está em extensão completa. Braço e antebraço estão em rotação interna. A mão deve de entrar na água pelo dedo mínimo.	O corpo ao longo do ciclo gestual deve-se encontrar o mais perto possível da Posição Hidrodinâmica Fundamental (PHF). Posição ligeiramente oblíqua horizontal do corpo, cabeça ligeiramente elevada e flectida, a linha d'água deve passar no ponto abaixo das orelhas. e o olhar dirigido para os trás (pés). Batimento de pernas, sem que a profundidade máxima ultrapasse o ponto mais fundo do trajecto subaquático das mãos. Rotação simétrica sobre o eixo longitudinal do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a entrada e extensão do braço.	Quando um braço entra na água iniciando o movimento propulsivo (ADI) o outro está a terminar a ADF.	Acção de pernas contínua, com movimentos ascendentes e descendentes (para baixo e para cima), com pernas estendidas. O movimento ascendente deve iniciar-se pela flexão activa da coxa e extensão activa da perna e do pé (rotação interna do pé).	Início da expiração após entrada da mão na água. Lenta e progressiva.

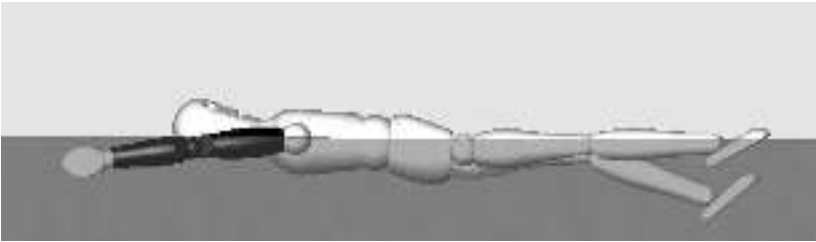
	Figura					
	Acção Descendente Inicial	<p>A ADI inicia-se após a entrada da mão, com o cotovelo em extensão. O braço e antebraço realizam uma rotação interna gradualmente ao seu trajecto. Trajecto circular com uma profundidade de 45 a 60 cm, afastamento lateral até 60 cm.</p> <p>O cotovelo flecte gradualmente, a fim de permitir que a mão se afunde(ângulo de orientação aproximadamente 90°, ângulo de ataque entre 30° a 40°)</p> <p>A mão desloca-se para trás e para fora até que o cotovelo se encontre num plano horizontal superior ao que contém a mão, o mesmo acontecendo com o ombro em relação ao cotovelo.</p>	<p>O ombro afunda permitindo a rotação simétrica do corpo em torno do seu eixo longitudinal durante o trajecto da mão para baixo. Esta acção pode sustentar a cabeça e os ombros numa posição elevada.</p>	<p>Quando um braço encontra-se nesta acção o outro está a iniciar a recuperação aérea.</p>	<p>Batimento de pernas contínuo, assegurando a compensação das oscilações em termos de alinhamento horizontal provocadas pelas acções propulsivas dos membros superiores.</p>	<p>Expiração lenta e progressiva no início do movimento propulsivo.</p>

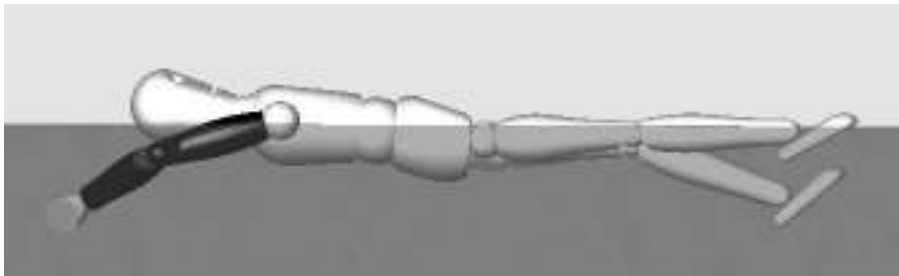
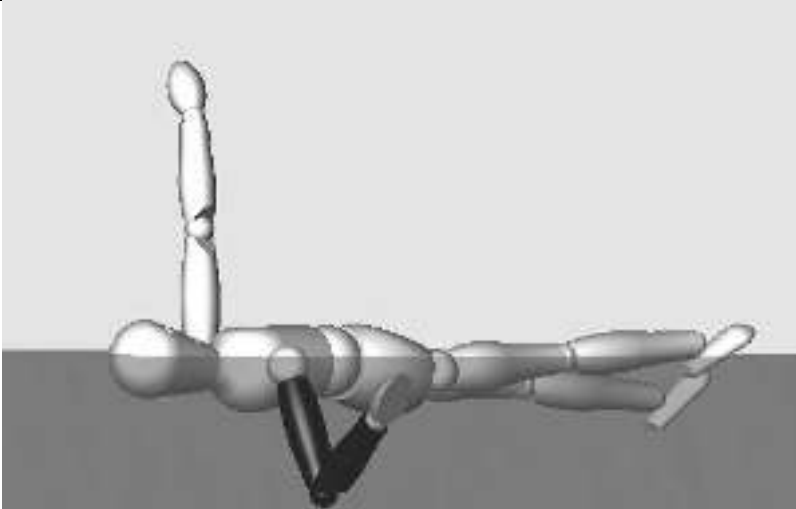
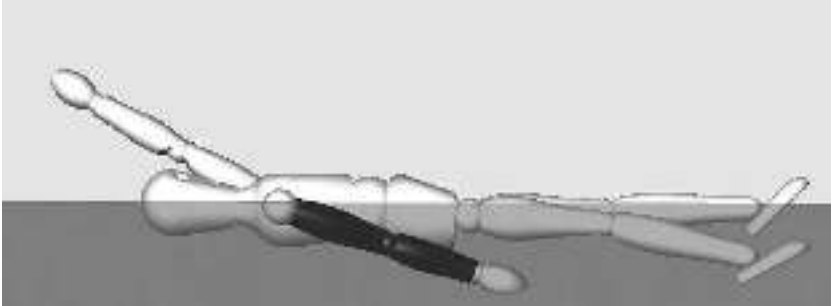
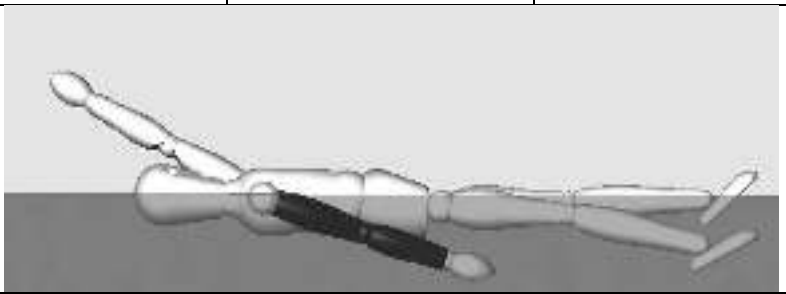
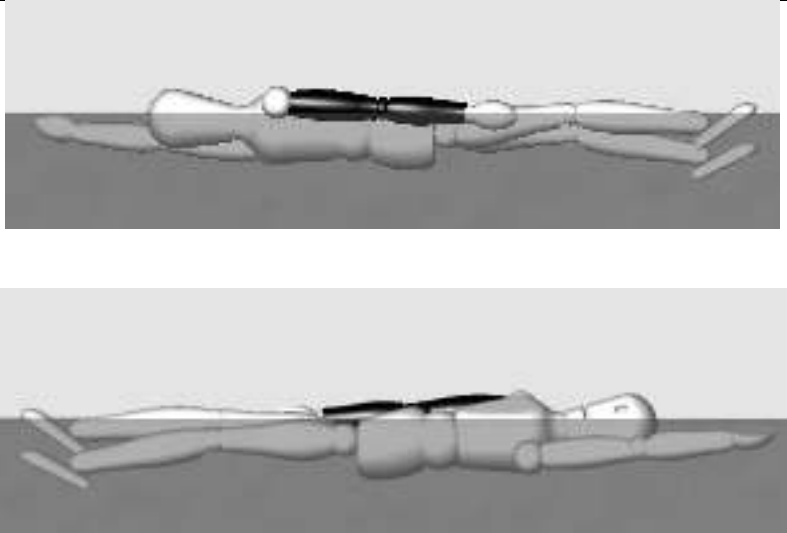
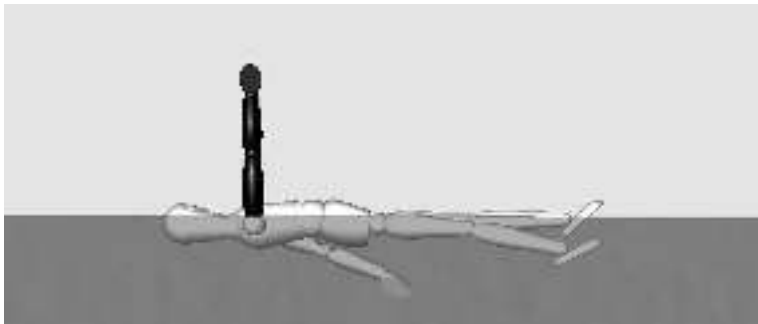
	Figura					
	Acção Ascendente	<p>No início desta acção o cotovelo deve estar flectido entre os 140 ° e 150°.</p> <p>Na AA a mão executa um trajecto semicircular para cima e para dentro através da flexão do cotovelo até um ângulo aproximado de 90°C, com uma aproximação da mão à superfície da água.</p>	<p>Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar o trajecto do braço de forma, a que no final da acção os ombros se encontrem oblíquos relativamente ao nível da água.</p>	<p>Na máxima flexão do cotovelo a mão encontra-se paralela ao ombro e junto à superfície da água. O braço contrário encontra-se no ponto médio (mais alto) do trajecto da recuperação.</p>	<p>Batimento de pernas contínuo, assegurando a compensação das oscilações em termos de alinhamento horizontal provocadas pelas acções propulsivas.</p>	<p>Expiração lenta e progressiva.</p>

	Figura					
	Acção Descendente Final	Na ADF a mão é acelerada para trás, para baixo e ligeiramente para fora através da extensão do cotovelo. Termina abaixo da bacia e com o braço em extensão.	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar o trajecto do braço de forma, a que no final da acção os ombros encontrem paralelos relativamente ao nível da água.	Quando um dos braços está a aproximar-se do final da braçada o outro está a realizar a entrada na mão da água.	Batimento de pernas contínuo, assegurando a compensação das oscilações em termos de alinhamento horizontal provocadas pelas acções propulsivas.	Expiração lenta e progressiva.

