

Natação e Atividades Aquáticas

Pedagogia,
Treino e Investigação

Editores Pedro Morouço, Nuno Batalha
& Ricardo J. Fernandes



Natação e Atividades Aquáticas

Pedagogia,
Treino e Investigação

Editores Pedro Morouço, Nuno Batalha
& Ricardo J. Fernandes



Ficha técnica

Título

Natação e Atividades Aquáticas:
Pedagogia, Treino e Investigação

Editores

Pedro Morouço
Nuno Batalha
Ricardo J. Fernandes

Edição

Escola Superior de Educação e Ciências Sociais — Instituto Politécnico de Leiria
Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado do Produto

Grafismo e Composição

Leonel Brites

ISBN

978-989-8797-11-7

Depósito Legal

—

Índice

- 2 Ficha técnica**
- 5 Nota Introdutória**
- 7 Prefácio**
- 13 Adaptação ao meio aquático: características, forças e restrições**
Flávio A. Castro, Ricardo A. Correia, Rossane T. Wizer
- 27 À descoberta do meio aquático: o método CEReKi para o ensino da adaptação ao meio aquático**
Morgado Liliane, Aldo Costa, Mornard Manhattan, Vandermeulen Mary, Delvaux Anne, Jidovtseff Boris
- 42 Proposta metodológica para o ensino da técnica de mariposa**
Susana Soares, Ricardo J. Fernandes, João Paulo Vilas-Boas
- 55 Caracterização dos Domínios de Intensidade de Exercício na Natação Pura Desportiva**
Mário Cunha Espada, Aldo Matos da Costa, Ana Silveira Conceição, Hugo Duarte Louro, Dalton Müller Pessoa Filho, Francisco Bessone Alves
- 74 Conceptualização e operacionalização do treino de nadadores juvenis no Clube Desportivo de Estarreja**
Vitor Mano, Ana Mano, Jorge Crespo, Ricardo J. Fernandes
- 96 Maturação, tamanho corporal, variáveis funcionais e desempenho em jovens nadadores pré pubertários**
Rui Pedro Borges, António Figueiredo, Manuel João Coelho e Silva, Luís Rama
- 115 A evolução na velocidade de nado durante 24 semanas de treino em jovens nadadores**
Daniel A. Marinho, Paulo J. Barros, M. Helena Gil, António B. Sousa, Henrique P. Neiva
- 125 Treino da força em seco para nadadores**
Pedro Morouço, Nuno Batalha, Nuno Amaro, Daniel Marinho, Mário Marques, Ricardo J. Fernandes
- 135 Efeitos agudos de um programa de treino de prevenção de lesões na força e equilíbrio muscular dos rotadores do ombro em nadadores.**
Carlos Paixão, António Silva, Nuno Batalha
- 153 Métodos hipóxicos e desempenho na natação**
Ricardo Minhalma, João Beckert, Francisco Alves
- 171 Padrão comportamental da técnica do crol em maratonista aquático de elite**
José Nilton de Campos Pereira

- 183 Caracterização fisiológica de nadadores com deficiência físico-motora**
Valdir Junior, Kelly de Jesus, Rodrigo Zacca, Tiago Marques, Rui Corredeira, Daniel J. Daly, Ricardo J. Fernandes
- 195 Teste funcional de desempenho da agilidade para jogadores de polo aquático competitivo**
Guilherme Tucher, Flávio Antônio de Souza Castro, Nuno Domingos Garrido
- 220 Salvamento desportivo em piscina: caracterização, iniciação desportiva, treino e investigação**
J. Arturo Abraldes, Ricardo J. Fernandes
- 243 Razões da motivação e abandono da prática da natação – perspetiva dos nadadores e treinadores**
Jorge A. Crespo, Dina A. Miragaia
- 271 Associação entre o alelo I do gene da ECA e a velocidade crítica de nado**
Aldo Matos da Costa, António José Silva, Luiza Breitenfeld Granadeiro
- 286 Electromiografia na natação: metodologia e aplicações práticas**
Ana Conceição, Hugo Louro
- 301 Existe alguma relação entre força isocinética, força em situação de nado amarrado e performance? Um estudo piloto em jovens nadadores.**
João Peixe, Pedro Morouço, Nuno Amaro, Daniel A. Marinho, Nuno Batalha
- 316 Variantes da hidroginástica: contributo técnico-científico para uma prescrição individualizada**
Mário J. Costa, Tiago M. Barbosa
- 325 Efeitos de um programa de 12 semanas de Hidroginástica na postura corporal de mulheres de meia-idade**
Paula Matias, Jorge E. Morais, Mário J. Costa, Tiago M. Barbosa

Nota Introdutória

A produção científica (artigos científicos, livros, resumos em congressos nacionais e internacionais) prova que a investigação em Portugal sobre o rendimento em natação pura desportiva é reconhecida internacionalmente como sendo de excelência. Para além disso, é notória uma maior aproximação entre a academia e a comunidade técnica da modalidade, no sentido em que se tem tentado adotar essas descobertas científicas para a avaliação de nadadores e controlo do processo de treino, assim como para o seu planeamento e periodização. Complementarmente, tem-se verificado um incremento de estudos em outras áreas das atividades aquáticas, ora numa perspetiva pedagógico/didática, de lazer e, até, de prescrição para a saúde.

Assim, é com enorme satisfação que apresentamos a primeira coletânea de trabalhos de diversos grupos de investigação, instituições de ensino superior e clubes desportivos a nível nacional e internacional. Numa época em que a partilha de conhecimento é ferramenta essencial para almejar novos avanços e descobertas, registamos com agrado os contributos rececionados das áreas da pedagogia, treino e investigação. Reconhecemos que a divisão pelas referidas áreas não foi equilibrada quantitativamente, mas o leitor poderá constatar facilmente que vários capítulos incidem em mais do que uma das áreas do saber.

Boa leitura.

Prefácio

Três docentes universitários (Pedro Morouço, Nuno Batalha e Ricardo J. Fernandes), doutorados na área da natação, oriundos da prática, como praticantes, formadores e, agora, na qualidade de investigadores, resolveram, e bem, dar à estampa, este livro cujo conteúdo engloba um conjunto de trabalhos produzidos por especialistas na orla da esfera académica.

Divulgar o que se vai fazendo é uma atitude muito louvável pois nem sempre é assim. Sobretudo quando se olvida que um dos atributos dos estudos universitários é produzir novos conhecimentos para os aplicar à realidade social. Com o advento das Faculdades e Escolas Superiores centradas no campo do desporto, e o ganho de credibilidade justamente conquistada, mais curial se tornou a divulgação de trabalhos específicos, para mais em língua portuguesa, que têm pontificado na missão de promover uma cada vez maior capacitação técnica dos profissionais da natação portuguesa. Luta, podemos dizer assim, em abono da verdade, de que não podemos esquecer a Associação Portuguesa de Técnicos de Natação, quase quarenta anos sem paragens, bem como o Departamento específico da FPN os quais estiveram um pouco desamparados...

Sabemos como em plena era do Conhecimento que quem lá chegar primeiro ganha vantagem. Logo quem o produz tem o dever de o tornar acessível a todos os responsáveis por quem lidera os vários níveis de prática. O tempo do bloco dos que trabalham na borda das piscinas e os que se dedicam ao ensino teórico e investigam na procura de novas metodologias sem que tenha um fim, urge ser esbatido. Uns e outros denotam nos dias de hoje uma nova atitude. A partilha de conhecimentos é, pois, fundamental.

Os professores da Faculdade orientam os seus estudos, as suas investigações, considerando a sua ligação à realidade ensinando o modo como novos conhecimentos científicos se aplicam na prática, numa tarefa que tem de ser permanente. Os técnicos, por sua vez, têm de ter em conta a constante evolução científica e requerer a forma e o processo de empregar correctamente os conhecimentos, daqueles emanados.

Nem só Ciência fechada entre quatro paredes, nem mais a altivez de dizer que se possui o cheiro do cloro das piscinas e que este pre-

dicado resolve todos os problemas. A interação entre experiência e teoria são os dois tónicos que alimentam a Ciência. Mas, sempre, sem omitir uma atitude exigente de aprender, correctamente, a aplicabilidade prática dos novos conhecimentos.

Em termos de natação e particularmente na esfera não académica que domina a esmagadora maioria dos postos de trabalho na modalidade ressalta, portanto, a importância de uma formação permanente. Com os novos meios de comunicação e o acesso a uma informação exterior, como nunca, é necessário não adormecer com o decorrer dos anos. O perigo de cair numa rotina que a facilitação de processos pela experiência adquirida provoca é uma realidade que muitas vezes conduz a uma perda de motivação inibidora da procura constante da melhoria de métodos de trabalho. Tanto no ensino como no treino. Mas, principalmente neste campo, é nossa sensação que casos de sucesso não continuados são fruto de se perder em confronto com quem surge a aparecer mais fundamentado, passando aqueles de treinadores de “médico especialista” a “médico de clínica geral”.

Exige-se um investimento pessoal na formação permanente, uma nova “Atitude perante a Ciência” bem como capacidade contínua para adquirir novos conhecimentos e como se aplicam na prática. Actualmente, quase não há nada que não se possa saber nem caminho oculto que não se possa desvendar.

Estamos em plena **era do conhecimento**.

Tê-lo é não só essencial para estarmos na luta pela inclusão social como ainda é imprescindível para manter um posto de trabalho ou conquistar a subida a um nível superior. Tanto mais que um técnico trabalha cada vez menos de forma isolada. A capacidade para ser parte integrante de uma equipa pluridisciplinar exige uma abrangência enorme de conhecimentos para integrar activamente um processo.

Vinte artigos de outros tantos autores compõem este primeiro livro. Como se disse, procura-se uma partilha de conhecimentos, e se bem que se tenha seleccionado cada artigo com algum critério, o estabelecimento de uma articulação perfeita é neste tipo de colectânea difícil. Interessou no caso vertente considerar três áreas fundamentais.

A Didáctica, peça importante na organização do nosso trabalho, que fundamenta a acção do professor e que ajuda o aluno a melhor resolver as suas dificuldades. O Treino e os seus infindáveis caminhos para

melhorar o rendimento desportivo, e a Investigação pela necessidade de desenvolver a cultura de justificações mais consolidadas.

Caberá à massa crítica a quem este livro se destina julgar da utilidade deste propósito.

José António Sacadura
Rio Maior/Julho de 2016

Pedagogia

Adaptação ao meio aquático: características, forças e restrições

Flávio A. Castro¹, Ricardo A. Correia¹, Rossane T. Wizer¹

Introdução

O processo de adaptação ao meio aquático (AMA) é reconhecido como fundamental para o desenvolvimento de habilidades motoras relacionadas ao aprendizado das técnicas dos esportes aquáticos (Canossa, Fernandes, Carmo, Andrade & Soares, 2007): natação (pura e águas abertas), polo aquático, natação sincronizada e saltos ornamentais. Esse processo, desenvolvido com diferentes estratégias, dependentes de distintos objetivos e populações, fundamenta-se na premissa de que o ser humano não é, por princípio, um ser aquático, e assim deveria desenvolver funções motoras básicas (equilíbrio, respiração e propulsão) nesse novo meio (Fernandes & da Costa, 2006). Porém, tal premissa fundamenta-se nas características físicas da água, distintas do meio terrestre, que acabam por determinar novos comportamentos motores frente às forças que surgem como restrições a partir das interações do corpo com o meio.

Todo o processo de AMA pode ser melhor entendido quando são visualizadas as restrições que nele estão envolvidas: de acordo com Newell (1986), são as restrições do ambiente, do organismo e da tarefa, quando integradas, que desencadeiam as mudanças do movimento no decorrer do desenvolvimento. É por meio da interação e adaptação entre elas que surgem novos comportamentos e se modificam outros. Ao considerar a infinidade de variáveis intervenientes no processo de desenvolvimento e ainda as interações possíveis entre elas, se torna impossível mapear todos os fatores que interferiram e interferem no desenvolvimento do indivíduo. Porém, quando se estuda a questão específica da AMA, o ambiente, novo, com características diversas daquele que vivemos, parece apresentar as mais importantes restrições necessárias para o desenvolvimento motor aquático. Já que o organismo, nesse caso o indivíduo que vai se adaptar, e a tarefa (ou tarefas: respiração, equilíbrio e propulsão)

¹ Grupo de Pesquisa em Esportes Aquáticos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

dependem da imersão no meio aquático. São objetivos do período de adaptação, segundo Freudenheim, Gama e Carracedo (2003): a conquista do equilíbrio, a autonomia motora e a adaptação dos órgãos sensoriais. Por outro lado, há que se considerar esta situação como um sistema dinâmico, em que qualquer mudança que afete um dos elementos da tríade organismo-ambiente-tarefa afetará os demais e também a interação entre eles. O sistema precisa então se adaptar constantemente às novas condições impostas pelas restrições. Assim, surge o conceito de auto-organização dos sistemas.

A auto-organização é uma propriedade dos sistemas dinâmicos e complexos (Kamm, Thelen & Jensen, 1990), que ocorre quando os componentes de um sistema interagem e passam a influenciar o comportamento dos outros componentes do próprio sistema. De acordo com a teoria dos sistemas dinâmicos, o desenvolvimento caracteriza-se por ser o surgimento de novas formas de comportamento ainda mais complexas que as anteriores. Às vezes essa influência não conduz a mudanças perceptíveis no sistema, contudo mudanças críticas em componentes centrais podem levar a uma nova ordem do sistema. Esse novo estado de organização do comportamento surge à medida que formas mais antigas de comportamento perdem estabilidade (Kamm, Thelen & Jensen, 1990). Essa perda de estabilidade é gerada em seres humanos pela influência advinda das restrições do indivíduo, do ambiente e da tarefa. Isto quer dizer que quando um determinado subsistema se altera além de um ponto crítico, gera instabilidade e leva todo o sistema a um novo estado comportamental. O desenvolvimento, portanto, caracteriza-se por ser a mudança de um estado organizacional do sistema rumo a uma nova organização, com aumento progressivo de complexidade.

Ao traduzir essas questões para o desenvolvimento motor aquático, especificamente para o processo de AMA, a compreensão prática, pelos alunos, das forças no meio aquático pode caracterizar e resumir o processo de AMA. Tais forças, embora também presentes no meio terrestre, ao passo que ar e água são fluidos, devem ser adequadamente percebidas para que o indivíduo aprenda, como resultados da AMA, novas formas de equilíbrio, respiração e propulsão, adequadas ao novo meio. Cabe ao professor, ao dominar os conceitos, as explicações e os efeitos dessas forças, gerar situações em que o iniciante no meio aquático desenvolva as habilidades motoras almejadas.

Este texto pretende conceituar e explicar as características físicas do meio aquático e das forças envolvidas na interação corpo-

-meio, compreendidas como restrições do ambiente, bem como exemplificar atividades que podem servir como situações em que as forças geradas sejam compreendidas e, ao fim, permitir adequados processos de desenvolvimento/aprendizagem no meio aquático.

Desenvolvimento

São apresentados e caracterizados, neste item, as características físicas do meio aquático, as forças estáticas e dinâmicas, as mudanças de equilíbrio, respiração e propulsão que ocorrem quando da mudança de meio e exemplos de atividades que caracterizem o processo de AMA vinculado à compreensão das forças como representantes das restrições para o desenvolvimento.

Relativamente às características físicas do meio, é de referir que a água é um fluído, e como tal, não pode resistir a forças de cisalhamento ou a tensões sem se mover, ou, ainda, tende a fluir ou deformar-se continuamente sob ação de forças tangenciais (Hall, 1993). Suas características ou propriedades físicas interferem nas respostas de um corpo nela imerso, esteja estático ou em movimento, o que altera a magnitude das forças envolvidas. Densidade (quociente entre massa e volume), peso específico (quociente entre peso e volume) e viscosidade (dificuldade que um fluído apresenta ao fluir) são as características que vão determinar a magnitude dessas forças. Em mesmas condições de temperatura e pressão, a água, em comparação ao ar, é cerca de 830 vezes mais densa, 829 vezes mais pesada e 55 vezes mais viscosa. Tais características conferem duas formas da água se apresentar: (1) em fluxo laminar, quando suas moléculas estão organizadas em camadas, fluem na mesma direção e velocidade ou estão imóveis e (2) fluxo turbulento, quando as moléculas estão desorganizadas, fluindo em diversas direções e velocidades (Hughes & Brighton, 1974).

A geração de fluxo turbulento ocorre sempre que uma nova força entra em contato com a água. Assim, por mais lentamente que um corpo entre na água, ocupará espaços antes ocupados por moléculas de água, que se deslocarão e, sucessivamente, empurrarão outras moléculas, o que irá gerar mais turbulência. Basicamente, quanto maior volume do corpo imerso, quanto maior a velocidade de deslocamento deste corpo, maior será o fluxo turbulento gerado. De modo fundamental, mas dependente de outras características que serão discutidas a seguir, quanto mais turbulento é o fluxo, menor é a força de atração entre as moléculas de água, o que torna mais difícil a aplicação de força propulsiva. Ao passo que quanto

mais laminar estiver o fluxo, maior será a pressão entre as moléculas de água. Tal situação é crítica quando um corpo se locomove no meio aquático: para gerar propulsão, deverá buscar fluxo laminar, mas, ao mesmo tempo, o fluxo laminar apresenta maiores forças contrárias ao deslocamento do corpo (arrasto).

Já as forças no meio aquático, aqui discutidas, podem ser classificadas em estáticas e dinâmicas (Castro & Loss, 2009): as estáticas existem independentemente de movimento, já as dinâmicas só existem quando há movimento do corpo no meio. Entre as forças estáticas, o empuxo também denominado de impulsão, e a pressão hidrostática, por diferentes razões, são de grande importância quando das atividades de iniciação, aperfeiçoamento e treinamento dos esportes aquáticos. Ao passo que natação, seja pura ou águas abertas, polo aquático e nado sincronizado dependem de deslocamentos no meio aquático, as forças dinâmicas, arrasto e propulsão, são fundamentais em todos os processos de aprendizado, aperfeiçoamento ou treinamento dessas modalidades.

O empuxo e seus efeitos: ao ocupar espaço antes preenchido pela água, um corpo desloca certo volume de água. Este volume de água deslocado exerce uma força vertical, para cima, sobre o corpo que a deslocou: o empuxo. O empuxo existe estando os corpos imersos de modo estático ou dinâmico. É uma força proporcional ao peso do volume de água deslocado pelo corpo. Ao passo que é vertical e para cima, possui ação contrária à gravidade, assim é a força responsável pela flutuação e pelo peso hidrostático (peso aparente de um corpo imerso) (Castro & Loss, 2009).

Para um corpo flutuar deve-se levar em consideração tanto o valor do empuxo total sobre o corpo, quanto a localização do centro de empuxo relativamente ao centro de massa. Assim, a relação entre empuxo e densidade do corpo passa a ser fundamental, já que corpos mais densos precisariam ocupar maiores espaços da água para receber maiores empuxos e flutuar, já corpos menos densos, com menores valores de empuxo, flutuam mais facilmente.

Em relação ao corpo humano, percentuais dos diferentes componentes corporais (especialmente tecidos adiposo, muscular e ósseo: densidade corporal) e localização dos mesmos passam a ter fundamental importância na flutuação: maiores percentuais de tecido adiposo e tecido adiposo dispersos pelo corpo fazem com que este corpo flutue de modo mais fácil e equilibrado em qualquer posição escolhida. Ao passo que maiores percentuais de tecido muscular,

principalmente nos membros inferiores, fazem com que estes tendam a afundar mais facilmente em comparação ao tronco, onde os pulmões reduzem a densidade.

Assim, momentos de força, gerados pelo peso e pelo empuxo, contribuem para um corpo ficar mais ou menos equilibrado ao flutuar, seja na posição vertical (quando as forças peso e empuxo são colineares, sem geração de momentos de força), seja na horizontal (quando momentos de força são gerados em mesma direção, sentidos opostos e a diferentes distâncias perpendiculares ao eixo de rotação do corpo; por exemplo, em decúbito, haverá momento de força para baixo, gerado pelo peso dos membros inferiores e um momento de força, para cima, gerado pelo empuxo que age no tronco, deste modo os membros inferiores irão imergir mais rapidamente).

Mesmo que não esteja flutuando, ao receber qualquer valor de empuxo, um corpo reduz seu peso aparente, já que empuxo e gravidade atuam em sentidos opostos. Este peso hidrostático é o resultado da soma entre peso e empuxo. Será tanto menor quanto mais imerso estiver o corpo, até que esteja completamente submerso e desloque o máximo de água possível. Ou seja, o peso aparente é o peso real menos o empuxo.

A pressão hidrostática e seus efeitos: quanto mais imerso um corpo, maior o peso da coluna de água sobre este corpo, cuja área se mantém praticamente constante, assim, maior será a pressão da água exercida sobre o corpo. O principal efeito da pressão hidrostática sobre o corpo, ao considerar os esportes aquáticos, é a bradicardia de imersão (Alberton & Kruehl, 2009). O débito cardíaco, volume de sangue ejetado em um minuto pelo ventrículo esquerdo, é a produto entre a frequência cardíaca e o volume sistólico. Apresenta relação positiva com a carga de trabalho: quanto maior a carga de trabalho, maior o débito cardíaco, a fim de manter a homeostasia dos tecidos em atividade (Astrand, 2006). A pressão hidrostática possui ação de facilitação de retorno venoso, que gera incremento de volume sistólico. Como o débito cardíaco é dependente da intensidade do exercício, maior volume sistólico gera, de modo consequente, menor frequência cardíaca, a fim de manter o débito cardíaco constante. Esta resposta é particularmente importante para o controle da intensidade de exercício, no meio aquático e na posição vertical, pela frequência cardíaca.

O arrasto e seus efeitos: o arrasto é uma força dinâmica, assim só existe quando o corpo se locomove. Compreende duas formas com-

plementares: arrasto passivo, quando o corpo se locomove ao ser rebocado, sem gerar movimentos por si só, e arrasto ativo, quando o deslocamento do corpo ocorre simultaneamente a movimentos do próprio corpo, que geram ou não propulsão. O primeiro depende, principalmente, das características antropométricas e da velocidade de deslocamento. O segundo depende, também, das diferentes posições assumidas a cada momento, pelo corpo e pelos segmentos corporais (Kolmogorov & Duplischeva, 1992).

De modo geral, o arrasto pode ser definido pelo produto entre uma constante que incorpora diversas características e o quadrado da velocidade de deslocamento. Porém, de acordo com Toussaint, Hollander, Berg e Vorontsov (2000), o arrasto, ou a força contrária ao deslocamento, pode ser decomposto em arrasto de superfície, arrasto de pressão e arrasto de onda. O arrasto de superfície está relacionado às moléculas de água que serão carregadas pelo corpo em movimento e é proporcional à velocidade de deslocamento, à área de superfície total do corpo em contato com o meio e à densidade da água, e inversamente proporcional à viscosidade da água. À determinada velocidade, a água torna-se turbulenta. O início da turbulência é frequentemente abrupto e pode ser estabelecido pelo número de Reynolds (número escalar adimensional), representando o arrasto de superfície:

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

Onde A_s representa o valor crítico onde a turbulência inicia; V a velocidade de deslocamento do nadador; L , as dimensões do indivíduo; ρ a densidade da água e η a viscosidade da água. Já o arrasto de pressão está relacionado com a separação das camadas de água, o que gera vórtices e diferenciais de pressão, e pode ser definida por:

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

Onde A_p representa o valor do arrasto de pressão; ρ a densidade da água; A_R , a área da seção transversa do corpo; v^2 , o quadrado da velocidade de deslocamento do corpo e C_D , o coeficiente de arrasto relacionado à forma do corpo. O arrasto de onda é definido pela velocidade da onda gerada pelo nadador à superfície água. A velo-

cidade relativa do nadador, junto com área do corpo e a gravidade determinam a magnitude do arrasto de onda, que é definida como o número de Froude:

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

Onde F_R representa o número de Froude (número escalar adimensional); v , a velocidade de deslocamento do nadador; g , a aceleração da gravidade e L , as dimensões do indivíduo. Essas três formas de arrasto, de acordo com Toussaint et al. (2000), podem ser generalizadas por:

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

Assim, ao se considerar as forças de arrasto encontradas pelo nadador na água, considerando constantes a densidade e a viscosidade da água e do corpo que se locomove, e a área da seção transversa do corpo do nadador, poderão alterar-se a forma do corpo (diferentes posições para execução das técnicas de nado) e a velocidade de deslocamento, que, então, definirão o arrasto encontrado. Uma das principais preocupações relacionadas ao arrasto é o custo energético das distintas tarefas no meio aquático: nadadores de diferentes níveis e modalidades buscam, de modo geral, aumentar suas velocidades de nado, porém tal incremento é acompanhado por incremento ao quadrado do arrasto, que irá incrementar o custo energético da tarefa (Barbosa et al., 2006).

A tensão superficial e seus efeitos: embora seja considerada uma força estática, já que existe independente sequer da presença do corpo na água, seus efeitos são sentidos quando o corpo se locomove à superfície da água (Castro & Loss, 2009). A última camada de moléculas de água, na interface água-ar, apresenta maior força de coesão, ao romper esta última camada, um corpo gasta mais energia para se locomover. Assim, a velocidade de deslocamento de um corpo tende a ser maior abaixo da superfície. Porém outro fator contribui a esta situação: a não existência do arrasto de onda abaixo da superfície.

A propulsão no meio aquático: fonte de intensa pesquisa e debate, a propulsão no meio aquático não é, até então, completamente compreendida. Diversos fenômenos e teorias físicas, muitas vezes de modo simultâneo, são utilizadas para tentar explicar como con-

seguimos gerar propulsão de modo independente neste meio (Gomes & Loss, 2015). Historicamente pode-se verificar que diversas teorias subsidiaram o debate: aplicação da terceira Lei do Movimento de Newton, do Teorema de Bernoulli, da Teoria dos Vórtices (Counsilmann & Brown 1971; Stager & Tanner, 2008).

Ao passo que a força propulsiva é aplicada sobre um meio instável, cuja deformação é constante a cada aplicação de força, tornou-se necessária a busca desta explicação com métodos relacionados à mecânica dos fluídos. Assim, atualmente, é possível sintetizar o conhecimento acerca da propulsão em natação em:

- 1) Força propulsiva possui componente de sustentação (Gomes & Loss, 2015). Esta força é originada pela diferença de velocidade do fluxo em relação aos segmentos corporais propulsivos, especialmente mãos e pés. A diferença de velocidade gera diferença de pressão (por exemplo: menor velocidade de fluxo na palma da mão gera maior pressão em relação ao dorso da mão, onde a velocidade de fluxo é maior e a pressão é menor). Esta diferença de pressão permite o coeficiente de força de sustentação que contribui à propulsão;
- 2) Força propulsiva possui componente de arrasto (Gomes & Loss, 2015). Ao passo que os segmentos propulsivos imprimem força na água, arrasto é gerado e parte deste arrasto contribui com a propulsão final, devido a seu sentido e direção;
- 3) Ângulos de orientação e de ataque dos segmentos em relação ao fluxo da água, velocidade relativa entre segmentos e fluxo, aceleração dos segmentos, áreas projetadas dos segmentos, fluxo instável ou estável, diâmetro dos segmentos são exemplos de parâmetros que interferem nos valores dos coeficientes de sustentação e de arrasto (Arellano, Terrés-Nicoli & Redondo, 2006; Gomes & Loss, 2015).
- 4) Outros mecanismos, como a formação de vórtices (remoinhos ao redor dos segmentos), podem estar associados aos valores dos coeficientes de força que contribuem à propulsão final no meio aquático (Cohen, Cleary, Mason & Pease, 2015).

Contudo, e de acordo com Toussaint e Truijens (2005), para nadar mais rápido, é necessário a um indivíduo: (1) habilidade em produzir energia capaz de gerar altas forças propulsivas; (2) habilidade em reduzir as forças de arrasto do meio, (3) capacidade de reduzir as perdas de força ao empurrar a água, devido às suas características físicas. Deste modo, independente de como a propulsão é gerada, nos

processos que visam incremento de força propulsiva, as técnicas de execução dos diferentes nados passam a ser essenciais.

Como visto, o ambiente aquático possui características físicas que geram forças que, embora presentes no meio terrestre, são imperceptíveis neste. Tais restrições do ambiente levam à necessidade de desenvolvimento diferenciado, de modo dinâmico e complexo da respiração, do equilíbrio e da propulsão ao longo, não só da AMA, mas além, acompanhando a trajetória de evolução aquática. Se nos primeiros contatos com a água, um iniciante está preocupado em se equilibrar e respirar de modo seguro, um nadador de alto nível está preocupado em melhorar sua propulsão.

