



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Faculdade de Ciências Sociais e Humanas

**ADAPTAÇÕES NA CINEMÁTICA E EFICIÊNCIA
DE NADO DE ALUNOS UNIVERSITÁRIOS AO
LONGO DE UM ANO LETIVO**

Sérgio Filipe Figueiredo Miranda

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre na especialidade

Ciências do Desporto

(2º ciclo de estudos)

Orientadores:

Prof. Doutor Daniel Almeida Marinho.

Prof. Doutor Mário Jorge Costa.

Covilhã, Outubro de 2015

“Uma nação vive, prospera, é respeitada, não pelo seu corpo diplomático, não pelo seu aparato de secretarias, não pelas recepções oficiais, não pelos banquetes cerimoniais de camarilhas: isto nada vale, nada constrói, nada sustenta; isto faz reduzir as comendas e assoalhar o pano das fardas - mais nada. Uma nação vale pelos seus sábios, pelas suas escolas, pelos seus génios, pela sua literatura, pelos seus exploradores científicos, pelos seus artistas. Hoje, a superioridade é de quem mais pensa; antigamente era de quem mais podia: ensaiavam-se então os músculos como já se ensaiam as ideias.”

Eça de Queiroz.

Resumo

Atualmente os programas curriculares dos cursos superiores de desporto incluem a modalidade de natação como unidade prática a frequentar. No entanto, os efeitos desses programas na qualidade técnica dos alunos que os frequentam carecem de evidência científica. Foi objetivo deste estudo analisar as adaptações na cinemática e eficiência de nado de estudantes universitários ao longo de um ano letivo.

Dezasseis alunos ($19,75 \pm 1,13$ anos de idade, $66,4 \pm 8,62$ kg de massa corporal e $1,71 \pm 9,38$ m de estatura) frequentadores de um curso superior em Desporto foram monitorizados ao longo de um ano letivo. O programa decorreu ao longo de 30 semanas, objetivando o ensino e aperfeiçoamento das técnicas de nado alternadas. No início (M_1), no final do primeiro semestre (M_2) e no final do segundo semestre (M_3) foram obtidos: velocidade de nado (v), (ii) frequência gestual (FG) e (iii) distância de ciclo (DC) como indicadores cinemáticos; (iv) índice de nado (IN) e flutuação intra-cíclica da velocidade (dv) com indicadores de eficiência; (v) tempo aos 25m (Perf25) com indicador de performance. Recorreu-se ao teste de Friedman para verificar a existência de variações ao longo do tempo e ao teste de Wilcoxon para comparar os valores entre momentos. Calcularam-se, ainda, os coeficientes de correlação entre a performance e todos os restantes indicadores. O nível de significância foi determinado para $P \leq 0,05$. Registaram-se variações significativas na v tanto em crol ($v_{M1} = 1,13$ m/s; $v_{M2} = 1,14$ m/s; $v_{M3} = 1,22$ m/s; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,04$), como em costas ($v_{M1} = 0,92$ m/s; $v_{M2} = 0,96$ m/s; $v_{M3} = 1,00$ m/s; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,04$). Observou-se ainda uma variação significativa na FG a costas ($FG_{M1} = 0,64$ Hz; $FG_{M2} = 0,71$ Hz; $FG_{M3} = 0,73$ Hz; $p = 0,01$; $\eta^2 = 0,16$). Nenhum dos indicadores de eficiência apresentou variações ao longo do tempo, com exceção da dv a crol ($dv_{M1} = 0,13$ %; $dv_{M2} = 0,16$ %; $dv_{M3} = 0,12$ %; $p = 0,02$; $\eta^2 = 0,07$). Os valores mais altos de associação com a performance em todos os momentos foram observados para o IN.

Os resultados do presente estudo sugerem que as unidades curriculares de natação, com semelhanças ao programa implementado, promovem variações significativas na cinemática e na eficiência de nado dos alunos universitários que os frequentam.

Palavras-chave: adaptações na cinemática; eficiência de nado; natação universitária.

Abstract

Currently the curricular programs of sports college degrees include the modality of swimming as a practice to attend. However the effects of these programs in the technique quality of the students that attend this classes, lack of scientific evidence. The objective of this study is to analyze the cinematic adaptations and swimming efficiency of college students along a school year.

Sixteen students ($19,75 \pm 1,13$ years old, $66,4 \pm 8,62$ kg body mass and $1,71 \pm 9,38$ m of height) goes in a degree in Sports were monitored over a school year. The program took place over 30 weeks, and aimed at the education and improvement of alternating swimming techniques. At the beginning (M1) in the end of the first semester (M2) and at the end of the second semester (M3) were obtained: swimming speed (v), (ii) gestural frequency (FG) and (iii) distance cycle (DC) as kinematic indicators; (iv) swim index (IN) and intra -cyclical fluctuations in speed (dv) With efficiency indicators; (v) time at 25m (Perf25) as performance indicator. We appealed to the Friedman test to check for variations over time and the Wilcoxon test to compare values between moments. It was also calculated the correlation coefficients between the performance and all the other indicators. The level of significance was set at $P \leq 0.05$. There were significant variations in both v and crol ($VM1 = 1.13 \text{ m / s}$; $VM2 = 1.14 \text{ m / s}$; $VM3 = 1.22 \text{ m / s}$, $p < 0.01$; $\eta^2 = 0.04$) and in back ($VM1 = 0.92 \text{ m / s}$; $VM2 = 0.96 \text{ m / s}$; $VM3 = 1.00 \text{ m / s}$, $p < 0.01$; $\eta^2 = 0.04$). There was still a significant variation in FG in back ($FGM1 = 0.64 \text{ Hz}$; $FGM2 = 0.71 \text{ Hz}$; $FGM3 \text{ Hz} = 0.73$; $p = 0.01$; $\eta^2 = 0.16$). None of efficiency indicators showed variations over time, except for the dv at crol ($dvM1 = 0.13\%$; $dvM2 = 0.16 \%$; $dvM3 = 0.12 \%$, $p = 0.02$; $\eta^2 = 0,07$). The highest values of association with performance in all times were observed for the IN.

The results of this study suggest that the courses of swimming with similarities to the implemented program promote significant changes in kinematics and efficiency of swimming of college students who attend them.

Keywords: cinematic adaption's; swimming efficiency; swimming in college.

Agradecimentos

O meu reconhecimento e apreço ao Dr. Daniel Marinho pelo seu apoio, disponibilidade, orientação e compreensão ao longo de todas as etapas desta investigação.

Uma palavra de apreço para o Dr. Mário Costa, pela sua disponibilidade e colaboração para a realização deste trabalho, principalmente pela sua amizade.

A todos que fizeram parte deste trabalho, não destacando ninguém, foi um trabalho de equipa e sem a entrega e disponibilidade de todos não seria possível a realização deste projeto.

A minha gratidão para a Carlinha e para a minha família por tudo que representam para mim, por todo o carinho que sempre me demonstraram e por poder contar sempre com eles.

ÍNDICE

RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VII
AGRADECIMENTOS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XV
LISTA DE QUADROS/TABELAS.....	XVII
CAPÍTULO I,	1
INTRODUÇÃO	1
1.1 - OBJETIVOS.....	2
1.2 - HIPÓTESES.....	2
CAPÍTULO II,	3
REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 - A NATAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR.....	3
2.2 - MODELOS DE ENSINO	7
2.3- BIOMECÂNICA NA NATAÇÃO	11
2.3.1 - AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA TÉCNICA (COMPETÊNCIA DO PROFESSOR).....	11

2.3.2 - AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA TÉCNICA (COMPETÊNCIA DO INVESTIGADOR)	13
2.3.3 - CINEMÁTICA DE NADO	14
2.3.4 - VELOCIDADE DE NADO.....	14
2.3.5 - DISTÂNCIA DE CICLO	14
2.3.6 - FREQUÊNCIA GESTUAL	15
2.3.7 - EFICIÊNCIA DE NADO.....	16
2.3.8- ÍNDICE DE NADO	17
2.3.9 - FLUTUAÇÃO INTRA-CÍCLICA DA VELOCIDADE DO QUADRIL VS. CENTRO DE MASSA	17
CAPÍTULO III,	19
METODOLOGIA	19
3.1 - AMOSTRA	19
3.2 - DESENHO DO ESTUDO	19
3.3 - RECOLHA DOS DADOS	20
3.4 - TRATAMENTO ESTATÍSTICO	21
CAPÍTULO IV,.....	23
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	23

4.1 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	23
4.2 – DISCUSSÃO DE RESULTADOS	25
CAPÍTULO V,.....	31
CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS.....	31
5.1 – CONCLUSÕES	31
5.2 - PROPOSTAS FUTURAS	31
CAPÍTULO VI,.....	33
BIBLIOGRAFIA	33

Lista de Figuras

Figura 1 – Modelo determinístico dos elementos caracterizadores das técnicas alternadas (adaptado de Barbosa & Queirós, 2005).

Figura 2: Síntese do modelo de análise qualitativa proposto por Knudson e Morrison (1997).

Figura 3: Recolha de dados com recurso ao velocímetro. (adaptado de Barbosa et al., 2015).

Figura 4: Variação nos indicadores cinemáticos nas duas técnicas de nado ao longo do ano letivo.

Figura 5: Variação nos indicadores de eficiência nas duas técnicas de nado ao longo do ano letivo.

Figura 6: Variação na Perf nas duas técnicas de nado ao longo do ano letivo.

Lista de Tabelas

Tabela 1: Ensino Superior Público 2014 (Universidades), adaptado do Guia da candidatura ao Ensino Superior Público 2014.

Tabela 2: Ensino Superior Público 2014 (Institutos Politécnicos), adaptado do Guia da candidatura ao Ensino Superior Público 2014.

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Spearman entre variáveis cinemáticas e de eficiência com a performance a crol no início do ano ($Perf_{M1}$) no final do primeiro semestre ($Perf_{M2}$) e no final do segundo semestre ($Perf_{M3}$).

Tabela 4: Coeficientes de correlação de Spearman entre variáveis cinemáticas e de eficiência com a performance a costas no início do ano ($Perf_{M1}$) no final do primeiro semestre ($Perf_{M2}$) e no final do segundo semestre ($Perf_{M3}$).

Capítulo I

Introdução

Este trabalho surge mediante a necessidade de conhecermos melhor o efeito dos programas letivos das unidades curriculares de natação nos alunos que frequentam os cursos superiores de desporto e redefinir estratégias, se necessário. O modelo mais comum de avaliação “exige” a execução das técnicas de nado com elevada qualidade dentro de um tempo pré-determinado. No entanto, o efeito desses programas na qualidade técnica de nado dos alunos que os frequentam permanece ainda por esclarecer no seio da comunidade científica.

Os programas curriculares dos cursos superiores de desporto incluem a modalidade de natação como unidade prática a frequentar. Embora a admissão sobre formato de pré-requisitos possa ser um ponto divergente entre instituições, todas privilegiam um programa sob o conceito do “saber fazer” com a duração de pelo menos um semestre. No entanto, os efeitos desses programas na qualidade técnica dos alunos que os frequentam carecem de evidência científica. Foi objetivo deste estudo analisar as adaptações na cinemática e eficiência de nado de estudantes universitários ao longo de um ano letivo.

Este estudo segue uma estrutura clássica de organização, onde agrupamos os diferentes conteúdos em capítulos, sendo que neste mesmo capítulo que denominamos por introdução, procuramos fazer uma breve alusão à temática, tal como a apresentação dos objetivos e das hipóteses elaboradas neste estudo e uma breve apresentação dos restantes capítulos que compõem este trabalho. O segundo capítulo contém uma revisão de literatura, na qual se faz uma análise sobre vários temas como a natação no ensino superior, quer nas universidades quer nos institutos politécnicos. Escrevemos também sobre os modelos de ensino em natação e as suas concepções, como a Conceção Global, a Conceção Analítica, a Conceção Sintética e o método de ensino aprendizagem analítico-sintético, denominado como método misto. Ainda no segundo Capítulo fizemos alusão a alguns conceitos de biomecânica na natação, tais como: Cinemática de nado; Velocidade de nado; Distância de ciclo; Frequência gestual; Eficiência de nado; Índice de nado; Flutuação intra-cíclica da velocidade do quadril vs. Centro de massa. Tal como avaliação quantitativa e qualitativa da técnica. No terceiro capítulo fazemos referência à nossa amostra que é composta por dezasseis alunos ($19,75 \pm 1,13$ anos de idade, $66,4 \pm 8,62$ kg de massa corporal e $1,71 \pm 9,38$ m de estatura) frequentadores de um curso superior em Desporto, referimos também como realizamos o nosso desenho de estudo em termos de duração e métodos que utilizamos. De seguida explicamos como foi feita a nossa recolha de dados e como foi feito o nosso tratamento estatístico. No quarto capítulo fazemos a apresentação e discussão dos resultados obtidos neste estudo. No quinto capítulo apresentamos as conclusões e propostas futuras. O sexto e último capítulo faz referência à bibliografia consultada para a consecução do estudo desenvolvido.

1.1 - Objetivo geral

Analisar as adaptações na biomecânica de nado de estudantes universitários, ao longo de um ano letivo, pela aplicação de um método de ensino misto.

1.1.2 - Objetivos específicos

Analisar as adaptações na cinemática de nado de estudantes universitários ao longo de um ano letivo.