Aérea da Braçada	Figura					
	Acção Ascendente Adicional	A mão desloca-se para cima e para dentro com o cotovelo em extensão, estando a mão orientada para cima e para trás, e ligeiramente para dentro, estando para trás.	O tronco encontra-se paralelo à superfície.	Durante a AAA o outro braço encontra-se a realizar a entrada na água.	Batimento de pernas contínuo, assegurando a compensação das oscilações em termos de alinhamento horizontal provocadas pelas acções propulsivas.	Expiração lenta e progressiva.
	Figura					

	Saída	A mão roda para dentro, palma da mão virada para a face lateral da coxa de modo a "romper" a água com o polegar para cima, reduzindo o arrastamento.	O tronco encontra-se paralelo à superfície.	Quando um braço está no final da braçada, o outro está no início da ADI.	Batimento de pernas contínuo, assegurando a compensação das oscilações em termos de alinhamento horizontal provocadas pelas acções propulsivas.	Expiração lenta e progressiva.
	Figura					

As técnicas alternadas

	Recuperação Aérea	Braço em extensão durante todo o trajecto, palma da mão na 1ª metade da recuperação virada para dentro, rotação externa no ponto mais alto, estando na 2ª metade a mão voltada para fora.	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar o trajecto do braço de forma, a que no final da acção os ombros encontrem paralelos relativamente ao nível da água.	Recuperação realizada de modo rápido e descontraído de forma a não perturbar os músculos actuantes na fase propulsiva da braçada.	Batimento de pernas contínuo, assegurando a compensação das oscilações em termos de alinhamento horizontal provocadas pelas acções propulsivas.	Expiração lenta e progressiva.
	Figura					

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

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. (Dias et al., 2009; Garrido, et al., 2009)

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, criando situações o mais adequadas 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, 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 directa²⁸. A 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 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".

²⁸ 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.

Apesar da existência de vários modelos relativos à aprendizagem das habilidades motoras e desportivas, são fundamentais as seguintes 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.

5.1. 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) estágio inicial (aquisição); (ii) estágio intermédio (aperfeiçoamento); (iii) estágio 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 10: 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 11: 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 fase 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 associado o nível III - consolidação.

5.2. Fases 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.

Face 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.

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 o aprendiz constrói o seu "mapa cognitivo", o seu plano de acção, com alta componente cognitiva, e onde o aprendiz identificará progressivamente os recursos necessários para levar a cabo a tarefa, de forma ajustada e eficaz.

6. CONCEPTUALIZAÇÃO PRÁTICA DO 1º NÍVEL DA AQUISIÇÃO TÉCNICA DE CROL E COSTAS

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 alternadas, 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).

No processo de aquisição/aprendizagem de um gesto técnico, consideramos o desenvolvimento de alterações graduais e duradoiras das estruturas cognitivas. Estas alterações são evidentes quando estamos perante experiências eficazes, isto é, a mudança das estruturas cognitivas são induzidas pelo resultado das melhores execuções. É de referir a importância da repetição e do reforço (*feedback*) para que a aprendizagem tenha lugar, no entanto, é importante destacar a importância das aprendizagens realizadas por observação e imitação dos outros²⁹ que predominam no relatório de cada um (Bandura, 1969)³⁰.

Starkes & Lindley (1994) consideram que atletas de alto nível sustentam a sua excelência em armazenamento de conhecimento específico do contexto da sua modalidade, denominado de conhecimento declarativo, e conhecimento

²⁹ Colegas, estágios, vídeo, livros, competições, etc.

³⁰ Aprendizagem Vicariante (Bandura, 1977).

relativo à execução da técnica, ou seja, conhecimento procedimental (Campaniço, 2000).

É importante considerar alguns pontos fundamentais, tais como: a aprendizagem de um modelo/padrão pode ser um processo mental que se desenvolve essencialmente pelo ensino técnico ou por meios externos³¹; que ambas as situações condicionam a qualidade da aquisição de comportamentos determinantes para o rendimento desportivo; a demonstração dos padrões técnicos e a correcção através da informação de retorno permitem melhorar a visualização e a percepção da execução, maximizando a qualidade das execuções; o domínio de informação específica por parte do atleta condiciona uma melhoria crescente na eficácia das suas execuções (Campaniço, 2000).

Considerando o papel fundamental da prestação técnica aliada à economia de nado, falamos então de optimização, processo este que envolve um conjunto de aspectos determinantes e que necessitam de ser conjugados.

6.1. ESTRUTURA HIERARQUIZADA DAS ATITUDES FUNDAMENTAIS DO MOVIMENTO

Esta estrutura dá maior ênfase aos comportamentos observáveis de cada esquema motor, em função de quatro categorias comportamentais hierarquizadas:

▪ **Posição hidrodinâmica fundamental (PH)** - Pretende-se a integração do corpo no meio aquático em equilíbrio dinâmico, em função da harmonia de postura construída a

³¹ Potencializar todos os factores que orientam o desempenho motor para os limites da excelência desportiva (Campaniço, 2000).

partir de posições segmentares intermédias, são elas, a cabeça, braços, tronco, bacia e pernas. São também introduzidos para a sua construção a respiração (inspiração/expiração) e a rotação do tronco/bacia em torno dos eixos do movimento e da acção equilibradora e propulsora dos membros inferiores (Campaniço, 2000).

▪ **Recuperação (R)** - Pretende-se a recuperação dos segmentos onde se observa a relaxação dos segmentos não propulsores, a acção destes sem perturbar o alinhamento e a deslocação do corpo no movimento. Para a qualidade de execução contribui a amplitude das articulações solicitadas, os movimentos de rotação dos segmentos propulsores e o sincronismo entre fases intermédias do ciclo gestual (Campaniço, 2000).

▪ **Geração do apoio propulsivo (GAP)** - Pretende-se discriminar a eficácia do gesto em função das posturas ou posições e trajectória dos segmentos, de acordo com o conjunto de acções propulsivas caracterizadas entre limites espaço-temporais subjacente a cada sistema de gestos e respectivas sub-fases do movimento. Crol: AD, ALI e AA. Para a qualidade deste sistema de gestos contribui a estabilidade proporcionada pelos comportamentos adquiridos nas categorias anteriores, a amplitude das trajectórias durante as sub-fases de apoio, a acção equilibradora das pernas, a manutenção da inércia do movimento e a velocidade de execução dos segmentos e do corpo (Campaniço, 2000).

▪ **Sincronização (S)** - Pretende-se discriminar a qualidade da sincronização entre as acções a partir da velocidade de execução. A sincronização é realizada entre as acções de braços/braços, braços/pernas e

braços/respiração. A observação é realizada em função da coordenação espaço-temporal, amplitude dos movimentos, harmonia, fluidez, continuidade, constância, economia, estabilidade e variabilidade. Para a qualidade desta fase contribui a gestão criteriosa da forma como o nadador aplica e controla a força nas fases intermédias do ciclo gestual (Campaniço, 2000).

Cada uma das categorias indicadas possui uma importância distinta na construção de cada um dos movimentos. A GAP e a S são as mais relevantes após a estabilização das posturas fundamentais, obtidas após a construção e estabilização da PH e R. O desenvolvimento de programas de ensino deve assentar numa hierarquia de comportamentos chave, o que requer a aplicação de um sistema observacional assente na percepção, diagnóstico e correcção dos erros técnicos (Campaniço, 2000).

6.1.1.1. *Nível 1 (Aquisição)*

6.1.1.1.1. *Objectivos*

Segundo Silva (1999), pretende-se nesta fase de aquisição técnica que se atinjam os seguintes objectivos:

- Domínio motor global;
- Colocação e posição no corpo na água em equilíbrio dinâmico (rotações sobre o eixo longitudinal);
- Formas globais e rudimentares de sincronização dos movimentos de braços/pernas e respiração, sem que exista perturbação da posição corporal adquirida;
- Trajectória dos movimentos com as correspondentes alterações da direcção dos movimentos, nas fases propulsivas e não propulsivas das acções motoras.

6.1.1.2. Pré-requisitos

Deverão ser considerados como pré-requisitos fundamentais alguns traços psicológicos que determinam algumas características da personalidade, tais como: boa capacidade verbal; boa memória visual; capacidade de aprendizagem rápida e em qualquer situação; sentido de independência; capacidade para pensamentos abstractos; activo e persistente; sentido de grupo; gosto pela actividade (Silva, 1999).

No que se refere as capacidades a nível motor deverão ser avaliados aspectos relacionados com a sensibilidade na água em diferentes níveis: capacidade de deslize; facilidade na execução dos exercícios propostos; posição e postura correcta do corpo; amplitude e desconstracção em todos os exercícios realizados; capacidade de efectuar várias destrezas aquáticas; capacidade de realizar esforço (Silva, 1999).

Será também importante ter em conta algumas condições para a aplicação do programa de ensino, tais como: o descanso físico e psíquico, sem índices de fadiga; ambiente calmo, com tempo suficiente de tarefa para efectuar cada repetição consciente dos objectivos que são pretendidos; condições de segurança *standart*, de tal forma que as questões de confiança e estabilidade emocional estejam garantidas (Silva, 1999).

6.1.1.3. Estratégias

As estratégias a utilizar nesta fase de aquisição técnica, devem basear-se em primeiro plano numa correcta planificação dos conteúdos técnicos a desenvolver nas

sessões de treino. Ao nadador é exigido o controlo dos seus movimentos e o ajuste contínuo dos mecanismos de *feedback* interno. Ao treinador cabe a tarefa de observar continuamente o nadador e de aumentar o *feedback* externo, o treinador deverá ter em conta alguns aspectos na sua tarefa: copiar um modelo, informar exclusivamente sobre o circuito de regulação interna; ensinar a estrutura espaço temporal antes da dinâmica temporal; indicar as componentes críticas do movimento; desenvolver a imagem do movimento; trabalhar com várias modalidades de informação; obrigar a referências conscientes cada vez mais intensas (informação de retorno condicionada pela acção, sobre o desempenho e resultado das execuções); aprendizagem contínua, fixação e experimentação com desvios mínimos (Silva, 1999).

6.2. 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.

6.2.1. Estratégia a adoptar no 1.º estágio 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 dinâmico 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.