De modo específico, quando mudamos do meio terrestre para o meio aquático, respiração, equilíbrio e propulsão sofrem mudanças relacionadas às restrições do ambiente (Fernandes & da Costa, 2006), estas mudanças podem ser resumidas em:

- 1) Respiração passa de, predominantemente nasal, para inspiração bucal e expiração nasal/bucal. Além disso, se em repouso, no meio terrestre, o processo de expiração depende de relaxamento da musculatura inspiratória (diafragma), no meio aquático, para se expirar abaixo da superfície, devido às características do meio aquático, a expiração passar a depender da contração dos músculos expiratórios, mesmo em repouso;
- 2) Se, em meio terrestre, o equilíbrio é analisado na posição vertical, considerando a gravidade e a localização do centro de massa e sua projeção à área da base de sustentação (Alexander, 1994), na água o empuxo e a localização de seu centro em relação ao centro de massa, em posição vertical ou horizontal, de modo estático e da presença do arrasto, quando em movimento, passam a determinar o equilíbrio. Ainda, se o corpo estiver em meio a fluxo turbulento, novas ações musculares compensatórias deverão ocorrer para o processo de equilíbrio;
- 3) A propulsão, que no meio terrestre é gerada pelos membros inferiores, com os membros superiores apenas como equilibradores, no meio aquático passa a ter os membros superiores gerando propulsão, com papel de propulsão e equilíbrio dos membros inferiores. Ainda, em terra, a Terceira Lei do Movimento de Newton explica a propulsão, já no meio aquático, outros fenômenos, já descritos, deverão ser levados em consideração. Se em terra, o arrasto do ar é desprezível e o atrito do chão nos permite acelerar, na água a força será aplicada sobre o meio que, também, nos impede de ir à frente.

Embora equilíbrio, respiração e propulsão sejam habilidades distintas, entendemos que são interdependentes quando do processo de AMA. Mesmo que algumas atividades sejam focadas de modo específico em apenas uma habilidade, normalmente as outras estarão sendo exigidas em diferentes níveis. Todas as atividades aqui propostas levam em consideração a necessidade de compreensão práticas das características físicas e das forças no meio aquático como restrições que são fatores desencadeadores das mudanças que se buscam no comportamento motor. Assim, de modo geral, sugerimos:

Respiração: exercícios que foquem na inspiração bucal e expiração contra a resistência que a água oferece, nasal e bucal; expirar contra a água colocada nas mãos unidas em forma de concha; expirar à superfície para formar ondas na mesma; realizar diferentes fluxos de expiração: constantes, pausados, bucal e nasal; realizar combinações nos fluxos expiratórios. Exercícios em posições estáticas, com apoio bipodal, ou em deslocamentos de caminhadas pela piscina, solicitando a imersão vertical, com ou sem apoio bipodal. Jogos de conversação submersos, jogos de adivinhação submersos.

Equilíbrio: deslocamentos em caminhadas e corridas, com variação das posições de imersão, se possível: com água na altura da cintura, do peito, do pescoço; com variação das posições dos membros superiores: ombros em abdução de 90°, ombros em extensão de 90°, membros superiores em posições que aumentem ou diminuam a área de contato do corpo com a água. Modificação das posições das mãos, o que pode incrementar e/ou reduzir o arrasto devido às diferentes posições adotadas no deslocamento. Tais atividades possibilitam a compreensão do arrasto ao modificar os componentes determinantes do mesmo, principalmente a área do corpo projetada à água e as velocidades de deslocamentos.

Flutuações em posição horizontal (ventral, dorsal e lateral), vertical e grupada sem e com a realização de movimentos propulsivos de membros inferiores e superiores. Mudanças de decúbito em flutuação, que irá exigir, muitas vezes a realização de movimentos propulsivos a fim de reposicionar o corpo na posição desejada. As mudanças de decúbito relacionam-se, também, à compreensão dos mesmos planos de movimento, mas nas diferentes posições de decúbito. Devem ser realizados tanto ao longo do eixo longitudinal, quanto ao longo do eixo transversal.

Na posição horizontal em decúbito dorsal, variar as posições dos membros inferiores, tanto no plano frontal, ao realizar abdução e adução de ombros, quanto no plano sagital, com extensão e flexão de ombros. Tais situações, que podem ser realizados também com membros inferiores e variadas posições do corpo, estimulam a compreensão prática do empuxo e de seus efeitos sobre o equilíbrio corporal, ao retirar os segmentos corporais da água, quando não receberão mais empuxo. Na flutuação vertical, em piscinas que apresentem profundidade para esta atividade, variar as posições de membros inferiores e superiores e observar os efeitos no equilíbrio dinâmico. Em todas as posições de flutuação, observar os efeitos dos diferentes tempos de inspiração e expiração sobre a densidade relativa do corpo e seus efeitos sobre o equilíbrio e a flutuação.

Propulsão: atividades que exijam do praticante diferentes movimentos livres que possibilitem a geração de propulsão de membros inferiores, tronco e membros superiores, de modo isolado e combinados, em diferentes posições corporais e em diferentes profundidades a partir da superfície. Já, de modo mais específico, indicamos:

Realizar exercícios para controle respiratório com e sem apoio de pés no fundo da piscina, com e sem apoio de mãos nas bordas ou de professores; executar a inspiração bucal e a expiração, na água, em diferentes profundidades do rosto e variando a velocidade do fluxo de expiração e o tipo de expiração: bucal/nasal. Utilizar os exercícios de imersão em diferentes posições do corpo para o controle respiratório e o controle do equilíbrio corporal.

Realizar exercícios para flutuação em diferentes posições (decúbitos ventral e dorsal, vertical, grupado) e também em diferentes situações de respiração (inspirando e mantendo ar nos pulmões, expirando ar rapidamente, expirando ar lentamente). Experimentar peso hidrostático em diferentes profundidades.

Realizar deslizes em diferentes profundidades (na superfície, cortando a superfície, abaixo da superfície) e posições (cabeça alta, cabeça entre os braços, ombros em abdução, flexão de quadril). É interessante deslocar-se, além dos deslizes, em diferentes posições do corpo: frontal, para trás, lateralmente, realizando rotações para perceber as forças atuando sobre o corpo. Esses deslocamentos em posição horizontal podem ser realizados com o auxílio de um professor ou outra pessoa adaptada ao meio ou com/sem auxílio nenhum com variação dos movimentos de braços

e pernas. O deslocamento nessas posições demonstra as diferenças do arrasto passivo e ativo e diferenças em se deslocar no fluxo laminar e fluxo turbulento.

Aprendizado e execução de palmateios de sustentação e de propulsão; aprendizado e execução do eggbeater, seja de sustentação, seja de deslocamento. Utilização de jogos com bolas em piscinas profundas, a fim de gerar a habilidade de sustentação. Experimentar movimentos para propulsão com diferentes posições dos dedos e das palmas das mãos. Executar movimentos de membros inferiores com variadas amplitudes e velocidades angulares das articulações do quadril, joelhos e tornozelos. Estimular a experimentação corporal na geração de movimentos diversos que podem gerar propulsão, como a ondulação em diferentes decúbitos.

Utilizar materiais (pranchas, nadadeiras, palmares) para executar diferentes tarefas. Ex.: movimentos propulsivos de membros inferiores com a prancha na vertical à frente do corpo e depois com prancha na horizontal; executar movimentos propulsivos de membros inferiores com nadadeiras em diferentes velocidades.

Utilizar roupas para nadar, sobrepostas aos fatos de banho. Tal ação permite entender o arrasto e seus efeitos na força para a propulsão. Executar exercícios de hidroginástica também pode ser uma opção para desenvolver a sensibilidade para a água (feel for the water). O objetivo na hidroginástica, diferentemente da natação, é aumentar o arrasto na execução dos movimentos; para alguns alunos as sensações produzidas pelo arrasto aumentado podem auxiliar no processo de conscientização das forças existentes no meio aquático.

Os nados utilitários desenvolvem técnicas básicas e rudimentares de propulsão e sustentação que facilitam a AMA. Além do mais, permitem auxiliar o aprendizado posterior dos nados esportivos. São técnicas básicas de locomoção em meio aquático que podem ser realizados com movimentos de membros inferiores e superiores, simultâneos e/ou alternados, de acordo com a necessidade e facilidade desenvolvida ao indivíduo que está em AMA. Esses movimentos podem ser realizados em decúbito ventral, lateral e dorsal, emersos ou submersos.

Conclusão

Ao passo que os esportes aquáticos ocorrem em um meio diverso àquele que vivemos, os processos de desenvolvimento e aprendizado das técnicas específicas dependem da melhor adaptação a este meio. Este processo, para ter seus melhores efeitos, deve

considerar as relações da tríade organismo-ambiente-tarefa. Toda e qualquer mudança que ocorra em um irá alterar os outros. Assim, a compreensão de cada item da tríade, de forma isolada e de forma simultânea, dinâmica, deverá facilitar o processo de AMA, o ambiente da tríade.

Buscou-se, neste capítulo, a explicação teórico-prática das características do ambiente, suas forças e seus efeitos, como restritores, como “motores” de mudanças motoras. Ao se entender que as técnicas dos esportes aquáticos não são meramente repetições mecânicas, mas que dependem das características e das forças do ambiente aquático, o processo de AMA terá mais chances de atingir seus objetivos iniciais relacionados à respiração, ao equilíbrio e à propulsão e irá contribuir para o desenvolvimento adequado do indivíduo nos esportes aquáticos.

Referências

- Alberton, C. L. & Kruehl, L. F. M. (2009). Influência da imersão nas respostas cardiorrespiratórias em repouso. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15(3), 228-32.
- Alexander, N. B. (1994). Postural control in older adults. *Journal of American Geriatric Society*, 42(1), 93-108.
- Arellano, R., Terrés-Nicoli, J., & Redondo, J. M. (2006). Fundamental hydrodynamics of swimming propulsion. In J.P. Vilas-Boas, F. Alves and A. Marques (Eds). *Xth international symposium: Biomechanics and medicine in swimming X* (pp. 15–20). Porto: Portuguese Journal of Sport Sciences.
- Astrand, P.-O. (2006). *Tratado de Fisiologia do Trabalho: Bases Fisiológicas do Exercício*. Porto Alegre: ARTMED.
- Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., Colaço, P., Cardoso, C., Silva, J. & Vilas-Boas, J. P. (2006). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes. *International Journal of Sports Medicine*. 27(11), 894–9.
- Canossa, S., Fernandes, R. J., Carmo, C., Andrade, A. & Soares, S. M. (2007). Ensino multidisciplinar em natação: reflexão metodológica e proposta de lista de verificação. *Motricidade*. 3(4), 82-99.
- Castro, F. A. S. & Loss, J. F. (2009). Forças no meio líquido. In P. H. Lobo da Costa (Org.). *Natação e atividades aquáticas: subsídios para o ensino* (pp. 34-46). Barueri: Manole.
- Cohen, R. C. Z., Cleary, P. W., Mason, B. R. & Pease, D. L. (2015). The role of the hand during freestyle swimming. *Journal of Biomechanical Engineering*. 137(11).
- Counsilman, J. E. & Brown, R. M. (1971). The roll of lift in propelling the swimmer. In J. M. Cooper (Ed). *Selected topics on biomechanics: proceedings of the C. I. C. symposium on biomechanics* (pp.179-188). Chicago: Athletic Institute.
- Fernandes J. R. P. & Lobo da Costa P. H. (2006). Pedagogia da natação: um mergulho para além dos quatro estilos. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 20(1), 5-14.

- Freudenheim, A. M., Gama, R. I. R. B. & Carracedo, V. A. (2003). Fundamentos para elaboração de programas de ensino do nadar para crianças. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. 2(2), 61-9.
- Gomes, L. E. & Loss, J. F. (2015). Effects of unsteady conditions on propulsion generated by the hands motion in swimming: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*. 33(16), 1641-8.
- Kamm, K., Thelen, E. & Jensen, J. (1990). A Dynamical Systems Approach to Motor Development. *Physical Therapy*. 70(12), 763-75.
- Kolmogorov, S. V. & Duplischeva, O. A. (1992). Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity. *Journal of Biomechanics*. 25(3), 311-18.
- Hall, S. (1993). *Biomecânica Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan
- Hughes, W. F. & Brighton, J. A. (1974). *Dinâmica dos Fluidos*. Coleção Schaum. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil Ltda.
- Newell, K. M. (1986). Constraints on the development of coordination. *Motor Development in Children: aspects of coordination and control*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.
- Stager, J. M. & Tanner, D. A. (2008). *Natação: manual de medicina e ciência do esporte*. Barueri: Manole.
- Toussaint, H. M., Hollander, P., Berg, C. & Vorontsov, A. R. (2000). Biomechanics of Swimming. In W.E. Garret & D.T Kirkendall (Orgs.). *Exercise and Sport Science* (639-659). Philadelphia: Lippincot Willians & Wilkin.
- Toussaint, H. & Truijens, M. (2005). Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. *Animal Biology* 55(1), 17-40.

À descoberta do meio aquático: o método CEReKi para o ensino da adaptação ao meio aquático

**Morgado Liliane¹, Aldo Costa^{1,2,3}, Mornard Manhattan^{4,5},
Vandermeulen Mary^{4,5,6}, Delvaux Anne^{4,5}, Jidovtseff Boris^{4,5}**

Introdução

A Adaptação ao Meio Aquático (AMA) é um processo que induz o indivíduo a aceitar e a sentir-se bem no meio aquático, pressupondo o desenvolvimento de diferentes habilidades básicas, designadamente: entrada na água, imersão, flutuação, equilíbrio horizontal, respiração e propulsão. Na prática, o ensino procura promover um estado de prontidão, que se revela pela autonomia, confiança e satisfação do sujeito no meio aquático (Catteau & Garoff, 1990).

A necessidade deste processo emerge pelas diferenças fundamentais entre o meio aquático e o terrestre, sendo o homem um ser iminentemente terrestre (Barbosa & Queiroz, 2005). Uma fase de adaptação e aclimação às alterações ambientais parece ser inequivocamente necessária (Barbosa & Queiroz, 2005). Na verdade, todas as nossas habilidades terrestres encontram-se perturbadas dentro de água, sendo necessário construir e aceitar novos mecanismos, respiratórios, propulsivos e que contribuam para o equilíbrio, para além das diferenças ao nível das informações propriocetivas. Assim, na tabela 1 sumariamos essas principais diferenças entre o meio terrestre e o meio aquático em quatro domínios principais: o sensorial, o do equilíbrio, o da respiração e o da propulsão (Catteau, Martinez, & Refuggi, 1978).

A água é um novo meio para explorar, que deve ser dominado antes de ser conquistado. Por isso, torna-se fundamental a perda do apoio plantar - a criança deve especialmente aceitar a perda da verticalidade da cabeça, consequência da horizontalidade adotada

1 Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

2 Centro de Investigação em Desporto Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

3 Centro de Investigação em Ciências da Saúde (CICS), Covilhã, Portugal

4 Departamento de Ciências da Motricidade, Universidade de Liège, Liège, Bélgica.

5 Centre d'Etude et de Recherche en Kinanthropologie (CEReKi), Universidade de Liège, Bélgica

6 Departamento pedagógico, secção pré-escolar, Haute Ecole Libre Mosane, Liège Bélgica

no meio aquático (Barbosa & Queirós, 2004; 2005). Esta aquisição é difícil porque pressupõe a colocação da cabeça num plano anterior relativamente ao resto do corpo, o que altera a posição natural do olhar (Barbosa & Queirós, 2004; 2005). A respiração, que em ambiente terrestre é um ato reflexo e de dominância nasal, dentro de água torna-se ativa (a expiração), de dominância bucal, e com momentos de apneia. Este novo modo de respiração exige uma aprendizagem progressiva, e deve realizar-se em condições de confiança. No que se refere à propulsão, assiste-se a uma inversão do papel dos membros - os membros superiores (MS) tornam-se essencialmente propulsores e os membros inferiores (MI) equilibradores (Catteau et al., 1978; Maury & Coudrier, 2007).

Tabela 1 Diferenças entre o meio aquático e o meio terrestre nos 4 domínios: o sensorial, o do equilíbrio, o da respiração e o da propulsão (adaptado de Catteau et al., 1978).

Domínios	Meio terrestre	Meio aquático
SENSORIAL	Reflexo plantar e apoios “fixos”	Reflexo plantar eliminado e apoios “móveis”
	Som claro e visão clara	Som pesado e visão perturbada, baça
	Ar sem sabor	Água com sabor
	Temperatura estável	Grande perda de temperatura
	Segurança adquirida	Segurança a adquirir
EQUILÍBRIO	Posição vertical do corpo e da cabeça e olhar horizontal	Posição horizontal do corpo, da cabeça e olhar vertical
	Apoios plantares	Perda dos apoios plantares
	Sujeito à força da gravidade	Sujeito à força de impulsão
RESPIRAÇÃO	Inata e reflexa	Automática e inversa
	Domínio nasal	Domínio bucal
	Inspiração longa e passiva	Inspiração breve e forte (momentos chave)
	Expiração longa e passiva	Expiração longa e ativa (contra a pressão da água)
	Inexistência de apneia	Ligeiro tempo de apneia após a inspiração
PROPULSÃO	Membros inferiores (M.I.) propulsores	M.I. equilibradores
	Membros superiores (M.S.) equilibradores	M.S. propulsores
	Apoios sólidos ao solo	Apoios “móveis” dentro de água
	Reduzida força de resistência do ar	Forte resistência à água é utilizada

Para além destas diferenças nas propriedades físicas da água que influenciam o nosso comportamento, dever-se-á ainda considerar os fenómenos psicológicos. As crianças confrontadas com o meio aquático podem demonstrar várias reações emocionais que variam entre o prazer e o medo, e apresentar apreensão ou mesmo indiferença. O medo da água é uma reação normal face ao perigo que ela apresenta (Asher, Rivara, Felix, Vance, & Dunne, 1995; Barbosa & Queirós, 2004), constituindo-se como uma das características comuns do aluno inadaptado ao meio aquático (para além das dificuldades de deslocamento vertical, incapacidade de permanecer na horizontal e a falta de controlo respiratório). É uma dificuldade acrescida para o aluno e professor quando esse medo, que representa falta de confiança e que permite manter a cautela, se transforma numa fobia que pode levar a alterações na estabilidade mental e física (Barbosa & Queirós, 2004). Na criança, esta fobia pode surgir a partir de uma experiência infeliz (queda, imersão forçada, inalação de água) ou esculpida a partir da ansiedade dos pais, que a transmitem inconscientemente para a criança através da linguagem verbal ou não-verbal (Hernández, 2003; Zumbrunnen & Fouace, 2006).

Para que a AMA seja eficaz, o prazer, o bem-estar e o sentimento de segurança devem prevalecer sobre o medo. Por isso, é recomendável proporcionar às crianças situações lúdicas variadas, que para além de serem motivantes, servem paralelamente como meio para a prática num clima de aula alegre e indutor de confiança. Assim, o prazer da descoberta irá prevalecer sobre o medo e a ansiedade em estar dentro de água (Francotte, 1999).

Partindo deste enquadramento conceptual, neste documento apresentamos uma proposta metodológica para a AMA, dirigida para crianças em idade pré-escolar, desenvolvida pelo *Centre d'Etude et de Recherche en Kinanthropologie* (CEReKi, Universidade de Liège, Bélgica) com base nos princípios da descoberta guiada e do movimento ativo, procurando um ambiente estável de prazer, divertimento e confiança dentro água.

Fundamentos metodológicos para o ensino da AMA a crianças em idade pré-escolar

Seja por razões de segurança ou de educação, as aulas de natação parecem ser importantes na nossa sociedade. Na pré-escola (entre os 3 e 6 anos) a criança ainda não é capaz de aprender a nadar, uma vez que não possui compreensão e maturidade motora necessária

(Blanksby, Parker, Bardley, & Ong, 1995; Pedroletti, 2004). Contudo encontra-se no momento ideal para a familiarização com o meio aquático e desenvolvimento das diferentes habilidades aquáticas básicas (Francotte, 1999). Esta etapa serve de base para a posterior aprendizagem de outras habilidades aquáticas mais complexas e especializadas, entre as quais o nado clássico.

A AMA deve respeitar uma certa sequência do ensino, mas também a individualização da aprendizagem, considerando a idade e sobretudo o desenvolvimento global da criança (Francotte, 1999). Na verdade, é inútil querer incutir nas crianças noções para as quais elas não têm pré-requisitos motores. Tal abordagem levaria inevitavelmente a situações de insucesso, medo e de falta de confiança. Será ainda importante considerar a grande variabilidade interindividual na aprendizagem da AMA, o que sugere a necessidade de diferenciação do ensino. De facto, algumas crianças são capazes de nadar aos 5 anos, enquanto que outras demonstram dificuldades aos 7 anos. Essa heterogeneidade influencia a gestão da aula de natação, uma vez que pressupõe a diferenciação das tarefas de ensino por forma a adequar a sua exigência às capacidades e expectativas de cada grupo de alunos.

Na tabela 2 apresentamos, para cada faixa etária, as habilidades aquáticas da AMA que devem ser abordados como uma prioridade, a fim de oferecer às crianças uma atividade apropriada à sua idade.

Tabela 2. *Habilidades aquáticas básicas a desenvolver na AMA em função da idade (adaptado de Francotte, 1999).*

	3 – 4 anos	4 – 5 anos	5 – 6 anos	6 – 7 anos
Entrada na água	+++	+++	+++	++
Imersão	+++	+++	+++	+
Flutuabilidade-Equilíbrio	++	+++	+++	++
Respiração	+	+	++	+++
Propulsão	+	++	+++	+++

Legenda +++ : prioritário ++ : importante + : necessário

Pela análise da tabela, verificamos que as duas primeiras habilidades a serem trabalhadas com maior prioridade até aos 6 anos são a entrada na água e a imersão. De facto, antes de mais nada, é necessário que a criança aceite o contato com a água. Para isso, a criança deve

experimentar gradualmente diferentes níveis de profundidade - primeiro com apoio (de um adulto, do bordo ou da escada da piscina), e mais tarde autonomamente. Na presença do monitor (nos seus braços ou dar-lhe a mão), a criança pode conhecer o espaço e a profundidade de uma forma mais lúdica, usando, por exemplo, o escorrega ou um tapete flutuador. Com o aumento da confiança, a criança pode igualmente mergulhar a partir do bordo da piscina ou do trampolim (Equipe Education Physique et Sportive, 2009), com o apoio de material flutuador (pull-buoy, esparguete ou placa) ou sozinho, realizando vários tipos de figuras. A criança deve igualmente imergir completamente sem bloquear as fossas nasais e sem fechar os olhos (EEPS, 2009). É importante que ela aceite o contacto com água por todo o corpo e particularmente no seu rosto, incitando a abertura dos olhos dentro de água o mais cedo possível. De facto, a recusa à imersão total e prolongada e à abertura dos olhos dentro de água, são ambas características típicas do estado de inadaptação ao meio aquático, pelo que se constituem como habilidades básicas essenciais à progressão consequente da aprendizagem (Francotte, 1999).

A flutuabilidade e o equilíbrio são outras duas habilidades básicas previstas no ensino da AMA. O ser humano, dentro de água, pode mover-se facilmente em todas as direções, graças às suas características de flutuabilidade que neutralizam a força da gravidade. A criança rapidamente compreenderá que não «cai» efetivamente dentro da água, sentido que esta induz naturalmente a flutuabilidade do seu corpo. Contudo, antes que possa tirar partido desta nova situação, a criança tende a apresentar alguns comportamentos motores desadequados e que são esculpidos a partir de movimentos reflexos terrestres, designadamente a extensão exagerada da cabeça (para restaurar a verticalidade do corpo e libertar as vias respiratórias e a visão) e a procura de apoio fixo, impelindo um movimento de pedalada ineficiente. Por isso, inicialmente, apenas é aceite a posição vertical sem perda de apoios plantares. Novos padrões de referência e um novo equilíbrio terão que ser construídos para que o sujeito adquira e sustente a posição horizontal (ventral ou dorsal) para mais tarde se propulsionar (Maury & Coudrier, 2007). De facto, a habilidade de propulsão, que se inicia pelo deslocamento vertical (com apoio plantar e manual, no fundo e bordo da piscina respetivamente), pressupõe que o sujeito aceite a perda dos apoios plantares e, flutuando na posição horizontal, procure soluções propulsivas com os membros superiores e inferiores.

No que se refere à respiração, a criança depara-se com dois constrangimentos principais: (i) a necessidade em realizar uma expiração ativa / voluntária - contrariamente ao meio terrestre, o nadador irá inspirar de forma breve e expirar controladamente e durante mais tempo; (ii) em coordenação com as ações motoras - o ritmo respiratório é imposto pela necessidade de sincronização com as ações motoras de braços e pernas, com ajustamentos da posição da cabeça (e.g., rotação lateral) para não comprometer o equilíbrio e a propulsão. Nas primeiras fases do ensino, a criança tende a realizar uma respiração aérea (inspiração e expiração) para seguidamente estabelecer um tempo de apneia antes de conseguir expirar brevemente dentro de água. Com o progresso da aprendizagem, será capaz de uma respiração totalmente aquática e em ritmo coordenado com as suas ações motoras (Barbosa & Queirós, 2005). A complexidade desta sincronização motora (braços, pernas e respiração) será o principal obstáculo à aprendizagem cabal do nado em idades baixas (geralmente antes dos 5-6 anos), não sendo, por isso, o foco do ensino até aos 5 anos.

Todas as habilidades aquáticas básicas atrás referidas devem ser desenvolvidas de forma intra e interdependente. Com efeito, não se pode esperar que uma habilidade seja cabalmente dominada antes de abordar a próxima. É importante compreender que o objetivo da AMA é proporcionar à criança a descoberta das características e potencialidades do meio aquático, aprendendo a deslocar-se com segurança e prazer. Para além de ser uma etapa de familiarização é simultaneamente uma oportunidade de construção de um repertório motor em contexto aquático que sirva de suporte à aprendizagem de outras atividades aquáticas (como por exemplo os saltos para a água, a natação sincronizada e o polo aquático) e não exclusivamente o nado clássico dos quatro estilos competitivos.

As principais dificuldades no ensino da AMA a crianças

No ensino da AMA a crianças sobressaem duas principais dificuldades, que estão iminentemente associadas às designadas variáveis de contexto, nomeadamente nas diferenças entre as características dos alunos (idade, desenvolvimento motor, experiência prévia, etc.) e do envolvimento educativo (profundidade, espaço, número de alunos, equipamento disponível, entre outros). No que se refere às características dos alunos, como anteriormente referimos, só a individualização e a diferenciação das aprendizagens poderá permi-

tir a progressão adequada e harmoniosa de cada criança no programa aquático previsto. Relativamente ao envolvimento, é necessário considerar que muitas piscinas estão adaptadas para a prática da natação, mas não para a sua aprendizagem. De facto, nem sempre existe ou está disponível uma piscina infantil com rampas de declínio gradual, por forma a permitir uma imersão progressiva e controlada. Para além disso os níveis de profundidade nem sempre estão adaptados a todas as crianças, o que condiciona significativamente a segurança e a eficácia do ensino, sobretudo com turmas grandes.

Será importante ainda de salientar outro aspeto que, não sendo propriamente uma dificuldade, se constitui como uma limitação da aprendizagem, sobretudo em programas de ensino que seguem uma conceção pedagógica mais tradicional - o reduzido tempo de empenhamento motor. De facto, as abordagens pedagógicas mais analíticas (tradicionais) são geralmente caracterizadas por longos períodos de espera, onde as crianças geralmente permanecem inativas (Mornard, Jidovtseff, Delvaux, & Cloes, 2015). As causas desses períodos de espera são a necessidade de um trabalho individual, mas também a dependência das crianças ao monitor.

O método CEReKi para o ensino da AMA

Uma profunda reflexão sobre dificuldades que geralmente emanam do ensino da AMA com crianças, conduziu-nos ao desenvolvimento de uma proposta metodológica original e coerente com o conceito abrangente de competência aquática que procuramos. As características desta proposta de ensino são resultantes da experiência acumulada pelo CEReKi na organização de sessões aquáticas para crianças Belgas do ensino pré-escolar.

A abordagem proposta privilegia a organização do ensino em modo de circuito (Figura 1), com vista a permitir a participação de um elevado número de crianças na água e em tarefas adaptadas para diferentes níveis de competência aquática, garantindo elevados níveis de empenhamento motor e sempre em segurança.

A conceção pedagógica é baseada nos princípios da descoberta guiada e do movimento ativo: a criança é a iniciadora do seu plano de ação, evoluindo em liberdade e autonomia total, em função do nível de competência aquática que apresenta. O papel do professor é garantir a segurança, para criar um clima de confiança e diversão, de serenar os medos, e convidar as crianças a explorar novas habilidades da AMA, respeitando sempre as diferenças no ritmo de aprendizagem.



Figura 1 - Circuito aquático do CEReKi.

O material didático de base

O circuito é composto por um material transportável, sendo a sua colocação e armazenamento de rápida e fácil execução. O material de base consiste em: rede, barras, colchões flutuantes rígidos, gaiola em PVC e escorrega, um escorrega transportável e outro metálico (que imerge). Este material pode ser obtido a um custo razoável, considerando a enorme variedade de aplicações que permite:

1. A rede é um elemento básico (Namurois & Francotte, 1993). É colocada num canto da piscina e fixado aos bordos a fim de ficar esticada sobre a água. A rede permite abordar e desenvolver as habilidades de todas as dimensões da AMA, como a entrada na água, o abandono dos apoios plantares, a mestria da posição horizontal, mas também a respiração e imersão. Parece-nos ainda particularmente eficaz para a aquisição da posição horizontal dado que a criança rapidamente compreende é mais seguro progredir de joelhos ou deitada pois está de pé, a rede afunda e provoca desequilíbrio. A inversão da propulsão é igualmente introduzida uma vez que quando a criança consegue deitar-se de decúbito ventral, ela apercebe-se que o deslocamento é mais fácil a partir de uma tração dos membros superiores.
2. Os colchões flutuantes servem de interceção e simultaneamente de área de repouso dentro do circuito, sendo ainda utilizados para estabilizar o circuito e para entrar na água.