Analisar as adaptações na eficiência de nado de estudantes universitários ao longo de um ano letivo.

1.2 - Hipóteses

H0: Não existem variações na cinemática e eficiência de nado de estudantes universitários ao longo de um ano letivo.

H1: Existem variações na cinemática de nado de alunos universitários ao longo de um ano letivo

H2: Existem variações na eficiência de nado de alunos universitários ao longo de um ano letivo

Capítulo II

Revisão de Literatura

2.1 – A Natação no Ensino Superior

Atualmente, o ensino superior público possui duas vertentes: as Universidades e os Politécnicos. Com base no guia de candidatura ao ensino superior público de 2014 e nos programas curriculares dos cursos de desporto dos diferentes estabelecimentos de ensino descritos abaixo, vamos analisar o ensino da natação no ensino superior público nas Universidades e nos Politécnicos.

Começando por analisar a natação nas Universidades, elaboramos a tabela nº1, onde estudamos oito Universidades do ensino público onde se leciona o curso de desporto. Dividimos a informação por quatro colunas: na primeira colocamos o nome da Universidade e o nome do curso, na segunda o número de vagas referentes ao primeiro concurso e o número de semestres em que se leciona natação, na terceira coluna referimos se exige ou não pré-requisitos e se exige qual o tipo, já na quarta fazemos referência às provas de ingresso exigidas pela Universidade em questão.

Tabela 1: Ensino Superior Público 2014 (Universidades), adaptado do Guia da candidatura ao Ensino Superior Público 2014.

<u>UNIVERSIDADE:</u> <u>CURSO:</u>	<u>Nº VAGAS:</u> <u>Nº SEM. EM QUE SE</u> <u>LECIONA NATAÇÃO:</u>	<u>Pré-requisitos:</u>	<u>Provas de Ingresso:</u>
Universidade da Beira Interior (UBI) / Ciências do Desporto	57 vagas / 1 semestre	Não exige	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 04 Economia 16 Matemática
Universidade de Coimbra (UC) / Ciências do Desporto	95 vagas / 1 semestre	Grupo C Aptidão funcional, física e desportiva	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 16 Matemática 18 Português
Universidade de Évora (UÉvora) / Ciências do Desporto	40 vagas / 2 semestres (Atividades Aquáticas)	Grupo E Aptidão funcional e física	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 16 Matemática 18 Português
Universidade de Lisboa (ULISBOA) / Ciências do Desporto	122 vagas / 2 semestres	Grupo C Aptidão funcional, física e desportiva	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 16 Matemática

Universidade da Madeira (Uma) / Educação Física e Desporto	30 vagas / 1 semestre	Grupo E Aptidão funcional e física	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 16 Matemática 18 Português
Universidade do Porto (UP) / Ciências do Desporto	132 vagas 2 semestres	Grupo C Aptidão funcional, física e desportiva	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 16 Matemática 18 Português
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) / Ciências do Desporto	100 vagas 2 semestres	Não exige	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 07 Física e Química 18 Português
Universidade do Algarve (UALG) / Desporto	30 vagas 1 semestre	Não exige	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 17 Mat. Apl. Ciências Soc. 18 Português

Das Universidades em estudo podemos constatar que, em termos de nº de vagas, os estabelecimentos que oferecem uma maior oferta são a Universidade de Coimbra, a Universidade de Lisboa, a Universidade do Porto e a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, sendo que todas estas Universidades oferecem aos seus alunos dois semestres de aulas de natação. As restantes são caracterizadas por um nº inferior de vagas e apenas um semestre de aulas de natação, sendo a exceção à regra a Universidade de Coimbra que apenas oferece um semestre de aulas de natação e a Universidade de Évora que, apesar de apresentar um nº inferior de vagas às Universidades referidas anteriormente, oferece dois semestres de aulas de natação. Passando para a coluna de pré-requisitos devemos primeiro referir que tivemos em conta três situações distintas, as que não exigem, as que exigem pré-requisito do grupo E Aptidão funcional e física (obtida a partir de declaração médica), e as que exigem pré-requisito do grupo C Aptidão funcional, física e Desportiva (obtida a partir de prestação de provas que visam a verificação das capacidades de robustez e de domínio técnico básico necessárias à condução do ensino e treino de especialidades desportivas). Os dados obtidos na terceira coluna, em relação aos pré-requisitos, mostram-nos que apenas três Universidades, a Universidade de Coimbra, a Universidade de Lisboa e a Universidade do Porto exigem o pré-requisito do grupo C Aptidão funcional, física e Desportiva (caraterizado pela prestação de provas físicas, inclusive natação, nas Universidades em questão). As restantes Universidades não exigem pré-requisitos, ou exigem apenas o pré-requisito do grupo E Aptidão funcional e física (obtida a partir de declaração médica). Na quarta coluna não encontramos diferenças significativas entre as diferentes Universidades, já que todas oferecem aos alunos duas ou três disciplinas diferentes, onde estes terão de optar por uma dessas hipóteses.

Analisando o quadro em geral podemos concluir que as Universidades que apresentam o maior número de vagas oferecem também dois semestres de natação aos alunos, sendo a Universidade de Coimbra a exceção, sendo que estas Universidades exigem, ainda, pré-

requisitos do grupo C Aptidão funcional, física e Desportiva, excetuando a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Podemos, deste modo, concluir que regra geral e salvo duas exceções, as Universidades com número de vagas superior, exigem pré-requisitos do grupo C e oferecem dois semestres de lecionação da disciplina de natação.

Passando para uma análise do ensino da natação nos Institutos Politécnicos, com base no guia de candidatura ao ensino superior público de 2014 e nos programas curriculares dos cursos de desporto dos diferentes estabelecimentos de ensino, os dados obtidos são apresentados abaixo, na Tabela 2.

Tabela 2: Ensino Superior Público 2014 (Institutos Politécnicos), adaptado do Guia da candidatura ao Ensino Superior Público 2014.

<u>INSTITUTO</u> <u>POLITÉCNICO:</u> <u>CURSO:</u>	<u>Nº VAGAS:</u> <u>Nº SEM. EM QUE SE</u> <u>LECIONA NATACÃO:</u>	<u>Pré-requisitos:</u>	<u>Provas de Ingresso:</u>
Instituto Politécnico de Beja (IPBeja) / Desporto	29 vagas 1 Semestre	Não exige	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 16 Matemática 18 Português
Instituto Politécnico de Bragança (IPB) / Desporto	45 vagas 1 Semestre	Não exige	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 09 Geografia 18 Português
Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB) / Desporto e Actividade Física	45 vagas 1 Semestre	Grupo E Aptidão funcional e física	Uma das seguintes provas: 09 Geografia 17 Mat. Apl. Ciências Soc. 18 Português
Instituto Politécnico de Coimbra (IPC) / Desporto e Lazer	30 vagas 1 Semestre	Grupo C Aptidão funcional, física e desportiva	Uma das seguintes provas: 07 Física e Química 16 Matemática 18 Português
Instituto Politécnico da Guarda (IPG) / Desporto	54 vagas 2 Semestres	Não exige	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 06 Filosofia 09 Geografia 18 Português
Instituto Politécnico de Leiria (IPL) / Desporto e Bem-Estar	24 vagas 0 Semestres	Não exige	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 16 Matemática 18 Português
Instituto Politécnico do Porto (IPP) / Ciências do Desporto	25 vagas 2 Semestres	Grupo C Aptidão funcional, física e desportiva	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 17 Mat. Apl. Ciências Soc. 18 Português

Instituto Politécnico de Setúbal (IPS) / Desporto	30 vagas 1 Semestre	Grupo C Aptidão funcional, física e desportiva	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 04 Economia 09 Geografia
Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC) / Desporto e Lazer	60 vagas 2 Semestres	Não exige	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 09 Geografia 18 Português
Instituto Politécnico de Viseu (IPV) / Desporto e Actividade Física	35 vagas 2 Semestres	Não exige	Uma das seguintes provas: 02 Biologia e Geologia 16 Matemática 18 Português

Dos Institutos Politécnicos em estudo podemos constatar que, em termos de nº de vagas, os estabelecimentos que oferecem um maior nº são o Instituto Politécnico de Bragança, o Instituto Politécnico de Castelo Branco, o Instituto Politécnico da Guarda e o Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Das referidas Instituições, as duas primeiras oferecem aos seus alunos um semestre de aulas de natação e as duas últimas oferecem dois semestres de natação. Nas Instituições caracterizadas com menor número de vagas, o número de semestres de natação também varia entre um e dois, sendo a exceção à regra o Instituto Politécnico de Leiria que não oferece a lecionação de natação aos seus alunos.

No que diz respeito aos pré-requisitos, tal como sucede nas Universidades, os dados foram analisados com base em três situações distintas: as que não exigem, as que exigem pré-requisitos do grupo E Aptidão funcional e física (obtida a partir de declaração médica), e as que exigem pré-requisitos do grupo C Aptidão funcional, física e Desportiva (obtida a partir de prestação de provas que visam a verificação das capacidades de robustez e de domínio técnico básicas necessárias à condução do ensino e treino de especialidades desportivas). Os Institutos Politécnicos que exigem pré-requisitos do grupo C Aptidão funcional, física e Desportiva (caracterizado pela prestação de provas físicas, inclusive natação) são os: Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Politécnico do Porto e o Instituto Politécnico de Setúbal. Estes três Institutos representam os maiores centros populacionais do País. O Instituto Politécnico de Castelo Branco exige pré-requisitos do grupo E Aptidão funcional e física (obtida a partir de declaração médica), já os restantes estabelecimentos de ensino não exigem qualquer tipo de pré-requisitos de acesso ao ensino. Numa análise do quadro na sua generalidade, ao contrário do que acontecia nas universidades, os estabelecimentos de ensino dos maiores centros populacionais não são aqueles que apresentam maior número de vagas, talvez pela sua proximidade das maiores Universidades, no entanto, mantêm o critério de pré-requisitos do grupo C. Em termos de semestres de lecionação de natação das Instituições que estudamos, verificamos que cinco delas oferecem aos seus alunos um semestre de natação, quatro que oferecem dois semestres de natação e uma onde não se regista nenhum semestre de natação.

2.2 - Modelos de Ensino

Do ponto de vista etimológico é possível analisar o modelo de ensino, ou método de ensinar, ao focar as origens destas palavras. Assim, a palavra **método** descende do latim “*methodus*” e pode ser decomposta em duas partes, tendo em conta a sua descendência do grego: por um lado, a palavra “*meta*”, que nos remete para o conceito de meta, e, por outro lado, a palavra “*thodos*”, que simboliza o caminho ou percurso. Posto isto, podemos entender o método enquanto um trajeto ordenado que mediará todo o percurso que leva ao alcance dos objetivos pré-determinados. Já a palavra **ensino** deriva de ensinar, que tem a sua origem no latim “*in+signare*”, que pressupõe a colocação de marcas ou sinais, serve para designar e mostrar algo. A referida palavra acaba por ser vista como uma transmissão de conhecimento, uma forma de treino ou de indicação. Isto porque quando alguém ensina acaba por colocar uma marca naquele que é ensino, transmitindo um novo conceito ou competência, indicando o caminho ou as etapas que deverá seguir, sempre de uma forma adaptada, pensada, organizada e eficaz (Rangel, 2007).

Machado (1978), Marques e Galhardo (2009) e Boff (2009) defendem a existência de três concepções metodológicas que influenciarão e guiarão todo o processo de ensino-aprendizagem: a concepção global, a concepção analítica e a concepção sintética. Machado (1978) refere serem estas as concepções que constituem o tripé da pedagogia da natação.

A) Concepção Global

Esta concepção, segundo Machado (1978), constitui a corrente mais antiga de ensino da natação, que prevê a sobrevivência como o maior objetivo da aprendizagem. De acordo com esta corrente, a preocupação não está tão ligada a uma forma de ensino organizada, mas sim ao instinto, já que a sua pretensão é baseada na resolução dos problemas inerentes à sobrevivência no meio líquido.

Para Velasco (1994), a natação é tão primitiva quanto o homem, tendo surgido por meio de processos de observação dos animais no meio aquático e por intuição, devido a uma necessidade do ser humano em superar os desafios inerentes à sua sobrevivência. Este pressuposto é corroborado por Catteau e Garroff (1990) que entendem a concepção geral como sendo “primitiva” ou pré-científica do homem e da natação, por estar ligada à intuição e à baixa atuação por parte do professor. Neste sentido, ela baseia-se, sobretudo, na observação e realização, assumindo a forma de tentativa e erro.

B) Concepção Analítica

Na opinião de Machado (1978) esta concepção inspira-se na teoria behaviorista, a qual se baseia na compreensão do comportamento, otimizado pela fragmentação do conteúdo de uma forma pensada, organizada e eficaz para que ocorra o processo de aprendizagem. Esta

corrente da psicologia assenta no pressuposto de que o comportamento humano só poderá ser compreendido na sua plenitude se se conhecerem todos os mecanismos que levam a determinada ação, recebendo influências por parte de estímulos que vão condicionar as respostas dos indivíduos. Assim, o ser humano seria desprovido de competências inatas, pelo que a aprendizagem dos vários comportamentos seria facultada apenas através de condicionamentos que resultariam no comportamento desejado. Esta teoria sustenta uma perspetiva otimista e onipotente da educação, já que a sua base consiste na organização das situações, através da seleção e associação de estímulos. Ao nível do ensino, explica as aquisições dos alunos a partir dos acontecimentos externos, como os métodos de ensino e as características estimuladoras do ambiente escolar e familiar. Coloca, ainda, a ênfase no reforço como determinante da aprendizagem (Baum, 2005).