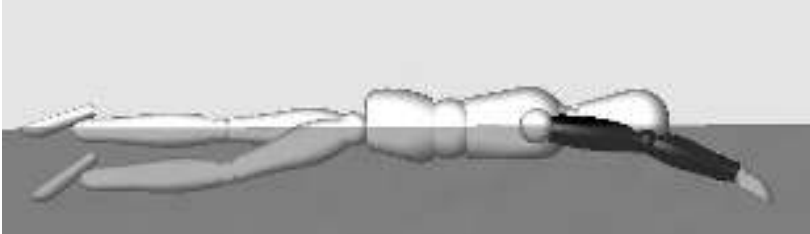
6.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ADAPTADAS AO 1.º ESTÁDIO DE AQUISIÇÃO TÉCNICA

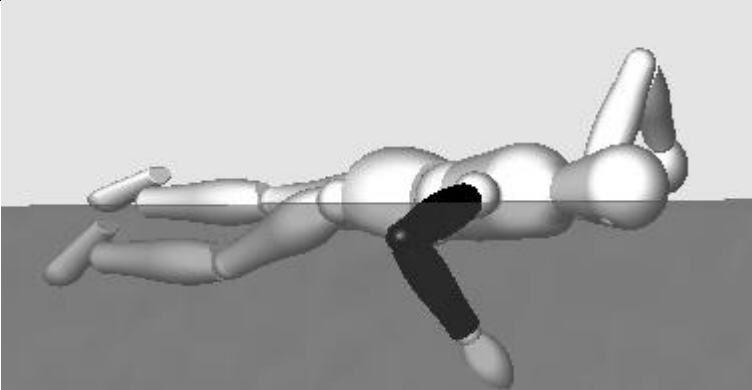
A aquisição da técnica é uma forma de melhorar a prestação motora. Para se poder alcançar este objectivo, nada melhor do que fornecer aos alunos um profundo conhecimento dos aspectos técnicos inerentes a cada técnica de nado, aumentando e rentabilizando deste modo a performance dos alunos. Pretende-se, 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; Conceição *et al.*, 2010).



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

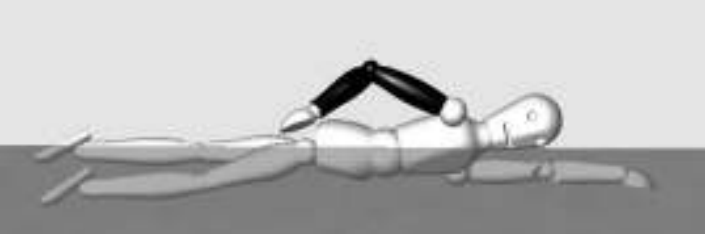
6.4 Modelo de referência da técnica de Crol

Quadro 12: Modelo de referência da técnica de Crol adaptado ao 1º estado de aquisição técnica

Fase	Sub-Fase	Descrição	Componentes Críticas			
			Posição Corpo/Eq. Dinâmico	Sincronização Braços/Braços	Sincronização Braços/Pernas	Sincronização Respiração
Subaquática da Braçada	Entrada/Extensão de Braços	Entrada 1º com os dedos, com a mão voltada para fora, com os braços em extensão, após o qual se efectua a extensão do braço para a frente com rotação da mão para baixo.	Posição horizontal do corpo, paralelo à superfície da água, com água ao nível da testa, calções de banho à superfície da água; e espuma nos pés-batimento de pernas. Durante extensão do corpo, ensaia progressivamente a rotação do corpo sobre o eixo longitudinal	Quando um braço inicia o movimento propulsivo (entra na água) o outro está no fim da braçada (polegar na coxa)	Acção de pernas contínua com movimentos ascendentes e descendentes (para baixo e para cima), com pernas estendidas. O movimento deve iniciar-se pela flexão activa da coxa e extensão activa da perna e do pé (rotação interna do pé)	Início expiração Lenta e progressiva
	Figura					

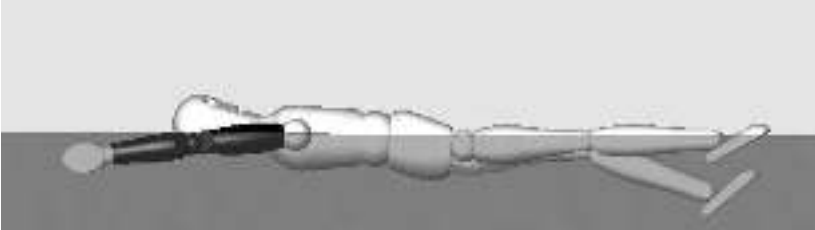
	Flexão de braços	Movimento do antebraço e mão, circular e paralelo à parede lateral da piscina, procurando a flexão do punho, cotovelo e dedos voltados para baixo. Movimento tem fim quando a mão atinge a vertical do cotovelo/ombro	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a flexão do braço de tal forma que no fim desta acção o corpo se encontra horizontal relativamente ao nível água	Quando um dos braços está a meio do trajecto subaquático o outro está a meio do trajecto de recuperação	Acção de pernas ascendente e descendente (para baixo e para cima), com as pernas mais ou menos estendidas, com movimento contínuo	Expiração Lenta e progressiva
	Figura					
Aérea da Braçada						

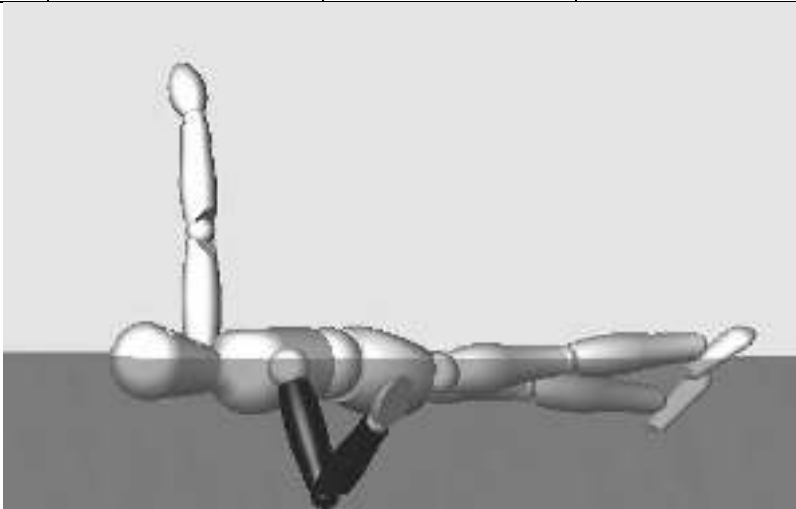
	Extensão de Braços	Movimento do antebraço e mão, circular e paralelo à parede lateral da piscina com extensão do braço. Movimento tem fim quando a mão (polegar) atinge a coxa.	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a extensão do braço e a entrada/extensão do braço do lado contrário.	Quando um braço entra na água o outro está no fim da braçada (polegar na coxa).	Acção de pernas ascendente e descendente (para baixo e para cima), com as pernas mais ou menos estendidas, com movimento contínuo.	Expiração rápida e explosiva. Rotação da cabeça para inspiração com manutenção face água.
	Figura					
	Saída de Braços	Quando o polegar se aproxima da coxa o braço roda para fora e sai com o dedo mindinho; o braço sai em completa extensão a ensaiar a saída com o cotovelo.	Posição horizontal do corpo, paralelo à superfície da água, com água ao nível da testa, calções de banho à superfície da água; e espuma nos pés-batimento de pernas. Durante extensão do corpo, ensaia progressivamente a rotação do corpo sobre o eixo longitudinal.	O braço termina o movimento propulsivo (polegar na coxa) quando o outro está a iniciar a acção propulsiva.	Acção de pernas contínua com movimentos ascendentes e descendentes (para baixo e para cima), com pernas estendidas. O movimento deve iniciar-se pela flexão activa da coxa e extensão activa da perna e do pé (rotação interna do pé).	Início da inspiração rápida e explosiva.
	Figura					

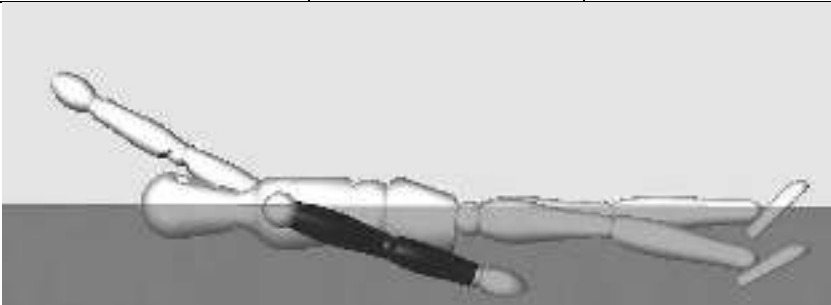
	Recuperação	Próxima do eixo longitudinal do corpo, sobre a superfície da água	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar as diferentes partes da recuperação do braço	Ver trajectória subaquática	Acção de pernas contínua com movimentos ascendentes e descendentes (para baixo e para cima), com pernas estendidas. O movimento deve iniciar-se pela flexão activa da coxa e extensão activa da perna e do pé (rotação interna do pé)	Rotação da cabeça para a água na metade da recuperação e início da expiração lenta e progressiva durante a extensão do braço à frente
	Figura					

6.5 Modelo de referência da técnica de Costas

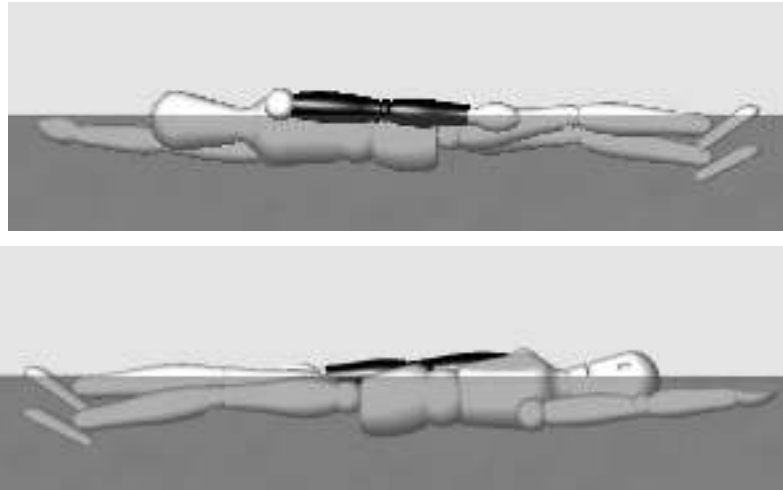
Quadro 13: Modelo de referência técnica de Costas, adaptado ao 1º estado de aquisição técnica