3. A gaiola em PVC com um escorega permite entrar na água de forma lúdica. Outra gaiola de alumínio pode ser colocada, tanto em pequena como em grande profundidade ou totalmente submersa, fornecendo um espaço no qual as crianças podem progredir livremente com e sem apoios - passando por debaixo das barras as crianças desenvolvem a imersão e respiração. Situada na grande profundidade, o escorega metálico permite desdramatizar o primeiro contacto com a grande profundidade.
4. As barras e cordas ligam os vários elementos que permitem a circulação das crianças com a máxima segurança enquanto enriquece as atividades de imersão (passagens debaixo), de equilíbrio (em apoios na posição de decúbito ventral ou dorsal) ou de propulsão (tração dos braços).

A introdução de outros pequenos materiais (arcos, esparguetes, pranchas e pull-boy) pode ser interessante por permitirem a realização de jogos e exercícios adaptados ao nível de competência aquáticas dos alunos. Por exemplo, os arcos imergidos numa profundidade inferior ao seu diâmetro possibilitam à criança transposições horizontais sem necessidade de imersão total da cabeça. Outros objetos podem estar imersos em profundidades gradualmente superiores, convidando a criança ao seu resgate com e sem ajuda. O esparguete confere apoio no início da abordagem à propulsão e flutuação - a criança pode utilizar o esparguete (variando o seu posicionamento) na posição de decúbito dorsal ou ventral, com ou sem batimento de pernas. A prancha e o pull-boy conferem uma sustentação horizontal mais localizada (variando a sua colocação entre a extensão total para junto ao peito, barriga ou joelhos), em situações de deslize a diferentes profundidades ou à superfície com e sem batimento de pernas.

Modelos de circuito para diferentes níveis de competência aquática

A principal vantagem deste tipo de organização do meio aquático em circuito é a possibilidade deste poder assumir variadas formas em função da idade da criança, nível de competência aquática adquirido, tamanho da classe e, naturalmente, de acordo com os objetivos a explorar. Assim, com crianças iniciantes (nível 1), utilizamos sobretudo a rede (linha contínua). O percurso nas barras (linha a tracejado) constitui um desafio para os mais “aventureiros” (Figura 2).

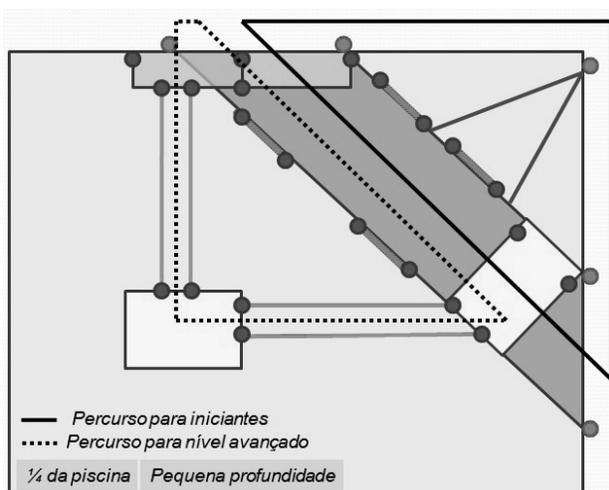


Figura 2. Modelo de circuito para nível 1 do método CEReKi de AMA.

Ao longo das sessões, o aumento de competência e confiança dentro de água leva as crianças a procurar ampliar as suas experiências, sendo então necessário fornecer-lhes vários ateliês com um grau de dificuldade crescente. Assim, as crianças de nível 2 utilizarão essencialmente a rede e as barras (linha contínua), considerando a gaiola “do tubarão” e o escorrega um desafio a explorar (linha a tracejado) (Figura 3).

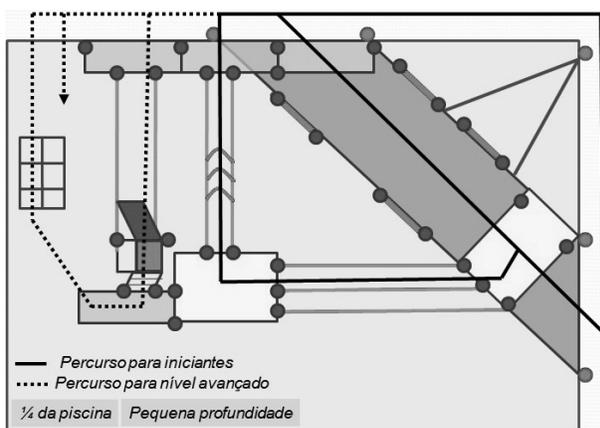


Figura 3. Modelo de circuito para nível 2 do método CEReKi de AMA

Quando o nível de competência aquática adquirido é superior (o nível 3), pode-se considerar que uma parte do circuito se encontra em grande profundidade (Figura 4).

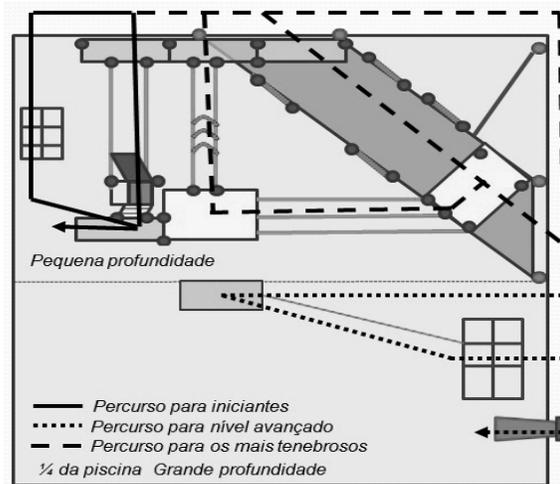


Figura 4. Modelo de circuito para nível 3 do método CEReKi de AMA.

As diferentes possibilidades de planeamento possibilitam a coabitação com outros utilizadores que desejam usufruir de pistas na integridade. É evidente que a variedade das experiências aquáticas dos circuitos pode crescer se a piscina dispuser de mais equipamentos e materiais.

Abordagem pedagógica do circuito de AMA

A configuração do circuito da AMA é variável em função do equipamento disponível, mas também em função das especificidades da piscina. Adaptações da montagem são possíveis em função da evolução das crianças, mas também do espaço disponível. Em todos os casos, o circuito permite ao mesmo tempo que as crianças evoluam de forma autónoma apesar dos diferentes níveis. As diferentes habilidades aquáticas básicas serão estimuladas pela necessidade de descoberta, mas também pelos conselhos dos monitores. Estes garantem a segurança e o bem-estar das crianças, mas também oferecem igualmente exercícios e desafios permitindo uma evolução sustentada e prazerosa. A tabela 3 apresenta a forma como as diferentes habilidades aquáticas básicas podem ser estimuladas em função do nível de dificuldade dos diferentes circuitos.

Tabela 3. *Desenvolvimento das habilidades aquáticas básicas nos circuitos do método CEReKi.*

	Entrada na água
PROGRESSÃO	Entrada progressiva na rede Entrada nas barras Entrada no escorrega Salto na pequena profundidade Salto na grande profundidade Mergulho
	Imersão
PROGRESSÃO	Na rede, atravessar de pé com a ajuda do monitor Percorrer a rede de joelhos apoiando-se no bordo Percorrer a rede de joelhos sem o apoio do bordo Percorrer a rede de decúbito ventral realizando tração com os braços (crocodilo) Progredir nas barras com ombros dentro de água Colocar a cabeça brevemente dentro de água depois de escorregar no escorrega Percorrer a rede e passar debaixo de um esparguete de forma a colocar a boca dentro de água Realizar imersão total de forma a passar de baixo uma barra Ir buscar um objeto colocado no fundo da gaiola do crocodilo
	Flutuabilidade-Equilíbrio
PROGRESSÃO	Percorrer a rede deitado de decúbito ventral ou dorsal Progredir nas barras de decúbito ventral ou dorsal Segurando as barras passar da posição ventral para a posição dorsal Colocar a cabeça brevemente dentro de água depois de escorregar no escorrega Realizar a estrela-do-mar de decúbito dorsal ou ventral sem apoios Realizar exercícios com materiais flutuantes (pranchas, esparguete; etc.) Ir buscar um objeto colocado no fundo da gaiola dos crocodilo
	Respiração
PROGRESSÃO	Soprar contra uma bola de ténis de mesa Fazer bolas dentro de água Percorrer a rede debaixo de um esparguete de forma a colocar a boca dentro de água Colocar a cabeça brevemente dentro de água depois de escorregar no escorrega Realizar imersão total de forma a passar debaixo de uma barra Ir buscar um objeto colocado no fundo da gaiola do crocodilo Realizar imersão total de forma a passar de baixo de várias barras em apneia
	Propulsão
PROGRESSÃO	Percorrer a rede de decúbito ventral realizando tração com os M.S. (crocodilo) Nas barras, progredir de decúbito ventral realizando tração dos M.S. Realizar exercícios de batimento dos M.I. na rede e nas barras Realizar exercícios de propulsão com material flutuante (prancha, esparguete, etc.) Ir buscar objetos que se encontram no fundo Progredir de decúbito ventral e dorsal sem material flutuante Realizar imersão total de forma a passar debaixo de várias barras em apneia
Legenda: Progressão crescente das habilidades aquáticas básicas nos circuitos .	

Tabela 4. *Objetivos, métodos e resultados reportados em diferentes estudos sobre o método CEReKi para o ensino da AMA.*

Autores	População	Objetivos dos estudos	Métodos utilizados	Resultados
Schiettecatté (2010)	250 crianças entre 3 e 6 anos.	Elaboração de uma bateria de teste de AMA. Análise do nível em função da idade.	Construção de uma bateria de testes de AMA composta de 20 provas progressivas que avaliam as habilidades inerentes à AMA em 3 níveis de profundidade diferentes. Aplicação da bateria de testes num grupo de 250 crianças e análise dos resultados em função de idade.	O nível de AMA aumenta linearmente com a idade. Os valores de referência permitiram situar o nível de uma criança em relação à sua idade. Os resultados mostraram uma grande variabilidade interindividual. As crianças beneficiaram da abordagem do CEReKi (1 sessão em cada 2 semanas) apresentando um nível de AMA superior às crianças que não beneficiaram.
Mornard (2012)	77 crianças	Comparar a eficácia de dois métodos diferentes de AMA (CEReKi vs. Tradicional). Comparar a abordagem pedagógica das duas abordagens.	Os participantes foram divididos em 3 grupos: CEReKi, Tradicional e Controlo. Durante os 5 meses foram sujeitos aos diferentes métodos e à aplicação de um pós-teste e de um pré-teste a de avaliar o nível das crianças. O registo de vídeos permitiram analisar a abordagem pedagógica.	A análise estatística mostra que os dois métodos (CEReKi vs. tradicional) têm uma eficácia comparável no score total. O número de sessões do CEReKi em contrapartida é muito menor, demonstrando uma maior "rentabilidade". As melhorias observadas pelo grupo CEReKi são ligeiramente mais elevadas, mas são contrabalançadas pelo facto que dentro do grupo tradicional, o nível de base inicialmente era superior. A análise dos vídeos demonstra um maior tempo de empenhamento motor, mas também mais jogos livres e intervenções afetivas com as crianças do grupo CEReKi comparativamente ao grupo tradicional.
Delsuphe (2014)	194 crianças entre 3 e 9 anos	Melhoramento da bateria de testes adicionando à bateria de testes inicial uma avaliação da aquisição das técnicas de nado	Três testes de técnicas de nado (costas, crawl, bruços) foram adicionadas à bateria de testes desenvolvida por Schiettecatté (2010). Aplicação do novo teste em 194 crianças entre os 3 e 9 anos numa primeira parte medir, o score de AMA e numa segunda parte, medir o score das técnicas de nado (costas, crawl e bruços).	Os resultados confirmaram a evolução linear nos primeiros estudos. As crianças que obtiveram melhores scores em AMA obtiveram igualmente melhores scores nas técnicas de nado. Os resultados mostraram que enquanto a criança não obtiver um score de 14/20 em AMA é inútil querer desenvolver as técnicas de nado.

Validação científica do método CEReKi para o ensino da AMA

Nos últimos anos vários estudos têm sido realizados pelo CEReKi a fim de verificar a eficácia pedagógica desta abordagem, mas também para estudar as ligações entre a AMA e a aprendizagem das técnicas de nado formais (Mornard et al., 2015). A tabela 4 sintetiza os resultados dos principais estudos elaborados que, na globalidade, evidenciam:

1. A evolução linear do nível de competência aquática em crianças com idades entre 3 e 6 anos que beneficiam do método CEReKi;
2. Uma grande variabilidade interindividual no desenvolvimento da competência aquática entre crianças da mesma faixa etária;
3. O método CEReKi para o ensino AMA com um número limitado de sessões parece tão eficaz como um método tradicional;
4. A AMA é um pré-requisito para aprender as técnicas de nado; enquanto um certo nível da AMA não for alcançado, é inútil o ensino das técnicas de nado.

Conclusão

O meio aquático, muito diferente do meio terrestre, pode ser percebido como um meio hostil pela criança. Por isso é importante que as primeiras experiências no contacto com água sejam vivenciadas de forma positiva e agradável. Isto é particularmente importante no contexto de ensino da AMA, que visa o desenvolvimento de diferentes habilidades aquáticas consideradas pré-requisitos motores para a aprendizagem de outras habilidades aquáticas mais específicas e complexas, entre as quais as técnicas de nado formal.

A organização do ensino da AMA em circuito, como o proposto pelo CEReKi, permite uma abordagem pedagógica adaptada e particularmente eficaz, mesmo em piscinas que à priori não estão ajustadas a crianças pequenas. Embora os estudos não demonstrem uma superioridade evidente na eficácia desta abordagem em relação a outra mais tradicional, é importante compreender que esta proposta confere um inequívoco despertar aquático junto das crianças, onde o prazer e o divertimento prevalecem sobre os medos e as apreensões. Para além disso, esta abordagem é sensível às diferenças inter individuais da competência aquática ou do ritmo de aprendizagem, cabendo ao professor o papel de mediador entre a criança e o contexto aquático a explorar.

Referências

- Asher, K. N., Rivara, F. P., Felix, D., Vance, L., & Dunne, R. (1995). Water safety training as a potential means of reducing risk of young children's drowning. *Injury Prevention*, 1(4), 228-233. doi: 10.1136/ip.1.4.228
- Blanksby, B. A., Parker, H. E., Bradley, S., & Ong, V. (1995). Children's readiness for learning front crawl swimming. *Australian journal of science and medicine in sport*, 27(2), 34-37.
- Barbosa, T. M., Costa, M. J., Marinho, D. A., Silva, A. J., & Queirós, T. M. G. (2012). A adaptação ao meio aquático com recurso a situações lúdicas. *Educación Física y Deportes*, (170).
- Barbosa, T. M., & Queirós, T. M. G. (2004). *Ensino da natação: uma perspectiva metodológica para a abordagem das habilidades motoras aquáticas básicas*. Ed. Xistarca. Lisboa
- Barbosa, T. M., & Queirós, T. M. G. (2005). *Manual prático de actividades aquáticas e hidroginástica*, (2ª edição).
- Barbosa, T. M., Costa, M. J., Marinho, D. A., Silva, A. J., & Queirós, T. M. G. (2012). A adaptação ao meio aquático com recurso a situações lúdicas. *Educación Física y Deportes*, (170).
- Catteau, R. & Garoff, G. (1976). *L'enseignement de la natation*. Paris : Editions Vigot.
- Catteau, R., Martinez, C., & Refuggi, C. (1978). *La natation. L'enfant et l'activité physique et sportive*. Les éditions sports et plein air.
- Delsupexhe N. (2014). *Amélioration d'une batterie de tests afin d'évaluer le niveau d'accoutumance à l'eau d'un enfant de trois à neuf ans*. Tese de mestrado não publicada, Faculdade de Medicina, Universidade de Liège, Liège, Bélgica.
- Francotte, M. (1999). *Éduquer par le mouvement: Pour une éducation physique de 3 à 8 ans*. De Boeck & Larcier.
- Hernández, A., (n.d). Natación: Miedo al agua. I-natación. Recuperado em 20 maio, 2016 de <http://www.i-natacion.com/articulos/patologia/miedo.html>
- Equipe Education Physique et Sportive du Val-de-Marne, (2009). Vers l'étape de confiance. *EPS cahier 3 à 12 ans*, 338, 23-26.
- Mauray, B., & Coudrier, C. (2007). *Natation pour les 6 - 12 ans*. France : Editions revue EP.S
- Monard M. (2012). *Analyse de l'efficacité de l'accoutumance à l'eau chez l'enfant préscolaire*. Tese de mestrado não publicada, Faculdade de Medicina, Universidade de Liège, Liège, Bélgica.
- Mornard, M., Jidovtseff, B., Deflandre, D., Delvaux, A., & Cloes, M. (2015). L'accoutumance à l'eau : un préalable au savoir nager. *Education Physique et Sport*, 364, pp. 16-20.
- Namurois G., Francotte, M. (1993). « Un filet pour nager ». *Revue de l'éducation physique*, 33(4), pp.155-160.
- Zumbrunnen, R., & Fouace, J. (2006). *Como vencer el miedo al agua y aprender a nadar*. Editorial Paidotribo.
- Pédroletti, M. (2004). *Mon enfant et l'eau*. Paris : Amphora Sports.
- Schiettecatte D. (2010). *Mise au point d'une batterie de tests en accoutumance à l'eau pour des enfants de trois à six ans et analyse de leur niveau d'accoutumance* Tese de mestrado não publicada, Faculdade de Medicina, Universidade de Liège, Liège, Bélgica.

Proposta metodológica para o ensino da técnica de mariposa

Susana Soares¹, Ricardo J. Fernandes¹, João Paulo Vilas-Boas¹

Introdução

No ensino da natação, a mariposa surge como uma das técnicas de nado convencionais de aprendizagem mais difícil, ainda que a de maior complexidade pareça ser, efetivamente, a técnica de bruços. De entre as quatro técnicas usadas na natação pura desportiva, segundo uma visão mais tradicional do ensino da natação (Pelayo, Maillard, Rozier, & Chollet, 1995; Schmitt, 1997), a mariposa é geralmente a última a ser ensinada e aquela que os aprendizes parecem sentir mais dificuldade em realizar. A mariposa é, contudo, coordenativamente simples, particularmente quando comparada com a técnica de bruços, pelo que o comprometimento do seu nado parece advir sobretudo do facto de o aprendiz não realizar um movimento corporal ondulatório adequado (Dubois & Robin, s.d.). A ausência ou insuficiência deste movimento tem como consequência, por exemplo, a incapacidade, ou dificuldade, de promover a saída dos membros superiores (MS) da água no final do seu trajeto motor subaquático, que recuperam arrastando-se pela superfície (Pedroletti, 1991; Sanders, Cappaert, & Devlin, 1992). Isto aumenta muito a força de arrasto hidrodinâmico a que o nadador se sujeita e, como tal, a exigência condicional do nado. Será esta a razão pela qual o senso-comum percebe e exprime, invariavelmente, que nadar mariposa “cansa muito”.

A necessidade de se executar um movimento ondulatório eficiente (nunca excessivo) na técnica de mariposa é inquestionável (Costill, Maglischo, & Richardson, 1992; Maglischo, 2003). Contudo, quando em presença de um aprendiz que ondula com dificuldade, nem sempre o foco da correção é colocado na zona corporal e/ou na ação corretas. Não é de todo incomum que um professor de natação induza o aprendiz a aumentar a amplitude do movimento ondulatório fazendo-o os-

¹ Centro de Investigação, Educação, Inovação e Intervenção no Desporto, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto.
Laboratório de Biomecânica do Porto, Universidade do Porto.

cular *vigorosamente* a cabeça ou a anca, o que pareceria lógico, dado o movimento ondulatório ser céfalo-caudal, isto é, cresce em amplitude da cabeça e cintura escapular para os pés (Sanders, Cappaert, & Devlin, 1995). Contudo, movimentos isolados da anca e da cabeça, por si só, não são suficientes para produzir o movimento ondulatório e o deslocamento esperados. Se dúvidas houver, basta que nos coloquemos imersos na posição horizontal e que oscilemos a anca ou a cabeça para que de imediato percebamos que pouco movimento ondulatório se propagará ao longo do corpo e nenhum deslocamento daí decorrerá. De facto, para induzir o deslocamento é necessário focar a atenção do aprendiz na ação dos membros inferiores (MI) associada ao movimento céfalo-caudal, pois só através da repetição de ações **vigorosas da extremidade inferior do corpo, mantendo relaxadas as articulações corporais**, o nadador ondulará e se deslocará com eficácia e conseguirá, aquando do nado da técnica completa, tirar os MS da água com facilidade, recuperando sem tocar na sua superfície.

É importante reforçar que, apesar de o deslocamento ser potenciado ao nível dos MI e de a anca e a cabeça terem um papel maior no desencadear da ondulação corporal, estas zonas anatómicas, assim como outras zonas corporais articuladas (como os ombros), podem bloquear a ondulação, porque é exatamente a cabeça que lhe dá origem e é através do tronco e anca que o mesmo se propaga aos MI. Depois de estes últimos se moverem vigorosamente na direção descendente, a anca deve poder elevar-se e a mesma *leveza* articular deve ser observada nos movimentos inversos, ou seja, na ligeira elevação da cabeça e na mais pronunciada elevação dos ombros e no evidente afundamento da anca antes de ocorrer a nova ação descendente dos MI (daí a enorme importância da flexibilidade do complexo articular do ombro). Não é incomum um aprendiz realizar uma ação correta (aparentemente propulsiva) dos MI e depois bloquear o movimento ondulatório mantendo a anca imóvel ou os ombros e pescoço rígidos (esta rigidez articular poderá ser, por exemplo, a par da falta de força, um dos motivos pelos quais os idosos têm tanta dificuldade em nadar mariposa).

Para bem corrigir e ajudar o aprendiz que ondula de forma insuficiente, é muito importante entender primeiro onde está a origem do problema, algo que é, aliás, regra geral para qualquer correção que se faça no domínio do movimento humano. O reconhecimento de que o movimento ondulatório ganha maior expressão com a ação dos MI e que pode ser bloqueado se houver rigidez de um ou

vários pontos articulares a montante é pressuposto necessário para entender a presente proposta de progressão de ensino da técnica de mariposa, mas acresce que, para ensinar, não basta conhecer detalhadamente a cinemática da técnica de mariposa, é preciso traduzi-la numa linguagem entendível pelo aprendiz, que só assim a verterá em movimento coordenado. Não basta também conhecer os modelos de nado e os detalhes da técnica **permissores do expoente máximo de realização**. Ser (ou ter sido) um exímio nadador não é condição suficiente para se ser bom professor, dado que enquanto nadador não se desenvolve o conhecimento pedagógico do conteúdo (a capacidade traduzir o que se sabe por palavras e gestos entendíveis pelo aprendiz). Este esforço de tradução do conhecimento científico (principalmente da cinemática) e técnico (principalmente do modelo de nado, com foco na sincronização das ações dos MI, respiração e MS, sempre em presença do movimento ondulatório) constitui o cerne deste capítulo e, em nosso parecer, robustece o corpo de conhecimentos referentes à didática da natação.

Desconhecemos documentação científica e/ou técnica que demonstre inequivocamente que uma conceção, uma metodologia ou uma sequência de ensino é melhor do que outra, pelo que a apresentada neste capítulo, e que visa ser utilizada como base de orientação para o ensino desta técnica, é uma entre outras a apontar na direção do sucesso na aprendizagem. A progressão pedagógica descrita é uma das que se entende funcionante numa dada realidade, mas poderá ter de ser alterada ante condicionantes como o tipo de alunos e o tipo de piscina, por exemplo. Pelo estilo de linguagem adotado se perceberá a evidente tentativa de aproximação das descrições à realidade vivida pelos professores na prática de ensino, devendo cada proposta e recomendação efetuadas ser adaptadas à realidade de cada um, não existindo uma fórmula única adaptável a todos os contextos de ensino.

Progressão pedagógica para ensino da técnica de mariposa

A estratégia de ensino da técnica de mariposa que aqui se descreve assenta na premissa de que a aprendizagem mais importante, e possivelmente mais complexa, é a que se refere à **aquisição dos padrões coordenativos das ações de MI, MS e respiração** (em presença do movimento ondulatório) pelo que cada conteúdo novo a ensinar surgirá associado ao anteriormente aprendido. Concretamente, o que se sugere é o ensino inicial do movimento ondulatório e da ação

dos MI da técnica de mariposa, ao qual se associa posteriormente a respiração e aos dois associando-se depois a ação unilateral dos MS, para, finalmente, se ensinar a técnica completa. No fundo, o aprendiz vai **somando padrões coordenativos e apenas após a aquisição do padrão coordenativo global da técnica completa aprende, com detalhe, aspetos mais finos do movimento, como sejam as várias fases subaquáticas da ação propulsiva dos MS.**

Ensino do movimento ondulatório e da ação dos membros inferiores

No ensino da ação dos MI da técnica de mariposa sugere-se que, em primeiro lugar, se ajude o aprendiz a encontrar o movimento ondulatório do corpo, realizando movimentos subaquáticos de elevação e abaixamento da cabeça e do tronco, mantendo os MI juntos e oscilantes na sequência da onda produzida na extremidade anterior do corpo. De seguida, sugere-se ensiná-lo a pronunciar a ação descendente dos MI no final do movimento ondulatório, ouvindo o som que estes fazem ao empurrar (não bater!) a água, podendo o recurso a onomatopeias, enquanto palavras-chave, ser uma mais-valia. No ensino desta ação, o professor pode pedir ao aprendiz que ouça um som *pum* ecoado (*pooom*) em detrimento de um *splash* tradutor de um movimento superficial em que a água é esparrinhada (salpica em borrifos). Depois de entendido o movimento e ouvindo-se o som, sugere-se focar a atenção do aprendiz, de novo, no movimento ondulatório. Se o professor notar um bloqueio ao nível da anca, por exemplo, pode pedir ao aprendiz para a elevar com o *pum*, fazendo-a romper a superfície da água com algum exagero. Se o bloqueio ocorrer na parte superior do tronco ou na cabeça, pode pedir ao aprendiz para realizar o movimento com a cabeça bem afundada, posição que favorece o arqueamento da região dorsal (acentuação da cifose dorsal).

As ações sucessivas dos MI consequentes do movimento ondulatório podem (e devem) ser exercitadas nas posições ventral, lateral e dorsal, tendo estas últimas a vantagem de poderem ser realizadas de forma continuada, dado que o aprendiz não tem de parar o movimento para inspirar (a boca pode ser mantida fora de água). Em posição ventral, após cinco ou seis ações dos MI, o aprendiz tem de parar, inspirar e começar de novo. Convém reforçar que esta sucessão de movimentos não implica elevada velocidade de execução, muito pelo contrário, pelo que a sequência de ações de MI deve ser compassada e espaçada, iniciando-se a ação seguinte apenas quando se ter-

minou a anterior. Sugere-se que o aprendiz se aperceba, logo neste momento inicial, de que deve nadar devagar, uma indicação a manter até estar adquirido o padrão técnico global da mariposa, sob pena de, se o professor não o fizer, a coordenação ser alterada, o movimento ondulatório comprometido e os movimentos dos MI e MS encurtados.

Ensino da ação dos membros inferiores coordenada com a respiração

Uma vez consolidada a ação dos MI, sugere-se ensinar o aprendiz a inspirar frontalmente. Realizar extensão e flexão cervical é um movimento simples que, à partida, não requer particular atenção, mas casos há em que o aprendiz eleva e baixa e tronco, mantendo o pescoço rígido, sendo necessário estar-se atento a esta eventualidade. A maior dificuldade, neste momento da aprendizagem, é fazer o aprendiz entender a forma como se coordena a ação dos MI com a emersão e imersão da face. Para ensinar este padrão coordenativo (e os que mais à frente se descreverão), sugere-se que o professor foque a atenção do aprendiz particularmente nas ações descendentes dos MI.

Existem dois padrões respiratórios possíveis na técnica de mariposa, cada qual com as suas vantagens e desvantagens (Seifert, Chollet, & Sanders, 2010), sendo o mais reconhecido o de uma respiração por cada dois ciclos de MS – 1(2) (um ciclo é definido pelo movimento realizado desde que os MS entram na água até ao momento em que voltam a entrar, comportando, pois, as ações subaquáticas e a recuperação). Contudo, este padrão pode ser demasiado exigente para os aprendizes, por obrigar a suportar um tempo de imersão da face significativo e induzir uma maior fadiga. Por isso se aceita também, nesta fase de aprendizagem, o padrão coordenativo de uma respiração por cada ciclo de MS – 1(1). Considerando que, de acordo com o modelo de nado, se realizam duas ações de MI por cada ação de MS, e estando num momento de ensino em que os MS estão inativos, os dois padrões de coordenação da ação dos MI com a respiração são uma respiração por cada duas ações descendentes de MI – 1(2), ou uma respiração por cada quatro ações descendentes dos MI – 1(4).