Greco (1998) é da opinião que a conceção analítica é regida por determinados princípios metodológicos que partem: do conhecido ao desconhecido; das partes ao todo; do fácil para o difícil; do simples para o complexo; e da divisão do movimento em fases funcionais.

Esta conceção é aplicada muitas vezes no ensino da natação, já que possibilita a fragmentação do movimento efetuado, levando o nadador a procurar alcançar a técnica mais perfeita. Contudo, o objetivo não se centra na criação de métodos adaptados ao próprio nadador, mas sim na repetição de modelos biomecânicos cada vez mais eficientes que culminarão no alcance do objetivo e da técnica pretendida (Marques & Galhardo, 2009).

C) Conceção Sintética

De acordo com Greco (1998), a conceção sintética terá a sua origem na teoria Gestalt, pelo que assenta em pressupostos contrários aos da conceção apresentada anteriormente. De facto, segundo esta teoria, o comportamento não pode ser compreendido como a mera junção de várias partes. Não se pode partir dessas partes para alcançar o todo, mas sim o oposto, já que esta corrente da psicologia defende que o ponto de partida está no todo e que daí se segue a identificação de cada uma das suas partes constituintes, permitindo desenvolvê-las.

A teoria Gestalt tem, assim, como ponto inicial e principal objeto de estudo a perceção. De acordo com os gestaltistas, o processo da perceção encontra-se entre os estímulos fornecidos pelo meio e a resposta do indivíduo. Para esta corrente há que atentar para aquilo que é percebido pelo indivíduo e como é percebido, para que se possa compreender o comportamento humano. Assim como para o Behaviorismo, a Gestalt entende a psicologia como uma ciência que estuda o comportamento, todavia, com as suas diferenças teóricas, isto é, os behavioristas estudavam o comportamento pela relação estímulo-resposta e desconsideravam os conteúdos conscientes devido à impossibilidade de controlá-los de modo científico. De acordo com os gestaltistas, o comportamento deveria ser observado nos seus aspetos mais globais e deveria haver a consideração das condições que alteram a perceção do estímulo e a forma como a parte se relaciona com o todo. Quando se vê somente a parte de

um determinado objeto, por exemplo, há a tendência de restaurar o equilíbrio da forma e isso garante que se entenda o objeto que se está a perceber (Engelmann, 2002).

Dietrich, Dürrwächter e Schaller (1984) e Lima (1999) apontam o modelo global funcional como um meio de adequar o jogo ou a tarefa através de uma sequência de jogos recreativos no decorrer do processo de ensino-aprendizagem do aluno.

Para Marques e Galhardo (2009) esta conceção referente ao processo de ensino-aprendizagem parte do que o aluno já possui e vai avançando com recurso a situações problema, jogos, brincadeiras e transformações de execuções técnicas convencionais, busca alcançar uma forma eficaz de nado, pautada na capacidade de adaptação do nadador ao estilo a ser ensinado. A conceção sintética tenta fazer uma aproximação do que o aluno já sabe ao objetivo a alcançar, criando um caminho cada vez mais apropriado, ajustado e eficaz.

Panorama Atual dos Modelos de Ensino

Marques e Galhardo (2009) defendem a divisão das conceções supramencionadas em dois grupos distintos. No primeiro grupo seria incluída a conceção global, que nos diz que o processo de ensino-aprendizagem não é sistematizado, uma vez que se baseia na intuição, na experimentação e na regra de tentativa e erro. No segundo grupo encontraríamos as conceções analítica e sintética, em que o processo de ensino-aprendizagem é visto como um ato pensado e direcionado, mas que recorre a princípios diferentes. Os autores referem, também, que a utilização conjunta destas duas conceções pode traduzir-se numa mais-valia ao permitir aumentar a variedade de tarefas e problemas a serem resolvidos pelos alunos. Outros autores, como Barbosa e Queirós (2005), também propõem um método de ensino aprendizagem analítico-sintético, denominado como método misto.

Modelo de ensino das técnicas alternadas

Autores como Maglischo (2003), Barbosa e Queirós (2005) ou Barbosa (2007) consideram que os elementos que permitem caracterizar a técnica alternada são:

- (i) o equilíbrio estático e dinâmico;
- (ii) a ação isolada de cada membro inferior;
- (iii) a ação isolada de cada membro superior;
- (iv) a sincronização entre a ação dos dois membros inferiores;
- (v) a sincronização entre a ação dos dois membros superiores;
- (vi) o ciclo respiratório;
- (vii) a sincronização entre a ação dos membros inferiores e o ciclo respiratório;
- (viii) a sincronização entre a ação dos membros inferiores e dos membros superiores;
- (ix) a sincronização entre a ação dos membros superiores e o ciclo respiratório.

No modelo da figura 1, apresentada de seguida, encontram-se esquematizadas as tarefas alternativas para o ensino e o aperfeiçoamento das técnicas alternadas de nado.

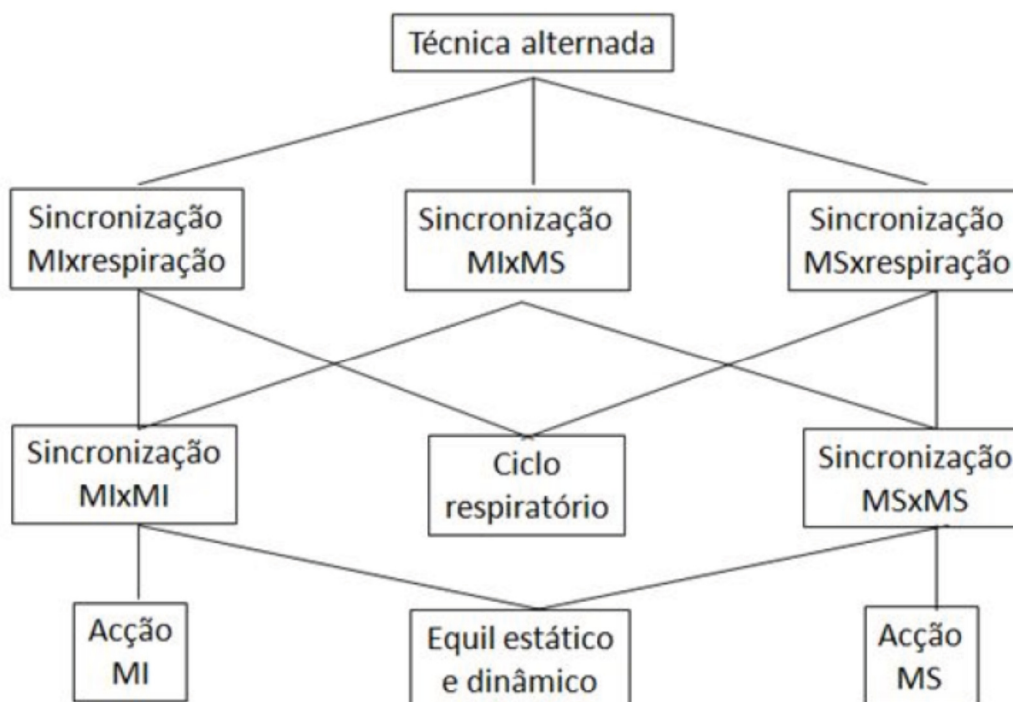


Figura 1 – Modelo determinístico dos elementos caracterizadores das técnicas alternadas

Tendo por base o esquema representado na figura 1 (adaptado de Barbosa & Queirós, 2005), podem encontrar-se as seguintes sequências e hierarquização de conteúdos:

- i) equilíbrio estático e dinâmico
- ii) equilíbrio estático e dinâmico sincronizado com a ação dos membros inferiores;
- iii) equilíbrio estático e dinâmico sincronizado com a ação dos membros inferiores e o ciclo respiratório;
- iv) equilíbrio estático e dinâmico sincronizado com a ação dos membros inferiores e o ciclo respiratório e braçada unilateral;
- v) equilíbrio estático e dinâmico sincronizado com a ação dos membros inferiores, dos membros superiores e o ciclo respiratório (i.e., técnica completa);
- vi) aperfeiçoamento técnico, nomeadamente do trajeto motor dos membros superiores.

Pode concluir-se que o ensino-aprendizagem das técnicas alternadas foca, sobretudo, os parâmetros que se seguem: equilíbrio, ação dos membros inferiores, ciclo respiratório, braçada unilateral, técnica completa e aperfeiçoamento.

2.3- Biomecânica na Natação

Fazendo uma análise morfológica da palavra biomecânica podemos decompô-la no prefixo “*bio*”, que faz referência aos seres vivos, e no sufixo “*mecânica*”, que se refere a ciência e que tem por objeto o estudo das forças ou da sua ação. Assim, a biomecânica consistirá na aplicação dos pressupostos da mecânica aos seres vivos.

Segundo Hay (1978), esta ciência estuda as forças internas e externas que atuam no nosso corpo, bem como os efeitos produzidos por essas mesmas forças. De acordo com o autor, a biomecânica só poderá ser considerada plenamente quando se observam dois campos distintos: por um lado, o estudo das forças internas e das forças externas e, por outro lado, quando se conhecem efetivamente quais as suas repercussões. É atendendo a estes pressupostos, Hay (1978) e Amadio (1989;1996) sugerem a importância da distinção entre a biomecânica interna e a biomecânica externa.

Para Amadio (1989; 1996), o conceito de biomecânica interna centra-se na determinação das forças internas e os resultados dessas forças, já a concepção de biomecânica externa foca os parâmetros de determinação quantitativa ou qualitativa referentes às mudanças de lugar e de posição do corpo, preocupando-se, sobretudo, com o que pode ser observado exteriormente na estrutura do movimento. Já para McGinnis (1999), na biomecânica interna está integrado o estudo dos biomateriais, do sistema esquelético, do sistema nervoso e, do sistema muscular, enquanto a biomecânica externa centra-se no estudo da cinética linear e angular, do equilíbrio e da mecânica dos fluídos.

No que respeita à natação, a biomecânica tem sido considerada uma área determinante, na medida em que funciona como suporte basilar para que, tanto investigadores, como treinadores, possuam as competências fundamentais que servirão como potencializadoras da prestação desportiva. O estudo desta ciência tem popularizado que a prestação, em natação, está dependente de pressupostos bioenergéticos e que estes, por sua vez, dependem do comportamento biomecânico e das estratégias motoras adotadas pelo nadador (Barbosa et al., 2010). Desta forma emerge a ideia da importância da avaliação técnica para a obtenção de patamares de nado cada vez mais elevados e eficientes.

2.3.1 - Avaliação qualitativa da técnica (a competência do professor)

De acordo com Conceição et al. (2011), o treino e a aprendizagem assumem um papel de relevo na formação do nadador, quer numa perspectiva educativa, competitiva ou de saúde. Neste sentido, a aposta deve incidir no ensino das diferentes técnicas, na medida em que a partida e a viragem, por exemplo, são atos pedagógicos que devem orientar-se para a preparação do quadro de competências específicas do futuro nadador. A competência científica do professor assenta, assim, na necessidade de uma reflexão e análise sistemática e sistematizada das respostas dadas pelo aluno no decorrer do seu processo de aprendizagem.

Adrian e Cooper (1995), bem como Hall (2005) defendem que a análise da técnica desportiva pode ser feita quer de um ponto de vista qualitativo, quer de um ponto de vista quantitativo, sendo que a análise qualitativa baseia-se na observação sistemática e na avaliação qualitativa do movimento, com o objetivo de aumentar a sua eficiência (Knudson & Morrison, 1997). Vários autores descrevem modelos de análise qualitativa (p.e. Hay & Reid, 1982; Bartlett, 1997; Carr, 1997; Knudson & Morrison, 1997) enquanto alternativa às análises quantitativas, sendo o objetivo destes modelos a sistematização das observações e a redução da subjetividade associada a este tipo de avaliação.

Para Knudson e Morrison (1997), a análise da técnica desportiva é percebida como um *continuum*, em que num dos extremos se encontra a observação qualitativa e no outro a avaliação quantitativa. A análise quantitativa é normalmente atribuída aos investigadores em Ciências do Desporto, enquanto os procedimentos qualitativos geralmente são usados por agentes de ensino (professores) e agentes desportivos (treinadores), pelo que estes processos são usados para aquisição de uma maior simplicidade na operacionalização dos procedimentos metodológicos. Este aspeto prima, ainda, pelo facto de envolverem menos equipamentos, serem menos dispendiosos e mais rápidos na obtenção dos resultados (Pease, 1999).

Os autores mais citados sobre esta matéria são Knudson e Morrison. Eles propuseram um modelo de análise qualitativa, cuja sistematização se encontra representada na figura 2 (Knudson & Morrison, 1997).