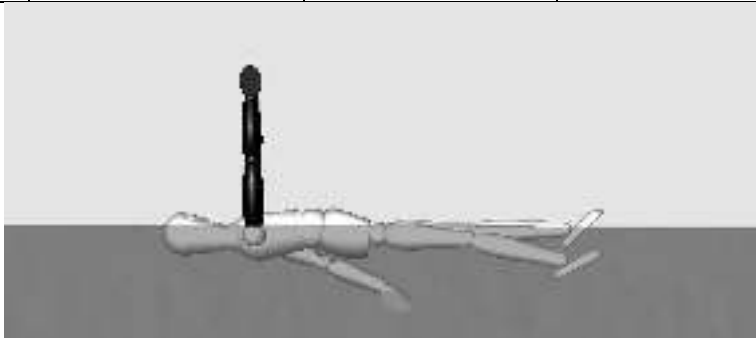
Fase	Sub-Fase	Descrição	Componentes Críticas			
			Posição Corpo/Eq. Dinâmico	Sincronização Braços/Braços	Sincronização Braços/Pernas	Sincronizaã o Respiração
Subaquática da Braçada	Entrada/Extensão de Braços	Entrada 1º com os dedos, com a mão voltada para fora, com os braços em semi-extensão, após o qual se efectua a extensão do braço para a frente com rotação da mão para baixo. Braço toca nas orelhas durante a entrada na água.	Posição oblíqua do corpo, com água ao nível da testa, calções de banho à superfície da água; e espuma nos pés-batimento de pernas Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a extensão do braço.	Quando um braço entra na água o outro está no fim da braçada (polegar na coxa).	Acção de pernas ascendente e descendente (para baixo e para cima), com as pernas mais ou menos estendidas, com movimento contínuo. O movimento deve iniciar-se pela flexão activa da coxa e extensão activa da perna e do pé (rotação interna do pé).	Início expiração Lenta e progressiva
	Figura					

	Flexão de braços	Movimento do antebraço e mão, circular e paralelo à parede lateral da piscina com flexão do punho (1) e cotovelo (2) e dedos voltados para baixo. Movimento tem fim quando a mão atinge a vertical do cotovelo/ombro.	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a flexão do braço de tal forma que no fim desta acção o corpo se encontra horizontal relativamente ao nível água.	Quando um dos braços está a meio do trajecto subaquático o outro está a meio do trajecto de recuperação.	Acção de pernas ascendente e descendente (para baixo e para cima), com as pernas mais ou menos estendidas, com movimento contínuo. O movimento deve iniciar-se pela flexão activa da coxa e extensão activa da perna e do pé (rotação interna do pé).	Expiração Lenta e progressiva
	Figura					

	Extensão de Braços	Movimento do antebraço e mão, circular e paralelo à parede lateral da piscina com extensão do braço. Movimento tem fim quando a mão (polegar) atinge a coxa.	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a extensão do braço e a entrada/extensão do braço do lado contrário.	Quando um braço entra na água o outro está no fim da braçada (polegar na coxa).	Acção de pernas ascendente e descendente (para baixo e para cima), com as pernas mais ou menos estendidas, com movimento contínuo. O movimento deve iniciar-se pela flexão activa da coxa e extensão activa da perna e do pé (rotação interna do pé).	Expiração Rápida e explosiva + rotação da cabeça para inspiração com manutenção face água.
	Figura					





Aérea da Braçada	Saída de Braços	Quando o polegar se aproxima da coxa aumenta a rotação do braço para fora e sai com o dedo miudinho (mínimo).	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a extensão do braço e a entrada/extensão do braço do lado contrário.	Quando um braço entra na água o outro está no fim da braçada (polegar na coxa)	Acção de pernas ascendente e descendente (para baixo e para cima), com as pernas mais ou menos estendidas, com movimento contínuo. O movimento deve iniciar-se pela flexão activa da coxa e extensão activa da perna e do pé (rotação interna do pé).	Expiração Rápida e explosiva + rotação da cabeça para inspiração com manutenção face água
------------------	-----------------	---	---	--	---	---





	Figura	
--	--------	--

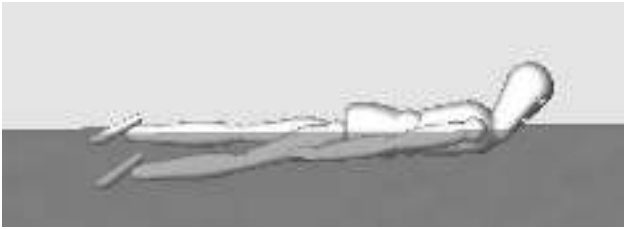


	Recuperação	Próxima do eixo longitudinal do corpo, sobre a superfície da água, palma da mão virada para fora, no ponto médio da trajectória aérea do braço.	Rotação simétrica do corpo (ombros e bacia) a acompanhar a extensão do braço e a entrada/extensão do braço do lado contrário.	Quando um dos braços está no meio do trajecto da recuperação o outro está no meio do trajecto subaquático.	Acção de pernas ascendente e descendente (para baixo e para cima), com as pernas mais ou menos estendidas, com movimento contínuo. O movimento deve iniciar-se pela flexão activa da coxa e extensão activa da perna e do pé (rotação interna do pé).	A Inspiração decorre durante a recuperação do braço do mesmo lado e termina antes da entrada do braço na água.
	Figura					

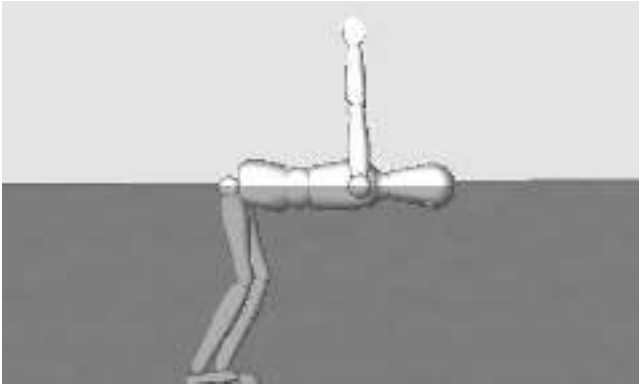

6.6 Listagem de Exercícios para o 1º Estádio de Aquisição Técnica CROL


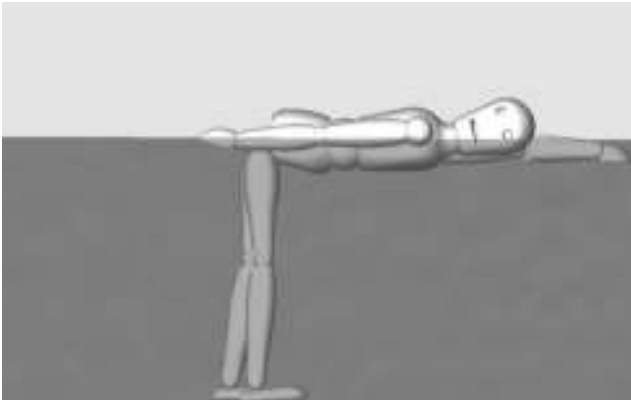
Quadro 14: Listagem de Exercícios para o 1º Estádio de Aquisição Técnica CROL

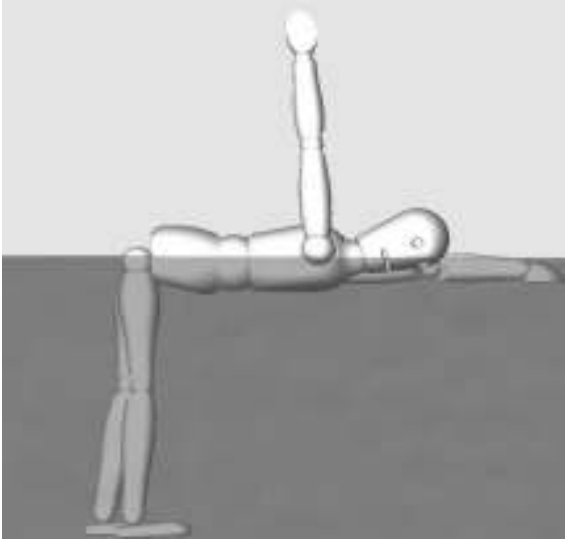

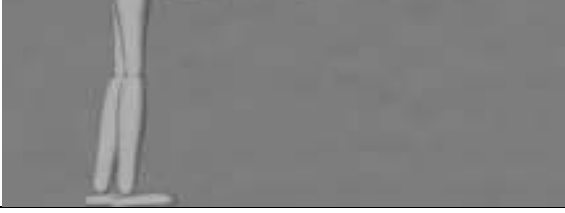
Acção Situação Pedagógica	Critérios de êxito	Palavras-chave	Imagem do exercício
Equilíbrio Dinâmico/Acção de Pernas			
1. Deslize ventral, com os braços no prolongamento do tronco.	<ul style="list-style-type: none"> Corpo alinhado em posição horizontal; Água ao nível da testa. 	<ul style="list-style-type: none"> Corpo esticado acima da água com as mãos juntas e queixo no peito. 	
2. Deslize ventral, com um braço no prolongamento do tronco e o outro ao lado do tronco.		<ul style="list-style-type: none"> Corpo esticado acima da água, queixo no peito. 	
3. Deslize ventral, com os dois braços ao lado do corpo (mão na coxa).			
4. Batimento de pernas Crol, em posição ventral, braços estendidos no prolongamento do tronco, com placa.	<ul style="list-style-type: none"> Manter o corpo alinhado horizontalmente; 	<ul style="list-style-type: none"> Queixo no peito, olhar para os fundo da piscina; 	


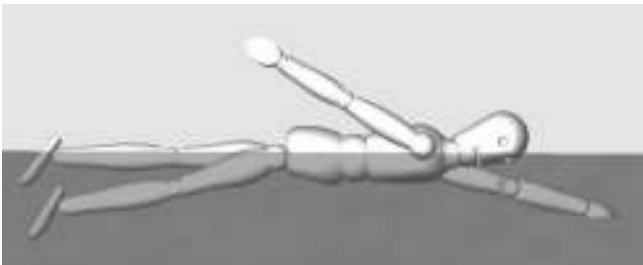
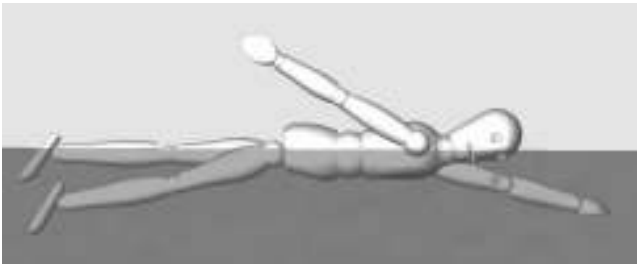
5. Batimento de pernas Crol, em posição ventral, braços estendidos ao lado do tronco.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amplitude e dinamismo do batimento; ▪ Cabeça em flexão cervical; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bater com as pernas esticadas e plantas dos pés voltadas para cima. 	
6. Exercício 4, sem placa.			
7. Batimento de pernas em posição lateral: 1 braço ao lado do corpo em extensão (mão na coxa); outro em posição inferior no prolongamento do tronco.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amplitude e dinamismo do batimento; ▪ Corpo alinhado em posição lateral; ▪ Cabeça fora de água, e deitada sobre o ombro do braço em posição inferior. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bater pernas de lado com a nuca encostada ao braço e cabeça fora de água. 	
8. Exercício 4, sem placa, com água pelo nível do queixo e cabeça fora de água.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manter o corpo alinhado horizontalmente; ▪ Amplitude e 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Água no queixo; ▪ Bater com as pernas 	