Sugere-se que ambos os padrões coordenativos sejam ensinados, começando pelo padrão 1(2), que exige menor tempo de imersão da face. A indicação a dar ao aprendiz é a de que a face imerge numa ação descendente dos MI e emerge na ação seguinte. Utilizando uma linguagem mais do domínio prático, seria algo como *uma pernada a*

cabeça entra, uma pernada a cabeça sai, ou, aproveitando a onomatopeia usada acima, *pum entra, pum sai* (note-se que a cabeça entra ligeiramente antes dos MI fazerem a primeira ação descendente e sai ligeiramente depois de ocorrer a segunda ação descendente, mas este nível de detalhe parece-nos excessivo – complexo - para o aprendiz). O uso da onomatopeia tem a vantagem de chamar a atenção do aprendiz para a necessidade de continuar a manter uma forte ação descendente dos MI, associada ao movimento ondulatório, para que o deslocamento seja efetivo. Não é incomum que o movimento ondulatório seja prejudicado por consequência da introdução do novo padrão coordenativo (o aprendiz foca a sua atenção no padrão coordenativo que lhe está a ser pedido e esquece o movimento ondulatório corporal geral).

Como tal, poderá ser necessário voltar a relembrá-lo após obtido o padrão de sincronização desejado. O ensino do padrão 1(4) exige uma atenção particular, principalmente porque a instrução errada pode originar erros graves. Em primeiro lugar, é necessário o professor relembrar-se que o padrão coordenativo da ação dos MI com a ação dos MS se traduz por uma ação dos MI durante a entrada dos MS e outra durante a saída (no momento em que também acontece a extensão cervical para a inspiração). Posto isto, no padrão coordenativo 1(4), o professor ensina que a cabeça se mantém imersa nas ações 1, 2 e 3 (mas mantendo a cervical flexível para não haver bloqueio do movimento ondulatório!) e que a face emerge ao quarto tempo. Não é, contudo, suficiente esta informação e aqui reside o risco de indução de um erro por parte do professor. O aprendiz tende, por natureza, a prolongar os momentos inspiratórios, particularmente quando os momentos de imersão da face são mais prolongados. Nesse sentido, se o professor ficar pela instrução anterior, a tendência será a de ele realizar um padrão coordenativo do género *1, 2, 3, 4 inspiraaaaaaa, 1, 2, 3, 4, inspiraaaaaaa,...*, prolongando exageradamente o tempo da inspiração e retardando o momento de entrada da cabeça na água. Para evitar esta situação, sugere-se que o padrão coordenativo a ensinar seja *1, 2, 3, quatro um, 2, 3, quatro um, ... ao 4 batimento a cabeça sai, no um entra*, obrigando o aprendiz a inspirar rapidamente (tendo para isso de ter expirado eficazmente durante a imersão da face). Imediatamente após o ensino de cada um dos padrões coordenativos, é necessário não esquecer de observar novamente o movimento ondulatório e verificar se não é preciso voltar a exercitá-lo, porque estando o aprendiz concentrado na contagem, é possível que se esqueça de

que tem de realizar ações vigorosas dos MI, elevar a anca e baixar os ombros. Só depois de o padrão coordenativo estar adquirido, mantido o movimento ondulatório, se aconselha a avançar para a aprendizagem seguinte. Se tal não for tomado em consideração, o risco será o de perder definitivamente o movimento ondulatório e condenar o aprendiz a um nado tenso e custoso, uma mariposa que, querendo sê-lo, nunca o será.

Ensino da ação dos membros inferiores coordenada com a respiração e com a ação unilateral dos MS

A introdução da ação dos MS é sempre um momento ansiado por todos, professores, aprendizes e pais (quando os aprendizes são crianças), pois é quando a mariposa começa a aparecer enquanto tal. Iniciar o ensino pela ação unilateral dos MS (o aprendiz nada ou só com o MS direito ou só com o MS esquerdo) permite aprender as ações coordenativas de forma facilitada, com muito menor esforço físico. Na fase introdutória deste conteúdo, com o propósito de facilitar a aprendizagem, pode pedir-se ao aprendiz que não respire, mantendo a face imersa, o que o obriga a parar o exercício para inspirar a cada cinco ou seis ciclos de MS. Desta forma, o aprendiz concentra-se apenas na coordenação da ação dos MI com os MS e não tem de se preocupar, no imediato, com os momentos de extensão e flexão cervical associados à respiração.

Neste conteúdo, o padrão coordenativo a garantir é o da realização de uma ação dos MI durante a entrada dos MS e outra durante a sua saída. No ensino, sugere-se a utilização de uma instrução simplificada, usando expressões-chave tais como *uma pernada à entrada* e *uma pernada à saída dos braços*, seguida da observação cuidada do movimento do aprendiz, sobre a qual se realizarão os ajustes necessários. Quando se reintroduz a respiração (se é que houve necessidade de a retirar), ajusta-se a informação, acrescentando *a cabeça sai com os braços* (no fundo, sai imediatamente antes dos MS, mas precisar este *timing* pode confundir o aprendiz).

Na mariposa, a inspiração é tendencialmente frontal e a recuperação dos MS lateralizada e em extensão. A inspiração lateral pode ser realizada (cf. Barbosa, Santos Silva, Sousa, & Vilas-Boas, 2002), mas sugere-se que as vantagens da sua introdução sejam analisadas futuramente, se o aprendiz enveredar pela natação de competição. Tal sugestão baseia-se no facto de se reconhecer que, quando se introduz a ação unilateral dos MS, podem surgir efeitos não

desejados: a flexão do cotovelo e a conseqüente rotação lateral do pescoço para inspirar, um condicionamento possivelmente induzido pela técnica de crol. Sugere-se que o nado seja cuidadosamente observado com vista a evitar ações que prejudiquem a propulsão.

Se com a associação da respiração à ação dos MS se correu o risco de ver desaparecer o movimento ondulatório do corpo, com a introdução da ação do MS esse risco pode aumentar, devido à maior complexidade do movimento. Note-se que ao introduzir a ação do MS, surgem dois padrões coordenativos novos: é preciso aprender a sincronizar as ações de MI-MS e da respiração-MS (contudo, também se poderá observar o contrário, na medida em que a entrada do MS na água, articulada com o movimento dos ombros, pode determinar a consolidação do movimento ondulatório). Acresce ainda que o aprendiz pode perder, pelo mesmo motivo (o aumento da complexidade) a ação forte dos MI, provocando o arrastar do MS pela superfície da água. O aumento do arrasto hidrodinâmico causado por esse arrastar do MS, por sua vez, induzirá ainda maior fadiga, a qual provocará ainda maior perda de força da ação dos MI (de Jesus et al., 2011) e o MS arrastar-se-á ainda mais, entrando o nado numa espiral degenerativa que acabará por obrigar o aprendiz a parar. Sugere-se, então, que não se utilizem exercícios que envolvam distâncias longas (leia-se indutoras de fadiga), antes de se garantir que o aprendiz é capaz de realizar a ação unilateral dos MS mantendo a ação vigorosa dos MI e o movimento ondulatório.

Ensino da técnica completa

Chegar ao momento do ensino da técnica completa significa já não ter muito mais a ensinar do ponto de vista coordenativo. Sugere-se que se mantenham e reforcem os feedbacks usados até então: o *pum*; a *cadência rítmica 1, 2, 3, quatro um, 2, 3...*, e as expressões-chave *uma pernada à entrada e uma pernada à saída e a cabeça sai com os braços*. Sugere-se que se estimule no aprendiz um cada vez melhor movimento ondulatório, usando distâncias curtas de exercitação, que vão sendo aumentadas à medida que o mesmo se vai adaptando cada vez melhor à fadiga, muito em parte devido ao aumento da qualidade técnica do nado. Conseguido isto, surge o momento de focar a atenção do aprendiz nas ações subaquáticas dos MS, ensinando-o a desenhar a *rolha da garrafa de champanhe*, primeiro para fora e para baixo, depois para dentro e depois para cima e para fora (ações descendente, lateral interior e ascendente, respetivamente).

Sugere-se que o professor esteja muito atento à posição da entrada das mãos, que deverão estar com a superfície palmar ligeiramente voltada para fora, formando com a superfície da água um ângulo de aproximadamente 45°, e para a posição da saída, durante a qual as palmas não deverão estar orientadas para cima, mas para as coxas. Manter os MS afastados sensivelmente à largura dos ombros é algo que também é exigido no momento da sua entrada e ao qual se sugere atenção, porque, não raro, o aprendiz realiza uma entrada excessivamente afastada, tentando, inocentemente, evitar a fadiga causada pelo ato de os levar um pouco mais à frente, ou excessivamente junta, chegando a bater violentamente com as mãos uma na outra.

Reflexões relativas ao ensino da técnica de mariposa

Após a descrição da proposta de ensino da técnica de mariposa, importa refletir sobre alguns aspetos relacionados com a prática e que podem criar ruído ou até mesmo prejudicar a aprendizagem, como o uso de placas, *pull-buoys* e barbatanas, o desconhecimento sobre a distância de nado a utilizar, a errada demonstração do movimento que se pede ao aprendiz e a incapacidade de perceber quando uma habilidade está consolidada.

Começando pelo uso de materiais didáticos, há a referir que as placas podem ser utilizadas no ensino da mariposa enquanto elemento estabilizador da posição corporal, mas reconhecendo que induzem algum bloqueio do movimento ondulatório. São bons materiais de apoio quando se introduzem padrões coordenativos novos, nomeadamente quando estão implicadas contagens de movimentos, mas sugere-se que se peça ao aprendiz para usar pegadas curtas (para que minimize o bloqueio). É imperativo, contudo, que se retirem as placas quando já não são necessárias.

Os *pull-buoys* são algumas vezes utilizados para garantir a execução da ação dos MI com os mesmos juntos, o que poderá ser igualmente conseguido com um elástico, dado que os *pull-boys*, sendo flutuantes, tendem a inibir a ação descendente (a mais importante para este modelo de ensino!) dos MI e a bloquear o movimento ondulatório. O seu uso para isolar a ação dos MS não é aqui considerado, uma vez que a presente proposta não preconiza o ensino isolado das ações de MS, MI e respiração.

As barbatanas são uma ajuda eficaz na técnica de mariposa, uma vez que resolvem potenciais insuficiências no movimento ondulatório, mas sugere-se que sejam usadas com parcimónia, para que se

não corra o risco de tornar pouco ativa a ação dos MI realizada sem as mesmas, ficando o aprendiz com aquilo que em gíria se designa por *pernada preguiçosa*.

Sugere-se que a distância de nado a utilizar durante cada fase de ensino seja aquela que permita ao aprendiz realizar o movimento sem que a fadiga comece a induzir erros técnicos. O movimento só é interessante, no sentido de estimular a aprendizagem, enquanto é executado corretamente. A partir daí, o aprendiz corre o risco de exercitar e consolidar erros técnicos decorrentes do facto de não resistir à fadiga.

A demonstração correta das ações de nado que estão a ser ensinadas é da maior importância no processo de ensino aprendizagem, sendo sabido que o aprendiz repete mais depressa o que vê do que o que ouve. Como tal, o professor deve ser exímio na demonstração, quer dos padrões coordenativos, quer dos movimentos que pede ao aprendiz para executar. Por exemplo, quando o professor introduz a ação dos MS, de acordo com a presente proposta, está essencialmente atento à forma como o movimento destes se coordena com o dos MI e com a respiração, não realçando as ações subaquáticas. Contudo, na demonstração do gesto, sugere-se que estas ações estejam presentes, particularmente no sentido de o aprendiz ir começando a entender que o que se faz dentro de água não é um movimento circular, nem tão pouco retilíneo. Acresce que se a demonstração for errada, o aprendiz copiará o erro.

O termo consolidação levanta muitas vezes a dúvida de em que momento se pode entender que um movimento está consolidado. A resposta é bastante simples: a consolidação ocorre a partir do momento em que o movimento surge espontaneamente, quando o professor já não tem necessidade de relembrar ao aprendiz as componentes críticas (detalhes do movimento) sobre as quais estava até aí a incidir.

Conclusão

O presente documento foi preparado para professores iniciantes, ainda não detentores de experiência e capacidade reflexiva que permitam a criação, aplicação e avaliação de estratégias de ensino que potenciem a aprendizagem. Tentou-se explanar e fundamentar uma tipologia de organização das estratégias de ensino da técnica de mariposa com vista à aprendizagem mais célere e qualitativamente melhor do aprendiz, retendo que os contextos particulares de ensino

ditarão a maior ou menor oportunidade de cada uma das sugestões apresentadas. Por isso se espera que o trabalho desenvolvido, mais do que constituir uma parte de receituário, ajude aqueles que ainda têm dificuldade em organizar uma progressão de ensino eficiente. Depois de dados os primeiros passos, cada um trilhará o seu caminho.

Referências

- Barbosa, T., Santos Silva, J., Sousa, F., & Vilas-Boas, J. P. (2002). Análise tridimensional da cinemática da técnica de mariposa. *Revista Natação*(13), 1-7.
- Costill, D. L., Maglischo, E. W., & Richardson, A. B. (1992). *Swimming*. London: Blackwell Scientific Publications.
- de Jesus, K., de Jesus, K., Figueiredo, P., Gonçalves, P., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). Lower limbs joints motion during submaximal 100-m butterfly. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 11(soppl. 2), 195-198.
- Dubois, C., & Robin, J. (s.d.). *Natation: de l'école... aux associations*. Paris: Éditions Revue.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest* (Rev. ed. of swimming even faster (1983) ed.). USA: Human Kinetics.
- Pedroletti, M. (1991). *Natation du débutant à l'international*. Paris: Amphora.
- Pelayo, P., Maillard, D., Rozier, D., & Chollet, D. (1995). *De la natation au collège et au lycée: de l'école... aux associations*. Paris: Éditions Revue.
- Sanders, R. H., Cappaert, J. M., & Devlin, R. K. (1995). Wave characteristics of butterfly swimming. *J Biomech*, 28(1), 9-16.
- Sanders, R. H., Cappaert, J. M., & Devlin, R. K. e. T., J.P. (1992). Evidence of energy reuse through body wave motion in butterfly swimming., 67-70.
- Schmitt, P. (1997). *Nager, de lá découvert à la performance*. (4e ed.). Paris: Éditions Vigot.
- Seifert, L., Chollet, D., & Sanders, R. (2010). Does breathing disturb coordination in butterfly? *Int J Sports Med*, 31(3), 167-173. doi: 10.1055/s-0029-1243640

2

Treino

Caracterização dos Domínios de Intensidade de Exercício na Natação Pura Desportiva

Mário Cunha Espada^{1,2}, Aldo Matos da Costa^{3,4,5}, Ana Silveira Conceição^{5,6}, Hugo Duarte Louro^{5,6}, Dalton Müller Pessoa Filho⁷, Francisco Bessone Alves^{2,8}

Introdução

A natação pura desportiva (NPD) apresenta um longo historial e é atualmente uma modalidade desportiva olímpica com dezasseis provas competitivas em cada género. Está a receber muita atenção e interesse por parte da comunidade científica na tentativa de estabelecer melhores processos metodológicos para a melhoria do desempenho dos atletas.

Trata-se de uma modalidade desportiva predominantemente composta por provas com grande participação aeróbia, o que conduz à necessidade de grande precisão ao nível da avaliação e controlo do treino. Neste particular, os domínios de intensidade de exercício afirmam-se como fundamentais na articulação com as zonas de intensidade em que se pretende que os atletas treinem diariamente, assim como, na periódica avaliação com vista à adequação do processo de treino à evolução dos nadadores.

Objetivo deste capítulo é efetuar uma revisão da literatura do tipo qualitativa acerca da caracterização dos domínios de intensidade de exercício com aplicação à NPD.

Desenvolvimento

Os domínios de intensidade moderada, pesada e severa são utilizados na avaliação e prescrição do treino na NPD e encontram-se tradicionalmente descritos por vários autores. No domínio da inten-

1 Instituto Politécnico de Setúbal - Escola Superior de Educação, Portugal

2 Centro Interdisciplinar de Estudo da Performance Humana (CIPER), Portugal

3 Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto, Covilhã, Portugal

4 Centro de Investigação em Ciências da Saúde (CICS-UBI), Portugal

5 Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Portugal

6 Instituto Politécnico de Santarém - Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Portugal

7 Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil

8 Universidade de Lisboa - Faculdade de Motricidade Humana, Portugal

sidade moderada não decorre uma significativa acidose metabólica e torna-se possível manter o desempenho por um longo período de tempo sem o alcance de significativa fadiga (Burnley & Jones 2007). Este domínio de intensidade encontra-se normalmente associado a tarefas com objetivos aeróbios e de recuperação, assim como na melhoria/aperfeiçoamento técnico.

Diversos indicadores fisiológicos têm sido utilizados para avaliação e definição das zonas de intensidade, nomeadamente concentrações de lactato no sangue ($[La^-]$), análise de trocas gasosas – por exemplo determinação do consumo de oxigénio ($\dot{V}O_2$) e consumo máximo de oxigénio ($\dot{V}O_{2max}$) – e mais recentemente, cinética do $\dot{V}O_2$. Estes indicadores permitem determinar parâmetros fisiológicos caracterizadores das intensidades de exercício. Paralelamente, de entre as técnicas não invasivas de determinação do limiar anaeróbio, o método da determinação da velocidade crítica (VC) tem merecido grande atenção (Costa, Costa & Marinho, 2015).

Indicadores fisiológicos relacionados com concentração de lactato no sangue

A utilização periódica de mensurações de lactato tem sido utilizada no processo de avaliação e controlo do treino na NPD. Por outras palavras, o perfil da concentração de lactato no sangue ($[La^-]$) obtida através de protocolos de teste estandardizados tem sido utilizado por treinadores e atletas como marcador do progresso efetuado ao longo de um ciclo de treino ou como meio de determinar as intensidades do processo de treino (Pyne et al., 2001).

Determinação de curvas de lactato tem sido um procedimento aplicado em testes e no treino de nadadores (Pyne et al., 2001), contudo, os testes realizados diretamente na piscina no âmbito da NPD são manifestamente reduzidos comparativamente a testes desenvolvidos em outros desportos como o ciclismo ou atletismo. Associado a este facto encontram-se naturalmente os constrangimentos de recolha de dados na piscina, meio diferente de um laboratório, duas realidades completamente distintas. Infelizmente, nem todos os nadadores beneficiam da possibilidade de utilização de instrumentos científicos e os testes mais práticos são geralmente aqueles que podem ser facilmente conduzidos no ambiente de treino.

Durante um exercício realizado a uma intensidade moderada e constante, existe um balanço entre a taxa de produção e remoção de lactato no sangue, o limite fisiológico que caracteriza o domi-

nio da intensidade moderada relaciona-se com o limiar láctico (LL) e limiar ventilatório (LV), momentos a partir do qual a fadiga começa a instalar-se no(a) nadador(a) (Whipp, 1994). Por definição, o domínio da intensidade pesada inclui as intensidades de exercício entre o LL e LV e a assíntota da curva potência/duração, a potência crítica (PC).

Foi anteriormente referido que o limite superior deste domínio corresponde ao estado estacionário máximo de lactato (EEML) e geralmente ocorre a $\sim 50\% \Delta$ (Δ corresponde à diferença entre LL ou LV e $\dot{V}O_{2max}$) (Demarie et al., 2001). Após esta “fronteira”, é atingido o domínio da intensidade severa em que decorre um acumular significativo de fadiga que com a duração do exercício conduz ao $\dot{V}O_{2max}$ e exaustão.

O LL é determinado na maioria das vezes através de três métodos, todos eles assumindo a relação entre aumento da intensidade de exercício através de um teste progressivo, no caso da NPD, velocidade de nado, e evolução da $[La^-]$ durante o teste. O método log-log em que a $[La^-]$ é relacionada com a potência ou velocidade (Beaver et al., 1985), o método D-max proposto por Cheng et al. (1992) em que o LL é definido como o ponto relativo à maior distância entre a reta desenhada através do ponto inicial e final da curva de lactato e o método proposto por (Heck et al., 1985), intensidade de exercício associada a uma $[La^-]$ fixa de $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (V_4). Na NPD, quando a velocidade de nado aumenta e o LL é ultrapassado, alterações são evidentes a nível técnico, sugerindo uma fronteira importante entre o domínio moderado e pesado em termos motores e metabólicos (Fernandes et al., 2010).

O EEML está associado à maior intensidade de exercício ou velocidade que pode ser mantida ao longo do tempo, sem uma acumulação contínua de lactato no sangue, é também definido como a maior intensidade constante de exercício que pode ser suportada, mantendo o equilíbrio entre os processos de acumulação e eliminação de lactato sanguíneo. A grande diferença entre este conceito e o LL reside no nível de fadiga induzido pela $[La^-]$ uma vez que o LL está associado ao primeiro aumento significativo acima dos valores basais, e entre esta fase e o EEML decorre uma relevante amplitude de $[La^-]$ em que os nadadores poderão treinar no domínio das intensidades pesadas visando capacitação aeróbia, que por vezes varia entre os 2 e os 4 ou mais $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, $[La^-]$ tradicionalmente associada ao EEML.

A metodologia associada à determinação do EEML separa este conceito fisiológico da maioria de outros, entre os quais o LL (determinado através de testes progressivos). A principal diferença metodológica é que requer várias repetições de longa duração (30 minutos) que terão de ser realizadas em diferentes intensidades constantes de exercício em dias distintos, preferencialmente consecutivos, procedimento que requer bastante tempo e torna-se exigente para todos os indivíduos envolvidos.

O EEML é assumido como a $[La^-]$ mais elevada nos últimos 10 minutos da repetição de 30 minutos em que não existe um aumento superior a 1 mmol.L^{-1} , a velocidade de nado associada representa a vEEML. Tem sido considerado o melhor indicador de capacidade para exercícios aeróbios e a intensidade de exercício associada ao EEML pode representar o “*gold standard*” para manter e melhorar a capacidade aeróbia e técnica de nado (Baron et al., 2003).

A vEEML não indica uma intensidade de esforço mas sim o ponto acima do qual a intensidade de esforço causa alterações qualitativas no metabolismo. Se por um lado a velocidade de nado associada ao LL está associada a uma fronteira de início de acumulação de fadiga (e transição do domínio das intensidades moderadas para pesadas), após a vEEML o atleta aproxima-se do domínio das intensidades severas, do atingir de $\dot{V}O_{2\text{max}}$ e exaustão. A este respeito o estudo de Fernandes et al. (2010) é elucidativo de diferentes velocidades de nado associadas ao LL (no caso definido como limiar anaeróbio individual, $2.29 \pm 0.59 \text{ mmol.L}^{-1}$) velocidade de nado nos 3.5 e 4 mmol.L^{-1} . A vEEML tem sido associada a uma $[La^-]$ de 4 mmol.L^{-1} , mas vários estudos com nadadores verificaram $[La^-]$ acima deste valor (Espada et al., 2015).

Em exercícios realizados abaixo do EEML, uma homeostasia relativa é mantida e a ressíntese de adenosina trifosfato (ATP) tem lugar quase somente através da via aeróbia, aspeto relevante se considerarmos que o glicogénio disponível pode ser modificado pelo treino e poderá afetar a capacidade aeróbia na vEEML. Em intensidades de exercício que excedem o EEML, a $[La^-]$, ventilação pulmonar (V_E) e o $\dot{V}O_2$ nunca atingem um equilíbrio e continuam a aumentar até o exercício terminar devido a fadiga (Poole et al., 1988).

Velocidade Crítica

Com o objetivo de evitar procedimentos metodológicos prolongados, como no caso do EEML, um método que tem merecido bastante atenção é a VC. Monod & Scherrer (1965) foram os primeiros a obser-

var uma relação hiperbólica entre potência e tempo até à exaustão num grupo muscular. Assumindo na natação velocidade e distância percorrida, a assíntota da relação entre a velocidade hiperbólica e o tempo até exaustão, ou por conversão, o declive da relação linear entre a distância e o tempo até à exaustão é usualmente denominado VC e afirma-se como uma ferramenta útil para avaliar o desempenho em várias formas de locomoção (di Prampero et al., 2008).

Wakayoshi et al. (1992) foram os primeiros a prolongar o conceito de PC para a NPD, determinando nesse caso a VC. No estudo realizado num *swimming flume* (tanque de nado com 6 m de comprimento, 2.5 m de largura e 1.5 m de profundidade) os autores não observaram grandes diferenças entre VC e velocidade nos 4 mmol.L⁻¹ (V_4) (1.16 ± 0.05 vs. 1.16 ± 0.04 m.s⁻¹) num grupo de nadadores universitários treinados (18-20 anos de idade). Trata-se de um método de baixo custo, fácil de aplicar em diferentes populações, apresenta muitas vantagens, tais como a fácil aplicação e análise de um grande número de atletas. Para além disso, recolhas de lactato nem sempre se afirmam como um procedimento prático, especialmente em populações como crianças em que a determinação da VC pode ser mais simples para investigadores e treinadores.

Não requer o uso de equipamento dispendioso ou procedimentos invasivos e pode ser realizado durante sessões de treino ou utilizando a análise de resultados em competição (Costa et al., 2009). Estes autores evidenciaram que a VC determinada na NPD com base em registos cronométricos de 100, 200 e 400 m é semelhante à V_4 . Torna-se, contudo, ter presente que durações do exercício inferiores a 1 minuto falharão, com forte probabilidade, dois critérios: o alcance do $\dot{V}O_{2max}$ e do esgotamento da energia anaeróbica disponível. Assim, distâncias de 50 m não devem ser utilizadas na estimativa da VC, e deve decorrer um cuidado relativamente aos 100 m pelas mesmas razões (Espada & Alves, 2010).

Distâncias competitivas entre os 200 e os 1500 m podem ser utilizadas na NPD (Espada & Alves, 2010). De acordo com estes requisitos, e no desejo de tornar a determinação mais rápida e simples para os treinadores, a sugestão de Dekerle et al. (2002) no sentido de se determinar a VC tendo por base o desempenho na NPD nos 200 e 400 m tem sido bastante utilizada na investigação e por treinadores de natação.

A locomoção na água requer mais energia por unidade de distância do que a locomoção em terra, nesse sentido, o nível da força propulsiva e do arrasto ativo pode interferir no dispêndio energético

e eficiência propulsiva (di Prampero et al., 2008). O modelo de dois parâmetros ($d-t$) pode ser útil numa perspetiva de aplicação prática e providenciaria um meio simples de analisar o perfil de potencial fisiológico de nadadores (di Prampero et al., 2008, Alves et al., 2010).

Alguns autores referiram mesmo que a relação $d-t$ não é estritamente linear (Dekerle et al. 2010) e Capelli et al. (1998) demonstraram inclusivamente que o custo energético na NPD não aumenta exponencialmente e de forma concomitante com o aumento da VN o que leva a uma possível distorção da relação $d-t$. Estes factos são indicadores de necessidade de atenção a cuidado quando se utiliza este indicador na NPD.

VC, sensivelmente 92% da VN média dos 400 m em nadadores treinados segundo Dekerle et al. (2005), pode ser representada pelo declive da reta de regressão linear da relação distância-tempo (D_{d-t}). No estudo de Dekerle et al. (2005), a velocidade aeróbia máxima (VAM) foi determinada como a VN média entre os 50 e os 350 m do desempenho nos 400 m de acordo com Lavoie & Montepetit (1986) e revelou-se correlacionada com a VC. Na investigação de Dekerle et al. (2005), a vEEML ($1.24 \pm 0.10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $88.4 \pm 2.9\%$ da VAM) foi significativamente inferior à VC ($1.31 \pm 0.15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $92.7 \pm 2.6\%$ da VAM) embora ambas as VN se evidenciassem correlacionadas ($r = 0.87$, $SEE = 0.033 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p < 0.01$).

Muito recentemente, Zacca et al. (2015) observaram em 10 nadadores jovens (14-16 anos de idade) que um teste máximo de 400 m permite estimar a VC com precisão, sem necessidade de realização de 6 percursos máximos para sua determinação. Anteriormente, no estudo de Dekerle et al. (2002), desenvolvido com 9 nadadores, a VC calculada com base nos 200 e 400 m foi corrigida em 3.2% e correspondeu a 85.5 e 91.1% da velocidade média nos 200 e 400 m, respetivamente. Paralelamente, a velocidade média evidenciada no teste de 30-min ($1.31 \pm 0.06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) verificou-se ser altamente correlacionada com a VC ($r = 0.94$).

A comparação indireta entre a vEEML e o D_{d-t} promoveu a primeira pista acerca do mecanismo relacionado com o parâmetro fisiológico com o D_{d-t} a proporcionar valores mais elevados que a vEEML (Dekerle et al., 2005). Descobertas posteriores sugeriram que o D_{d-t} não é uma intensidade de exercício que os nadadores consigam suportar por um período prolongado de tempo com uma estabilidade ao nível da $[\text{La}^-]$ (Dekerle et al., 2010). No estudo de Espada & Alves (2010), VC revelou-se significativamente superior à vEEML, embora correlacionadas.