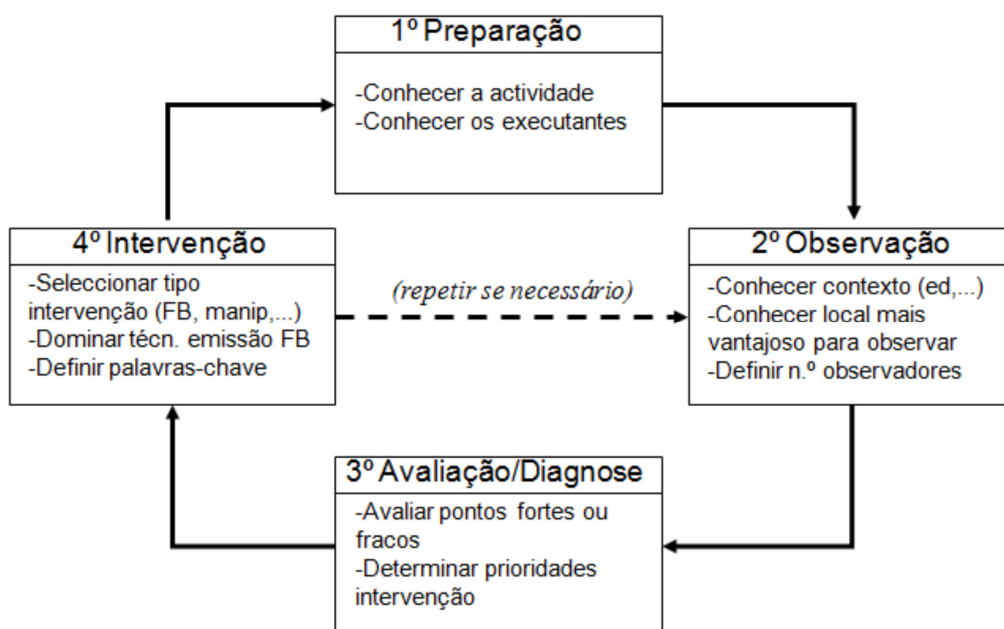


Figura 2: Síntese do modelo de análise qualitativa proposto por Knudson e Morrison (1997).

De acordo com os autores, o modelo desenvolve-se ao longo de quatro fases, sendo elas: i) **Preparação** – que consiste em conhecer a habilidade a observar e os executantes; ii)

Observação – onde se define e implementa uma estratégia observacional e o número de observadores a adotar; iii) **Avaliação/Diagnose** – consiste em avaliar o desempenho (identificando os pontos fortes e fracos) e em determinar as prioridades de intervenção; iv) **Intervenção** – onde se seleciona a forma de intervenção mais adequada, a qual pode consistir, por exemplo, na transmissão de *feedback*, na utilização de um modelo visual, na modificação da tarefa, na manipulação, no condicionamento ou nas tarefas para exagerar ou sobrecompensar (Knudson & Morrison, 1997).

2.3.2 - Avaliação quantitativa da técnica (a competência do investigador)

A análise quantitativa baseia-se na medição do movimento, suportada por um conjunto de técnicas sofisticadas do tipo laboratoriais e de terreno. Para Amadio (1996) e Baumman (1995), os diferentes métodos de medição utilizados pela Biomecânica são a Cinemetria, a Dinamometria, a Eletromiografia e a Antropometria.

Por cinemetria entende-se a análise dos parâmetros cinemáticos efetuados com recurso à análise de todos os movimentos em estudo, os quais são analisados numa fase “*a posteriori*”. Através deste método podemos aceder à caracterização cinemática do objeto que pretendemos analisar, observando o tempo, a velocidade e aceleração de um segmento corporal ou acedendo ao centro de massa utilizado num determinado gesto. Dentro desta análise, o processo mais comumente usado é a videografia, que recorre a processos de análise cinemática bidimensionais e tridimensionais, com recurso à filmagem de um objeto de calibração e do movimento em estudo, usando câmaras colocadas num só plano (estudos bidimensionais) ou em diversos planos (estudo tridimensional). Num momento posterior é usado um programa informático que capta os dados e faz a digitalização dos pontos de referência anatómica do indivíduo em cada fotograma, no sentido de criar um modelo representante do sujeito através de segmentos rígidos e articulados. Após este processo, procede-se à digitalização das imagens, em que os dados são tratados através de técnicas de filtragem e, por fim, faz-se a recolha dos dados pertinentes para o estudo em questão, os quais podem ser efetuados de uma forma numérica, gráfica ou pictórica (Amadio, 1996; Baumman, 1995).

Relativamente à dinamometria, esta pode ser encarada como os vários tipos de processos que visam facilitar a medição não apenas das forças, mas também da distribuição de pressões (Adrian & Cooper, 1995; Amadio, 1996).

Para Correia et al. (1993), a eletromiografia foca o estudo da atividade neuromuscular, conseguido através de representações gráficas da atividade elétrica que ocorre no músculo. De acordo com Luca (1993), esta tipologia de método de medição é bastante útil, na medida em que pode ter diferentes aplicações, como na determinação do tempo de ativação do músculo, na medição do nível de excitação, enquanto indicador da força produzida, e na utilização do sinal eletromiográfico enquanto indicador de fadiga.

No que concerne à antropometria, Amadio (1989) considera que esta se fundamenta na descrição e análise do movimento, permitindo elaborar modelos antropométricos do corpo humano, sempre na busca de uma maior otimização do rendimento. De acordo com os pressupostos de Zatsiorskij et al. (1982), quando se fala em antropometria relacionada com a vertente biomecânica, deve-se considerar o estudo de diversos fatores condicionantes, como, por exemplo, a geometria da massa corporal, o centro de massa do corpo, o momento de inércia de cada segmento corporal, o centro de massa de cada segmento e as dimensões e as proporções corporais.

2.3.3 - Cinemática de nado

Para uma percepção mais adequada do conceito de cinemática do nado há que entender os fenômenos que a ela se associam, na medida em que não se pode explicar na plenitude a sua interferência no nado dos atletas sem que se foquem todas as suas vertentes. Isto é, para que se possa falar em cinemática do nado, há que compreender a sua inter-relação com a velocidade de nado, a distância de ciclo e a frequência gestual.

2.3.4 – Velocidade de nado

Uma vez que o objetivo basilar da natação compreende o alcance de uma distância determinada, com recurso ao menor tempo possível, a velocidade de nado (VN) assume um papel imprescindível na performance do nadador.

Para Campaniço (2000) há dois fatores determinantes para a velocidade de nado (VN), o primeiro é a distância de ciclo (DC) e o segundo é a frequência gestual (FG). As diferentes relações estabelecidas entre estes dois fatores vão condicionar o resultado final obtido.

De acordo com Craig e Pendergast (1979) e Craig et al. (1985), a determinação da velocidade de nado resulta do produto entre a distância de ciclo (DC) e a frequência gestual (FG), sendo que a variação que ocorre entre estes vetores vai influenciar a VN, a DC e a FG. Convém referir que estes fatores se encontram inversamente relacionados, pelo que quando uma delas aumenta, a outra tende a diminuir. Para Caputo et al. (2000) quando o atleta consegue obter uma combinação ideal entre DC e FG, irá alcançar velocidades máximas, no entanto, refere que o atleta ao atingir valores máximos ou mínimos de DC e FG apenas alcançará velocidades lentas.

2.3.5 - Distância de ciclo

Segundo Silva (1994) a distância de ciclo (DC1) corresponde ao espaço que o nadador percorre durante um ciclo completo dos membros superiores, ou seja, a distância horizontal que o nadador percorre na água durante um ciclo completo dos membros superiores (m.ciclo-1). Para determinarmos este parâmetro usamos a frequência instantânea e calculamos a frequência gestual para finalmente se conseguir adquirir a DC1:

$$DC1 = \frac{\textit{velocidade}}{\textit{frequência}} \times 60$$

Assim, a DC1 constitui-se como um fator determinante na velocidade média do nadador, visto que um declínio de velocidade durante uma prova é acompanhado por um declínio da DC1 (Hay,1993).

A distância de ciclo é, também, utilizada enquanto fator discriminante entre nadadores de bom nível técnico e nadadores de nível médio ou medíocre (East, 1970; Reischle, 1979; Toussaint,1992; Costill et al., 1985). Posto isto, quando se valida uma melhoria da DC1 e da técnica de nado, nota-se um aperfeiçoamento nas prestações dos nadadores ao longo dos anos de formação desportiva. De acordo com Miyashita (1975), a evolução prestativa de um nadador ao longo de um período de desenvolvimento de vários anos transparece, fundamentalmente, numa melhor distância de ciclo.

Para Silva et al. (2003), as melhorias na DC1 podem ocorrer quando se verifica um aumento da eficiência de nado, da capacidade metabólica ou em casos de adaptações do sistema nervoso. Toussaint (1992) referiu que, para valores elevados de velocidade, a elevação da DC1 é acompanhada por uma evolução da eficiência mecânica do gesto técnico de nado.

2.3.6 - Frequência gestual

O estudo da cinemática permite, ainda, analisar a posição e orientação do corpo, as variações da velocidade e o deslocamento de determinados segmentos corporais ou do centro de massa (Barbosa, 2004).

Em natação, uma braçada pode ser caracterizada quando temos em conta duas variáveis cinemáticas já referidas anteriormente, a FG e a DC. A frequência gestual (FG) pode ser definida pelo número de ciclos realizados pelos membros superiores, numa unidade de tempo determinada (Silva, 1994).

Campaniço (2000) refere que a FG está dependente das características individuais de cada nadador e torna-se fundamental para a obtenção de um ritmo propulsivo, sendo que apenas uma boa gestão destes dois parâmetros permite ao atleta de natação adquirir boas prestações. O registo e análise da FG é um momento essencial, uma vez que permite encontrar os valores ótimos de treino e de prova, contudo, este aspeto só é conseguido quando se adapta corretamente às características dos nadadores. Na tendência atual observa-se uma diminuição da FG (Raposo, 1990).

Keskinen e Komi (1993) e Pai et.al (1986) referem que a velocidade resulta de uma combinação ajustada entre a frequência gestual (FG) e a distância de ciclo (DC), produzindo,

deste modo, velocidades similares. Os autores acreditam que não existem valores ótimos na relação entre a frequência gestual (FG) e a distância de ciclo (DC), mas sim uma frequência gestual individual ótima.

2.3.7 - Eficiência de nado

A eficiência de nado pode ser determinada a partir da IN e da hp . O IN traduz-se como um indicador de eficiência técnica e que pode ser obtido através da multiplicação da DC pela v . Este é definido como um indicador de adaptação mecânica da técnica de nado (Costill et al., 1985). Na literatura consultada, referente à temática em análise, é comumente aceite por vários autores que nadadores de nível elevado possuem maior IN , quando comparados com os de menor nível (Sánchez & Arellano, 2002).

A hp é outro indicador da qualidade técnica do nadador, mas ao contrário do IN (que pode ser usado em qualquer uma das quatro técnicas), o hp apenas é aplicável à técnica de Crol. Por isso, quanto melhor for um nadador tecnicamente, maior será a sua hp . Neste sentido, a hp corresponde à taxa de potência mecânica externa que é utilizada para vencer a força de arrasto, ou seja, consiste na capacidade de transformar o trabalho mecânico em deslocamento (Huijing et al., 1983; Webb, 1971).

O modelo desenvolvido por Zamparo et al. (2006) é um dos mais utilizados para estimar a hp . Segundo a concepção deste modelo teórico, o braço é entendido como um segmento rígido (l), que roda em volta do ombro com uma velocidade angular constante ($w = 2\pi \cdot FG$), sendo que metade dessa ação se processa dentro da água (i.e., o trajeto motor) e a outra metade com o segmento fora da água (i.e., fase da recuperação).

$$\eta_p = \left(\frac{v \cdot 0,9}{2\pi \cdot FG \cdot l} \right) \cdot \frac{2}{\pi}$$

Com este modelo, objetiva-se que a hp é utilizada enquanto um referente à eficiência propulsiva, o n representa a velocidade média de nado do nadador (em $m \cdot s^{-1}$ – multiplicada por 0,9 na técnica de Crol, que equivale sensivelmente a 10% da propulsão que é produzida pela ação dos membros inferiores), o FG representa a frequência gestual (em Hz), e l representa a distância mais curta entre o ombro e a mão, no instante da ação lateral interior, considerando-se um ângulo relativo de sensivelmente 90° entre braço e antebraço. Tendo em conta os pressupostos anteriores, a hp pode ser encarada como mais um rácio entre a velocidade do corpo e a velocidade tangencial do segmento.

A equação consiste na estimação da eficiência de Froude. A diferença existente entre a eficiência de Froude e a eficiência propulsiva assenta no facto da primeira não ter em consideração o efeito do trabalho mecânico interno para o trabalho mecânico total produzido. É, também, necessário salientar que a equação apenas pode ser aplicada na técnica de Crol para estimar a h_p , contudo, dadas as amplitudes de velocidades que serão obtidas por este tipo de nadadores, o trabalho mecânico interno pode ser considerado como negligenciável (Zamparo et al., 2005).

2.3.8- Índice de nado

Por índice de nado entende-se a capacidade do nadador em se movimentar a uma determinada velocidade e com recurso a um menor número de braçadas. A economia de nado pode ser medida calculando-se o índice de nado (IN), através do produto da V pela DC1. Isto significa que, para uma determinada velocidade, o nadador que se movimenta com maior DC1, tem a técnica de nado mais eficaz (Costill et al., 1985).