9. Exercício 5, com água pelo nível do queixo e cabeça fora de água.	<p>dinamismo do batimento;</p> <ul style="list-style-type: none"> Posição de cabeça em extensão cervical; 	<p>esticadas e plantas dos pés voltadas para cima.</p>	
<p>Batimento de pernas na posição ventral, com os braços ao lado do corpo e com a cabeça sempre emersa durante este percurso, observando-se durante a execução os seguintes comportamentos: (I) Manter o corpo alinhado horizontalmente na superfície da água; (ii) Amplitude e dinamismo do batimento; (iii) cabeça sempre em extensão cervical (emersa).</p>			
<p>Posição do corpo e respiração</p>			
10. Batimento de pernas Crol, braços no prolongamento do tronco com placa e respiração frontal.	<ul style="list-style-type: none"> Manter o corpo alinhado horizontalmente à superfície da água; Amplitude e dinamismo do batimento; 	<ul style="list-style-type: none"> Queixo no peito, olhar para peso fundo da piscina (expirar); Cabeça com queixo fora de água (inspirar); 	
11. Exercício anterior, sem placa.	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento da cabeça; Inspiração logo que a boca emerge e expiração quando a boca imerge. 	<ul style="list-style-type: none"> Ombros dentro de água; Bater com as pernas esticadas e plantas voltadas para cima. 	
<p>Forma global de propulsão de braços</p>			

<p>12. Caminhar em deslocamento para a frente, com movimento alternado dos braços.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Movimento dos braços com ritmo constante; e amplitude, sempre em oposição completa (quando um braço entra na água o outro está a sair). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrada o mais à frente possível e saída o mais atrás possível com os braços em extensão. 	
<p>13. Placa entre as pernas, acção alternada de braços Crol em apneia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manter o equilíbrio horizontal; ▪ Movimento contínuo e com ritmo constante; ▪ Ajustar a amplitude do trajecto motor: à frente pela sensação de extensão dos braços; a trás pelo contacto das mãos nas coxas. ▪ Aceleração da mão na parte final da braçada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tocar com o polegar na coxa durante a saída da mão da água; ▪ Entrada o mais à frente possível com os braços em extensão; ▪ Movimento propulsivo circular com os braços estendidos e com dedos a apontar para o 	

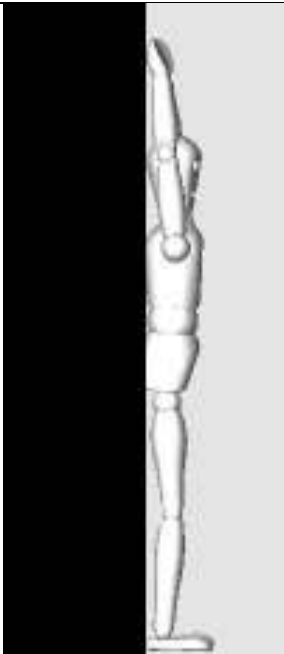

<p>14. Exercício anterior, sem placa e com batimento de pernas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Componentes anteriores; Dinamismo e amplitude no batimento de pernas. 	<p>chão da piscina.</p>	
<p>Forma global de propulsão de braços e respiração</p>			
<p>15. Posição estática junto à parede, pés no chão e um braço esticado e apoiado na parede, inspiração com rotação lateral da cabeça (trocar de braço).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Rotação lateral da cabeça; Rotação do queixo para o ombro do lado da inspiração 	<ul style="list-style-type: none"> Roda a cabeça para o lado (como quem diz não); Rodar o queixo do peito para o ombro. Orelha em contacto com o ombro 	

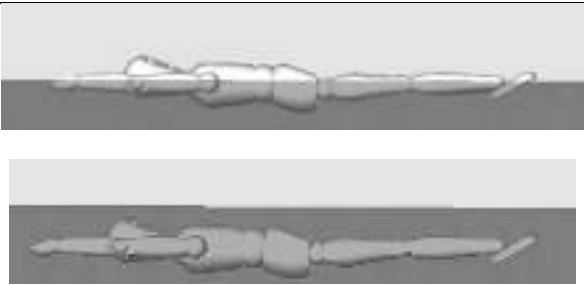
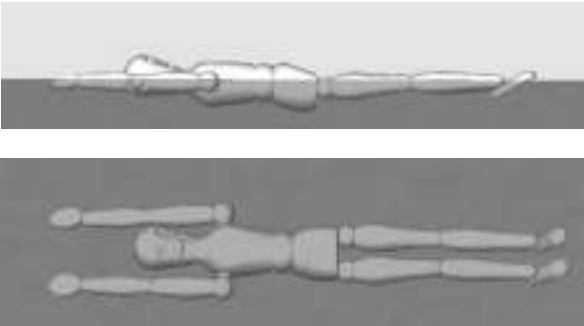
<p>16. Exercício anterior, mas com movimento contínuo do braço livre (dtº/esq).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Movimento propulsivo circular com os braços a apontar para o fundo da piscina; ▪ Quando a mão toca na coxa, roda a cabeça para inspirar; ▪ Roda a cabeça para a água o braço está a metade da recuperação. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consignas anteriores; ▪ Roda a cabeça quando a mão toca na coxa; ▪ Recuperação próxima do corpo, com o braço esticado. 	
<p>17. Exercício anterior, mas em deslocamento (direita/esquerda).</p>			
<p>18. Exercício anterior, braços alternados Crol. Inspiração unilateral a cada 4 braçadas.</p>			

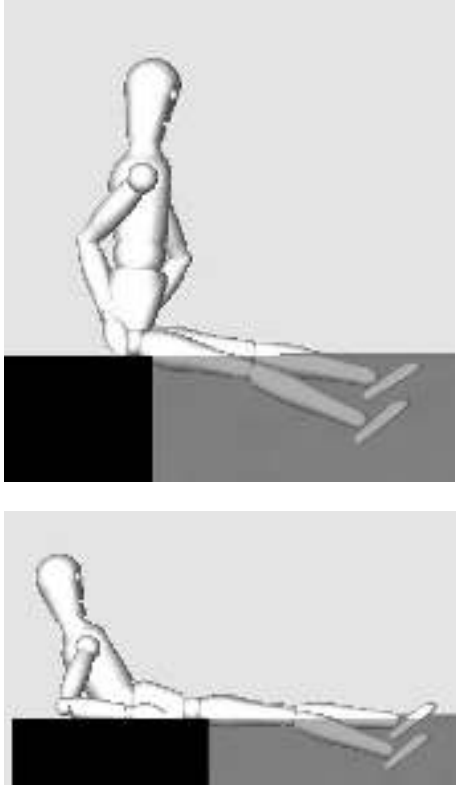
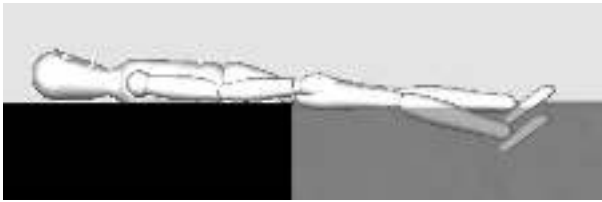
19. Exercício anterior, com corpo na horizontal e placa entre pernas (inspiração unilateral a cada 4 braçadas).			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entra com os braços estendidos à frente; ▪ Braçada até à coxa com os dedos voltados para o fundo da piscina; ▪ Só roda a cabeça quando a mão toca na coxa. 	
20. Conteúdo anterior, inspiração bilateral.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Frequência e amplitude movimento braços; ▪ Respiração perturba alinhamento corporal. 	e do de não		
21. Sem placa, com batimento de pernas: i) inspiração unilateral; ii) inspiração bilateral.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Componentes anteriores ▪ Continuidade batimento pernas. 	do de	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consignas anteriores; ▪ Espuma nos pés. 	




6.7 Listagem de Exercícios para o 1º Estádio de Aquisição Técnica Costas

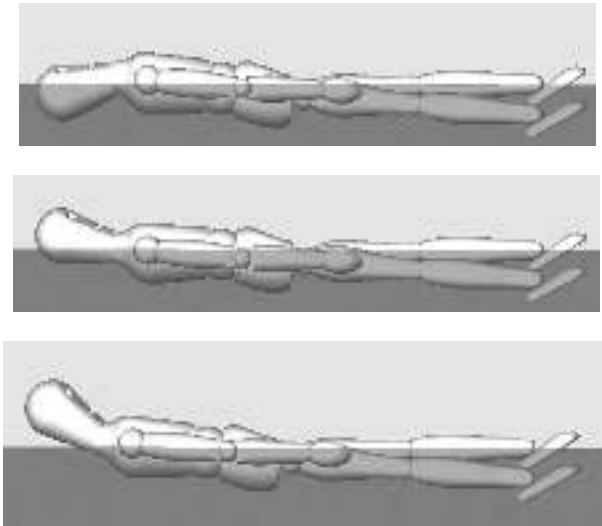


Quadro 15: Listagem de Exercícios para o 1º Estádio de Aquisição Técnica Costas

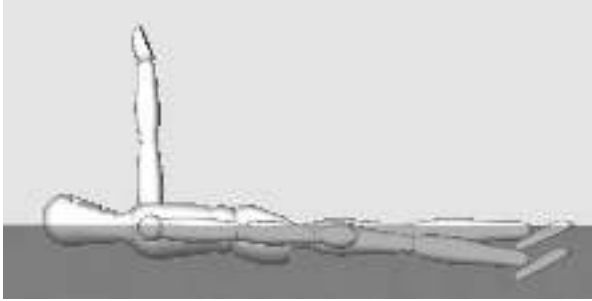
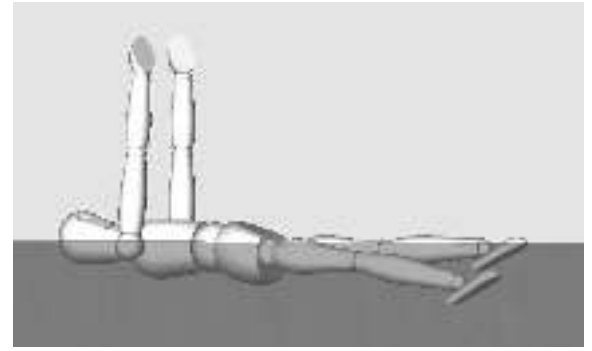
Acção Situação Pedagógica	Critérios de êxito	Palavras-chave	Imagem do exercício
Equilíbrio Dinâmico/Acção de Pernas			
1. Posição hidrodinâmica contra a parede, em seco.	<ul style="list-style-type: none"> Corpo alinhado em posição vertical; 	<ul style="list-style-type: none"> Corpo esticado e encostado á parede; Mãos juntam e queixo ao peito. 	
2. Deslize dorsal em apneia	<ul style="list-style-type: none"> Corpo alinhado em posição horizontal; Deslize horizontal 	<ul style="list-style-type: none"> Corpo esticado e acima da água com as mãos juntas e queixo no peito 	