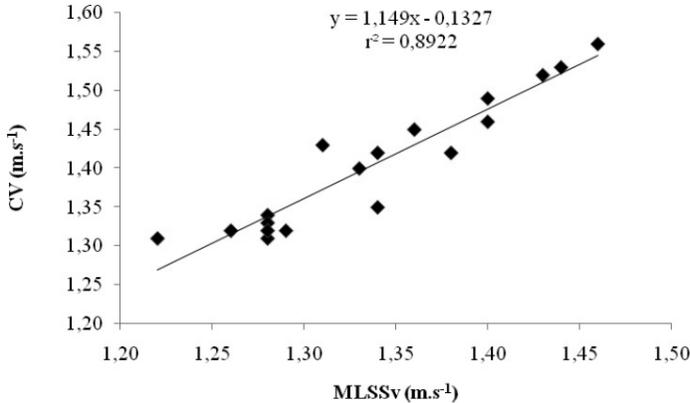


Figura 1. Regressão linear entre velocidade crítica e velocidade no estado estacionário máximo de lactato em 18 nadadores (Espada & Alves, 2010)

Na investigação de Dekerle et al. (2010), a VN correspondente ao D_{d-t} na NPD não foi mantida por um tempo prolongado e afirmou-se como dificilmente tolerável. Os autores transmitiram que nadar à intensidade do D_{d-t} induz um aumento da $[La^-]$ e o alcance do $\dot{V}O_{2max}$. Contudo, no referido estudo, a recuperação passiva entre as 10 repetições de 400 m promoveu a manutenção de um equilíbrio na $[La^-]$.

Análise de trocas gasosas no apoio à caracterização de domínios de intensidade

O $\dot{V}O_2$ tem sido amplamente analisado ao longo dos últimos anos sendo o $\dot{V}O_{2max}$ um parâmetro de avaliação que corresponde à taxa máxima de captação e utilização de O_2 pelo organismo durante um exercício de grande intensidade prolongado no tempo. Este indicador fisiológico está diretamente relacionado com o débito cardíaco, com o conteúdo arterial de O_2 e com a capacidade extrativa de O_2 a nível muscular [diferença artério-venosa em oxigénio - $(a-v)O_2$].

As condições de análise de trocas gasosas em piscina diferem das condições de laboratório e exigem mais dos intervenientes, nomeadamente equipas de investigação. Com o passar dos anos os recursos tecnológicos têm evoluído, contudo torna-se necessário estar atento às vicissitudes na NPD. Por exemplo recentemente, Ribeiro et al. (2015) indicaram que o snorkel AquaTrainer® não conduziu a um aumento no arrasto ativo durante o nado crol realizado numa gran-

de amplitude de velocidades de nado, conseqüentemente, a energia metabólica necessária para “vencer” o arrasto total não será afetada. No entanto, a realização de viragens na piscina com o dispositivo científico relevou-se diferente do nado livre, situação que deve ser considerada em momentos de avaliação.

Gaesser & Poole (1996) definiram o exercício severo como a intensidade de exercício associada ao $\dot{V}O_{2\max}$. Este indicador fisiológico traduz o ponto a partir do qual não ocorre aumento do $\dot{V}O_2$ apesar de aumentar a intensidade do exercício. É considerado um importante indicador cardiorrespiratório, sendo inclusivamente, por muitos, considerado o melhor indicador para avaliar a capacidade aeróbia de diferentes indivíduos.

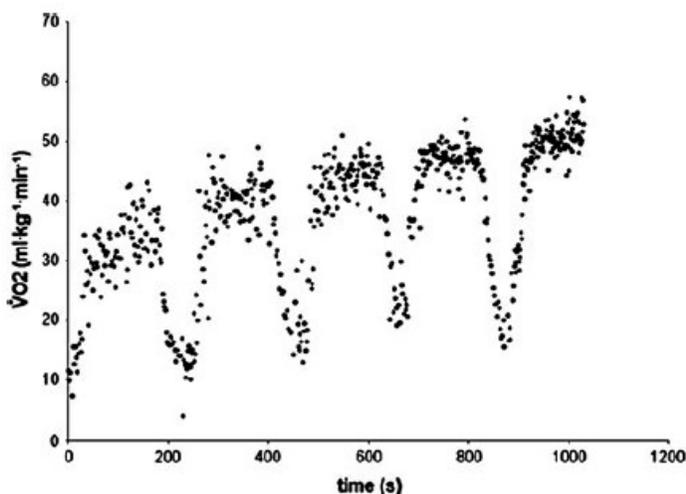


Figura 2. Evolução típica do consumo de oxigênio num teste progressivo com nadadores composto por cinco patamares (Reis et al., 2012b)

Os três domínios de intensidade de exercício atrás referidos apresentam demarcações específicas ao nível do $\dot{V}O_2$ (Jones & Poole, 2005). O domínio da intensidade moderada engloba as intensidades de exercício em que o $\dot{V}O_2$ aumenta até alcançar um equilíbrio dentro de 2-3-min. O domínio da intensidade pesada é definido pela intensidade de exercício que promove um aumento da $[La^-]$ que é estabilizada após os 5-10-min. Poderá igualmente ser necessário 5-15-min para obter uma estabilização no $\dot{V}O_2$ a estas intensidades de exercício como consequência de uma resposta da componente

lenta do $\dot{V}O_2$ ($cl\dot{V}O_2$) emergir após uma fase inicial de transição (Poole et al., 1988), situação que resulta num maior custo de O_2 do que previsível nas intensidades moderadas (Whipp, 1994). Finalmente, no domínio das intensidades severas, ambos $[La^-]$ e $\dot{V}O_2$ aumentam com o tempo até o $\dot{V}O_2$ atingir o seu valor máximo e a fadiga, previsivelmente, instalar-se.

Em muitos eventos desportivos é necessário gerar uma grande quantidade de energia que é alcançada através da utilização do O_2 , o que justifica a sua avaliação. Em eventos com duração entre os 100 e os 120 segundos cerca de 50% da energia deriva do O_2 e em eventos com duração entre 3 e 4-min cerca de 65% da energia provém igualmente do O_2 . Na maioria das pessoas, a relação entre a intensidade do exercício e o $\dot{V}O_2$ é linear. Desta forma, a intensidades de exercício superiores correspondem valores de $\dot{V}O_2$ mais elevados. A capacidade de utilização de O_2 não difere, em repouso, entre sujeitos treinados e sedentários. Contudo, em esforço, o $\dot{V}O_{2max}$ de um indivíduo treinado pode atingir o dobro de um indivíduo sedentário.

Baron et al. (2003) referiram que a maior descoberta do seu estudo (30-min de esforço no cicloergómetro em EEML) foi o facto de o EEML não corresponder a um completo equilíbrio fisiológico. Embora entre outros, a $[La^-]$, $\dot{V}O_2$ e volume de dióxido de carbono expirado (VCO_2) se tenham mantido constantes, a frequência cardíaca (FC) e pH aumentaram entre o minuto 10 e 30 do teste.

Parece existir um ponto de inflexão inicial na V_E quando expressa como uma função do consumo de O_2 (por exemplo no primeiro limiar ventilatório - LV_1). Foi descoberto que este parâmetro delimita o limite superior do exercício moderado (Whipp, 1994). O treino nestas intensidades de exercício não é de forma comum relacionado com um *stress* fisiológico considerável que é responsável pelo aumento do aporte de O_2 aos músculos em atividade. Tem ainda sido demonstrado que as intensidades de exercício abaixo da LV_1 não estão associadas a um aumento sustentável dos níveis de $[La^-]$.

Também importante, um segundo limiar ventilatório (LV_2) foi encontrado na transição de uma intensidade pesada para outra não sustentável situada no domínio da intensidade severa: LV_2 é definido como associado a um ponto de compensação respiratória (PCR) para a acidose metabólica em curso, representa o ponto em que a V_E aumenta desproporcionalmente relativamente às necessidades metabólicas numa tentativa de eliminar o excesso de dióxido de

carbono (CO_2) (Pessôa Filho et al., 2012). O exercício em equilíbrio diminui drasticamente acima do LV_2 , provavelmente devido a uma combinação sistêmica (níveis de lactato, temperatura corporal, sistema cardiovascular) e relacionada com fadiga local muscular e fatores centrais, embora seja atualmente pouco claro que exista uma relação causa-efeito entre $[\text{La}^-]$ e fadiga.

LV_1 ou limiar da adaptação ventilatório à produção de dióxido de carbono, corresponde aos primeiros aumentos não-lineares no VCO_2 e V_E , devido ao efeito tampão do bicarbonato no hidrogénio (H^+) em resposta ao aumento sistemática da $[\text{La}^-]$ acima dos valores de repouso. O LV_2 , também definido como PCR, limiar de compensação respiratória ou limiar de desacoplamento da V_E a partir do VCO_2 , pode ser identificado como o segundo ponto de interrupção na resposta da V_E principalmente explicado por uma acidose (diminuição do pH) uma vez que o bicarbonato é sobrecarregado pela crescente produção de lactato. Portanto, a intensidade entre o LV_1 e LV_2 é propícia a provocar um nível de considerável *stress* cardiovascular e metabólico, suficientemente intenso para estimular a via aeróbia, mas não excessivamente elevada no sentido de encurtar a duração do exercício, o que reduziria o trabalho total realizado numa sessão de treino.

Os dados de Peinado et al. (2006) encontram-se em sintonia com os de outros estudos, embora tenha de ser assumido que estes autores não determinaram o EEML mas o equilíbrio fisiológico entre o LV_1 e o LV_2 o que reduz de forma significativa o número de repetições a serem concretizadas. No estudo de Peinado et al. (2006), a intensidade de exercício foi $82.2 \pm 1.7\%$ do $\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{max}}$, os autores transmitiram que a $[\text{La}^-]$ manteve-se constante ao longo do teste de 30-min acima dos $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, contudo, outros parâmetros fisiológicos evidenciaram alterações. A este respeito, é pertinente referir a importância de uma abordagem individualizada nos momentos de avaliação.

Peinado et al. (2006) na conclusão do seu estudo, referiram que o LV como aproximação do EEML poderá ser útil na redução do número de testes necessários à sua determinação. Mais recentemente, Pessôa Filho et al. (2012) descobriram que o LV_2 representado sob forma de % da $\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{max}}$ (94%) era similar à VC reportada por Demarie et al. (2001) (91.4% da $\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{max}}$) e Espada et al. (2015) não verificaram diferenças significativas entre vEEML e LV_2 .

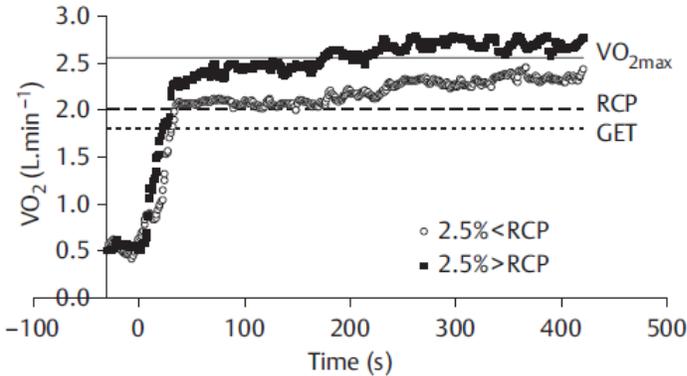


Figura 3. Análise de trocas gasosas em redor do ponto de compensação respiratório (RCP – *respiratory compensation point*) (Pessoa Filho et al., 2012)

A cinética do consumo de oxigênio

Uma vez que a ressíntese aeróbia de ATP é a principal fonte de energia para o corpo humano, o estudo da cinética do $\dot{V}O_2$ pode fornecer uma visão esclarecedora do metabolismo muscular e dos mecanismos fisiológicos envolvidos na transição entre o repouso e o exercício. Além disso, a resposta do $\dot{V}O_2$ no momento supra referido determina a contribuição relativa do metabolismo oxidativo e não oxidativo relativamente às necessidades energéticas do exercício (Jones & Burnley, 2009).

Em resumo, o estudo da cinética do $\dot{V}O_2$ proporciona uma janela única na compreensão do controlo metabólico. Uma única repetição de 500 m a uma velocidade de nado constante parece ser suficiente para alcançar o $\dot{V}O_{2max}$ e duas transições de exercício separados por 1h de descanso são apropriados para a determinação da cinética $\dot{V}O_2$, posteriormente, como é natural, a um teste progressivo para determinação do $\dot{V}O_{2max}$ e intensidades de exercício. A cinética do $\dot{V}O_2$ e seus valores máximos são fundamentais para a compreensão do comportamento dos nadadores em competição e desenvolvimento de programas de treino eficientes (Sousa et al., 2014).

No domínio das intensidades moderadas podem ser identificadas 3 fases da cinética do $\dot{V}O_2$ (Gaesser & Poole, 1996), uma primeira fase, imediatamente após o aumento da intensidade de exercício, com uma duração de 15 a 25-s, em que o $\dot{V}O_2$ aumenta rapidamente. Nesta fase, uma vez que ainda não decorreu tempo suficiente para que o sangue venoso proveniente dos músculos ativos tenha chegado aos pulmões, o aumento do $\dot{V}O_2$ deve-se principalmente ao aumento do débito sanguíneo pulmonar.

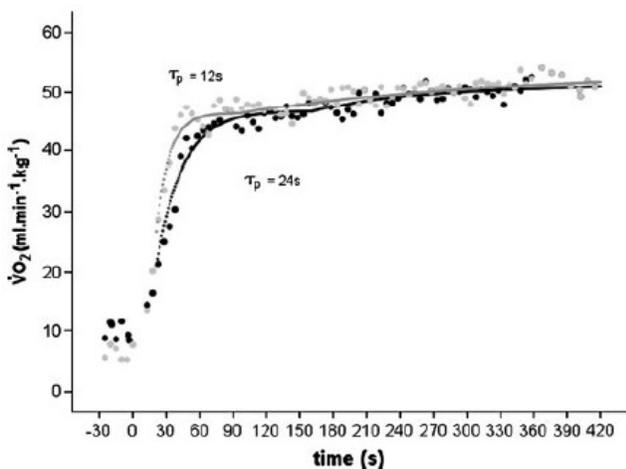


Figura 4. Perfil de resposta do consumo de oxigênio em dois nadadores com consumo máximo de oxigênio semelhante mas constantes temporais primárias distintas (Reis et al., 2012b)

A fase 2 reflete já a chegada aos pulmões de sangue proveniente dos músculos ativos e, portanto, com menor conteúdo em O_2 . O $\dot{V}O_2$ começa a refletir, também, o O_2 do metabolismo muscular, pelo que o seu aumento resulta do produto de um maior débito sanguíneo pulmonar por um aumento progressivo da $(a-v)O_2$. Nesta fase, o aumento do $\dot{V}O_2$ é progressivamente mais lento e a cinética assume um comportamento aproximadamente monoexponencial, tendendo assintoticamente para um valor de estabilidade.

A fase 3 corresponde à fase de equilíbrio em que o $\dot{V}O_2$ se mantém aproximadamente constante ao longo do tempo. O equilíbrio é atingido após cerca 3-min (Gaesser & Poole, 1996) e as reservas locais de O_2 encontram-se estáveis, embora reduzidas em relação aos valores de repouso.

No domínio das intensidades pesadas o aumento é também exponencial mas a fase de estabilização não é atingida até aos 3-min. Após a fase 2 verifica-se o aparecimento de um aumento muito paulatino do $\dot{V}O_2$ que se vai desenvolvendo ao longo do tempo ($a\ c\dot{V}O_2$) e atrasa o atingir do equilíbrio.

Durante um exercício a intensidade constante acima do LL ou LV a resposta fisiológica ao exercício torna-se mais complexa a nível de $[La^-]$ e $\dot{V}O_2$. O aumento exponencial na fase primária não é suficiente para atingir um estado estacionário e o $\dot{V}O_2$ tende a ser maior do

que seria previsível com base na relação submáxima entre o $\dot{V}O_2$ e a intensidade do exercício (Whipp & Wasserman, 1972).

Após 90 a 150-s de exercício tem origem o aumento mais pronunciado do $\dot{V}O_2$ mas a uma velocidade mais lenta (Barstow & Molé, 1991). Nesta intensidade de exercício a resposta no $\dot{V}O_2$ pode ser caracterizada através da seguinte equação biexponencial:

$$\dot{V}O_2(t) = \begin{cases} \dot{V}O_{2\text{base}} & \text{for } t < t_{d_p} \\ \dot{V}O_{2\text{base}} + A_p \left(1 - e^{-(t-t_{d_p})/\tau_p} \right) & \text{for } t_{d_p} \leq t < t_{d_{sc}} \quad (\text{primary component}) \\ \dot{V}O_{2\text{base}} + A_p \left(1 - e^{-(t_{d_{sc}}-t_{d_p})/\tau_p} \right) + A_{sc} \left(1 - e^{-(t-t_{d_{sc}})/\tau_{sc}} \right) & \text{for } t \geq t_{d_{sc}} \quad (\text{slow component}) \end{cases}$$

O limite superior para o exercício na intensidade pesada corresponde ao EEML e geralmente ocorre a $\sim 50\% \Delta$ [Δ correspondente à diferença entre a vLL ou velocidade no limiar ventilatório (vLV) e $v\dot{V}O_{2\text{max}}$] (Poole et al., 1988).

A maior descoberta no estudo de Pessôa Filho et al. (2010) foi que a cinética do $\dot{V}O_2$ na NPD em redor do LV_2 promove respostas ao nível do $\dot{V}O_2$ que refletem o domínio das intensidades pesadas e severas. Nesse sentido, os autores sugeriram a aplicação da cinética do $\dot{V}O_2$ em detrimento da PC com o objetivo de diminuir o número de testes para acesso ao limite do domínio de intensidades.

Em intensidades de exercício elevadas a velocidade de produção de lactato excede a de remoção, logo, a $[La^-]$ aumenta. Após um primeiro aumento monoexponencial do $\dot{V}O_2$, decorre um segundo aumento após sensivelmente 3-min que é definido como $cl\dot{V}O_2$. Os autores acrescentaram que a $cl\dot{V}O_2$ pode chegar aos 500 ml.min⁻¹ e é geralmente considerada significativa quando os valores atingem patamares acima dos 200 ml.min⁻¹.

A existência da $cl\dot{V}O_2$ tem sido associada à elevação da $[La^-]$ em relação aos valores de repouso (Whipp & Wasserman, 1972; Poole et al., 1988). A amplitude significativa da $cl\dot{V}O_2$ reflete uma ineficiência crescente, que é confirmada pelos valores atingidos nas intensidades de exercício onde esta fase decorre (Whipp et al., 2002).

A $cl\dot{V}O_2$ é considerada um custo adicional de O_2 que reduz a energia disponível do corpo, estando associada a uma diminuição na eficiência mecânica (Gaesser & Poole, 1996), em teoria, deve ser considerada como um fator determinante do desempenho, especialmente durante eventos de longa duração (Jones & Burnley, 2009).

Como a $\dot{V}O_2$ é evidente apenas em intensidades de exercício que promovem uma acidose significativa (Whipp et al., 2002), a $[La^-]$ induzida pelo exercício é geralmente considerada como estando intimamente ligada com a $\dot{V}O_2$, além disso, verificou-se ser correlacionada com o tempo e magnitude da $\dot{V}O_2$ (Poole et al., 1988). Outro fator que tem sido relacionado com a $\dot{V}O_2$ é o recrutamento progressivo de fibras musculares do tipo II.

O aspeto distintivo do domínio de intensidades severas é a impossibilidade de alcançar o equilíbrio no $\dot{V}O_2$. Este nunca estabiliza, pelo que a $\dot{V}O_2$ mantém-se crescente até que, caso o aumento da acidez não provoque fadiga lática precoce, seja atingido o $\dot{V}O_{2max}$ (Poole et al., 1988; Gaesser & Poole, 1996). Anteriormente, Fernandes et al. (2003) analisaram transições na $\dot{V}O_{2max}$ na NPD confirmando os resultados de Demarie et al. (2001), o desenvolvimento de uma $\dot{V}O_2$.

Os resultados parecem indicar que o desempenho em provas de NPD de meio fundo é influenciado pelo $\dot{V}O_{2max}$ dos nadadores, em linha com o que foi previamente reportado (Alves et al., 1996, Reis et al., 2012a). A $\dot{V}O_2$ não parece estar relacionada com o tempo limite em exercício (T_{lim}), uma vez que vários estudos não encontraram correlações significativas entre o aumento do tempo até à exaustão e a diminuição da $\dot{V}O_2$ (Bailey et al., 2009). No entanto estes autores verificaram que em indivíduos não treinados, a magnitude da $\dot{V}O_2$ estava inversamente correlacionada com o T_{lim} num exercício em intensidade severa realizado no ciclismo.

Um estudo recente apresenta valores significativos em todos os nadadores de $\dot{V}O_2$ nos domínios de intensidade pesado e severo ($>255 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$), tendo os autores concluído que a cinética do $\dot{V}O_2$ diferentes intensidades de exercício na NPD, proporciona informações relevantes sobre stress cardiorrespiratório e metabólico que pode ser útil para o apropriado diagnóstico de desempenho e prescrição de treino (de Jesus et al., 2015).

A capacidade de desenvolver rapidamente níveis elevados de energia através do metabolismo aeróbio tem sido associada ao sucesso na maioria das atividades desportivas. Durante a transição para o exercício, o consumo de O_2 por parte dos músculos é elevado e até que um novo estado de equilíbrio seja atingido, os músculos dependem das fontes anaeróbias disponíveis (Jones & Burnley, 2009). Este défice é chamado défice de O_2 e até que o estado de equilíbrio seja alcançado, os requisitos energéticos são obtidos através das reservas de O_2 do sangue venoso, dos músculos e da rea-

ção acelerada da creatina quinase (CK) e taxa glicolítica que resulta, respetivamente, na diminuição da fosfocreatina, aumento de hidrogénio (H^+) e produção de lactato.

No exercício realizado a intensidade moderada, a magnitude do défice de O_2 é uma função da amplitude da resposta e da constante temporal (Whipp et al., 2002; Jones & Burnley, 2009). Parece lógico que uma rápida adaptação a um aumento da necessidade metabólica minimiza o défice de O_2 e, conseqüentemente, a contribuição do sistema anaeróbio, que é um dos principais contribuintes para o processo de fadiga. Assim, uma menor constante temporal primária (τ_p) e, conseqüentemente, mais rápida cinética do $\dot{V}O_2$ permite uma maior preservação temporal da homeostasia e, conseqüentemente, a capacidade de manter um exercício no domínio da intensidade pesada.

Portanto, para o mesmo aumento na intensidade de exercício (e, conseqüentemente, para uma taxa metabólica similar), os indivíduos com uma cinética lenta vão depender numa maior medida das vias metabólicas não-oxidativas para alcançar as necessidades energéticas associadas à intensidade do exercício, atingindo a fadiga precoce, como demonstrado em estudos anteriores (Bailey et al., 2009). Estes autores demonstraram que uma menor τ_p está associada a maiores valores de $\dot{V}O_{2max}$ e indicaram que a cinética do $\dot{V}O_2$ parece ser mais sensível, e refletir de forma mais adequada, a adaptação ao treino aeróbio do que o $\dot{V}O_{2max}$.

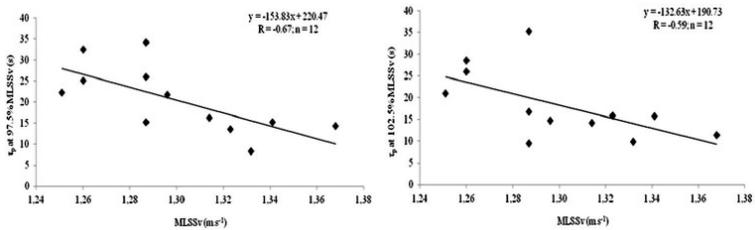


Figura 5. Relação entre valor da constante temporal primária a 97.5% e 102.5% da velocidade no estado estacionário máximo de lactato e esta intensidade de exercício na natação (Espada et al., 2015)

Sousa et al. (2011) encontraram no seu estudo uma relação direta entre a τ_p do período de cinética final (*off-transient*) e a velocidade média nos 200 m crol ($r = 0.77, p < 0.02$), τ_p do período de cinética final e $\dot{V}O_2$ ($r = 0.76, p < 0.03$) e τ_p do período de cinética final e am-

plitude da primeira fase da cinética do consumo de oxigénio (A_p) ($r = 0.72$, $p < 0.04$). Espada et al. (2015) observaram que a τ_p a 102.5% da $v\dot{V}O_{2max}$ se revelou significativamente correlacionada com a $v\dot{V}O_{2max}$ em sintonia com os resultados de Reis et al. (2012b).

O impacto potencial no desempenho da cinética do $\dot{V}O_2$ é de particular importância em eventos com duração entre 1 e 15 (a maioria na NPD) uma vez que solicitam significativamente tanto a via anaeróbia como a aeróbia, como se sabe, a grande maioria dos eventos competitivos na NPD situa-se neste balizamento temporal.

Alves et al. (2009) determinaram a relação entre os parâmetros da cinética do $\dot{V}O_2$ na NPD no domínio da intensidade pesada e o desempenho nos 400 m. Apenas a componente rápida mostrou-se correlacionada com o desempenho nos 400 m. Reis et al. (2009) estudaram a relação entre os parâmetros da cinética do $\dot{V}O_2$ numa intensidade constante no domínio da intensidade severa e o desempenho nos 400 m. A componente rápida da resposta do $\dot{V}O_2$ mostrou-se significativamente correlacionada com o desempenho, com o $\dot{V}O_{2max}$ absoluto e com a $v\dot{V}O_{2max}$. Estes estudos evidenciaram que a resposta da τ_p na NPD está associada a uma maior capacidade e desempenho aeróbio.

Conclusões

A avaliação e controlo do treino na NPD tem melhorado significativamente nos últimos anos, sendo um dos fatores que contribui para o evoluir da modalidade desportiva e constante melhoria de desempenhos competitivos. Torna-se fundamental compreender e aprofundar o conhecimento acerca de indicadores e parâmetros fisiológicos, assim como metodologias e procedimentos associados à recolha de dados, no sentido da melhoria da planificação, avaliação e controlo do treino na NPD, onde se inclui a caracterização dos domínios de intensidade de exercício.

Referências

- Alves, F., Gomes-Pereira, J., Pereira, F. (1996). Determinants of energetic cost of front crawl and backstroke swimming and competitive performance. In: Troup, J.P., Hollander, A.P., Strasse, D., Trappe, S.W. Cappaert, J.M., Trappe, T.A. (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming VII* (pp. 127-134). London: E & F. N. Spon.
- Alves, F., Reis, J., Vleck, V., Bruno, P., Millet, G. (2009). Oxygen uptake kinetics in heavy intensity exercise and endurance performance in swimmers. ACSM 56th Annual Meeting, Seattle, Washington. Presentation Number 978.