O mesmo autor (Costill et al., 1985) refere, ainda, que o IN é utilizado como um indicador da economia de nado, porque descreve exatamente a capacidade do nadador em se mover em determinada velocidade e com um determinado número de braçadas. Todavia, atente-se que o valor do IN, em altura alguma, nos prediz se um nadador é mais ou menos económico em termos de consumo energético. Isto porque a energia que um nadador despende durante o nado é usada para suportar não apenas o custo energético que mantém o corpo à superfície, mas também a produção da força necessária que lhe permite vencer a resistência oferecida pela água durante o seu avanço.

Segundo o referido autor, o cálculo do índice de nado surgiu perante a evidente necessidade de se proceder à análise da economia das técnicas de nado, na tentativa de se perceber o produto da velocidade de nado e a distância de ciclo. Com este cálculo chegou-se à conclusão de que quanto maior for o seu valor, mais adequada será a técnica utilizada pelo nadador, em termos mecânicos.

Pode concluir-se, então, que quanto maior for o índice de nado, mais adequado mecanicamente será o gesto técnico do nadador. Mais, o nadador que, para uma determinada velocidade de nado apresente uma maior distância de ciclo e uma menor frequência gestual, terá uma técnica de nado mais eficaz e um gasto energético inferior para nadar uma determinada distância (Silva, 1994; Caputo et al., 2000; Costill et al., 1992).

2.3.9 - Flutuação intra-cíclica da velocidade do quadril vs. Centro de massa

A flutuação intracíclica da velocidade tem sido determinada pelo estudo do movimento da anca e do movimento do centro de gravidade. Para Maglischo et al. (1987), o cálculo mais correto,

do ponto de vista dinâmico, é aquele que foca o centro de gravidade e que, desta forma, permite perceber que um nadador perde força propulsiva na fase da braçada, quando o seu centro de gravidade apresenta um decréscimo na velocidade de deslocamento. É, ainda, essencial porque mostra que a velocidade do centro de gravidade nos permite comparar variados estilos entre os diferentes nadadores. Para além disso, a utilização do movimento da anca apresenta inúmeras vantagens se estas duas apresentarem uma relação elevada, porque permite-nos marcar apenas um ponto em detrimento dos vinte e um pontos utilizados para calcular o centro de gravidade. Este processo em termos de tempo e simplicidade é bastante vantajoso (Maglischo et al., 1987).

Barbosa et al. (2012) partilha da mesma opinião ao referir que, do ponto de vista dinâmico, a avaliação da variação intra-cíclica da velocidade, através do centro de massa, é mais precisa. Porém, uma análise entre as variações de um ponto fixo e do centro de massa sobre a amplitude vertical máxima de deslocamento não revelou valores significativos. As outras correlações entre as velocidades horizontais e acelerações horizontais foram significativas (Barbosa et al., 2003). Conclui-se, então, que a utilização de um ponto fixo (quadril) não representa com precisão as variações do centro de massa, mesmo assim, recomenda-se o uso de avaliações que partam de um ponto fixo, porque as análises das variações intra-cíclicas do centro de massa exigem maior complexidade metodológica e demoram muito mais tempo para coletar todos os dados necessários (Barbosa et al., 2003). A avaliação de um ponto fixo (quadril) é mais simples, consome menos tempo e mostra-nos que a velocimetria mecânica pode ser utilizada como uma ferramenta para o diagnóstico de problemas no ciclo nado, devido aos padrões semelhantes das velocidades do quadril e do centro de massa (Capitão et al., 2006).

Para Vilas Boas (1997) a utilização da curva da anca justifica-se dada a simplicidade dos seus processos, a sua interatividade e o seu rápido fornecimento de feedbacks, tanto aos treinadores, como aos nadadores. Recentemente foram comparados os perfis cinemáticos do quadril e do centro de massa, na técnica de nado crol, para quantificar o erro ao usar um ponto fixo do corpo para avaliar as variações intra-cíclicas da velocidade. Tais variações intra-cíclicas demonstraram associações muito elevadas, com uma sobrestimativa da velocidade do quadril em relação ao centro de massa ($\approx 7\%$ da velocidade máxima) e o deslocamento horizontal ($\approx 3\%$). Tudo isto sugere que a análise do quadril fornece uma boa estimativa da velocidade horizontal e do deslocamento (Fernandes et al., 2012).

Capítulo III

METODOLOGIA

3.1 - Amostra

A potência amostral necessária para o presente estudo foi calculada “à priori” com base no software G-power (Faul et al., 2007) para um erro de probabilidade α de 0,05, efeito de tamanho de 0,8 e uma potência ($1-\beta$) de 0,90, sugerindo um número total de 16 sujeitos a serem recrutados. Dado este ser um estudo de carácter longitudinal, inicialmente a amostra foi composta por 20 sujeitos dos quais apenas 16 ($19,75\pm 1,13$ anos de idade, $66,4\pm 8,62$ kg de massa corporal e $1,71\pm 9,38$ m de estatura) respeitaram os critérios de inclusão e foram usados para posterior análise. Assumiu-se como critérios de inclusão: (i) possuir o processo de adaptação ao meio aquático consolidado; (ii) alunos sem participação em natação federada nos últimos 3 anos; (iii) não falhar por razões externas nenhum dos momentos de avaliação; (iv) apresentar um indicador de assiduidade igual ou superior a 80% das aulas realizadas. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comité Científico Institucional e realizados de acordo com a Declaração de Helsínquia no que diz respeito à pesquisa em seres humanos.

3.2 - Desenho do estudo

O programa decorreu ao longo de 30 semanas, divididas em dois semestres de 15 semanas cada. A definição do plano curricular pressupôs uma carga horária distinta entre os dois semestres. Assim, no primeiro semestre os alunos ficaram sujeitos a uma sessão por semana com a duração total de 1h30min, enquanto no segundo semestre tiveram uma frequência semanal de duas aulas com a duração de 1h30min cada. Numa primeira fase do programa objetivou-se o ensino das técnicas de nado alternadas (crol e costas) e numa segunda fase o seu aperfeiçoamento. O modelo de ensino adotado esteve subjacente ao proposto por Barbosa e Queirós (2005) privilegiando um método misto com progressão nos seguintes conteúdos: (i) ação dos membros inferiores; (ii) ação dos membros inferiores sincronizada com o ciclo respiratório; (iii) ação dos membros inferiores sincronizada com braçada unilateral; (iv) ação dos membros inferiores sincronizada com o ciclo respiratório e braçada unilateral; (v) técnica completa; (vi) trajeto motor. Ao longo do programa foram utilizados exercícios clássicos e alternativos de progressão de conteúdos com materiais auxiliares de flutuação (p.e. placas, pull-boys) e de propulsão (p.e. barbatanas). Dada a similitude nas ações, ambas as técnicas foram abordadas simultaneamente, embora os conteúdos de crol fossem abordados primeiro que os de costas meramente por uma perspetiva de dispêndio energético (Barbosa et al., 2008). Os alunos foram monitorizados ao longo do ano letivo em três momentos distintos: (i) início do programa (M_1); (ii) no final do primeiro semestre (M_2), e; (iii) no final do segundo semestre (M_3). Em cada momento todos os alunos realizaram um percurso de 25m em piscina curta à máxima velocidade em cada uma das técnicas de nado de modo a serem obtidos:

velocidade de nado (v), (ii) frequência gestual (FG) e (iii) distância de ciclo (DC) como indicadores cinemáticos; (iv) índice de nado (IN) e flutuação intra-cíclica da velocidade (dv) como indicadores de eficiência; (v) tempo aos 25m (Perf) como indicador de performance.

3.3 - Recolha dos dados

Os parâmetros cinemáticos, determinantes do ciclo gestual, foram obtidos para cada piscina nadada em cada momento de avaliação em ambas as técnicas de nado. Cada nadador realizou o teste com ausência de partida do bloco e sem interferência de outros sujeitos nas pistas adjacentes para eliminar os efeitos de *drafting*. A FG foi medida com um cronofrequencímetro de base 3 (*Golfinho Sports MC 815*, Aveiro, Portugal), pela avaliação de 3 ciclos consecutivos dos membros superiores nos 15 m intermédios da distância total da piscina. Este processo foi realizado por dois avaliadores (ICC=0.96) acostumados a medir FG regularmente. A DC foi calculada sabendo que (Craig & Pendergast, 1979):

$$DC = \frac{v}{FG}$$

Onde DC representa a distância de ciclo, v a velocidade de nado, e FG representa a frequência gestual. Os indicadores de eficiência de nado foram estimados a partir dos dados cinemáticos. O IN foi determinado segundo a equação (Costil et al., 1985):

$$IN = v \cdot DC$$

Onde IN representa o índice de nado, v representa a velocidade de nado e DC é a distância de ciclo. A dv foi medida com recurso a um velocímetro (Swim Speedometer, Swimspotec, Hildesheim, Alemanha). O velocímetro foi colocado na parede testa da piscina, aproximadamente a 0,2 m acima da superfície da água e o cabo correspondente anexado à anca do nadador (figura 3). Durante a recolha dos dados um avaliador inspecionou visualmente as curvas a serem desenhadas na interface do *software* enquanto os nadadores realizavam o teste. Ocorrendo algum problema técnico/metodológico (p.ex. bater dos pés no cabo), foi pedido aos nadadores que repetissem o teste. O bio-sinal foi adquirido em tempo real a uma taxa de 50Hz. A interface do *software* LabVIEW® (v. 2009) foi usada para adquirir, mostrar e processar os dados velocidade-tempo emparelhados em tempo real durante os testes. Para a transferência dos dados do speedo-meter para o *software*, foi usada uma placa de aquisição de 12-bits de resolução (USB-6008, National Instruments, Austin, Texas, USA). Os dados foram exportados para um *software* que processa o sinal (AcqKnowledge v.3.5, Biopac Systems, Santa Barbara, USA), o qual foi suavizado por um filtro Butterworth passa-baixa de 4ª ordem

com uma frequência de corte de 5 Hz. A seleção do valor de corte foi feita de acordo com a análise residual (erro residual vs. Frequência de corte).

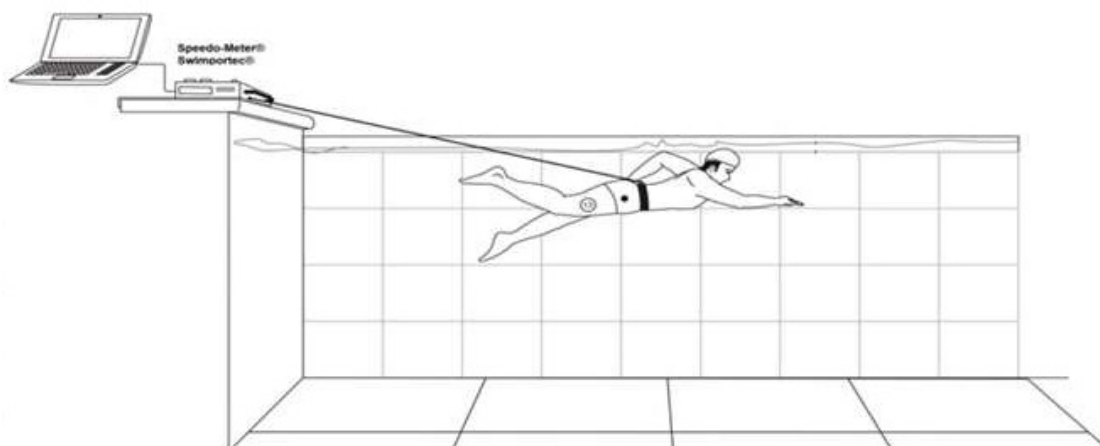


Figura 3: Recolha de dados com recurso ao velocímetro. (adaptado de Barbosa et al., 2015).

3.4 - Tratamento estatístico

A normalidade e homogeneidade da amostra foram avaliadas com recurso aos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respetivamente. Dado que a normalidade não foi verificada e devido ao valor de N, recorreu-se à estatística não paramétrica. Para tratamento dos dados recolhidos foi utilizada a estatística descritiva determinando-se os parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão). Foram ainda calculados os quartis e a mediana por representação gráfica em caixas de bigode.

As alterações ao longo do tempo foram analisadas recorrendo ao teste de Friedman e as diferenças entre momentos verificadas através dos testes de Wilcoxon. Calculou-se o efeito prático com recurso ao eta quadrado (η^2) e os valores foram interpretados de acordo com a sugestão de Ferguson (2009), sem efeito se $0 < \eta^2 \leq 0,04$; mínimo se $0,04 < \eta^2 \leq 0,25$; moderado se $0,25 < \eta^2 \leq 0,64$ e forte se $\eta^2 > 0,64$. O nível de significância foi classificado como “variação substancial” se significativo ($p \leq 0,05$) com um efeito moderado a forte ($\eta^2 > 0,25$) e “variação significativa” se significativo ($p \leq 0,05$) com um efeito pequeno ($\eta^2 \leq 0,25$) (Winter, 2008).

Calculou-se ainda a associação entre cada uma das variáveis com o tempo final em cada uma das técnicas de nado durante os três momentos de avaliação com recurso à correlação de Spearman ($p \leq 0,05$).