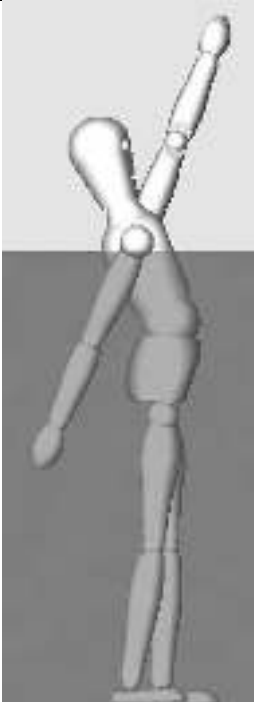
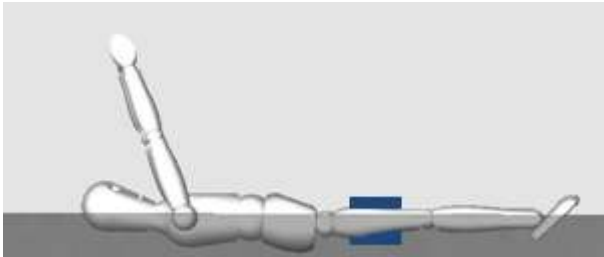
	durante o maior tempo possível (em diferentes planos de água).		
3. Exercício anterior com diferentes afastamentos de braços			

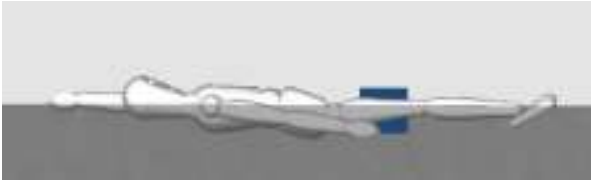
<p>4. Batimento de pernas, sentado na borda da piscina</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amplitude e dinamismo do batimento; 		
<p>5. Batimento de pernas, deitado na borda da piscina</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manter o corpo alinhado horizontalmente; ▪ Cabeça em flexão cervical; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Queixo no peito, olhar para os fundo da piscina; ▪ Bater com as pernas esticadas e plantas dos pés voltadas para cima. 	

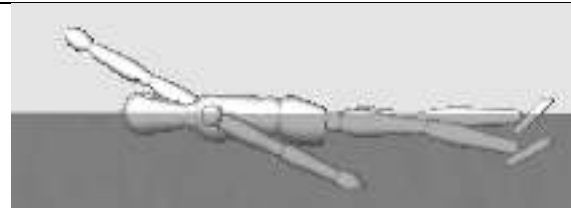
<p>6. Deslize dorsal, seguido de batimento pernas Costas, com os braços estendidos ao lado do tronco, com placa sobre as coxas.</p>			
<p>7. Exercício anterior, com placa em cima do peito</p>	<ul style="list-style-type: none"> Manter o corpo alinhado horizontalmente: (I) água debaixo do queixo; (ii) fato de banho à superfície; (iii) pés à superfície-espuma nos pés; 	<ul style="list-style-type: none"> Corpo esticado em cima da água; 	
<p>8. Exercício nº6, com os braços estendidos no prolongamento do corpo, com placa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Amplitude e dinamismo do 	<ul style="list-style-type: none"> Água debaixo do queixo; Umbigo fora da 	

<p>9. Deslize dorsal, seguido de batimento pernas Costas, com variações da posição da cabeça (cabeça baixa, cabeça na posição correcta e cabeça alta).</p>	<p>batimento;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Posição de cabeça, natural (água abaixo do queixo); ▪ Avaliar distância a 	<p>água;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Espuma nos pés; ▪ Batimento de pernas contínuo. 	
<p>10. Batimento de pernas na posição vertical, com mãos atrás da cabeça</p>			
<p>11. Exercício anterior, com braços no prolongamento dos ombros</p>			

12. Batimento de pernas de Costas, com a mão acima do nariz (90°)			
13. Exercício anterior, com os dois braços na perpendicular do corpo			
Batimento de pernas na posição dorsal, com os braços estendidos no prolongamento dos ombros e com a cabeça sempre emersa durante este percurso, observando-se durante a execução os seguintes comportamentos: (I) Manter o corpo alinhado horizontalmente na superfície da água, com água debaixo do queixo, fato de banho à superfície e pés à superfície (espuma nos pés); (ii) Amplitude e dinamismo do batimento.			
Posição do corpo/respiração/forma global de propulsão pelos braços			
14. Posição vertical, movimento alternado de braços Costas, com frequência e continuidade.	▪	▪	

			
15. Com pull-boy, efectuar movimento simultâneo de braços, com manutenção da cabeça fora de água	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manter equilíbrio horizontal inicial; ▪ Movimento contínuo e com frequência; ▪ Ajustar amplitude a do 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tocar com o 	

<p>16. Com pull-boy, efectuar movimento alternado de braços, com manutenção da cabeça fora de água</p>	<p>trajecto motor: (i) atrás pelo contacto das duas mãos e pela sensação de extensão dos braços; (ii) à frente pelo contacto das mãos na coxa;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocação da respiração, sem perturbar equilíbrio corporal; ▪ A visão participa na elaboração do trajecto motor correcto, especialmente pela ausência de oscilações laterais da bacia; ▪ Recuperação dos braços por cima do peito até à máxima extensão atrás da cabeça; ▪ Aceleração da mão na parte terminal da braçada. 	<p>polegar na coxa durante a saída da mão da água;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Passar a mão em cima do nariz com os braços esticados; ▪ Entrar com a mão na água junto às orelhas com o dedo miudinho. 	
<p>17. Nado completo de Costas, com frequência e amplitude</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Componentes críticas anteriores; ▪ Frequência e 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consignas anteriores; ▪ Espuma nos pés. 	

	<p>amplitude do movimento (braço entra em extensão e sai na coxa);</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Nado sempre em oposição completa.		
--	--	--	---

7. BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, J.A (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 111-149.
- ALVES, F. (1994). Analysis of swimming races (abs). *Journal of Biomechanics*, 27: 653.
- ALVES, F. (1996). Economia de nado, técnica e desempenho competitivo nas técnicas alternadas. *Natação*, 5(28) Separata: 1 - 19.
- ALVES, F.; P.M. SANTOS; A. VELOSO; I. PINTO CORREIA E J. GOMES PEREIRA (1994a). Measurement of Intercycle Power Variation in Swimming. *Journal of Human Performance Studies*, 10 (1): 69-75.
- ALVES, F.; GOMES-PEREIRA, J., & F. PEREIRA (1996). Determinants of energy cost of front-crawl and backstroke swimming and competitive performance. In J. Troup, et al., (Eds), *Biomechanics and Medicine in Swimming VII*, (pp. 185-191). London: E & FN Spon.
- ALVES, F.; LOPES, A.; & RIBEIRO, J.P. (1991). Análise da competição em natação desportiva. *Natação*, 4 (14): 8-12.
- ALVES, F.; GOMES-PEREIRA, J. (1997). Influence of stroke mechanics on swimming economy in front crawl. In: B. Eriksson, L. Gullstrand (Eds.), *XII FINA World Congress on Sports Medicine*, pp. 407-415. Goteborg.

- ALVES, F.; GOMES-PEREIRA, J.; PEREIRA, F. (1996). Determinants of energy cost of front crawl and backstroke swimming and competitive performance. In: J. Troup, A. Hollander, D. Strasse, S. Trappe, J. Cappaert, T. Trappe (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VII*, pp. 185-192. London: E & FN Spon.
- ALVES, F.; SANTOS, P.M.; VELOSO, A.; PINTO CORREIA, I.; GOMES-PEREIRA, J. (1994). Measurement of intercycle power variation in swimming. *Portuguese Journal of Human Performance Studies*, 10: 69-75.
- BAILEY, M. (1999). A platform for fast swimming. *Swimming Technique*, 36 (2): 26-29.
- BANDURA, A. (1969). Principles of Behavior Modification. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- BANDURA, A. (1977). Social Learning Theory. New York: General Learning Press.
- BARBOSA, T. ; QUEIRÓZ, T. (2004). Ensino da Natação. Uma perspectiva metodológica para a abordagem das habilidades motoras aquáticas básicas. Ed. Xistarca. Lisboa.
- BARBOSA, T.; VILAS-BOAS, J.P. (2005). A eficiência da locomoção humana no meio aquático. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 5(3): 337-349.

- BARBOSA, T.; FERNANDES, R.; KESKINEN, K.; COLAÇO, P.; CARDOSO, C.; SILVA, A.J.; VILAS-BOAS, J.P. (2006a). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes. *International Journal of Sports Medicine*, 27: 1-6
- BARBOSA, T.; LIMA, F.; PORTELA, A.; NOVAIS, D.; MACHADO, L.; COLAÇO, P.; GONÇALVES, P.; FERNANDES, R.; KESKINEN, K.; VILAS-BOAS, J.P. (2006b). 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.; FERNANDES, R.; KESKINEN, K.; VILAS-BOAS, J.P. (2008). The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *Eur J Appl Physiol. Eur J Appl Physiol*. 103: 139-149.
- BARBOSA, T.; SILVA, A.; REIS, A.M.; COSTA M.J.; GARRIDO, N.; POLICARPO, F.; REIS, V.M.. (2010b). Kinematical changes in swimming front crawl and breaststroke with the AquaTrainer (R) snorkel. *Eur J Appl Physiol*. On-line first.
- BARBOSA, T.M.; BRAGADA, J.A.; REIS, V.M.; MARINHO, D.A.; CARVALHO, C.; SILVA, J.A. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. *J Sci Med Sports* 13. 262-269.