- Alves, F., Reis, J., Vleck, V., Bruno P., Millet, G.P. (2010). Distance-time modeling and oxygen uptake kinetics in swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 42(5 Suppl): S5431.
- Bailey, S.J., Wilkerson, D.P., DiMenna, F.J., Jones, A.M. (2009). Influence of repeated sprint training on pulmonary O₂ uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans. *Journal of Applied Physiology*; 106: 1875-1887.
- Baron, B., Dekerle, J., Robin, S., Neviere, R., Dupont, L., Matran R., Vanvelcena-her, J., Robin, H., Pelayo, P. (2003). Maximal lactate steady state does not correspond to a complete physiological steady state. *International Journal of Sports Medicine*; 24: 582-587.
- Barstow, T.J. & Molé, P.A. (1991). Linear and nonlinear characteristics of oxygen uptake kinetics during heavy exercise. *Journal of Applied Physiology*; 71(6): 2099-2106.
- Beaver, W.L., Wasserman, K., Whipp, B.J. (1985). Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *Journal of Applied Physiology*; 59: 1936-1940.
- Capelli, C., Pendergast, D.R., Termin, B. (1998). Energetics of swimming at maximal speeds in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*; 78(5): 385-393.
- Cheng, B., Kuipers, H., Snyder, A.C., Keizer, H.A., Jeukendrup, A., Hesselink, M. (1992). A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. *International Journal of Sports Medicine*; 13(7): 518-522.
- Costa, A.M., Silva A, Louro, H., Reis, V., Garrido, N., Marques, M., Marinho D. (2009). Can the curriculum be used to estimate critical velocity in young competitive swimmers? *Journal of Sports Science and Medicine*; 8: 17-23.
- Costa, A.M., Costa, M.J, Marinho, D.A. (2015). Velocidade crítica em natação: uma revisão da literatura. *Motricidade*; 11(3): 158-170.
- De Jesus, K., Sousa, A., de Jesus, K., Ribeiro, J., Machado, L., Rodríguez, F., Keskinen, K., Vilas-Boas, J.P., Fernandes, R.J. (2015). The effects of intensity on $\dot{V}O_2$ kinetics during incremental free swimming. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*; 40(9): 918-23. doi: 10.1139/apnm-2015-0029.
- Dekerle, J., Sidney, M., Hespel, M.J., Pelayo, P. (2002). Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate and anaerobic capacity in relation to front crawl Swimming Performance. *International Journal of Sports Medicine*; 23: 93-98.
- Dekerle, J., Pelayo, P., Clipet, B., Depretz, S., Lefevre, T., Sidney, M. (2005). Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. *International Journal of Sports Medicine*; 26(7): 524-530.
- Dekerle, J., Brickley, G., Alberty, M., Pelayo, P. (2010). Characterizing the slope of the distance-time relationship in swimming. *Journal of Science and Medicine in Sport*; 13(3): 365-370.
- Demarie, S., Sardella, F., Billat, V., Magini, W., Faina, M. (2001). The $\dot{V}O_2$ slow component in swimming. *European Journal of Applied Physiology*; 84: 95-99.
- di Prampero, P.E., Dekerle, J., Capelli, C., Zamparo, P. (2008). The critical velocity in swimming. *European Journal of Applied Physiology*; 102(2): 165-171.
- Espada, M.A. & Alves, F.B. (2010). Critical velocity and the velocity at maximal lactate steady state in swimming. In: Per-Ludvik Kjendlie, Robert Keig

- Stallman and Jan Cabri (Eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming XI* (pp. 194-196). Oslo: Norwegian School of Sport Science.
- Espada, M.C., Reis, J.F., Almeida, T.F., Bruno, P.M., Vleck, V.E., Alves, F.B. (2015b). Ventilatory and Physiological Responses in Swimmers Below and Above Their Maximal Lactate Steady State. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 29(10): 2836-43.
- Fernandes, R.J., Cardoso, C.S., Soares, S.M., Ascensão, A., Colaço, P.J., Vilas-Boas, J.P. (2003). Time limit and $\dot{V}O_{2\max}$ slow component at intensities corresponding to $\dot{V}O_{2\max}$ in swimmers. *International Journal of Sports Medicine*; 24(8): 576-581.
- Fernandes, R.J., Sousa, M., Pinheiro, A., Vilar, S., Colaço, P., Vilas-Boas, J.P. (2010). Assessment of individual anaerobic threshold and stroking parameters in swimmers aged 10-11 years. *European Journal of Sport Science*; 10(5): 311-317.
- Gaesser, G.A. & Poole, D.C. (1996). The slow component of oxygen uptake kinetics on human. *Exercise Sport Science Review*; 24: 35-71.
- Heck, H., Mader, A., Hess, G., Mucke, S., Muller, R., Hollmann, W. (1985). Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *International Journal of Sports Medicine*; 6: 117-130.
- Jones, A.M. & Poole, D.C. (2005). Introduction to oxygen uptake kinetics and historical development of the discipline. In: *Oxygen Uptake Kinetics in Sport, Exercise and Medicine* (eds.) Jones, A.M. & Poole, D.C. (pp. 3-35). Routledge, London.
- Jones, A.M. & Burnley, M. (2009). Oxygen uptake kinetics: an underappreciated determinant of exercise performance. *International Journal of Sports and Physiology Performance*; 4(4): 524-532.
- Lavoie, J.M. & Montpetit, R.R. (1986). Applied physiology of swimming. *Sports Medicine*; 3: 165-189.
- Monod, H. & Scherrer, J. (1965). The work capacity of synergic muscle group, *Ergonomics*; 9: 329-338.
- Peinado, P.J., Di Salvo, V., Pigozzi, F., Bermúdez, A.I., Peinado Lozano, A.B., Calderón Montero, F.J., Maffulli, N. (2006). Steady-state acid-base response at exercise levels close to maximum lactate steady state. *Clinical Journal of Sport Medicine*; 16(3): 244-246.
- Pêsoa Filho, D.M., Reis, J.F., Albes, F.B., Denadai, B.S. (2010). Oxygen uptake kinetics around the respiratory compensation point. In: Kjendlie, P.L., Stallman, R.K., Cabri, J. (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming XI* (pp. 215-217), Oslo: Norwegian Scholl of Sport Science.
- Pessôa Filho, D.M., Alves, F.B., Reis, J.F., Greco, C.C., Denadai, B.S. (2012). VO_2 Kinetics During Heavy and Severe Exercise in Swimming. *International Journal of Sports Medicine*; 33(9): 744-8.
- Poole, D.C., Ward, S.A., Gardner, G.W., Whipp, B.J. (1988). A metabolic and respiratory profile of the upper limit to prolonged exercise in man. *Ergonomics*; 31: 1265-1279.
- Poole, D.C., Kindig, C.A., Behnke, B.J., Jones, A.M. (2005). Oxygen uptake (VO_2) kinetics in different species: a brief review. *Equine and Comparative Exercise Physiology*; 2(1): 1-15.

- Pyne, B.D., Lee, H.E., Swanwick, K.M. (2001). Monitoring the lactate threshold in world ranked swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 33: 291-297.
- Reis, J., Alves, F., Vleck, V., Bruno, P., Millet, G. P. (2009). Correlation between oxygen uptake kinetics in severe intensity swimming and endurance performance. A paper presented at the 14th Annual Congress of the European College of Sport Science, Oslo, Norway, June 24-27.
- Reis, J.F., Alves, F.B., Bruno, P.M., Vleck, V., Millet, G.P. (2012a). Oxygen uptake kinetics and middle distance swimming performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 15(1): 58-63.
- Reis, J.F., Alves, F.B., Bruno, P.M., Vleck, V., Millet, G.P. (2012b). Effects of aerobic fitness on oxygen uptake kinetics in heavy intensity swimming. *European Journal of Applied Physiology*; 112(5): 1689-97.
- Ribeiro, J., Figueiredo, P., Guidetti, L., Alves, F., Toussaint, H., Vilas-Boas, J.P., Baldari, C., Fernandes, R.J. (2015). AquaTrainer® Snorkel does not Increase Hydrodynamic Drag but Influences Turning Time. *International Journal of Sports Medicine*. Dec 14. [Epub ahead of print].
- Sousa, A., Figueiredo, P., Keskinen, K.L., Rodriguez, F.A., Machado, L., Vilas-Boas, J.P., Fernandes, R.J. (2011). VO_2 off transient kinetics in extreme intensity swimming. *Journal of Sports Science and Medicine*; 10: 546-552.
- Sousa, A., Figueiredo, P., Pendergast, D., Kjendlie, P-L., Vilas-Boas, J.P., Fernandes, R.J. (2014). Critical evaluation of oxygen-uptake assessment in swimming. *International Journal of Sports Physiology and Performance*; 9(2): 190-202.
- Wakayoshi, K., Ikuta, K., Yoshiba, T., Udo, M., Moritani, T., Mutoh, Y., Miyashita, M. (1992a). Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *European Journal of Applied Physiology*; 64: 153-157.
- Whipp, B.J. & Wasserman, K. (1972). Oxygen uptake kinetics for various intensities of constant load work. *Journal of Applied Physiology*; 33: 351-356.
- Whipp, B.J. (1994). The slow component of O_2 uptake kinetics during heavy exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 25: 1319-1326.
- Whipp, B.J., Rossiter, H.B., Ward, S.A. (2002). Exertional oxygen uptake kinetics: a stamen of stamina? *Biochemical Society Transactions*; 30(2): 237-247.
- Zacca, R., Fernandes, R.J., Pyne, D.B., de S Castro, F.A. (2015). Swimming training assessment: the critical velocity and the 400 m test for age-group swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Oct 13. [Epub ahead of print].

Conceptualização e operacionalização do treino de nadadores juvenis no Clube Desportivo de Estarreja

Vitor Mano^{1,2}, Ana Mano¹, Jorge Crespo³, Ricardo J. Fernandes²

Introdução

O treino desportivo procura melhorar o rendimento dos praticantes, implicando uma preparação sistemática e organizada, constituindo um processo pedagogicamente estruturado. A planificação e periodização são recentes na história da metodologia do treino desportivo, embora se saiba que na Grécia Antiga já existia preocupação com a organização anual do treino. Programar o treino implica ordenar os seus conteúdos, dispondo racionalmente as cargas, num determinado período de tempo bem definido (Verkhoshanski, 1985). Entretanto, este conceito foi expandido, sendo hoje em dia praticamente transversal a todos os utilizadores, apresentando um aumentado grau de complexidade devido à sua relação estreita com as novas tecnologias.

A Natação Pura Desportiva (NPD) caracteriza-se por ser uma modalidade individual, cíclica e fechada, na qual as ações sequenciadas dos membros superiores (MS) e inferiores (MI) tendem a assegurar uma propulsão contínua (Fernandes e Vilas-Boas, 2006). A velocidade de nado é determinada pela relação entre as forças que atuam sobre o nadador, nomeadamente a propulsiva (originada pelas ações dos MS, MI e do tronco) e a de arrasto hidrodinâmico (com a mesma direção mas sentido oposto ao deslocamento do nadador). Sendo este desporto um dos mais antigos dos jogos olímpicos, possui um número significativo de estudos que o suporta. Todavia, num passado relativamente recente, a planificação do treino baseava-se sobretudo na experiência do treinador, o qual, por tentativa e erro, preparava os seus nadadores baseado no treino que tinha efetuado

1 Clube Desportivo de Estarreja

2 Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto da Faculdade de Desporto e Laboratório de Biomecânica do Porto, Universidade do Porto

3 Associação de Natação Centro Norte de Portugal

enquanto praticante desportivo (Raposo, 2005). Atualmente, com o avanço da investigação na área da metodologia do treino e da planificação, impõe-se uma busca constante de novos conhecimentos, procurando tornar o processo de treino mais objetivo e eficiente (Fernandes et al., 2014).

É sabido que a diferença entre os melhores nadadores e os restantes prende-se com detalhes, sendo imperativo avaliar e controlar o processo de treino de forma criteriosa, concebendo, construindo e planificando de acordo com as necessidades dos praticantes (Fernandes et al., 2014). De facto, o controlo do treino é imprescindível para o treinador ter uma perceção mais objetiva dos seus efeitos no nadador (Navarro et al., 2010), tentando objetivar o processo de treino e controlar a pretendida evolução. Nesse sentido, é importante identificar corretamente os fatores influenciadores do rendimento desportivo do nadador (Carzola, 1984; Costill, 1985) para que depois, fazendo uso das novas tecnologias, se possa avalia-los e controlar a progressão pretendida (Fernandes et al., 2003). Os objetivos deste capítulo são realizar uma exposição dos pressupostos teóricos relativos à **caracterização, definição de objetivos, conceção, planeamento e operacionalização** de um macrociclo de treino aplicado aos nadadores juvenis do Clube Desportivo de Estarreja (CDE), um clube Português de média dimensão. Para maior aplicabilidade prática, apresentam-se também alguns exemplos de microciclos e unidades de treino, eminentemente focados no treino na água.

Desenvolvimento

O CDE é uma agremiação desportiva histórica da região de Aveiro, tendo promovido a prática de vários desportos, embora só o futebol e a natação continuem ativos. As equipas de NPD do CDE estão organizadas em três grupos de treino, com 60 nadadores no total – cadetes (17), infantis (17) e absolutos (11 juvenis, 7 juniores e 8 seniores, dos quais 16 femininos e 10 masculinos). Não dispondo de escola de natação, existe uma turma de “esperanças” com aulas de aperfeiçoamento e pré-competição **que, embora dirigida por um técnico do clube, pertence à escola de natação do Município de Estarreja**. Assim, consegue manter-se um elo de ligação entre o município e os grupos de competição do clube, sendo possível captar jovens talentos e dirigi-los para a prática da modalidade.

Em escalões etários superiores, procura promover-se um adequado enquadramento técnico, pedagógico, médico, científico,

tecnológico e social, fundamental para o desenvolvimento das capacidades dos nadadores (Silva et al, 2009). Assim, sabendo-se que as características morfológicas são decisivas para o rendimento em NDP, nomeadamente na geração da força propulsiva e na diminuição da resistência ao avanço (reduzindo o custo energético; Barbosa e Vilas-Boas, 2005), as principais características antropométricas dos nadadores juvenis do clube foram avaliadas. Verificou-se que os nadadores e as nadadoras medem 174 ± 5.9 e 162 ± 4.5 cm e pesam 65.7 ± 7.5 e 54.7 ± 5.3 kg (respetivamente), sendo mais baixos e leves comparativamente com outros nadadores de idades semelhantes (Siders et al., 1993; Fernandes et al., 2002). Complementarmente, os nadadores do clube apresentam um menor índice envergadura/altura (1.01 ± 8.2 e 1.00 ± 3.9 para rapazes e raparigas) comparativamente com a literatura (Mazza et al., 1994; Fernandes et al., 2002).

O clube apresenta, no entanto, várias limitações no apoio ao nadador, não existindo médico do clube, nem material de avaliação e controlo do treino. O facto de todos os grupos de competição treinarem numa piscina pertença do município torna o espaço disponível exíguo, estando as classes municipais e os treinos sobretudo concentrados no final da tarde. A piscina é constituída por um tanque de 25×17.5 m (dividido em nove pistas) e outro de aprendizagem de 17.5×13.6 m. Os nadadores juvenis, sob os quais este texto incide, treinam normalmente sete vezes por semana, de 2ª a 6ª feiras das 19.20 às 21.00h e ao sábado das 9.45 às 11.30h e das 16.00 às 17.30h.

Numa fase inicial da época desportiva, na etapa geral do período preparatório, a distribuição dos nadadores por pistas foi feita consoante os resultados obtidos no teste da velocidade crítica aeróbia, bom indicador do limiar anaeróbio individual e parâmetro tradutor do nível de desenvolvimento da capacidade aeróbia (Wakayoshi, et al., 1992; Fernandes et al., 1999). Após esta etapa houve uma divisão do grupo de absolutos em fundistas e velocistas, embora, no primeiro macrociclo, todos os nadadores juvenis tenham integrado o grupo dos fundistas. Esta opção teve como fundamento a sua melhor preparação para o Torneio de Fundo, o qual teve classificação nacional. Nos macrociclos seguintes, já houve uma diferenciação dos juvenis para integrarem o grupo dos fundistas ou o dos velocistas tendo em conta as distâncias que são especialistas.

A equipa de absolutos, onde os juvenis se incluíam, foi orientada por um treinador principal auxiliado por uma treinadora adjunta,

tendo os objetivos da época sido debatidos com a direção do clube. Na época desportiva 2014/2015, a equipa do CDE teve como objetivos gerais: (i) aumentar o número de nadadores nos escalões de cadetes e infantis, desenvolvendo as componentes humana/social e competitiva dos nadadores, assegurando o futuro desportivo do clube; (ii) promover a progressão física, técnica e psíquica de todos os nadadores; (iii) consciencializar os nadadores e encarregados de educação para a importância da assiduidade e pontualidade aos treinos e competições; (iv) incentivar e promover o espírito de equipa; (v) obter tempos de acesso aos Torneios Interdistrital e Zonal de Juvenis, aos Campeonatos Nacionais de Juvenis, Juniores e Seniores e ao Open de Portugal/Nacional de Juvenis; (vi) obter a melhor classificação possível no ranking do nadador completo dos juvenis; (vii) classificar-se nos três primeiros lugares nas provas por equipas da Associação de Natação Centro Norte de Portugal; (viii) manter-se na 3ª divisão do Campeonato Nacional de Clubes no setor masculino e aceder aos lugares cimeiros da 4ª divisão no setor feminino.

Para alcançar com eficácia os objetivos referidos realizou-se uma planificação metódica e cuidada, contemplando-se as necessidades dos nadadores tendo em conta os seus objetivos individuais e o seu potencial. Tentou programar-se a carga de treino de forma sistemática e racional, de encontro às necessidades e possibilidades reais, com aproveitamento pleno dos recursos disponíveis no momento e previsíveis no futuro (Sterkel, 2001; Navarro et al., 2010). O planeamento teve também em consideração a fase maturacional dos nadadores, visando ajuda-los (a longo prazo) a atingir altos níveis de treino e rendimento desportivo (Añó, 1997; Bompa, 1999). Em consonância com as diretrizes do clube, realizou-se, no início da época desportiva, um planeamento que possibilitasse a eficiente aquisição das competências necessárias, estando a periodização de acordo com as diretrizes do plano de carreira existente.

Assim, aquando da elaboração da periodização da época desportiva 2014/2015, teve-se em consideração o escalão competitivo alvo e o calendário competitivo, para de seguida se estabelecerem objetivos e definir quais as competições onde se procurava o máximo rendimento desportivo (Platonov e Fessenko, 1994; Pyne e Goldsmith, 2004; Farto e Carral, 2013). Após este diagnóstico, o plano anual foi dividido em macrociclos, mesociclos e microciclos, por sua vez constituídos por unidades de treino compostas por exercícios (Sweetenham e Atkinson, 2003; Farto e Carral, 2013). De acordo com o calendário escolar dos na-

dadores do CDE e o calendário competitivo da Federação Portuguesa de Natação (com três competições principais) adotou-se o modelo tradicional de periodização tripla (Matveiev, 1986; Tschiene, 1977).

Após a escolha do modelo tripartido de periodização, procurou definir-se conceptualmente os vários períodos (e etapas) que constituem cada um dos macrociclos da época desportiva. Assim, a etapa geral do período preparatório deve assegurar uma base funcional geral para o treino posterior mais intenso, utilizando exercícios de carácter genérico (Sterkel, 2001; Maglischo, 2003; Navarro et al., 2010) e a etapa específica do período preparatório objetiva a melhoria das áreas bioenergéticas mais específicas (como a potência e capacidade anaeróbias e a velocidade; Maglischo, 2003 e Vilas-Boas, 2000), assim como a criação das bases técnicas específicas de cada especialidade (Costill et al., 1992; Navarro et al., 2010). O período competitivo deverá permitir que os nadadores se aproximem do pico de forma desportiva graças a uma redução da fadiga e à **potenciação** fisiológica, técnica e psicológica (Pyne et al., 2009), procurando-se uma predisposição ótima para a competição (Raposo, 2005). O período de transição deve levar à diminuição da forma desportiva (Raposo, 2005), sendo caracterizado pela ausência de competições, treino de muito menor intensidade e especificidade e pela utilização de meios de recuperação (Olbrecht, 2000).

O macrociclo é, então, um ciclo fundamental da época desportiva, podendo prolongar-se por uma época específica como a temporada de piscina curta (Anó, 1997; Maglischo, 2003; Olbrecht, 2000). Os mesociclos que compõem o macrociclo procuram desenvolver qualidades específicas do nadador (Colwin, 1992), habitualmente contendo microciclos que compõem uma fase de treino árduo seguida de um período de recuperação para potenciar os seus efeitos sem causar saturação (Maglischo, 2003; Olbrecht, 2000; Pyne e Goldsmith, 2004). As unidades/sessões de treino são as estruturas que compõem os microciclos (Sweetenham e Atkinson, 1993), os quais tem normalmente a duração de uma semana, englobando exercícios a realizar dentro e/ou fora de água (Olbrecht, 2000; Farto e Carral, 2013).

No desenvolvimento do plano anual, e em cada macrociclo em particular, é fundamental definir corretamente a carga externa a aplicar, de forma a conseguir atingir-se os objetivos pretendidos. Para tal devem ter-se em consideração alguns aspetos (adaptado de Raposo, 2005 e Salo e Riewald, 2008): (i) a qualidade do desempenho técnico, pois um nadador com uma técnica deficiente verá limitada

a capacidade de suportar cargas elevadas e estará mais suscetível a lesões; (ii) o volume da carga, entendido como a totalidade de trabalho realizada, habitualmente mensurado pela distância percorrida ou, idealmente, pela duração dos exercícios; (iii) a intensidade da carga, caracterizada pelo trabalho realizado por unidade de tempo, tradicionalmente quantificada por uma percentagem da velocidade de deslocamento máxima, mas que deveria ser complementada por informações relativas a alguns parâmetros fisiológicos (como a frequência cardíaca e o lactato sanguíneo); (iv) a densidade da carga, considerando-se a relação temporal entre o exercício e o período de recuperação; e (v) a frequência de treino, definindo o número de sessões de treino por período temporal.

A relação entre o volume e a intensidade da carga são aspetos fulcrais das tarefas de planificação, pelo que se adotou o modelo inovador das unidades arbitrárias de treino/volume, proposto inicialmente por Mujika et al. (1995) e posteriormente adaptado por Figueiredo et al. (2008). Como se poderá ver mais à frente, a cada zona de treino é atribuído um coeficiente de intensidade, pelo que o cálculo da intensidade da carga se faz pela multiplicação do volume realizado numa determinada área bioenergética pelo coeficiente adotado. O conhecimento e o domínio destas estruturas do planeamento e da periodização permitem uma elaboração de todo o processo de treino de forma mais organizada.

O calendário competitivo é um fator determinante da periodização, estando definidas as competições a realizar durante a época desportiva, nomeadamente as que por serem mais importantes requerem que os nadadores se encontrem num momento de forma desportiva elevada. No primeiro macrociclo da presente época desportiva, o CDE definiu o Campeonato Nacional de Clubes como prova principal por se tratar de uma competição com classificação coletiva nacional, elevando bastante o espírito e coesão grupal. No entanto, devido à realização do Torneio Zonal de Juvenis na semana imediatamente após, tentou prolongar-se os níveis elevados de forma desportiva até esta competição.

Assim, tentou-se que o macrociclo I constituísse uma fase importante de formação dos nadadores juvenis, procurando a melhoria dos pré-requisitos técnicos e físicos que assegurassem um treino mais intenso nos macrociclos II e III (Maglischo, 2003), ou seja, a criação de uma base funcional geral para o treino posterior (Navarro et al 2010). Este primeiro grande ciclo de treino foi constituído por 17 microciclos/

semanas, sendo subdividido nos períodos preparatório (13 micros de etapas de preparação geral e específica, 7 mais 6 respectivamente), competitivo (3 micros, englobando o taper) e de transição (um micro).

A etapa geral do período preparatório teve como principais objetivos melhorar a capacidade aeróbia, a velocidade, a força e a flexibilidade de maneira geral (Costill et al., 1992; Maglischo 2003). Assim, após uma paragem de aproximadamente oito semanas de férias de verão que, necessariamente, baixou drasticamente a capacidade aeróbia dos nadadores, procurou treinar-se bastante o limiar anaeróbio. Para melhor controlar esse processo realizou-se a primeira avaliação da velocidade crítica aeróbia no microciclo nº 2 (permitindo uma divisão mais criteriosa dos nadadores por pistas com base nos resultados do seu limiar anaeróbio), avaliando-se novamente no microciclo nº 6. Mesmo sabendo que são necessárias oito semanas de treino para se obter bons ganhos nesta área bioenergética (Olbrecht, 2000), foram observadas melhorias na capacidade aeróbia de todos os nadadores, evidenciando adaptações centrais do sistema circulatório e respiratório que, por sua vez, implicam um melhor transporte de oxigênio e nutrientes aos músculos (Maglischo, 2003).

Nesta etapa inicial do macrociclo a velocidade também se treinou com regularidade por se entender que esta zona de treino tem uma grande aplicabilidade num significativo número de provas de natação e por se tratar de um trabalho bastante motivador para os nadadores. Resumidamente, realizou-se nos primeiros três microciclos bastante treino de capacidade aeróbia 1, e algum de capacidade aeróbia 2 e velocidade (ver Vilas-Boas, 2000), para que de seguida se realizassem quatro semanas de treino focadas no incremento do limiar anaeróbio (continuando com o treino da velocidade de forma a manter-se o estímulo das fibras de contração rápida). Os treinos do limiar anaeróbio foram realizados aproximadamente três vezes por semana, com 48h descanso de entre sessões devido ao desgaste do sistema cardiorrespiratório e de forma a permitir a reposição de glicogénio muscular nas fibras deplecionadas (Maglischo, 2003).

Relativamente ao treino da técnica será relevante referir que, na etapa de preparação geral, se incidiu no aperfeiçoamento das destrezas básicas das quatro técnicas convencionais de nado - crol, costas, bruços e mariposa (Cuartero et al. 2010), utilizando exercícios bastante simples e de contraste, para que posteriormente se comesse a treinar estilos. O treino de percursos subaquáticos foi também alvo de muita atenção, os quais são ainda mais preponderantes em compe-

tições de piscina curta, pelo que a realização de exercícios com e sem barbatanas para desenvolver o quinto nado foi sempre uma constante.

Complementarmente, no que se refere ao desenvolvimento da força muscular em situação de nado, de referir que a utilização de palas apenas teve lugar no microciclo nº 5 para que os nadadores tivessem tempo de estabilizar a técnica, evitando-se a contração de lesões. Assim, houve uma incidência significativa no trabalho separado de MS e MI por se concordar que todos os nadadores (até os fundistas) devam realizar bastante trabalho de fortalecimento dos MI nesta fase do macrociclo e da época desportiva (Hannula, 2003; Brooks, 2011). É claro que no caso dos velocistas, brucistas e mariposistas essa importância é mais evidente (Maglischo, 2003) mas, além e ser aceite que a ação dos MI na técnica de bruços é a mais propulsiva, também é consensual que após a partida e as viragens os gestos dos MI são fundamentais para manter elevadas velocidades de deslocamento.

Após esta fase iniciou-se a etapa específica do período preparatório com duração de seis semanas, o que está de acordo com Maglischo (2003) que considera ideal que tenha 6 a 8 semanas de forma a se poderem obter os ganhos necessários e evitar-se o sobre-treino. Neste primeiro macrociclo os nadadores juvenis estavam integrados no grupo dos fundistas, implicando um treino superior da potência aeróbia e da capacidade aeróbia 3, em simultâneo com a manutenção dos níveis da capacidade aeróbia 2 já adquiridos na etapa geral, de forma a melhor os preparar para o Torneio de Fundo. De referir também que a primeira competição do macrociclo teve lugar no microciclo nº 8, o primeiro da etapa específica, tendo a época desportiva sido iniciada uma semana mais cedo relativamente a anos anteriores.

A etapa de preparação específica, no que aos juvenis diz respeito, foi dividida em dois mesociclos, tendo sido mais desenvolvida a potência aeróbia e a tolerância láctica no primeiro e predominantemente a capacidade aeróbia 3 no segundo (dada a sua grande especificidade relativamente às provas de fundo). Complementarmente, existiu o treino contínuo da capacidade aeróbia 2 e da velocidade (em ambos os mesociclos), por se entender serem capacidades transversais a toda a época desportiva, sobretudo para nadadores ainda em formação e com menor número de anos de treino. O treino da técnica foi realizado quer na parte inicial da sessão de treino (utilizando exercícios mais complexos), quer na parte final (com exercícios mais específicos após séries mais intensas), pois na etapa específica o desenvolvimento das técnicas de partir, nadar e virar deve também in-

cluir tarefas específicas em condições de fadiga (Cuartero et al., 2010).

No período competitivo do macrociclo I a carga de treino (habitualmente calculada pelo volume e pela intensidade, embora a densidade e a complexidade sejam igualmente componentes a ter em consideração; Bompa, 1999) diminuiu de forma significativa logo desde o seu início para participar nas melhores condições no Campeonato Nacional de Clubes (microciclo nº 14). Esse decréscimo na carga externa foi progressivo e mais evidente no microciclo nº 15 devido à participação no Torneio Zonal, tendo-se prolongado para o microciclo nº 16 (embora com um ligeiro aumento da intensidade e diminuição do volume) para participação no Torneio José Fernando Baltar Leite promovido pelo Leixões Sport Clube.

Na última semana do macrociclo, e devido à (in)disponibilidade da piscina, apenas se realizaram dois treinos. Por se tratar do período de transição, as sessões de treino tiveram como objetivo a recuperação da fadiga causada pelas competições, realizando-se series de capacidade aeróbia 1, assim como algumas estafetas centradas na manutenção dos níveis de velocidade alcançados e na promoção do ludismo. Como neste período é importante que os nadadores se envolvam em tarefas de treino diferentes do habitual para fugir à rotina, realizou-se corrida de média duração a baixa intensidade e jogo de polo aquático antes e após o treino na água (respetivamente). Na Figura 1 pode-se observar o macrociclo I para juvenis.

Na construção dos microciclos teve-se em conta o tipo de mesociclo que integravam (ex: progressivo ou biomodal e de preparação geral, específica, competitivo ou de transição) e os objetivos pré-definidos, mas também a existência de feriados (o que impossibilitava a utilização da piscina). Também se tentou conciliar as áreas bioenergéticas alvo aquando da realização de duplo treino diário, evitando o treino concorrente e gerindo adequadamente a carga de treino. De facto, afigurou-se fundamental uma correta articulação entre as capacidades desenvolvidas em sessões anteriores e as que se pretendia treinar nos treinos seguintes, respeitando sempre o princípio da alternância entre a carga e a recuperação, as características do escalão etário e o facto das crianças e jovens não serem adultos em miniatura (Wilke e Madsen, 1990; Armstrong e Welsman, 2002; Navarro et al., 2010). Assim, os treinos de maior intensidade realizaram-se às 3ª e 6ª feiras, quer por existir mais espaço na piscina, quer porque permitiu melhor articular os períodos de carga com os de recuperação.