Capítulo IV

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 - Apresentação dos resultados

A figura 4 apresenta a variação nos indicadores cinemáticos nas duas técnicas de nado ao longo dos três momentos de avaliação. Verificou-se uma variação significativa na v tanto em crol ($v_{M1} = 1,13$ m/s; $v_{M2} = 1,14$ m/s; $v_{M3} = 1,22$ m/s; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,04$), como em costas ($v_{M1} = 0,92$ m/s; $v_{M2} = 0,96$ m/s; $v_{M3} = 1,00$ m/s; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,04$). Registrou- ainda uma variação significativa na FG a costas (FG_{M1} = 0,64 Hz; FG_{M2} = 0,71 Hz; FG_{M3} = 0,73 Hz; $p = 0,01$; $\eta^2 = 0,16$). Os restantes indicadores mantiveram-se inalterados ao longo do tempo.

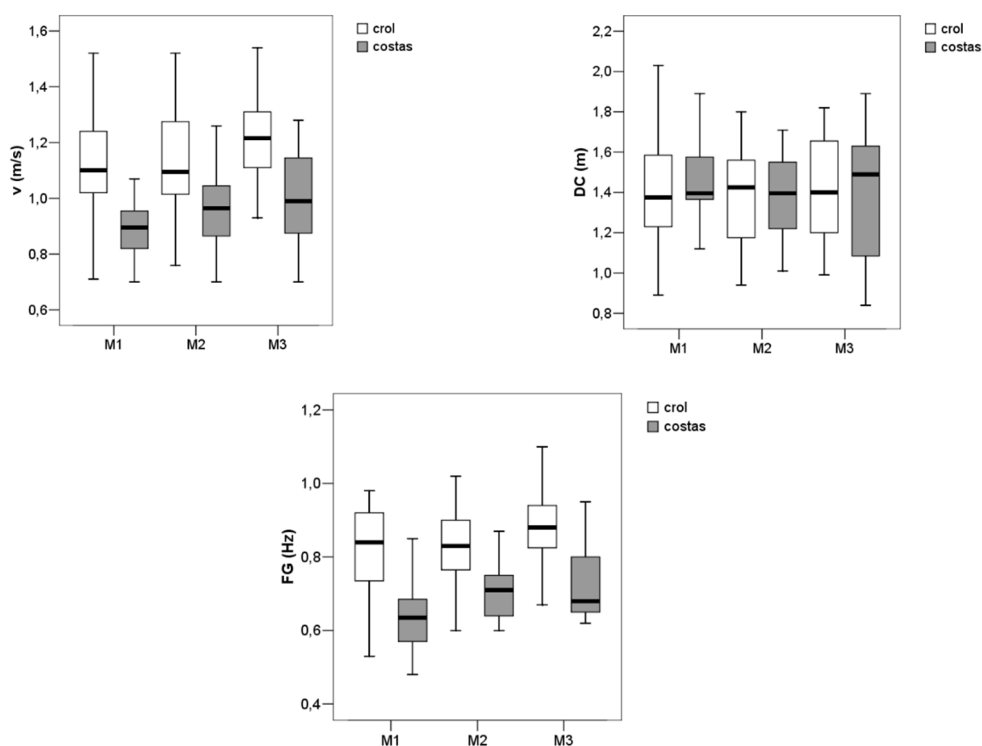


Figura 4: Variação nos indicadores cinemáticos nas duas técnicas de nado ao longo do ano letivo.

A figura 5 apresenta a variação nos indicadores de eficiência nas duas técnicas de nado ao longo dos três momentos de avaliação. Nenhum dos indicadores apresentou variações ao longo do tempo, com exceção da dv a crol ($dv_{M1} = 0,13$ %; $dv_{M2} = 0,16$ %; $dv_{M3} = 0,12$ %; $p = 0,02$; $\eta^2 = 0,07$).

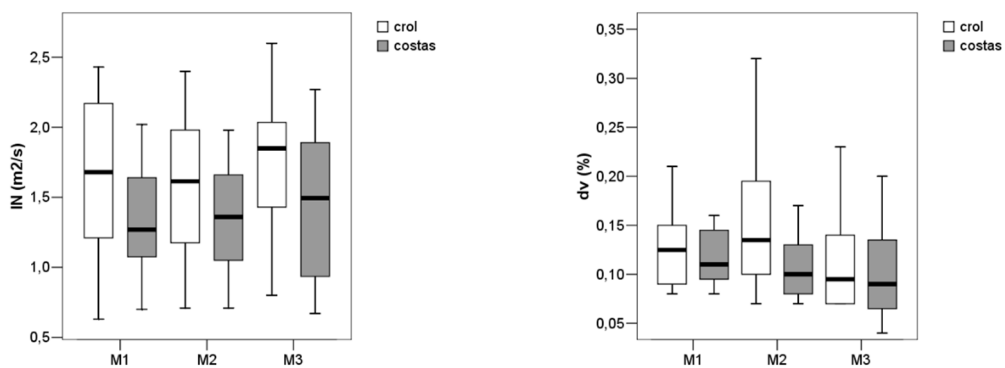


Figura 5: Variação nos indicadores de eficiência nas duas técnicas de nado ao longo do ano letivo.

A figura 6 apresenta a variação da Perf nas duas técnicas de nado ao longo dos três momentos de avaliação. Assistiu-se a uma variação significativa tanto a crol ($Perf_{M1} = 21,49$ s; $Perf_{M2} = 21,28$ s; $Perf_{M3} = 19,99$ s; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,03$) como a costas ($Perf_{M1} = 27,15$ s; $Perf_{M2} = 25,46$ s; $Perf_{M3} = 24,60$ s; $p = 0,01$; $\eta^2 = 0,05$) desde o início até ao final do ano letivo.

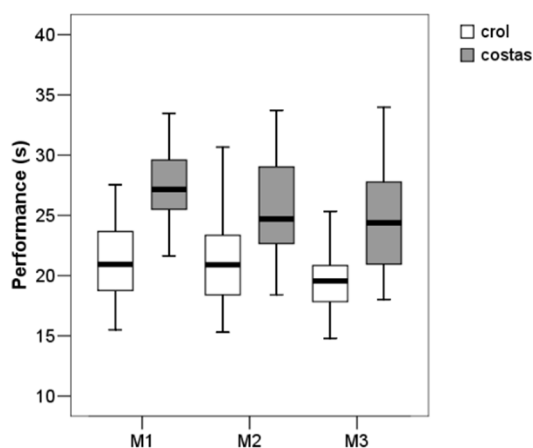


Figura 6: Variação na Perf nas duas técnicas de nado ao longo do ano letivo.

A tabela 3 e a tabela 4 apresentam os coeficientes de correlação de Spearman entre as diversas variáveis e a performance a crol e a costas, respetivamente. Como já seria expectável, os maiores valores de associação com a Perf foram observados para a v ao longo de todo o ano. De realçar que, de seguida, os valores mais altos em ambas as técnicas de nado foram registados para o IN com associações significativas e elevadas para todos os momentos de avaliação.

Tabela 3: Coeficientes de correlação de Spearman entre variáveis cinemáticas e de eficiência com a performance a crol no início do ano (Perf_{M1}) no final do primeiro semestre (Perf_{M2}) e no final do segundo semestre (Perf_{M3}).

		Perf _{M1}	Perf _{M2}	Perf _{M3}
Cinemática	velocidade	-0,96**	-0,96**	-0,92**
	frequência gestual	-0,55**	-0,43	-0,62*
	distância de ciclo	-0,63**	-0,72**	-0,40
Eficiência	Índice de nado	-0,85**	-0,88**	-0,65**
	Flutuação da velocidade	0,24	0,31	0,34

** p < 0,01; * p < 0,05

Tabela 4: Coeficientes de correlação de Spearman entre variáveis cinemáticas e de eficiência com a performance a costas no início do ano (Perf_{M1}) no final do primeiro semestre (Perf_{M2}) e no final do segundo semestre (Perf_{M3}).

		Perf _{M1}	Perf _{M2}	Perf _{M3}
Cinemática	velocidade	-0,87**	-0,95**	-0,96**
	frequência gestual	-0,22	-0,24	-0,19
	distância de ciclo	-0,74**	-0,76**	-0,76**
Eficiência	Índice de nado	-0,90**	-0,89**	-0,90**
	Flutuação da velocidade	0,54*	0,28	0,51

** p < 0,01; * p < 0,05

4.2 – Discussão de resultados

O objetivo do presente trabalho centrou-se em analisar as variações na biomecânica de nado de alunos universitários frequentadores de um curso superior em Desporto ao longo de um ano letivo. A grande maioria dos estudos realizados com populações universitárias focaram-se essencialmente em investigar as determinantes da sua atividade desportiva, tendo em vista o combate ao sedentarismo (p.e. Corte-Real et al., 2008). Até ao momento apenas um estudo fez referência a características biomecânicas de nado em sujeitos pertencentes a uma escola superior de educação física (Chollet et al., 1996) mas de carácter transversal. Mais ainda, as escassas evidências que possam existir sobre o impacto dos programas de natação em alunos universitários revelam exclusivamente adaptações em indicadores de composição corporal (Olkoski et al., 2010). Assim, este estudo reporta-se como pioneiro no entendimento dos efeitos das unidades curriculares práticas de natação nas adaptações motoras dos alunos que as frequentam. Em virtude da escassez de evidências de carácter transversal ou longitudinal com amostras deste tipo para suportar os resultados encontrados, a discussão foi elaborada com recurso a comparações na base de evidências com nadadores jovens ou nadadores de elite.

No presente estudo, a técnica de amostragem usada foi a não probabilística, do tipo conveniência, ou seja, a probabilidade de um indivíduo pertencer à amostra não foi igual aos restantes de uma mesma população. Deste modo, procuraram-se sujeitos com algumas vivências natatórias, entenda-se com a adaptação ao meio aquático consolidada, sendo este o pressuposto mínimo exigido nos dias de hoje para integrar o ensino das técnicas alternadas de nado (Barbosa e Queirós, 2005). Foram integrados na amostra alunos sem participação em natação federada nos últimos 3 anos, de modo a torná-la ainda mais próxima do tipo de população característica destas classes, e evitar a insuficiência do estímulo do programa de intervenção em sujeitos com experiência prévia de treino intenso em natação. Para verificação do efeito do programa de intervenção apenas integraram o grupo amostral os sujeitos que não falharam qualquer momento de avaliação e atingiram uma frequência de 80% das aulas realizadas.

As características do programa de natação a implementar, no que toca a horas de contacto, estiveram determinadas pelo estipulado em diário da república e foram seguidas escrupulosamente. Em termos gerais estas parecem aproximar-se do proposto pela maioria das instituições de ensino superior das quais conseguimos retirar informação (Tabelas 1 e 2). Em termos pedagógicos, optou-se por seguir um modelo de ensino subjacente ao método misto com progressão de dificuldade crescente como sugerido por Barbosa e Queirós (2005). Escolheu-se este método por congregar diferentes abordagens e assim aumentar a variedade de tarefas e problemas aquáticos a serem vivenciados e resolvidos pelos alunos. Este modelo assume-se como uma fusão da conceção de ensino global (subjacente a um processo de ensino-aprendizagem não sistematizado e intuitivo, baseado na experimentação) com a conceção sintética (processo de ensino-aprendizagem demasiado estruturante, pensado e analítico).

Para o presente trabalho recorreu-se a sujeitos não habituados a rotinas experimentais. Tratando-se de uma população “sensível”, os indicadores para posterior análise e os meios de experimentação foram escolhidos numa perspetiva “não invasiva” para facilitar posteriores comparações e aplicabilidade em contexto real. Assim, parte dos indicadores recolhidos (distância de ciclo e índice de nado) foram facilmente obtidos por estimativa após medições de frequências gestuais com recurso a um cronofrequencímetro. Este tipo de opção por estimativas cinemáticas já validadas (Craig & Pendergast., 1979; Costill et al., 1985) tem sido uma opção frequente em detrimento de metodologia tão pesada como sejam os softwares cinemáticos, e é cada vez mais uma realidade em estudos de carácter longitudinal, seja com nadadores jovens (p.e. Moreira et al., 2014) ou com nadadores de elite (p.e. Costa et al., 2013). Para os indicadores mais sensíveis (velocidade média e flutuação intra-cíclica da velocidade) foi utilizado um sistema velocimétrico que permite a cada instante do nado monitorizar oscilações de velocidade. O sistema integrado (speedo-meter mais *software*) foi previamente validado (Barbosa et al., 2011a; 2011b) e já descrito noutros estudos (Barbosa et al., 2013; Morais et al., 2013). A mesma técnica de recolha de dados e *hardware* foram também

reportadas por outros grupos de investigadores (p.e., Leblanc et al, 2007; Schnitzler et al., 2008) com a mesma finalidade. Do ponto de vista dinâmico, a avaliação da variação intracíclica da velocidade através do centro de massa é a metodologia mais precisa, mas as reconstruções das imagens pós-filmagens são demoradas e complexas. Por outro lado, a utilização de um ponto fixo (anca) é menos demorada e demonstra que a velocimetria mecânica pode ser utilizada como uma ferramenta para o diagnóstico de problemas no ciclo de nado, devido aos padrões semelhantes das velocidades da anca e do centro de massa (Capitão et al., 2006).