- BARBOSA, T.M.; COSTA,M.; MARINHO, D.A.; COELHO, J.;MOREIRA, M. SILVA, J.A. *in press*. (2010). Modeling the links between young swimmers' performance, energetic and biomechanic profiles, pediatric exerc sci.
- BARTHELS, K.M. & ADRIAN, M.J. (1975). Three Dimensional Spatial Hands Patterns of Skilled Butterfly Swimmers. In: L. Lewillie e J.P. Clarys (eds.). Swimming II. pp. 154-160. University Park Press. Baltimore.
- BERGER, M.A.M., HOLLANDER, A.P, & DE GROOT, G. (1997). Technique and energy losses in front crawl swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29 (11): 1491-1498.
- BERGER, M.A.M.; HOLLANDER, A.P.; DE GROOT, G. (1999). Determining propulsive force in front crawl swimming: a comparison of two methods. *Journal of Sports Sciences*, 17: 97-105.
- BRANCAZIO, P.J. (1984). What goes up must come down. The long jump. *Sport Science*. pp. 387-393 and 355-356.
- BROWM, R.M., & COUNSILMAN, J.E.(1970).Role of the lift in propelling swimmers. In J.M. Cooper(Ed. J. Selected topics on biomechanics(pp.179-188). Chicago. The Athlete Institute.
- CAMPANIÇO, J. & ANGUERA, M.T. (2000). O modelo de ensino básico e as estratégias observacionais em natação. *XXIII Congresso da APTN (Associação Portuguesa de Técnicos de Natação)*. Vila Real (Portugal): Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

- CAPPAERT, J.; PEASE, D.L., TROUP, J.P. (1995). Three dimensional analysis of the men's 100-m freestyle during the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 11: 103-112.
- CHATARD, J.C., COLLOMP, C., MAGLISCHO, E., & MAGLISCHO, C. (1990a). Swimming skill and stroking characteristics of front crawl swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 11: 156-161.
- CHATARD, J.C., LAVOIE, J.-M., & LACOUR, J.R. (1990b). Analysis of determinants of swimming economy in front crawl. *European Journal of Applied Physiology*, 61: 88-92.
- CHATARD, J.C.; LAVOIE, J.M.; LACOUR, J.R. (1992). Swimming skill cannot be interpreted directly from the energy cost of swimming. In: D. Maclaren, T. Reilly, A. Lees (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming, Swimming Science VI*, pp. 173-179. London: E & FN Spon.
- CHOLLET, D. (1990). *Approche scientifique de la natation sportive*. Paris: Ed. Vigot.
- CONCEIÇÃO, A., LOURO, H., GARRIDO, N., MARINHO, D., BARBOSA, T., COSTA, A., MATOS, T., SILVA, A. (2010). Novas Tendências para o Ensino da Técnica de Crol - Proposta Metodológica. en *Lecturas: Educación Física y Deportes*, revista digital, Buenos Aires, número 144;
- COLWIN, C. (1984). Fluid dynamics: vortex circulation in swimming propulsion. In: *ASCA World Clinic Year Book 1984*, pp. 38-46. Fort Lauderdale, Florida: American Swimming Coaches Association.

- COLWIN, C. (1984). Kinetic streamlining. *Swimming World*, Feb.: 47-51.
- COLWIN, C. (1992). *Swimming into the 21st Century*. Champaign, Illinois: Leisure Press.
- COLWIN, C. (1998). The crawl stroke. *Swimming Technique*, 35 (1): 10-13.
- COSTILL, D.; KOVALESKI, J.; PORTER, D.; FIELDING, R.; KING, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6: 266-270.
- COSTILL, D.L.; G. LEE AND L.J. D'AQUISTO (1987). Video-computer assisted analysis of swimming technique. *J. Swimming Research*, 3 (2): 5-9.
- COUNSILMAN, J.E. (1968). *The Science of Swimming*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc.
- COUNSILMAN, J.E. (1969). The role of swimming movements in the arm pull. *Swimming World*. Dezembro.
- COUNSILMAN, J.E. (1971). The application of Bernoulli's Principle to Human Propulsion in Water. In L. Lewillie and J. Clarys (Eds.), *First International Symposium on Biomechanics of Swimming* (pp.59-71). Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium.
- CRAIG, A.; PENDERGAST, D. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. *Medicine and Science in Sports*, 11: 278-283.

- DE GROOT , G., & VAN INGEN SCHENAU, G.J. (1988). Fundamental mechanics applied to swimming: technique and propelling efficiency. In B.E. Ungerechts, K. Reischle, & K. Wilke (Eds.), *Swimming science V* (pp. 17-29). Champaign: Human Kinetics.
- DIAS, B., CONCEIÇÃO, A., GARRIDO, N., LOURO, H., SILVA, A. (2009). Proposta Metodológica para a Aquisição e Aperfeiçoamento da Técnica de Costas. XXXII Congresso Técnico-Científico da Associação Portuguesa de Técnicos de Natação, Rio Maior, Portugal;
- FITTS, P. & POSNER, M. (1967). *Human performance*. Belmont, California: Brooks/Cole Publishing Company.
- HAY, J.G. (1973 /1993). *The Biomechanics of Sports Techniques* (First / Fourth Edition). Prentice- Hall, Inc, Englewood Cliffs.
- FITTS, P.; POSNER, M. (1968). *El rendimiento Humano*. Marfil. Alicante.
- GARRIDO, N., CONCEIÇÃO, A., DIAS, B., LOURO, H., SILVA, A. (2009). Proposta Metodológica para a Aquisição e Aperfeiçoamento da Técnica de Crol. XXXII Congresso Técnico-Científico da Associação Portuguesa de Técnicos de Natação, Rio Maior;
- HAY, J.G.; LIU, Q. AND A.G. ANDREWS (1993). Body roll and handpath in freestyle swimming: An experimental study. *J. Appl. Biomechanics*, 9: 238-253.
- HOLLANDER, P., DE GROOT, G., VAN INGEN SCHENAU, G., TOUSSAINT, H., DE BEST, W., PEETERS, W., ET AL. (1986).

Measurement of active drag during crawl stroke swimming. *Journal of Sports Science*, 4, 21-30.

HOLLANDER, A.P.; DE GROOT, G.; VAN INGEN SCHENAU, G.J., KAHMAN, R.; TOUSSAINT, H.M. (1988). Contribution of the legs to propulsion in front crawl swimming. In: B.E. Ungerechts, K. Wilke, K. Reichle (Eds.), *Swimming Science V*, pp. 39-43. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.

HOLLANDER, P., TROUP, J.P., & TOUSSAINT, H.M. (1990). Linear vs. exponential extrapolation in swimming research (abs). In Sixth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, Liverpool.

HOLMÉR, I.; LUNDIN, A.; ERIKSSON, B.O. (1974). Maximum oxygen uptake during swimming and running by elite swimmers. *Journal of Applied Physiology*, 36: 711-714.

HOLMÉR, I. (1974a). Physiology of swimming man, *Acta Physiology Scandinavian*, (supl. 407).

HOLMER, I. (1975). Efficiency of breaststroke and freestyle swimming. In: J.P. Clarys, L. Lewillie (Eds.), *Swimming II*, pp. 130-136. Baltimore: University Park Press.

HOLMÉR, I. (1979). Analysis of acceleration as a measure of swimming proficiency. In: J. Terauds, E.W. Bedingfield (Eds), *Swimming III*, pp. 118-126. Baltimore: University Park Press.

HOLMÉR, I. (1983). Energetics and mechanical work in swimming. In: P. Hollander, P. Huijing, G. De Groot (Eds), *Biomechanics and Medicine in Swimming*, pp. 154-164. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

- HUIJING, P.A., TOUSSAINT, H.M., MACKAY, R., VERVOORN, K., CLARYS, J.P., DEGROOT, G. & HOLLANDER, A.P. (1988). Active drag related to body dimensions. In: B.E. Ungerechts, K. Reischle, & K. Wilke (Eds), *Swimming Science V*, Champaign: Human Kinetics.
- LANGENDORFER SJ, BRUYA LD (1995). *Aquatic Readiness: Developing Water Readiness Competence in Young Children*. Edições Human Kinetics, Champaign.
- LAVOIE, J.-M., LÉGER, L.A., LEONE, M. & PROVENCHER, P.J. (1985). A maximal multistage swim test to determine the functional and maximal aerobic power of competitive swimmers. *Journal Swimming Research*, 1:17-22.
- LAVOIE, J.M.; LÉGER, L.; LEONE, M.; PROVENCHER, P.J. (1985). A maximal multistage swim test to determine the functional and maximal aerobic power of competitive swimmers. *Journal of Swimming Research*, 1 (2): 17-22.
- LIU, Q. (1991). The relationship between body roll and handpath during the pull phase in freestyle swimming (abs). *ISB Newsletter*, 44: 8.
- LIU, Q.; HAY, J.G.; ANDREWS, J.G. (1993). Body roll and handpath in freestyle swimming: an experimental study. *Journal of Applied Biomechanics*, 9: 238-253.
- MAGLISCHO, C.W., MAGLISCHO E.W., HIGGINS, J.R., HINRICHS, R., LUEDTKE, D.L., SCHLEIHAUF, R.E., & THAYER, A.L. (1986). A biomechanical analysis of the 1984 U.S. olympic swimming team: the distance freestylers. *Journal of Swimming Research*, 2(3): 12-16.

- MAGLISCHO, E.W. (1982). *Swimming faster*. California: Mayfield Publishing Company.
- MAGLISCHO, E.W., MAGLISCHO, C.W., & SANTOS, T.R. (1987). The relationship between the forward velocity of the center of gravity and the forward velocity of the hip in the four competitive strokes. *Journal of Swimming Research*, 3: 11-17
- MAGLISCHO, E.W. (1989). The basic propulsive sweeps in competitive swimming. In: W.E. Morrison (Ed.), *Proceedings of the VIIth International Symposium of the Society of Biomechanics in Sports*, pp. 151-162. Melbourne.
- MAGLISCHO, E.W., MAGLISCHO, C.W., & SANTOS, T.R. (1989). Patterns of forward velocity in the four competitive swimming strokes. In W.E. Morrison (Ed.), *Proceedings of the VII th international symposium of the Society of Biomechanics in Sports* (pp.139-149). Melbourne.
- MAGLISCHO, E.W. (1993). *Swimming Even Faster*. California: Mayfield Publishing Company.
- MAGLISCHO, E.W. (1999). Biomechanics. *Newsletter of the world swimming coaches Association*, 99: 1-2.
- MAGLISCHO, E.W. (2003). *Swimming fastest*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- MCMURRAY, R.G., DESELM, R.L. & JOHNSTON, L.F. (1990). The use of arm stroke index to indicate improvement in swimming training during a competitive season. *J. Swimming Research*, 6 (2):10-15.

MEINEL & SCHNABEL (1987). Teoria Del Movimiento. Stadium, Buenos Aires.

NEWELL, K. (1991) *Motor skill acquisition*. Annu Rev Psychol. 42:213-37. Review. No abstract available.

NIGG, B.M. (1983). Selected methodology in biomechanics with respect to swimming. In Hollander, P.; P. Huijing e G. deGroot (eds) (1983) - Biomechanics and Medicine in Swimming. H.K., Champaign, IL.72-80.