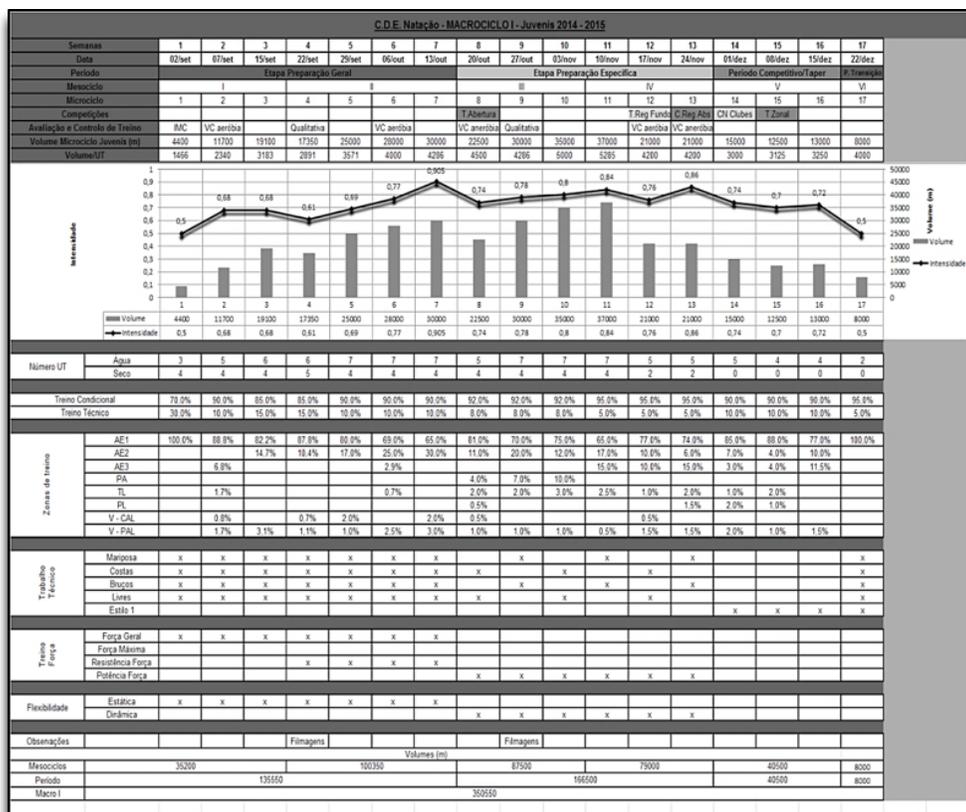


Figura 1. Primeiro macrociclo da época desportiva de nadadores juvenis.

Na etapa geral do período preparatório os treinos de maior intensidade tiveram como objetivo principal o desenvolvimento da capacidade aeróbia 2 e, alternadamente, da velocidade. Após treino do limiar anaeróbio o nadador necessita de 12 a 24h de recuperação (Olbrecht, 2000), podendo ser necessário um período de maior duração em certos casos (Navarro e Feal, 2001; Raposo, 2005). No treino da velocidade, depois do aquecimento e da parte principal, realizou-se sempre treino da técnica e da capacidade aeróbia 1, o que permitiu recuperar os nadadores para a unidade de treino seguinte. De acordo com Navarro e Feal (2001) após um treino de velocidade o nadador estará capacitado para voltar a treinar aproximadamente 8h depois. Na Tabela 1 apresenta-se um exemplo de microciclo da etapa geral do período preparatório do macrociclo I.

Tabela 1. Microciclo típico da etapa geral do período preparatório do macrociclo I de nadadores juvenis.

	Manhã	Tarde
2ª feira	Folga/descanso	Sessão nº 1 Objetivo: capacidade aeróbia 1, velocidade e técnica Treino em seco: Reforço muscular e força rápida Intensidade: 0.75 u.a Volume: 4200 m
3ª feira	Folga/descanso	Sessão nº 2 Objetivo: potência aeróbia e técnica Treino em seco: Reforço muscular e flexibilidade Intensidade: 0.85 u.a Volume: 5500 m
4ª feira	Folga/descanso	Sessão nº 3 Objetivo: capacidade aeróbia 1, velocidade e técnica Treino em seco: Reforço muscular e força rápida Intensidade: 0.68 u.a Volume: 4200 m
5ª feira	Folga/descanso	Sessão nº 4 Objetivo: capacidade aeróbia 1, velocidade e técnica Treino em seco: Reforço muscular e flexibilidade Intensidade: 0.75 u.a Volume: 4800 m
6ª feira	Folga/descanso	Sessão nº 5 Objetivo: capacidade aeróbia 2 e técnica Treino em seco: Reforço muscular Intensidade: 0.88 u.a Volume: 5400 m
Sábado	Sessão nº 6 Objetivo: capacidade aeróbia 1, velocidade e técnica Treino em seco: Reforço muscular Intensidade: 0.72 u.a Volume: 4500 m	Sessão nº 7 Objetivo: capacidade aeróbia 2, velocidade e técnica Treino em seco: Descanso Intensidade: 0.85 u.a Volume: 5200m

Legenda: u. a. = unidades arbitrárias

Os microciclos da etapa de preparação geral dos nadadores juvenis apresentaram um volume médio aproximado de 25000 m, distribuído por, no máximo, sete sessões semanais (frequência que se manteve durante o macrociclo II). No macrociclo III aumentou-se a frequência de treinos para nove vezes por semana aproveitando o maior tempo livre dos nadadores devido a férias escolares (embora os exames finais de ano letivo tenham levado a algum absentismo). No entanto, o aumento da carga durante a época desportiva não

se baseou única e exclusivamente no aumento do volume pois a melhoria do rendimento desportivo foi também procurada pelo incremento da intensidade e pela procura incessante de uma técnica mais adequada (cf. Fernandes et al., 2014).

Na etapa específica do período preparatório o treino centrou-se mais nas técnicas preferências de cada nadador (“especialidades”) mesmo estando os juvenis enquadrados no treino de fundistas visando o Torneio de Fundo e a preparação de base para a época desportiva. Nos macrociclos seguintes a diferenciação dos nadadores juvenis por especialidades foi mais evidente, segundo a proposta de Navarro et al. (2010). Na Tabela 2 apresenta-se um exemplo de microciclo da etapa específica do período preparatório do macrociclo I.

Tabela 2. Microciclo típico da etapa específica do período preparatório do macrociclo I de nadadores juvenis.

	Manhã	Tarde
Segunda	Folga/descanso	Sessão nº 1 Objetivo: capacidade aeróbia 1, velocidade e técnica Treino em seco: Reforço muscular e força máxima Intensidade: 0.75 u.a Volume: 4500 m
Terça	Folga/descanso	Sessão nº 2 Objetivo: tolerância láctica, potência aeróbia e técnica Treino em seco: Reforço Muscular Flexibilidade Intensidade: 0.90 u.a Volume: 5000 m
Quarta	Folga/descanso	Sessão nº 3 Objetivo: capacidade aeróbia 1, velocidade e técnica Treino em seco: Reforço muscular e força máxima Intensidade: 0.68 u.a Volume: 4000 m
Quinta	Folga/descanso	Sessão nº 4 Objetivo: capacidade aeróbia 1, velocidade e técnica Treino em seco: Reforço muscular e flexibilidade Intensidade: 0.70 u.a Volume: 4000 m
Sexta	Folga/descanso	Sessão nº 5 Objetivo: tolerância láctica e técnica Treino em seco: Reforço muscular Intensidade: 0.90 u.a Volume: 4500 m
Sábado	Sessão nº 6 Objetivo: capacidade aeróbia 2 e técnica Treino em seco: Reforço muscular Intensidade: 0.80 u.a Volume: 5000 m	Sessão nº 7 Objetivo: potência aeróbia e técnica Treino em seco: Descanso Intensidade: 0.85 u.a Volume: 4000 m

Legenda: u. a. = unidades arbitrárias

As unidades de treino constituem-se como o plano mais simples, sendo organizadas através de tarefas que permitam atingir os objetivos pré-definidos (Navarro et al., 2010). Na sua construção devem conciliar-se objetividade e coerência, mas também se deve usar a imaginação para que as tarefas sejam motivadoras (sem descurar os objetivos a que se propõem). Deverá, igualmente definir-se os objetivos da sessão e a sua ordem, selecionar-se o(s) método(s) mais apropriado(s) para alcançar os objetivos pré-definidos, definir-se o número de repetições para determinada série (assim como o número de séries), estabelecer-se a intensidade a que a tarefa deve ser realizada, definir-se a duração do intervalo e se será ativo ou passivo, especificar-se os objetivos relativos à técnica de nado (e/ou de partida e viragem) a adotar na tarefa e respeitar-se o princípio da sobrecarga (adaptado de Raposo, 2005).

Cada unidade de treino deve ser detalhadamente preparada e descrita em três partes, nomeadamente (Olbrecht, 2000; Raposo, 2005; Navarro et al., 2010): (i) a parte introdutória, com o objetivo de preparar física e psicologicamente os nadadores para os esforços subsequentes, mas também organizar grupos de trabalho; (ii) a parte principal, onde se realizam as tarefas específicas do(s) objetivo(s) da sessão, de acordo com o definido no microciclo e (iii) a parte final, que visa o retorno à calma através de exercícios simples e de baixa intensidade, mas também incluindo feedbacks positivos e corretivos. Complementarmente, existe a possibilidade da parte principal da unidade de treino estar subdividida em duas partes mediadas por exercícios de regeneração.

Na parte introdutória das sessões de treino dos nadadores juvenis do CDE tentou sempre utilizar-se várias técnicas de nado e viragem, muitas vezes incluindo exercícios que visassem o treino da técnica, a utilização predominante de MI ou de MS e as mudanças de velocidade, de forma a melhor preparar os sistemas bioenergéticos a utilizar na parte seguinte do treino. A parte principal foi organizada de forma diferenciada, dependendo do objetivo de cada sessão, isto é, quando o objetivo da sessão era o desenvolvimento da velocidade ou da potência láctica, estas capacidades eram trabalhadas sem existência da fadiga (Navarro et al., 2010) mas quando o objetivo era o desenvolvimento da capacidade aeróbia 2 ou 3, da potência aeróbia ou da tolerância láctica, as séries eram realizadas mais perto do final, estando os nadadores não tão descansados.

Existe ainda a possibilidade de se utilizarem sessões de treino seletivas ou complexas, centrando-se as primeiras no desenvolvimento de uma **área bioenergética específica e as segundas contemplando** mais que um conteúdo, desenvolvendo várias capacidades numa única sessão (Navarro et al., 2010). No nosso caso específico utilizaram-se os dois tipos de sessões, sendo que as seletivas foram mais utilizadas em períodos de menor cariz competitivo, enquanto as complexas se aplicaram em momentos onde se queria realizar maior sobrecarga ou simplesmente se procurou tornar o treino mais motivador. Na Tabela 3 pode observar-se um exemplo de uma unidade de treino com caráter seletivo aplicada aos nadadores juvenis (com objetivo centrado no desenvolvimento do limiar anaeróbio; painel superior) e outro com carácter complexo planeado para os nadadores juniores e seniores velocistas (procurando o desenvolvimento de ambas potência e tolerância lácticas; painel inferior).

Tabela 3. Exemplo de unidade de treino da etapa específica do período preparatório do macrociclo I com organizações seletiva e complexa (painéis superior e inferior, respetivamente).

Objetivo: Capacidade aeróbia 2	Volume: 5500 m	Duração: 1.50h	Grupo: fundistas
Introdução	2 x 500 crol (1ª respiração 1:4 e 1:5 + 2ª 25 treino técnico / 75 normal) a cada 7min15s 400 + 200 + 100 m estilos com t'shirt (30 s intervalo) 400 m MI estilos 8 x 25 m na melhor técnica (15 s intervalo)		
Parte Principal	800 + 2 x 400 + 4 x 200 m crol a cada 11min20s / 5min40s / 2min50s		
Conclusão	4 x 100 m (75 costas / 25 bruços, 15 s intervalo) 400 m recuperação técnicas à escolha		
Objetivo(s): Potência e tolerância lácticas	Volume: 4700 m	Duração: 1.50h	Grupo: velocistas
Introdução	2 x 400 m crol a cada 6min15s (respiração 1:4 e 1:5) 400 m estilos treino técnico 8 x 25 m melhor técnica / crol (15 m máximo + 10 m normal) a cada 1 min 200 m treino técnico na melhor técnica		
Parte Principal 1	6 x 50 m máximo na melhor técnica a cada 5 min		
Exercícios de Regeneração	6 x 100 m MI com barbatanas (10 s intervalo) técnica à escolha 4 x 150 m crol com palas a cada 2min10s		
Parte Principal 2	2 x (4 x 50 m melhor técnica; 1ª normal, 2ª MI) máximo (30 s intervalo) Intervalo entre séries: 2 x 100 m treino técnico na melhor técnica		
Conclusão	2 x 500 m 100 m crol / 100 m costas (30 s intervalo)		

As séries de treino típicas de cada uma das diferentes zonas bioenergéticas foram construídas com base no nosso entendimento e nas propostas disponíveis na literatura, particularmente nos trabalhos de Pyne e Goldberg (1991), Vilas-Boas (2000), Olbrecht (2000), Sweetenham e Atkinson (2003), Figueiredo et al (2008) e Navarro et al. (2010). De facto, o planeamento e a periodização devem ser baseados em pressupostos teóricos devidamente comprovados, procurando encontrar mecanismos que provoquem as adaptações desejadas nos nadadores. Para tal, o treino deverá ser o mais específico possível, pelo que a intensidade a que se realizam as várias tarefas não deve ser desvalorizada relativamente ao volume (Costill, 1999; Sweetenham e Atkinson, 2003; Salo e Riewald, 2008). Na Tabela 4 estão descritas e caracterizadas as zonas bioenergéticas de treino adotadas no nosso processo de treino.

Foi durante o treino da capacidade aeróbia 1 (zona de intensidade abaixo do limiar anaeróbio) que existiu uma maior diversidade de exercícios, pois além de ter evidente aplicação no período de aquecimento e servir para desenvolver a capacidade de resistência aeróbia de base, permitiu também a realização de treino técnico, assim como de recuperação após treinos e séries intensos. Para o seu desenvolvimento não se recorreu ao método contínuo com tarefas de longa duração (bastante desmotivante, não permitindo interação verbal entre treinador e nadador), mas ao método intervalado extensivo com séries de volume elevado e intervalos de curta duração. Foram também utilizadas várias vezes séries em double ups, alterando o número de metros ou o descanso, como por exemplo 4 x 100 m crol com partidas a cada 1min40s + 4 x 150 m crol com partidas a cada 2min30s + 4 x 200 m crol com partidas a cada 3min15s.

O treino do limiar anaeróbio, isto é, da capacidade aeróbia 2 é fundamental em NPD, sendo unanimemente reconhecido como transversalmente importante a todos os nadadores, embora decisivo para especialistas de distâncias longas (800 e os 1500 m livres). Assim, percebe-se bem que o volume das séries de treino para desenvolver esta capacidade seja superior nos fundistas (com repetições superiores a 200 m, de forma a promover as adaptações necessárias nas fibras tipo I oxidativas e de contração lenta) comparativamente aos nadadores velocistas (recorrendo a distâncias e intervalos mais curtos; Olbrecht, 2000). O treino do limiar anaeróbio

Tabela 4. Categorização e descrição das zonas bioenergéticas de treino (adaptado de Vilas-Boas, 2000).

Áreas bioenergéticas	Descrição	Fontes energéticas	Duração	Pulso (10 s)	[La] (mmol/l)	Coefficiente intensidade
Capacidade Aeróbia 1	Preparação para esforços mais intensos, recuperação e aquisição de skills técnicos	Lípidos	> 40 min	20-24	1-2	0.5
Capacidade Aeróbia 2	Capacidade de suportar esforços em condições de homeostasia	Lípidos/ HC	20 a 40 min	25-27	2-4	1
Capacidade Aeróbia 3	Capacidade de suportar esforços em condições de desequilíbrio homeostático	HC	10 a 20 min	28-29	5-7	1.5
Potência Aeróbia	Aumentar a capacidade máxima de utilização de oxigénio	HC	3 a 9 min	Máximo	8-10	1.5
Tolerância Láctica	Melhorar a capacidade para suportar elevadas concentrações de lactato	HC	1 a 2 min	Máximo	> 14	4
Potência Láctica	Aumentar o ritmo de produção de energia vinda da glicólise	HC	10 s a 1 min	Máximo	10-13	4
Capacidade alática	Aumentar a capacidade de prolongar um esforço à velocidade máxima	ATP-CP	2 a 10 s	Máximo	-	4
Potência alática	Aumentar a produção e utilização de energia do sistema ATP/CP	ATP-CP	1 RM	Máximo	-	4

Legenda: HC = hidratos de carbono; RM = repetição máxima.

tem como efeitos primários (Maglischo, 2003): (i) o aumento da capilarização e da atividade mitocondrial do musculo esquelético, assim como da mioglobina circulante na corrente sanguínea, elevando a percentagem da utilização do consumo máximo de oxigénio; e (ii) a melhoria dos processos de remoção de lactato (e outros catabolitos) a nível muscular e sanguíneo.

O treino da capacidade aeróbia teve como principal finalidade a melhoria do metabolismo aeróbio através da estimulação das fibras mistas (tipo IIa, de contração rápida). O desenvolvimento desta capacidade realiza-se a intensidades de nado acima do limiar anaeróbio, deixando o organismo de estar em homeostasia celular, sendo o esforço típico das provas de 800 e 1500 m livres. Para os nadadores velocistas estas séries foram realizadas preferencialmente no primeiro mesociclo de preparação específica e utilizando a sua técnica de nado preferencial (com volumes semanais entre 600 e 2600 m), enquanto os fundistas treinaram neste regime a partir do segundo mesociclo de preparação específica (quer em estilos quer em livres), assim como no período competitivo simulando ritmo de prova (com volumes semanais entre 800 e 5600 m). Ao longo do macrociclo os velocistas começaram com volumes mais elevados desta área bioenergética, diminuindo ao longo do mesociclo (embora sem grandes oscilações), enquanto os fundistas começaram com volumes maiores (e intervalos menores), invertendo esta situação perto do período competitivo.

O treino de potência aeróbia procurou aumentar a eficiência do consumo, transporte e processamento de oxigénio por parte dos nadadores através da repetição de exercícios que se realizados de forma contínua se situassem entre os 3 e os 6 min (de forma intervalada não deve ultrapassar os 10 min de duração da série). O consumo máximo de oxigénio parece traduzir um dos mais importantes fatores bioenergéticos condicionantes da prestação desportiva do nadador - a “potência” máxima a que o sistema oxidativo consegue operar, sendo um esforço típico dos 400 m livres e estilos. Entre duas sessões de potência aeróbia foi respeitado um período de descanso de 48 a 72h (Olbrecht, 2000), sendo que o volume semanal médio se situou entre os 900 a 1200 m por se considerar uma área de treino de difícil realização devido à sua intensidade elevada.

A tolerância láctica é, porventura, a área bioenergética de treino mais difícil de desenvolver pois implica que os nadadores desenvolvam a capacidade de suportar esforços em estados de elevada

degradação celular, procurando produzir e, sobretudo, acumular elevadas concentrações de acidose metabólica (traduzida em valores elevados de lactato muscular). O volume total de trabalho desta área de treino deve situar-se entre os 600 e os 1000 m por unidade de treino, realizados em séries com repetições distando entre 50 e 200 m (Cuartero et al., 2010). No macrociclo I a tolerância láctica foi treinada durante a etapa de preparação específica e parte do período competitivo, tendo requerido uma atenção redobrada por parte de treinadores e nadadores pois se não tivesse sido realizada à máxima intensidade não se teria obtido os efeitos pretendidos, mas por outro lado poderia facilmente levar os nadadores à extenuação.

A potência láctica tem como objetivo aumentar a produção de energia proveniente da glicólise e, enquanto o evento típico da tolerância láctica são os 200 m, neste caso são as provas de 50 e 100 m (duração aproximada situada entre os 20 s e 1 min). Na operacionalização do nosso planeamento a potência láctica foi desenvolvida maioritariamente na melhor técnica de cada nadador mas também em crol de forma a privilegiar quer as provas individuais quer as estafetas (nomeadamente as do Campeonato Regional de Juvenis, Juniores e Seniores e do Campeonato Nacional de Clubes).

O treino da velocidade procura desenvolver a capacidade de executar rapidamente um ou vários movimentos num curto espaço de tempo sem acumulação de fadiga, podendo, há imagem dos sistemas anaeróbio e anaeróbio láctico, ser dividido em treino da capacidade e da potência. Este tipo de treino foi por nós utilizado transversalmente à época desportiva devido à sua importância, simplicidade e cariz motivador. Contudo, não foi fácil incutir aos nadadores o empenho necessário ao desenvolvimento desta competência, tendo sido solicitado que se realizassem os exercícios sempre à intensidade máxima. Como estratégias utilizaram-se com frequência estafetas e organização de repetições entre grupos equilibrados por nível desportivo de forma a aumentar a competitividade.

No Tabela 5 são apresentados exemplos de séries utilizadas para cada área bioenergética de treino. Importa referir que a intensidade de execução das repetições e series foi a descrita anteriormente na Tabela 1.

Tabela 5. Exemplos de séries utilizadas para cada área bioenergética ao longo da época desportiva.

Zonas de Treino	Séries
Capacidade aeróbia 1	3 x 500 m cr (75 m normal / 25 m treino técnico, 20 s intervalo)
Capacidade aeróbia 2	10 x 200 m crol (partidas a cada 2 min 50 s)
Capacidade aeróbia 3	12 x 100 m impares crol / pares melhor técnica (30 s intervalo)
Potência aeróbia	3 x (3 x 100 crol, 10 s intervalo + 200 m intervalo entre séries)
Tolerância láctica	3 x (4 x 50 m) crol / melhor técnica / crol (15 s intervalo + 200 m intervalo entre séries)
Potência láctica	4 x 50 m crol máx (partidas a cada 5 min e 100 m de recuperação entre repetições)
Capacidade Alática	4 x 50 m (15 m melhor técnica máximo + 35 recuperação; partidas a cada 2 min)
Potência Alática	3 saltos de bloco + deslize (partidas a cada 3 min)

Conclusões

Ser treinador implica uma multidisciplinaridade de conhecimentos que, quando bem aplicados na prática, garantem resultados muito positivos. O processo de treino definido e implementado na presente época desportiva no CDE espelhou uma constante procura de conhecimentos, a transferência dos mesmos para a prática e a existência de debate de ideias entre vários intervenientes. Além da formação académica, a formação contínua foi também uma realidade, tendo-se participado em ações promovidas por várias entidades. O trabalho efetuado teve sucesso, tendo em conta quer as melhorias de rendimento desportivo evidenciadas pelos nadadores, quer pela melhoria do clima de cumplicidade e entreajuda determinante para o sucesso de qualquer equipa.

Os nadadores juvenis do CDE evidenciaram melhorias físicas e técnicas consideráveis ao longo da época desportiva, tendo também aumentado a conscientização acerca da importância do treino técnico e do reforço muscular na prevenção de lesões (tema este a desenvolver numa futura oportunidade). No futuro breve dever-se-á continuar com uma elevada exigência em termos de desenvolvimento das técnicas de partir, nadar e virar, devendo aumentar a percentagem dedicada a este trabalho por sessão. Por outro lado, sendo a NPD um desporto cíclico que implica repetição gestual em situação de elevada carga física, tipicamente origina lesões musculares e tendinosas crónicas, pelo que para se poder formar na-

dutores de excelência há que realizar um treino fora de água mais sistemático, regular e de maior intensidade. Por último, e porque a especificidade é um dos princípios mais importantes do treino desportivo, procurar-se-á aumentar o foco das séries principais nas áreas bioenergéticas mais solicitadas nos eventos competitivos, nomeadamente a potencia e capacidade anaeróbias, não diminuindo a relevância que o metabolismo aeróbio tem em termos de suporte das restantes capacidades motoras e para uma capacidade regenerativa mais eficiente.

Referências

- Añó, V. (1997). Planificación y organización del entrenameminto juvenil. Gymnos Editorial, Madrid.
- Armstrong, L., Welsman, J. (2002). Young people and physical activity. Oxford: Oxford University Press.
- Barbosa, T. M., & Vilas-Boas, J. P. (2005). Estudo de diversos conceitos de eficiência da locomoção humana no meio aquático. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 5(3), 337-349.
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization: Theory and methodology of training*. (4th ed.), Champaign, IL: Human Kinetics.
- Brooks, M. (2011). *Developing swimmers*. Champaign: Human Kinetics.
- Carzola, G. (1984). De l'evaluation en activité physique et sportive Dans: *Travaux et recherches en E.P.S. no. 7, Evaluation de la valeur physique*, Paris, INSEP, 1984, p.7-35. France.
- Colwin, C. (1992). *Swimming into the 21st Century*. Champaign: Human Kinetics.
- Costill, D. L., Maglischo, E., & Richardson, A. (1992). *Swimming*. Oxford: Backwell Scientific Publications.
- Costill, D. L. (1985). The 1985 CH McCloy research lecture practical problems in exercise physiology research. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 56(4), 378-384.
- Costill, D. L. (1999). Training adaptations for optimal performance. In K. Keskinen; P. Komi; P. Hollander (Eds.), *Proceedings of the VIII International Symposium of Biomechanics and Medicine in Swimming* (pp. 381-90). Jyvaskyla, Finland: University of Jyvaskyla.
- Cuartero, M., Castillo, J., Torrallardona, X., & Murio, J. (2010). *Entrenamiento de las especialidades de natación*. Sevilla: Publidisa.
- Farto, E. R., & Carral, J. M. C. (2013). Aspectos metodológicos a tener en cuenta en el entrenamiento de la fuerza en natación [versão electrónica]. *Revista Digital - Buenos Aires*, 7(39), disponível em <http://www.efdeportes.com/efd39/fzanat.htm>.
- Fernandes, R., Barbosa, T., & Vilas-Boas, J. P. (2002). Fatores cineantropométricos determinantes em natação pura desportiva. *Revista Brasileira de cineantropometria e desempenho humano*, 4(1), 67-79.
- Fernandes, R. e Vilas-Boas, J.P. (2006). *Tempo limite à intensidade correspondente ao consumo máximo de oxigénio: novos desenvolvimentos num parâ-*

- metro de recente investigação em natação*. Motricidade, vol 2, nº 4, p. 214-220, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD).
- Fernandes, R.; Vilas-Boas, J.P. (1999). Critical velocity as a criterion for estimating aerobic training pace in juvenile swimmers. In: K. Keskinen, P. Komi, P. Hollander (eds.), Proceedings of the VIII International Symposium of Biomechanics and Medicine in Swimming, pp. 233-238. University of Jyväskylä, Finland.
- Fernandes, R. J., Cardoso, C., S., Soares, S. M., Ascensão, A., Colaço, P. J., & Vilas-Boas, J. P. (2003). Time limit and VO₂ slow component at intensities corresponding to VO₂max in swimmers. *International journal of sports medicine*, 24(8), 576-581.
- Fernandes, R.J.; Vilas-Boas J.P.; Baldari, C. (2014). Economia de nado: parâmetro determinante na avaliação e controlo do treino (capítulo 3). In: Y. Mota (eds). Treinamento esportivo - aspetos multifatoriais do rendimento, pp. 51-70. Medbook, Rio de Janeiro.
- Figueiredo, P., Arturo, J., e Fernandes, R. (2008). Operativización de un macrociclo de entrenamiento en un club com escasos recursos. *Entrenamiento*, 2, 19-27.
- Hannula, D. (2002). *Coaching swimming successfully*. Champaign: Human Kinetics.
- Matveiev, L.P. (1986). *Fundamentos do treino desportivo*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming Fastest*. USA: Human Kinetics.
- Mazza, J.C.; Ackland, T.; Bach, T. & Cosolito, P. (1994). Absolute body size. In J.E. Carter & T. Ackland (eds.), *Kinanthropometry in aquatic sports: A study of world class athletes* (pp 15-53). Human Kinetics.
- Mujika, I., Chatard, J., Busso, T., Geysant, A., Barale, F., Lacoste, L. (1995). Effects of training on performance in competitive swimming. *Can. J. Appl. Physiol.*, 20(4): 395-406.
- Navarro, F. e Feal, A.R. (2001). Planificación y control del entrenamiento en Natación. Madrid: Editorial Gymnos.
- Navarro, F., Oca, A. e Rivas A. (2010). Planificación del entrenamiento y su control. Madrid: Cultiva Libros SL.
- Olbrecht, J. (2000). *The Science of Winning. Planning, periodizing and optimizing swim training*. Luton: Swimshop.
- Platonov, V. N., & Fessenko, S. L. (1994). *Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo*. Vol I e II. Editorial Paidotribo – Barcelona.
- Pyne, D. B., & Goldsmith, W. M. (2004). *Training and testing of competitive swimmers*. Handbook of Sports Medicine and Science: Swimming, Second Edition, 128-143.
- Pyne, D. B., Mujika, I., & Reilly, T. (2009). Peaking for optimal performance: Research limitations and future directions. *Journal of sports sciences*, 27(3), 195-202.
- Raposo, A. (2005). *Planificación y organización del entrenamiento desportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Salo, D.; Riewald, S.A. (2008). Complete conditioning for swimming. Champaign: Human Kinetics.
- Siders, W.; Lukaski, H. & Bolonchuk, W. (1993). Relationships among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. *Journal Sports Medicine and Physical Fitness*, 33, 166-171.