A qualidade técnica de nado dos alunos universitários classificada pelos indicadores biomecânicos melhorou ao longo do ano letivo. Em termos cinemáticos verificaram-se aumentos na v em ambas as técnicas analisadas. Os valores de v obtidos para a técnica de crol (entre 1,13 e 1,22 m/s) estão em concordância com os demonstrados pela literatura ($\sim 1,22$ m/s) em sujeitos com uma contextualização semelhante (Chollet et al., 1996). Os valores de FG revelaram-se bem mais altos (0,81-0,88 Hz) quando comparados com os valores obtidos ($\sim 0,58$ Hz) no estudo de Chollet et al (1996). Já os valores de DC (1,39-1,42 m) seguiram a tendência inversa, sendo inferiores no nosso estudo, quando comparados com os valores obtidos ($\sim 2,16$ m) no estudo de Chollet et al (1996). As diferenças entre observações podem ser justificadas pelas diferenças metodológicas para aferir os indicadores cinemáticos. Enquanto no estudo de Chollet et al (1996) tanto a FG como a v foram “impostas”, no nosso estudo ambos os indicadores foram selecionados livremente pelo nadador, o que no nosso caso, pode ter culminado com um maior número de braçadas durante o percurso e conseqüentemente menor valor de DC. Importa referir que a velocidade de nado representa uma combinação única entre FG e DC. Aumentos em v podem ser obtidos à custa de um aumento na FG e manutenção da DC ou vice-versa (Craig & Pendergast, 1979). Na comunidade técnico-científica tem sido consensual que será de privilegiar um aumento na v muito à custa do aumento da DC (Hay & Guimarães, 1983; Craig et al., 1985). Contudo, no presente estudo apenas se registaram variações significativas da FG na técnica de costas. Com base na teoria dos sistemas dinâmicos, parece existir uma elevada variabilidade inter-sujeito no processo adaptativo do comportamento motor na técnica de nado (Bideault et al., 2013; Morais et al., 2014). Ou seja, não existe um “modelo ideal” para ser aplicado, mas parece surgir uma adaptação individual consoante os constrangimentos implementados por cada tarefa de ensino/treino. Por isso é que estudos no passado já reportaram melhorias na v e conseqüentemente na performance em competição à custa de aumentos da FG acompanhada de manutenção da DC (Termin & Pendergast, 2000; Huot-Marchand et al., 2005). Mais ainda, aumentos da FG máxima em 1-2% representaram aumentos na velocidade máxima de nado entre 0,6-0,8% em nadadores de elite ao longo de várias épocas de treino (Anderson et al., 2006). Os maiores valores de FG registados ao longo do tempo podem sugerir uma maior capacidade de gerar potência na água pela adaptação muscular ao movimento do nado (Girold et al., 2012). Paralelamente, apesar dos valores de DC não terem demonstrado significância estatística, revelaram uma tendência de crescimento ao longo do tempo, o que de certa forma

vem atestar a capacidade de eficácia na realização das ações inter-segmentares por estes alunos, e uma ligeira melhoria no seu nível competitivo. Uma maior expertise em natação tende a ser evidenciada com maiores valores de eficácia traduzidos pela distância horizontal do ciclo de nado (Komar et al., 2014). Este é um processo suportado pela automaticidade de “skills” vivenciados ao longo do ano e que suporta a melhoria do controlo motor durante a execução técnica (Logan, 1985).

No presente estudo, existiu uma tendência para os alunos se tornarem mais eficientes ao longo do ano letivo. O IN tem sido usado com um indicador de eficiência pela sua relação com indicadores energéticos ao nível da capacidade preditiva do consumo máximo de oxigénio e do custo energético (Costill et al., 1985). Os valores da nossa amostra apresentaram-se naturalmente mais baixos, tanto a crol (1,61-1,74 m²/s) como a costas (1,35-1,44 m²/s), quando comparados com nadadores de nível competitivo superior (~3-5 m²/s) (Jesus et al., 2011). Este facto poderá tão simplesmente ser explicado devido ao menor nível de expertise dos nossos sujeitos. De facto, o IN tem sido um indicador discriminante de níveis competitivos, onde os mais capazes apresentam valores mais elevados (Toussaint et al., 1990; Sánchez & Arellano, 2002; Costa et al., 2012). Os valores de IN revelaram um ligeiro aumento ao longo do ano em crol e costas, contudo sem significado estatístico, mas muito próximos do valor de corte ($p = 0,09$ e $p = 0,14$, respetivamente). Os valores mais elevados a crol, comparativamente a costas, estão de acordo com o proposto pela literatura (Sánchez & Arellano, 2002). Este ligeiro aumento sem significado estatístico está de acordo com evidências de estudos longitudinais anteriores com nadadores de elite (Costa et al., 2012). Estando o IN dependente da v e da DC, este fenómeno revela uma adaptação em termos motores ao nível da DC para velocidades de nado cada vez mais exigentes.

A dv tem sido popularizada como outro indicador de eficiência de nado com um efeito direto no custo energético (Barbosa et al., 2013). A sua redução traduz uma diminuição do custo energético para cumprir uma dada distância. Este facto foi corroborado por reduções significativas na dv a crol com grande expressão no segundo semestre ($p = 0,02$). Contrariamente, a dv em nadadores jovens parece manter-se inalterada ao longo de uma época de treino (Morais et al., 2013). A dv apresenta-se como uma variável discriminativa dos diferentes eventos ocorridos num único ciclo de nado (Barbosa et al., 2010) e a sua conjugação quis-se aperfeiçoada ao longo do ano. Em termos de controlo motor, a obtenção de ótimas relações técnicas depende de uma prática adequada e de um sistema de controlo motor altamente complexo (Schmidt, 1988). Certamente que as tarefas de ensino de complexidade crescente propostas a estes alunos, potenciaram uma distribuição o mais uniforme possível das ações propulsivas ao longo do ciclo gestual, representando um fator de eficiência de nado fundamental, culminando com uma melhor habilidade técnica. Os valores de dv demonstraram-se muito semelhantes em ambas as técnicas alternadas. Na comparação das diferentes técnicas de nado, a literatura reporta as técnicas de crol e de costas com menores valores de dv , quando comparadas com as restantes técnicas de nado (Barbosa et al., 2006).

Ao longo de todo o ano letivo assistiu-se também a uma melhoria na Perf em ambas as técnicas de nado. A facilidade de obter adaptações numa distância de nado tão curta revela a eficácia do programa implementado. Naturalmente que será mais fácil para nadadores não experts imprimirem melhorias no seu rendimento do que nadadores experts. Ao longo de um ano, nadadores de menor nível competitivo apresentaram uma maior magnitude de melhoria na sua performance quando comparados com nadadores de melhor nível (Costa et al., 2012). De realçar que a crol a variação significativa na Perf foi observada apenas no segundo semestre ($p < 0,01$), enquanto que a costas este facto constatou-se tanto no primeiro ($p = 0,02$) como no segundo semestre ($p = 0,04$). Isto pode ser explicado por uma maior experiência prévia de execução na técnica de crol quando comparada com a técnica de costas. Geralmente, em situações de recreação e lazer, assume-se mais facilmente uma posição de nado ventral do que dorsal, pelo receio que esta última acarreta. Como tal é expectável que o aluno tenha uma melhor qualidade técnica a crol e, conseqüentemente, melhor prestação quando comparado com a técnica de costas. No entanto, uma maior quantidade de horas no segundo semestre permitiu uma maior consolidação técnica a crol, já previamente referenciada, que culminou com uma melhor prestação na distância analisada.

Tentou-se recorrer aos coeficientes de correlação para aferir que variável melhor se poderia associar com a Perf nos três momentos de avaliação. Com exceção da v, os valores mais altos foram registados para o IN com associações significativas e elevadas tanto em crol ($-0,65 \leq r \leq -0,85$) como em costas ($-0,89 \leq r \leq -0,90$) ao longo de todo o ano letivo. Isto vem atestar a importância deste indicador para aferir de que forma o programa de ensino está a ter impacto na qualidade técnica dos alunos inseridos num programa deste género. Já em nadadores de elite o IN foi considerado como a variável com maior associação ($-0,77 \leq r \leq -0,95$) com a performance ao longo de um ano competitivo (Costa et al., 2012). No entanto, importa reter que o IN tem um efeito duplo da velocidade (Costil et al., 1985). Estatisticamente falando, existe um efeito de multicolineariedade que impõe algum cuidado na interpretação do IN e nas adaptações que este revela ao longo dos programas (Barbosa et al., 2005).

Capítulo V

Conclusões e propostas futuras

5.1 – Conclusões

Os resultados do presente estudo sugerem que as unidades curriculares de natação com semelhanças ao programa implementado promovem variações significativas na cinemática e na eficiência de nado dos alunos universitários que os frequentam. Apesar de nem todos os indicadores atingirem o valor de corte da significância estatística vêm-se confirmadas as hipóteses H1 e H2. Este tipo de adaptações revelou-se mais acentuada ao longo do segundo semestre por meio de um maior número de horas a frequentar a disciplina. As maiores associações com a performance foram observadas para o IN (com exceção da v), o que aponta este indicador como uma ferramenta útil na monitorização da eficiência e adaptação motora dos alunos universitários ao longo do ano letivo.

5.2 - Propostas Futuras

Analisar as adaptações promovidas em sujeitos inseridos nestes programas ao nível de outros indicadores de qualidade técnica (p.e. índice de coordenação) e ativação neuromuscular (EMG).

Analisar as adaptações promovidas em sujeitos inseridos nestes programas ao nível da sua componente energética.

Analisar as adaptações nas restantes técnicas de nado e nas técnicas de partir e de virar na natação pura.

Analisar as adaptações com diferentes desenhos de programas (p.e períodos mais curtos; períodos mais alargados; com diferentes modelos de ensino).

Capítulo VI

BIBLIOGRAFIA

Adrian, M. & Cooper, J.(1995). *Biomechanics of Human Movement*. Indianapolis, Indiana: Benchmark Press.

Amadio, A. (1989). *Fundamentos da Biomecânica do Esporte. Considerações sobre a Análise Cinética e Aspectos Neuro-musculares do Movimento*. Tese de Doutorado Não Publicada, Escola de Educação Física - Universidade de São Paulo, Brasil.

Amadio, A. (1996). *Fundamentos Biomecânicos para a Análise do Movimento Humano*. São Paulo: Laboratório de Biomecânica.

Anderson, M., Hopkins, W., Roberts, A. & Pyne, D. (2006). Monitoring seasonal and long-term changes in test performance in elite swimmers. *European Journal of Sport Science*, 66, 145-154.

Barbosa, T. & Queirós, T. (2004). *Ensino da natação. Uma perspectiva metodológica para abordagem das habilidades motoras aquática básicas*. Lisboa: Xistarca.

Barbosa, T. & Queirós, T. (2005). *Manual Prático de Atividades Aquáticas e Hidroginástica*. Lisboa: Xistarca.

Barbosa, T. (2007). As faltas técnicas, dos alunos, mais usuais nas classes de natação: Observação, identificação e intervenção do professor. *Horizonte*, XXI(126), 7-15.

Barbosa, T., Bragada, J., Reis, V., Marinho, D., Carvalho, C. & Silva, A. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 262-269.

Barbosa, T., Costa, M., Morais, J. & Pendergast, D. (2015). Comparison of classical kinematics variability and nonlinear parameters over the four swimming strokes: pilot study. In *Proceedings of the 25th International Society of Biomechanics Congress*. Scottish Exhibition and Conference Centre, Glasgow, UK.

Barbosa, T., Costa, M., Morais, J., Jesus, S., Marques, M., Batista, J. & Gonçalves, J. (2011a). Conception, development and validation of a software interface to assess human's horizontal intra-cyclic velocity with a mechanical speedometer. In Siny Jan, S., Feipel, V., Aerenhout, D., Baeyens, J., Carpentier, A., Cattrysse, E., Clarys, J., Duchateau, J., Guissard, N., Leloup, T., Provyn, S., Rooze, M., Scafoglieri, A., Schuind, F., Roy, V. & Warzée, N. (Eds.). *Proceedings of the XXIIIrd Congress of the International Society of Biomechanics*. Brussels: Université Libre de Brussels & Université D'Europe.

- Barbosa, T., Costa, M., Morais, J., Jesus, S., Silva, J., Batista, J. & Gonçalves, J. (2011b).** Validation of an integrated system to assess horizontal intra-cyclic velocity with a mechanical speedo-meter. In Vilas-Boas, J., Machado, L., Kim, W. & Veloso, A. (Eds.). *Biomechanics in Sports. Portuguese Journal of Sports Science*, 29, 833-835.
- Barbosa, T., Fernandes, R., Keskinen, K. & Vilas-Boas, J. (2008).** The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 103, 139-149.
- Barbosa, T., Keskinen, K., Fernandes, R., Colaço, C., Carmo, C. & Vilas-Boas, J. (2005).** Relationship between energetic, stroke determinants and velocity in butterfly stroke. *International Journal of Sports Medicine*, 26(10), 841-846.
- Barbosa, T., Lima, F., Portela, A., Novais, D., Machado, L., Colaço, P., Gonçalves, P., Fernandes, R., Keskinen, K. & Vilas-Boas, J. (2006).** Relationships between energy cost, swimming velocity and speedfluctuation in competitive swimming strokes. In Vilas-Boas, J., Alves, F. & Marques, A. (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X. Portuguese Journal of Sports Sciences*, 2, 28-29.
- Barbosa, T., Morouço, P., Jesus, S., Feitosa, W., Costa, M., Marinho, D. & Garrido, N. (2012).** The interaction between intra-cyclic variation of the velocity and mean swimming velocity in young competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 33, 1-8.
- Barbosa, T., Morouço, P., Jesus, S., Feitosa, W., Costa, M., Marinho, D., Silva, A. & Garrido, N. (2013).** Interaction between speed fluctuation and swimming velocity in young competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 123-130.
- Barbosa, T., Morouço, P., Jesus, S., Feitosa, W., Costa, M., Marinho, D., Silva, A. & Garrido, N. (2013).** The interaction between intra-cyclic variation of the velocity and mean swimming velocity in young competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 123-130.
- Barbosa, T., Santos Silva, J., Sousa, F. & Vilas-Boas, J. (2003).** Comparative study of the response of kinematical variables from the hip and the center of mass in butterfly swimmers. In Chatard, J. (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX (93-98)*. St. Etienne: University of St. Etienne Publications.
- Bartlett R (1997).** *Introduction to Sports Biomechanics*. New York: E & FN Spon.
- Baumman, W. (1995).** Métodos de Medição e Campos de Aplicação da Biomecânica: Estado da Arte e Perspectivas. In *VI Congresso Brasileiro de Biomecânica*, Brasília.
- Baumman, W. (2005).** *Compreender o behaviorismo: comportamento, cultura e evolução* (2ª ed. revista). Porto Alegre: Artmed Editora S.A.