NOMURA, T.; SHIMOYAMA, Y. (2003). The relationship between stroke parameters and physiological responses at the various swim speeds. In: J.C. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*, pp. 355-360. Saint-Etienne: University of Saint-Etienne.

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.; ISACSS, L. (1995). *Human Motor Development - A lifespan Approach*. Califórnia: Mayfield Publishing Company.

PAYTON, C.J.; HAY, J.G.; MULLINEAUX, D.R. (1997). The effect of body roll on hand speed and hand path in front crawl swimming - a simulation study. *Journal of Applied Biomechanics*, 13: 300-315.

PAYTON, C.J.; BARTLETT, R.M.; BALTZOPOULOS, V.; COOMBS, R. (1999b). Upper extremity kinematics and body roll during preferred-side breathing and breath-holding front crawl swimming. *Journal of Sports Sciences*, 17 (9): 689-696.

- PENDERGAST, D.; ZAMPARO, P.; DI PRAMPERO, D.; CAPELLI, C.; CERRETTELLI, P.; TERMIN, A.; CRAIG, A.; BUSHNELL, D.; PASCHKE, D.; MELLENDORF, J. (2003). Energy balance of human locomotion in water. *European Journal of Applied Physiology*, 90: 377-386.
- PERSYN, U., DALY, D., VERVAECKE, H., VAN TILBORGH, L., & VERHETSEL, D. (1983). Profiles of competitors using different patterns in front crawl events. In P. Hollander, P. Huijing, & G. De Groot (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming* (pp. 323-328). Champaign: Human Kinetics.
- PRICHARD, B. (1993). A new swim paradigm: swimmers generate propulsion from the hips. *Swimming Technique*, May-July: 17-23.
- PSYCHARAKIS, S.G.; SANDERS, R.H. (2010). Body roll in swimming: a review. *J Sports Sci* 28. 229-236
- REILLY, T. (1990). Swimming. In T. Reilly, N. Secher, P. Snell & C. Williams (Eds.), *Physiology of sports* (pp. 217-257). Suffolk: E & FN Spon.
- RENNIE, D.W.; PENDERGAST, D.R.; DI PRAMPERO, P.E. (1975). Energetics of swimming in man. In: J.P. Clarys, L. Lewillie (Eds.), *Swimming II*, pp. 97-104. Baltimore: University Park Press.
- REISCHLE, K. (1978). Light photography: a simple method for recording movement patterns. In: II Erickson & Furberg (Eds.) *Swimming machine IV* (pp. 408-414). Baltimore University Park Press.

- REISCHLE, K. (1979). A kinematic investigation of movement patterns in swimming with photo-optical methods. In J. Terauds & E.W. Bodiafield (Eds.) *Swimming III* (pp. 127-136). Baltimore University Park Press.
- RICHARDS, R.J. (1996). *Coaching Swimming. An Introductory Manual*. Dickson: Australian Swimming Inc.
- ROUARD, J.; SCHLEIHAUF, R.; TROUP, J. (1996). Hand forces and phase in freestyle stroke. 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. 34-44. London: E & FN Spon.
- RUSHALL, B.S., SPRIGINGS, E.J., HOLT, L.E., & CAPPART, J.M. (1994). A re-evaluation of forces in swimming. *Journal of Swimming Research*. 10, 6-30.
- SANDERS, R.H. (2002). The new model for analysing mid-pool swimming. *Proceedings of XIX International Symposium on Biomechanics in Sports*. Cáceres, Spain.
- SARMENTO (1994). *Aprendizagem da natação*. Perspectivas pedagógica. *Ludens*, 14(4). 31-35.
- SCHLEIHAUF, R.E. (1976). A biomechanical analysis of freestyle. *Swimming Technique*, 11: 89-96.
- SCHLEIHAUF, R.E. (1977a). A biomechanical analysis of freestyle aquatic skill. In J.E. Counsilman (Ed.), *Competitive swimming manual for coaches and swimmers* (pp. 232-240). Blomington: Counsilman.

- SCHLEIHAUF, R.E. (1977b). Hydrodynamic analysis of breaststroke pulling proficiency. In J.E. Counsilman (Ed.), *Competitive swimming manual for coaches and swimmers* (pp.241-247). Blomington: Counsilman.
- SCHLEIHAUF, R.E. (1978). Swimming propulsion: A hydrodynamic analysis. *ASCA 1977 World Clinic Year Book*, ed. R.M. Ousley, pp. 49-85. Ft. Lauderdale. Florida.
- SCHLEIHAUF, R.E. (1979). A hydrodynamic analysis of swimming propulsion. In J. Terauds, & E.W. Bedingfield (Eds.), *Swimming III* (pp. 70-109). Baltimore: University Park Press.
- SCHLEIHAUF, R.E., GRAY, L. & DEROSE, J. (1983). Three-dimensional analysis of hand propulsion in the sprint front crawl stroke. In P. Hollander, P. Huijing, & G. De Groot (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming* (pp. 173-183). Champaign: Human Kinetics.
- SCHLEIHAUF, R.E.; J.R. HIGGINS; R. HINRICHS; D.L. LUEDTKE; E.W. MAGLISCHO; C.W. MAGLISCHO AND A.L. THAYER (1988) - Propulsive Techniques: Front Crawl Stroke, Butterfly, Backstroke, and Breastsroke. In Ungerechts, B.E.; K. Reischle and K. Wilke (eds) (1988). *Swimming Science V*: 53-59, HK, Champaign.
- SCHLEIHAUF, R.E., HIGGINS, J.R., & HINRICHS, R. (1988). Propulsive techniques: front crawl stroke, butterfly, backstroke, and breaststroke. In B. Ungerechts et. al. (Eds). *Swimming Science V* (pp.53-59). Champaign, Illinois: Human Kinetics.

- SCHMIDT, R. & WRISBERG, C. (2001). *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed Editora.
- SILVA, J.A; CAMPANIÇO, J. (1999). *Actas do 1º Seminário Internacional de Natação*. Sector Editorial dos SDE UTAD. ISBN:972-669-355-1. Vila Real.
- SILVA, J.A. (2003). *A Aprendizagem e Aperfeiçoamento da Técnica em Natação*. Penafiel, Dezembro de 2003.
- SPRIGINGS, E. J. AND J. A. KOEHLER (1990). "The choice between Bernoulli's or Newton's model in predicting dynamic lift." *International Journal of Sports Biomechanics* 6: 235-245.
- SMITH, H., MONTPETIT, R. R. & PERRAULT, H. (1988). The aerobic demand of backstroke swimming and its relation to body size, stroke technique and performance. *European Journal of Applied Physiology*, 58: 182-188.
- 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.
- SPARROW, W.A. (1983). The efficiency of skilled performance. *Journal of Motor Behavior*, 15: 237-261.
- STARKES, J.L. AND LINDLEY, S. (1994). Can we hasten expertise by video simulations?. *Quest* 46, pp. 211-222.
- TOUSSAINT, H.M (1988). *Mechanics and Energetics of Swimming*. Amsterdam: published by the author.

- TOUSSAINT, H.M. (1990). Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers, *Medicine and Science in Sports Exercise*, 22 (3): 409-415.
- TOUSSAINT, H.M. (1992). Performance determining factors in front crawl swimming. In D. Maclaren, T. Reilly, & A. Lees (Eds.), *Swimming science VI* (pp. 13-32). Cambridge: E & FN Spon.
- TOUSSAINT, H.M., & BEEK, P.J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Medicine*, 13: 8-24.
- TOUSSAINT, H.M.; HOLLANDER, A.P. (1994). Mechanics and energetics of front crawl swimming. In: M. Miyashita, Y. Mutoh, A.B. Richardson (Eds.), *Medicine and Science in Aquatic Sports*, pp. 107-116. Basel: Karger, *Med. Sport Sci.*, Vol. 39.
- TROUP, J.; SHARP, R.L.; PYLEY, M.; REESE, R.; COSTILL, D.L. (1982). The four competitive strokes: energy costs and muscular strength. *Swimming World*, 23: 14-18.
- TROUP, J. (1986). Training recommendations from the United States swimming medicine program. *ASCA Newsletter*, March-April: 26-28.
- TROUP, J.P. (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.P. (1991). *International centre for aquatic research, annual studies by the International Centre for Aquatic Research 1990-91*. Colorado Springs: United States Swimming Press.
- TROUP, J.P. (Ed.) (1991). *Vith World Swimming Championships video analysis project*. FINA - U.S.Swimming Sports Medicine and Science.
- TROUP, J.P. (Ed.) (1993). *Analysis of the swimming events in the 1992 Summer Olympic Games*. FINA - U.S.Swimming Sports Medicine and Science.
- UNGERECHTS, B. (1983). A Comparation of the movements of the rear parts of dolphins and butterfly swimmers. In : P. Hollander, P. Huijing e G. de Groot (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming*. pp. 215-221. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois.
- UNGERECHTS, B. (1985). A description of the reactions of the flow acceleration by an ocsilatting flexible shark model. In: K Winter(ed.) *Biomechanics IX*, Human Kinetics Publishers, Champaign, IL, 492-498.
- UNGERECHTS, B.E. (1992). The interrelation of hydrodynamic forces and swimming speed in breaststroke. In D. Maclaren, T. Reilly, & A. Lees (Eds.), *Swimming science VI* (pp.69-73). Cambridge: E & FN Spon.
- VILAS-BOAS, J.P. (1993). *Caracterização biofísica de três variantes da técnica de bruços*. Medusa. Porto.

- WAKAYOSHI, K.; D'ACQUISTO, J.; CAPPAERT, J.M.; TROUP, J.P. (1995). Relationship between oxygen uptake, stroke rate and swimming velocity in competitive swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 16: 19-23.
- WASSERMAN, K., HANSEN, J.E., SUE, D.Y., & WHIPP, B.J. (1987). Principles of exercise testing and interpretation. Philadelphia: Lea and Febinger.
- WINTER, D. (1990). Biomechanical and motor control of human movement. Chichester: John Wiley and Sons, Inc..
- WILLIAM, T. (1983). Locomotion in the North American mink, a semi-aquatic mammal. I. Swimming energetic and body drag. *J.Exp.Biol*, 103:155-168.
- YANAI, T. (2001). What causes the body to roll in front-crawl swimming? *Journal of Applied Biomechanics*, 17: 28-42.
- YANAI, T. (2003). Stroke frequency in front crawl: its mechanical link to fluid forces required in non-propulsive directions. *Journal of Biomechanics*, 36: 53-64.
- YANAI, T. (2004). Buoyancy is the primary source of generating bodyroll in front crawl swimming. *Journal of Biomechanics*, 37: 605-612.