Bideault G¹, Herault R, Seifert L. J Sci Med Sport.(2013) May;16(3):281-5. doi: 10.1016/j.jsams.2012.08.001. Epub 2012 Aug 24. **Data modelling reveals inter-individual variability of front crawl swimming.**

Boas, J. (2006). Videogrametrically and acelocimetrically assessment intracyclic variations of the velocity in breaststroke. *Biomechanics and Medicine inSwimming X*, 6, 201–282.

Boff, V. (2009). *Analisar as estratégias pedagógicas utilizadas para o ensino da natação na educação física escolar em uma escola estadual localizada na Serra Gaúcha*. Monografia de Licenciatura, Centro Universitário Feevale – Brasil.

Campanico, J. (2000). *Apresentação de uma proposta de níveis de progressão técnica no processo ensino-aprendizagem em natação. XXII Congresso da APTN*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Capitão, F., Lima, A., Gonçalves, P., Morouço, P., Silva, M., Fernandes, R. & Vilas-Boas, J. (2006). Videogrametrically and acelocimetrically assessment intracyclic variations of the velocity in breaststroke. *Biomechanics and Medicine in Swimming X*, 6, 201–282.

Caputo, F., Lucas, R., Greco, C. & Denadai, B. (2000). Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. *Revista Brasileira Ciências e Movimento*,8(3), 7-13.

Carr, G. (1997). *Mechanics of Sports. Human Kinetics*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Catteau, R. & Garoff, G. (1990). *O ensino da natação* (3ª ed). São Paulo: Manole.

Chollet, D., Moretto, P., Pelayo, P. & Sidney, M. (1996).Energetic effects of velocity and stroke rate control in non-expert swimmers. *Biomechanics and Medicine in Swimming VII*, 172-176.

Correia, P., Santos, P. & Veloso, A. (1993). *Electromiografia – Fundamentação Fisiológica, Métodos de Recolha e Processamento. Aplicações Cinesiológicas*. Lisboa: Edições FMH.

Corte-Real, N., Dias, C., Corredeira, R., Barreiros, A., Bastos, T. & Fonseca, A. (2008). Prática desportiva de estudantes universitários: o caso da universidade do porto. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 8(2), 219-228.

Costa, M., Bragada, J., Mejias, J., Louro, H., Marinho, D., Silva, A. & Barbosa, T. (2012). Tracking the performance, energetics and biomechanics of international versus national level swimmers during a competitive season. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 811-820.

Costa, M., Bragada, J., Marinho, D., Lopes, V., Silva, A. & Barbosa, T. (2013). Longitudinal study in male swimmers: a hierachicalmodeling of energetics and biomechanical contributions for performance.*Journal of Sports Science & Medicine*. 12(4), 614-622.

- Costill, D., Kovaleski, J., Porter, D., Kirwan, R., 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.; Maglischo, E. & Richardson, A.** (1992). *Swimming*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Craig, A., Pendergast, D.** (1979). Relationship of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 11(3), 278-283.
- Craig, A., Skehan, P., Pawelczyk, A. & Boomer, W.** (1985). Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine Science Sports Exercice*.17(6), 625-634.
- De Luca, C.** (1993). The use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(2), 135-163.
- Dietrich, K., Dürrwächter, G. & Schaller, H.** (1984). *Os grandes jogos: metodologia e prática*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico.
- East, D.** (1970). *Swimming: an analysis of stroke frequency, stroke length and performance*. *New Zealand Journal of Health, Physical Education and Recreation*, 13, 16-27.
- Engelmann, A.** (2002). A Psicologia da Gestalt e a Ciência Empírica Contemporânea. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 1(1), 1-16.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. & Buchner, A.** (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175-191.
- Ferguson, C.** (2009). An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice*, 40(5), 532-538.
- Fernandes, R., Ribeiro, J., Figueiredo, P., Seifert, L. & Vilas-Boas, J.** (2012). Kinematics of the Hip and Body Center of Mass in Front Crawl. *Journal of Human Kinetics*, 33, 15-23.
- Ferraz, C. & Silva, A.** (2011). *As técnicas alternadas em Natação Pura Desportiva. Modelo Biomecânico, modelo técnico, modelo de ensino*. Vila Real: Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano.
- Girold, S., Jalab, C., Bernard, O., Carette, P., Kemoun, G. & Dugué, B.** (2012). Dry-land strength training vs. electrical stimulation in sprint swimming performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26, 497-505.

- Greco, P.** (1998). *Iniciação esportiva universal: Metodologia da iniciação na escola e no clube*. Belo Horizonte: UFMG.
- Hall, S.** (2005). *Biomecânica Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Hay, G.** (1993). *The Biomechanics of Sports Techniques* (4th ed.). Englewo Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Hay, J. & Guimarães, A.** (1983). A quantitative look at swimming biomechanics. *Swimming Technique*, 20(2),11-17.
- Hay, J. & Reid, J.** (1982). *The anatomical and mechanical bases of human motions*. Englewo Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Hay, J.** (1978). *The Biomechanics of Sports Techniques* (2th ed.). Englewo Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Huijing, P., Hollander, A. & De Groot, G.** (1983). Efficiency and specificity of training inswimming: an editorial. In Hollander, A. & De Groot, G., (Eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming* (16). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Huot-Marchand, F., Nesi, X., Sidney, M., Albery, M. & Pelayo, P.** (2005). Variatons of stroking parameters associated with 200-m competitive performance improvement in top-standard front crawl swimmers. *Sports Biomechanics*, 4, 89-99.
- Jesus, S., Costa, M., Marinho, D., Garrido, N., Silva, A. & Barbosa, T.** (2011). 13th FINA World Championship finals: stroke kinematical and race times according to performance, gender and event. In Vilas-Boas, J., Machado, L., Kim, W. & Veloso, A. (Eds). *Biomechanics in Sports. Portuguese Journal of Sport Science*, 29, 275-278.
- Keskinen, K. & Komi, P.** (1993). Intracycle variation in force, velocity and power as a measure of technique performance during front crawl swimming. In Bouisset, S., Métral, S. & Monod, H. (Eds.). Abstract. XIVth ISB Congress of Biomechanics, 676-677.
- Knudson, D. & Morrison, C.** (1997). *Qualitative analysis of human movement*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Komar, J., Sanders, R., Chollet, D. & Seifert, L.** (2014). Do qualitative changes in interlimb coordination lead to effectiveness of aquatic locomotion rather than efficiency? *Applied Biomechanics*, 30(2), 189-96.
- Leblanc, H., Seifert, L., Tourny-Chollet, C. & Chollet, D.** (2007). Intra-cyclic distance per stroke phase, velocity fluctuation and acceleration time ratio of a breaststroker's hip: a comparison between elite and nonelite swimmers at different race paces. *International Journal of Sports & Medicine*, 28, 140-147.

- Lima, W.** (1999). *Ensinando natação* (2ª ed.). Sao Paulo: Phorte Editora.
- Logan, G.** (1985). Skill and automaticity: relation, implication and future directions. *Canadian Journal of Psychology*, 39, 367-386.
- Machado, D** (1978). *Metodologia da natação*. São Paulo: E.P.U.
- Maglischo, C., Maglischo, E. & Santos, T.** (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(2), 11-17.
- Maglischo, E.** (2003). *Swimming fastest: The essential reference on technique, training, and program design* (revised edition). USA: EdwardsBrothers.
- Marques, R. & Galhardo, E.** (2009). Estudo comparativo entre concepções metodológicas para o ensino técnico da natação. *Revista Digital*, 128, 1-1.
- Mcginis, P.** (1999). *Biomechanics of Sports and Exercise*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Morais, J., Jesus, S., Lopes, V., Garrido, N., Silva, A., Marinho, D. & Barbosa, T.** (2012). Linking selected kinematic, anthropometric and hydrodynamic variables to young swimmer performance. *Pediatric Exercise Science*, 24, 649-664.
- Morais, J., Marques, M., Marinho, D., Silva, A. & Barbosa, T.** (2014). Longitudinal modeling in sports: young swimmers' performance and biomechanics profile. *Human Movement Science*, 37,111-122.
- Morais, J., Saavedra, J., Costa, M., Silva, A., Marinho, D. & Barbosa, T.** (2013). Tracking young talented swimmers: follow-up of performance and its biomechanical determinant factors. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 15(3), 129-38.
- Moreira, M., Moraes, J., Marinho, D., Silva, A., Barbosa, T. & Costa, M.** (2014). Growth influences biomechanical profile of talented swimmers during the summer break. *Sports Biomechanics*, 13(1), 62-74.
- Olkoski, M., Tosset, D., Wentz, M. & Matheus, S.** (2010). Comportamento de variáveis fisiológicas durante a aula de hidroginástica com mulheres. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 12(1),43-48.
- Pai, Y., Hay, J. & Wilson, B.** (1986). Stroking techniques of elite swimmers. In Hay, J. (Ed.), *Starting, Stroking and Turning (a compilation of research on the biomechanics of swimming of the University of Iowa, 1983-86)*, 115-129. Biomechanics laboratory,department of exercise science. Iowa: University of Iowa.

Rangel, M. (2007). *Métodos de Ensino para a Aprendizagem e a Dinamização das Aulas* (3ª ed.). São Paulo: Papirus.

Raposo, A. (1990). A avaliação da eficácia de nado. *Revista de Natação*, 3(11), 4-7.

Reischle, K. (1979). A kinematic investigation of movement patterns in swimming with photo-optical methods. In Terauds, J. & Bedingfield, E. (Eds.), *Swimming 11*, 127-136. Baltimore: University Park Press.

Sánchez, J. & Arellano, R. (2002). Stroke index values according to level, gender, swimming style and event race distance. In Gianikellis, K. (Ed.), *Proceedings of the XXth International Symposium on Biomechanics in Sports*, 56-59. Cáceres: Universidad de Extremadura.

Schmidt, R. (1988). *Motor control and learning*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers

Schnitzler, C., Seifert, L., Ernwein, V. & Chollet, D. (2008). Arm coordination adaptations assessment in swimming. *International Journal of Sports & Medicine*, 29, 480-486.

Silva, A. & Moreira, A (2003). Instrumentos de avaliação da eficácia técnica em natação: pertinência científica e operacionalidade pedagógica. *Desporto, Investigação e Ciência*, 2, 61-80.

Silva, J. (1994). Estudo de indicadores cinemáticos gerais em provas de estilo livre. In *XVII Congresso Técnico da APTN*, Figueira de Foz.

Termin, B. & Pendergast, D. (2000). Training using the stroke-frequency velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. *Journal of Swimming Research*, 14, 9-17.

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

Toussaint, H. (1992). Performance determining factors in front crawl swimming. In Maclaren, D., Reilly, T. & Lees, A. (Eds), *Biomechanics and Medicine in Swimming VI*. London: E & FN Spon, 13-32.

Velasco, C. (1994). *Natação segundo a psicomotricidade*. Rio de Janeiro: Sprint.

Vilas Boas, J. (1997). Estado actual da investigação científica sobre técnica em natação. In *17º congresso da Association Española de Tecnicos de Natación e 4º Congresso Ibérico*. Camargo, Cantabria, Espanha.

Webb, P. (1971). The swimming energetics of trout. I. Thrust and power output at cruising speeds. *Journal of Experimental Biology*, 55(2), 489-520.

Winter, E. (2008). Use and misuse of the term "significant". *Journal of Sports & Science*. 26(5), 429-430.

Zamparo, P., Bonifazi, M., Faina, M., Milan, A., Sardella, F., Schena F, et al. (2005). Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 94(5-6), 697-704.

Zamparo, P., Pendergast, D., Termin, A. & Minetti, A. (2006). Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness. *European Journal of Applied Physiology*, 96(4), 459-70.

Zatsiorsky, W., Aruin, A. & Seluyanov, W. (1982b). Massengeometrie des Menschlichen Körpers (II). *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 7, 533-541.

Zatsiorsky, W., Aruin, A. & Seluyanov, W. (1982a). Massengeometrie des Menschlichen Körpers (I). *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 6, 416-423.