- Silva, A., Marques, A., e Costa, A. (2009). *Identificação de talentos no desporto: Um modelo operativo para a natação*. Alfragide: Textoeditores.
- Sterkel, J. (2001). Long- and short-range planning. In: D. Hannula, N. Thorton (eds.), *The swim coach bible*. Human Kinetics. Champaign, Illinois.
- Sweetenham, B. e Atkinson, J. (2003). *Championship Swim Training*. Champaign: Human Kinetics.
- Tschiene, P. (1977). Einige neue Aspekte zur Periodisierung des Hochleistungstrainings (Quelques aspects nouveaux de la periodisation de l'entrainement de haut niveau). *Leistungssport*, 5, 379-382.
- Verkhoshanski, Y. V. (1985). *Programming and organization of training*. Moscow, USSR: Fizkultura i Spvt.
- Vilas-Boas, J. P. (2000). Aproximação biofísica ao desempenho e ao treino de nadadores. *Revista Paulista de Educação Física*, 14(2), 107-117.
- Wakayoshi, K., Ikuta, K., Yoshida, T., Udo, M., Moritani, T., Mutoh, Y., & Miyashita, M.; (1992). Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 64, 153-157.
- Wilke, K., e Madsen O. (1983). *El Entrenamiento del Nadador Juvenil*. Buenos Aires: Editorial Stadium.

Maturação, tamanho corporal, variáveis funcionais e desempenho em jovens nadadores pré pubertários

**Rui Pedro Borges¹, António Figueiredo¹,
Manuel João Coelho e Silva¹, Luís Rama¹**

Introdução

A formação completa de um nadador de alto rendimento compreende um período temporal de aproximadamente 12 anos, tendo sido defendido que para que atinja o nível de elite sejam necessários 8 a 12 anos de treino (Balyi & Hamilton, 2004; Sweetenham & Atkinson, 2003). Trata-se de uma modalidade considerada um desporto de maturação tardia, tendo-se verificado em 201 nadadores masculinos e 116 femininos portugueses que a idade ótima da aprendizagem se situa por volta dos 5 anos, para ambos os sexos (Rama et al., 2006). Assim, é expectável que, num percurso desportivo normal, os nadadores entrem na etapa do máximo rendimento aos 17-18 anos de idade (Balyi & Williams, 2009; Côté & Hay, 2002; Rama et al., 2006).

Nas duas primeiras décadas de vida, crianças e adolescentes experimentam três processos interdependentes - crescimento, maturação e desenvolvimento - e, apesar do entendimento destes conceitos não ser sempre tão claro quanto necessário, identificam constructos distintos (Malina & Bouchard, 2001). Por crescimento entende-se o processo de um aumento do tamanho corporal ou de partes específicas do organismo (e.g. aumento da estatura e comprimento dos membros). A maturação é um processo direcional desde a concepção até o estado maturo, devendo ser visto em contextos distintos: timing e tempo, referindo-se à ocorrência de acontecimentos maturacionais específicos (e.g. idade em que se inicia o desenvolvimento do peito nas raparigas) e ao ritmo a que ocorrem esses acontecimentos, ou seja, à taxa de progressão na evolução para o estado maturo (e.g. maior ou menor velocidade com que um jovem passa pelo salto de crescimento pubertário), respetivamente. Enquanto o timing e o tempo são altamente individuais, o desenvolvimento é

1 Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra

um processo associado à aquisição de competências sociais, numa variedade de domínios inter-relacionados em que a criança se adapta à sociedade (Malina, 2004; Malina & Bouchard, 1991).

A idade cronológica corresponde à idade de um indivíduo determinada pelo dia de nascimento, enquanto a idade biológica é relativa à maturação do indivíduo em determinado momento, podendo ser determinada através da observação das características sexuais secundárias (Tanner, 1962) ou da maturação esquelética ou óssea (Beunen, 1989). A maturação óssea é o método por excelência que permite determinar o status maturacional ou idade biológica do indivíduo (Beunen et al., 1997; Sobral, 1988), tendo maior poder explicativo do potencial de rendimento desportivo quando comparado com a idade cronológica (Baxter-Jones & Helms, 1996; Beunen, 1989; Beunen & Malina, 1996).

O esqueleto é o indicador ideal do estado de maturação, pois o seu desenvolvimento abrange todo o período de crescimento. Todas as crianças começam com um esqueleto de cartilagem pré-natal e na entrada da fase adulta têm o processo de ossificação adquirido na totalidade. Têm sido vários os métodos propostos para determinação da idade óssea, nomeadamente Greulich-Pyle (Todd, 1937), Tanner-Whitehouse (Tanner, 1962) e o método de Fels (Roche, Chumlea, & Thissen, 1988), os quais são similares nos seus princípios, comparando um conjunto de indicadores maturacionais obtidos através da radiografia da mão e punho. Através da maturação esquelética os sujeitos são categorizados quanto ao seu grau de maturação biológica, sendo considerados maturacionalmente na média ou normomaturados, prematuros ou avançados e tardios ou atrasados.

Em rapazes de idades compreendidas entre os 13-16 anos foi demonstrado que a idade óssea é o melhor indicador para explicar as diferenças nas diferentes dimensões corporais e que estados de maturação avançada estão positivamente relacionados com algumas componentes físicas (e.g. potência aeróbia, força muscular e resistência muscular; Baxter-Jones, 1995). Verificou-se, igualmente, que uma grande maioria dos praticantes masculinos de basquetebol, hóquei no gelo, natação, ciclismo e remo apresentavam idades ósseas consideradas avançadas (Malina, 1994a) e que jovens nadadores com sucesso desportivo apresentavam indicadores de maturação esquelética e sexual de indivíduos normomaturados ou avançados (Malina, 1994b). Complemen-

tarmente, foi evidenciado que a associação entre a idade óssea e o rendimento no esforço aeróbio submáximo é moderada a elevada entre os 12 e os 16 anos de idade. O que corrobora a premissa que a influência do estado de maturidade na capacidade de trabalho submáximo é mediada quase na totalidade pelos efeitos da massa corporal que, por sua vez, está intimamente relacionada com as dimensões cardíacas e da massa muscular corporal total (Armstrong & Welsman, 1994).

Relativamente ao consumo máximo de oxigénio, os adolescentes com maturidade precoce têm um consumo superior aos adolescentes com maturidade tardia, exceto na fase final da adolescência. No entanto, excetuando a fase inicial da adolescência, essas diferenças não se verificam no consumo máximo de oxigénio relativo à massa corporal total (Armstrong, 1998). Por outro lado, embora não inteiramente consensual é defendido que os sujeitos pré-adolescentes ainda não estão preparados para remover eficazmente o lactato acumulado durante o exercício físico o que parece estar associado à baixa concentração de glicogénio e de PFK (fosfofrutokinase), uma enzima reguladora da glicólise anaeróbica (Foss & Keteyian, 2000). Assim sendo, os jovens de maturação precoce tendem a apresentar vantagem em atividades anaeróbicas quando comparados com normomaturado e avançados (Bailey & Mirwald, 1986).

Saavedra (2002) recorrendo à avaliação da maturação sexual através dos estádios de Tanner (Tanner, 1962), com uma amostra de 133 nadadores espanhóis (66 rapazes e 67 raparigas), avaliou o impacto da maturação no rendimento em jovens nadadores, com idades compreendidas entre os 11 e os 14 anos de idade cronológica. Concluiu que as variáveis que melhor discriminam a capacidade de rendimento em cada sexo são, nos rapazes a condição física específica, técnica e a maturação somática e, nas raparigas a condição física específica e a técnica. Por sua vez, num estudo com nadadores portugueses (128 rapazes e 76 raparigas), de 14-15 anos, Rama et al. (2006) concluíram que o rendimento desportivo é afetado por traços morfológicos de grande determinismo genético, bem como pelo nível de desenvolvimento das capacidades condicionais. Dentro deste grupo de indicadores destacam-se a resistência de carácter aeróbio, que por sua vez aparece associada ao volume de treino. Os autores sugerem também que a maturação parece ser um dos fatores determinantes do rendimento desportivo nestas idades e que influi de forma distinta consoante o género.

Na generalidade, a literatura que se tem debruçado sobre a relação da maturação com o rendimento desportivo, particularmente em nadadores, tende a evidenciar que os que têm maior sucesso desportivo são nadadores maturacionalmente mais avançados, mais altos, com maior massa corporal, maior capacidade em gerar força e com valores superiores de resistência aeróbia e anaeróbia. À medida que o processo maturacional se aproxima do seu fim e se dá a entrada na idade adulta, as diferenças entre sujeitos com diferente ritmo maturacional esbatem-se, isto é, os que tiveram maturidade precoce apresentam desaceleração do crescimento e da maturidade, enquanto os que tiveram maturidade tardia continuam o crescimento e o processo de maturidade até mais tarde, com implicações opostas no rendimento desportivo.

Metodologia

A amostra deste estudo foi constituída por 55 nadadores federados (33 masculinos e 22 femininos), com idade cronológica compreendida entre os 7.98 e as 12.05 anos, com uma experiência de treino regular de natação pura desportiva superior a 2 anos (masculino: 2.52 ± 0.75 ; feminino: 2.18 ± 0.73). Os sujeitos e os seus tutores foram informados dos objetivos do estudo e deram o seu consentimento por escrito, tendo o estudo sido aprovado pelo Conselho Científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra no respeito pela declaração de Helsínquia no que respeita à pesquisa com humanos.

Em função do estatuto maturacional determinado pela idade óssea, a amostra apresenta a distribuição reportada na tabela 1. No sexo masculino, a maioria dos nadadores revela-se como normomaturado, no feminino como avançado. Verificamos que, embora a idade cronológica apresente uma amplitude de cerca de 3 anos em ambos os sexos, a idade biológica revela uma duplicação deste valor (6.3 anos e 7.3 anos para as nadadoras e nadadores, respetivamente). A distribuição amostral revela o predomínio do grupo normomaturado e avançado nos dois sexos, o que concorda parcialmente com estudos realizados em outros desportos, onde se verificou uma prevalência do grupo normomaturado e uma proporção equivalente dos dois outros grupos (Malina et al., 2000).

Tabela 1. Estatística descritiva (média \pm desvio padrão, frequência absoluta e relativa) da amostra, considerando a maturação determinada pela idade óssea e a idade cronológica.

	Estado de Maturação	N	%	Idade decimal	Idade Óssea
Masculino	Atrasado	4	12.1	10.38 \pm 1.53	8.85 \pm 1.62
	Normomaturado	19	57.6	10.39 \pm 0.86	10.45 \pm 1.08
	Avançado	10	30.3	10.97 \pm 0.96	12.58 \pm 1.02
	Total	33	100.0		
Feminino	Atrasado	4	18.2	9.17 \pm 0.85	7.65 \pm 1.18
	Normomaturado	8	36.4	9.35 \pm 1.11	9.37 \pm 1.60
	Avançado	10	45.5	10.23 \pm 0.33	11.82 \pm 0.58
	Total	22	100.0		

As variáveis foram agrupadas do seguinte modo: (i) antropométricas - estatura, altura sentado, massa corporal, 6 diâmetros, 2 circunferências, somatório de pregas subcutâneas (supraílica, subescapular, geminal, tricípital), comprimento e largura da mão, comprimento e largura do pé, índice de massa corporal, índice morfo-dinâmico, tendo sido adotados os procedimentos descritos por Lohman, Roche, & Martorell (1988); (ii) maturação biológica - determinação da idade óssea pelo método de Fels (cf. Roche et al., 1988), o qual, após leitura da radiografia, permite a obtenção da idade; (iii) variáveis de desempenho funcional geral e específica - força explosiva dos membros inferiores (squat jump e counter movement jump) e força máxima isométrica dos membros superiores (handgrip direito e esquerdo), aptidão aeróbia específica através do teste de 20 min de nado contínuo adaptado do teste T30 (Olbrecht, 1986), os indicadores cinemáticos observados no teste T20: frequência gestual e índice de nado (Costill et al., 1985); indicadores de flutuabilidade (Cazorla, 1993).

O rendimento desportivo foi avaliado a partir da pontuação FINA na prova de 50 m livres, sendo igualmente controladas a frequência gestual e o índice de nado. A escolha deste evento sustentou-se no facto de ter sido a competição oficial mais próxima do estudo, comum a todos os elementos da amostra.

Tratamento estatístico

É apresentada a estatística descritiva considerando o estatuto maturacional (atrasados, normomatuross e avançados) e do sexo dos nadadores. A análise comparativa foi realizada recorrendo a procedimentos não paramétricos através do teste de Kruskal-Wallis. Quando significativo foi aplicado o teste post-hoc de Bonferroni-Dunn para avaliar a diferença entre grupos. Com o objetivo de explorar prováveis associações do rendimento desportivo (pontos FINA), com os resultados obtidos através dos testes de avaliação dos indicadores funcionais e o estatuto maturacional aplicamos o teste de correlação não paramétrico Spearman Rho. Em todas as análises foi assumida a significância de $p \leq 0.05$.

Resultados

Na análise por grupo maturacional os nadadores dos grupos normomatuross e avançados tendem a apresentar valores médios superiores de pontuação FINA (Tabela 2), não tendo no entanto esta diferença obtido significância, tanto no sexo feminino como no masculino.

O volume médio semanal de treino (horas de treino e Km nadados) não apresenta variação em função do estatuto maturacional e do sexo, embora o grupo masculino tenda a evidenciar valores superiores (Tabela 3).

Tabela 2. Estatística descritiva (média ± desvio padrão) da Pontuação FINA dos nadadores do sexo masculino (N=33) e feminino (N= 22), por grupo maturacional.

	Atrasado	Normomaturato	Avançado
Pontuação FINA (pontos) Mas.	164.50 ± 40.15	169.00 ± 47.62	187.30 ± 37.04
Pontuação FINA (pontos) Fem.	143.00 ± 23.80	197.38 ± 46.36	197.20 ± 41.37

Tabela 3. Estatística descritiva (média ± desvio padrão) do volume de treino semanal (km e horas) dos nadadores do sexo masculino (N=33) e feminino (N= 22).

	Masculino	Feminino
Volume médio semanal (km)	9.59 ± 3.3	8.1 ± 2.4
Volume médio semanal (horas)	5h30 ± 1h30	4h40 ± 0h40

Assume particular interesse a constatação de que os nadadores do sexo feminino dos grupos normomaturado e avançado apresentam valores superiores de Pontuação FINA quando comparados com os mesmos grupos maturacionais da amostra masculina. Este facto poderá ser explicado por uma maior mestria técnica associada a um processo maturacional antecipado (Tabela 2).

A análise comparativa revela, na amostra masculina, superioridade do grupo avançado na generalidade das variáveis morfológicas face aos grupos de maturação normal e atrasada como seria expectável. O grupo normomaturado praticamente não apresenta diferenças em relação ao atrasado (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Estatística descritiva (média \pm desvio padrão) e análise da variância (Kruskal-Wallis) para as variáveis morfológicas simples e compostas dos nadadores do sexo masculino (N=33), por grupo maturacional.

	Atrasado	Normomaturado	Avançado	p
Estatura (cm)	138.77 \pm 9.67	140.92 \pm 5.67	150.81 \pm 6.83	0.002
Altura sentado (cm)	72.37 \pm 4.16	74.20 \pm 2.84	78.33 \pm 3.29	0.004
Massa Corporal (kg)	31.07 \pm 6.28	34.26 \pm 4.17	42.11 \pm 5.42	0.002
Diâmetro Biacromial (cm)	29.82 \pm 2.77	30.95 \pm 1.1	32.64 \pm 1.76	0.014
Diâmetro Bicristal (cm)	20.65 \pm 1.39	21.83 \pm 0.99	23.51 \pm 1.29	0.001
Diâmetro Bicôndilo-Umeral (cm)	5.20 \pm 0.68	5.70 \pm 0.26	6.28 \pm 1.13	0.039
Diâmetro Bicôndilo-Femural (cm)	8.20 \pm 0.66	8.44 \pm 0.61	9.09 \pm 0.54	0.012
Diâmetro Tóraco-Sagital (cm)	18.60 \pm 3.34	16.54 \pm 3.11	20.44 \pm 4.30	0.039
Diâmetro Tóraco-Transverso (cm)	18.12 \pm 4.93	21.01 \pm 2.58	19.83 \pm 3.47	0.554
Perímetro Braquial Máximo (cm)	19.67 \pm 1.49	21.65 \pm 1.46	23.92 \pm 1.49	0.001
Perímetro Geminal (cm)	27.02 \pm 2.71	28.12 \pm 2.61	30.87 \pm 1.80	0.011
Comprimento da mão (cm)	15.17 \pm 1.25	15.34 \pm 0.72	16.63 \pm 0.80	0.004
Largura da mão (cm)	6.82 \pm 0.72	7.19 \pm 0.31	7.61 \pm 0.38	0.017
Comprimento do pé (cm)	21.70 \pm 2.05	22.15 \pm 0.95	23.66 \pm 1.29	0.006
Largura do pé (cm)	7.90 \pm 0.77	8.36 \pm 0.47	8.65 \pm 0.52	0.102
Somatório de Pregas (mm)	31.00 \pm 11.04	34.84 \pm 12.19	49.40 \pm 24.63	0.263
Índice de Massa Corporal	15.98 \pm 1.184	17.20 \pm 1.29	18.46 \pm 1.47	0.014
Índice Morfo dinâmico	4.66 \pm 0.15	4.55 \pm 0.13	4.62 \pm 0.19	0.381

Tabela 5. Análise da variância através do teste Bonferroni Dunn post-hoc na comparação entre os grupos maturacionais em estudo e para as variáveis morfológicas simples e compostas dos nadadores do sexo masculino (N=33).

	Atrasado–Normomaturado		Normomaturado–Avançado		Atrasado–Avançado	
	Z	p	Z	p	Z	p
Estatura (cm)			-3.194	0.004	-2.601	0.028
Altura sentado (cm)			-2.930	0.010	-2.710	0.020
Massa Corporal (kg)			-3.125	0.005	-2.894	0.011
Diâm. Biacromial (cm)					-2.571	0.030
Diâm. Bicristal (cm)			-2.968	0.009	-3.175	0.004
Diâm. Bicôndilo-Femural (cm)			-2.582	0.029	-2.465	0.041
Diâm. Tóraco-Sagital (cm)			-2.498	0.038		
Per. Braquial Máximo (cm)	-3.511	0.001	-2.998	0.008		
Per. Geminal (cm)			-2.725	0.019		
Comp. da mão (cm)			-3.145	0.005	-2.406	0.048
Largura da mão (cm)					-2.513	0.036
Comp. do pé (cm)			-2.909	0.011	-2.429	0.045
Índ. Massa Corporal (Kg/m ²)					-2.797	0.015

No sexo feminino as variáveis antropométricas seguiram um padrão de comportamento semelhante ao sexo oposto. No essencial as nadadoras do grupo avançado apresentam as maiores dimensões. Tal como no grupo masculino as diferenças acentuam-se quando comparados os grupos atrasado e normomaturado com o avançado. No entanto o número de variáveis que diferem é claramente inferior ao grupo masculino.

Tabela 6. Estatística descritiva (média ± desvio padrão) e análise da variância (Kruskal-Wallis) para as variáveis morfológicas simples e compostas dos nadadores do sexo feminino (N=22), por grupo maturacional.

	Atrasado	Normomaturado	Avançado	p
Estatura (cm)	130.75 ± 4.90	133.20 ± 7.50	145.57 ± 4.87	0.001
Altura sentado (cm)	71.00 ± 3.17	70.51 ± 3.72	77.19 ± 2.33	0.000
Massa Corporal (Kg)	29.80 ± 4.24	29.62 ± 5.49	37.49 ± 4.32	0.010
Diâm. Biacromial (cm)	28.92 ± 1.59	29.67 ± 1.61	31.54 ± 1.40	0.011
Diâm. Bicristal (cm)	22.17 ± 2.44	21.46 ± 1.31	23.43 ± 1.40	0.034
Diâm. Bicôndilo-Umeral (cm)	5.35 ± 0.25	5.27 ± 0.39	5.64 ± 0.20	0.099
Diâm. Bicôndilo-Femural (cm)	7.87 ± 0.26	7.91 ± 0.49	8.48 ± 0.31	0.013

Diâm. Tóraco-Sagital (cm)	14.30 ± 1.06	16.50 ± 3.97	15.91 ± 2.27	0.324
Diâm. Tóraco-Transverso (cm)	21.20 ± 1.79	18.68 ± 3.34	22.65 ± 2.21	0.008
Per. Braquial Máximo (cm)	21.05 ± 1.79	20.77 ± 2.60	22.17 ± 1.30	0.395
Per. Geminal (cm)	28.90 ± 3.13	26.25 ± 3.14	29.24 ± 1.97	0.116
Comp. da mão (cm)	14.15 ± 0.59	14.53 ± 0.76	15.71 ± 0.55	0.002
Largura da mão (cm)	6.85 ± 0.25	6.80 ± 0.28	7.15 ± 0.29	0.063
Comp. do pé (cm)	20.40 ± 0.94	20.62 ± 1.14	23.55 ± 3.67	0.007
Largura do pé (cm)	7.70 ± 0.45	7.46 ± 0.39	8.33 ± 0.46	0.005
Somatório de Pregas (mm)	39.75 ± 10.37	39.25 ± 14.97	43.70 ± 13.34	0.854
Índ. Massa Corporal	17.43 ± 2.20	16.54 ± 1.51	17.70 ± 2.01	0.382
Índ. Morfo dinâmico	4.52 ± 0.13	4.49 ± 0.13	4.621 ± 0.20	0.108

Tabela 7. Análise da variância através do teste Bonferroni Dunn post-hoc na comparação entre os grupos maturacionais em estudo e para as variáveis morfológicas simples e compostas dos nadadores do sexo feminino (N=22).

	Atrasado–Normomaturado		Normomaturado–Avançado		Atrasado–Avançado	
	Z	p	Z	p	Z	P
Estatura (cm)			-2.963	0.009	-3.125	0.005
Altura sentado (cm)			-3.576	0.001	-2.786	0.016
Massa Corporal (kg)			-2.630	0.026		
Diâm. Biacromial (cm)	-2.560	0.031				
Diâm. Bicristal (cm)			-2.468	0.041		
Diâm. Bicôndilo-Femural (cm)					-2.488	0.039
Diâm. Tóraco-Transverso (cm)			-3.090	0.006		
Comp. da mão (cm)			-2.881	0.012	-2.977	0.009
Comp. do pé (cm)			-2.863	0.013		
Largura do pé (cm)			-3.218	0.004		

No grupo normomaturado a generalidade dos indicadores morfológicos mostra-se associada com o rendimento desportivo (pontuação FINA relativos à prova de 50 m livres). Não deixa de ser interessante verificar que as associações relevantes com o rendimento no grupo atrasado feminino são a massa corporal e inversamente o somatório de pregas subcutâneas, e no grupo avançado o comprimento do pé para ambos os sexos.

Tabela 8. Valor de associação entre variáveis morfológicas e a pontuação FINA (Spearman Rho) para os nadadores do sexo masculino (N=33) e Feminino (N=22) considerando o grupo maturacional.

	Masculino						Feminino					
	Atra.		Norm.		Avanç.		Atra.		Norm.		Avanç.	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Estatura (cm)									0.857	0.007	0.736	0.015
Altura sentado (cm)									0.952	0.000		
Massa Corporal (kg)							-0.999	<0.001	0.905	0.002		
D. Biacromial (cm)			0.573	0.010								
D. Bicristal (cm)			0.684	0.001					0.790	0.020		
D. Bicôndilo-Umeral (cm)									0.897	0.003		
D. Bicôndilo-Femural (cm)									0.921	0.001		
D. Tóraco-Transverso (cm)			0.507	0.027								
Per. Braquial Máximo (cm)									0.810	0.015		
Per. Geminal (cm)									0.857	0.007		
Comp. da mão (cm)									0.952	0.000		
Comp. do pé (cm)					0.716	0.020			0.958	0.000	0.855	0.002
Som.de Pregas (mm.)							-0.999	<0.001				
Índ. Morfo dinâmico			-0.481	0.037								

No conjunto de variáveis funcionais controladas, na amostra masculina (Tabela 9), os nadadores do grupo avançado apresentam valores médios superiores no valor médio da força de prensão (mão esquerda e direita) ($p < 0.001$) comparativamente ao grupo normomaturado ($Z = -3.723$ e $p = 0.001$) e atrasado ($Z = -2.968$ e $p = 0.009$). Os rapazes pertencentes ao grupo avançado apresentam maiores índices de produção de força com diferenças para os grupos atrasado e normomaturado. Para a força gerada com os membros inferiores, aproveitando ou não a componente elástica do músculo, testada através do salto de contra-movimento (CMJ) não se verificaram diferença entre os grupos, tendendo os rapazes maturacionalmente avançados a apresentar valores médios mais elevados no CMJ. Um dado curioso referente ao SJ, onde apesar da diferença não ser relevante, os rapazes maturacionalmente avançados apresentam valores inferiores aos outros dois grupos em estudo, o que poderá traduzir o efeito do aumento da massa corporal que nesse grupo não terá sido acompanhado por incremento equivalente na capacidade de produção de força concêntrica na ação de extensão explosiva dos membros inferiores.

Tabela 9. Estatística descritiva paramétrica (média e desvio padrão) e análise da variância (Kruskal-Wallis) para as variáveis squat jump, counter movement jump, média da força de preensão entre a mão esquerda e direita velocidade média – T20', índice de nado T20', velocidade média em 50m Crol, índice de nado em 50m Crol, flutuabilidade vertical e horizontal dos nadadores do sexo masculino (N=33) dos grupos Atrasado, Normomaturado e Avançado.

	Atrasado	Normomaturado	Avançado	P
Squat Jump	24.02 ± 3.06	26.22 ± 3.47	23.54 ± 3.91	0.193
Counter Movement Jump	22.20 ± 3.93	25.84 ± 3.65	26.49 ± 2.69	0.166
Força Preensão Média Esq. Dir.	18.81 ± 2.98	19.83 ± 2.58	25.65 ± 2.70	0.000*
Velocidade Média – T20	0.77 ± 0.05	0.78 ± 0.11	0.84 ± 0.08	0.385
Índice de Nado – T20	1.04 ± 0.07	1.09 ± 0.31	1.33 ± 0.26	0.106
Velocidade Média – 50m	1.12 ± 0.12	1.11 ± 0.13	1.22 ± 0.09	0.092
Índice de nado – 50m	1.64 ± 0.37	1.50 ± 0.32	1.80 ± 0.28	0.102
Flutuabilidade Vertical	3.50 ± 1.29	2.67 ± 1.18	2.50 ± 0.85	0.343
Flutuabilidade Horizontal	4.00 ± 0.81	3.78 ± 1.35	3.50 ± 1.08	0.635

* - (nível de significância de $p \leq 0.05$)

Tabela 10. Estatística descritiva paramétrica (média e desvio padrão) e análise da variância (Kruskal-Wallis) para as variáveis squat jump, counter movement jump, da força de preensão média entre a mão esquerda e direita, velocidade média – T20', índice de nado T20', velocidade média 50m Crol, índice de nado 50m Crol, flutuabilidade vertical e horizontal dos nadadores do sexo feminino (N=22) dos grupos Atrasado, Normomaturado e Avançado.

	Atrasado	Normomaturado	Avançado	p
Squat Jump	22.47 ± 9.08	22.26 ± 4.29	23.19 ± 4.50	0.954
Counter Movement Jump	21.27 ± 9.72	20.48 ± 5.77	25.10 ± 5.68	0.399
Força Preensão Média Esq. Dir.	18.45 ± 2.13	16.56 ± 2.81	15.25 ± 1.24	0.033*
Velocidade Média – T20	0.67 ± 0.04	0.74 ± 0.08	0.74 ± 0.07	0.483
Índice de Nado – T20	0.79 ± 0.10	1.04 ± 0.25	1.05 ± 0.17	0.095
Velocidade Média – 50m	0.97 ± 0.06	0.98 ± 0.10	1.03 ± 0.10	0.611
Índice de nado – 50m	1.22 ± 0.19	1.36 ± 0.39	1.41 ± 0.29	0.620
Flutuabilidade Vertical	2.25 ± 1.25	1.75 ± 0.70	2.60 ± 1.26	0.308
Flutuabilidade Horizontal	2.75 ± 2.06	1.38 ± 0.74	3.30 ± 1.337	0.033*

* - (nível de significância de $p \leq 0.05$)

No sexo feminino (Tabela 10) existem diferenças entre os grupos maturacionais para a variável da força de preensão média (mão direita e mão esquerda; $p=0.033$). As diferenças manifestam-se entre o grupo atrasado e avançado ($Z=-2.400$ e $p=0.049$), apresentado o grupo atrasado valores superiores. Não se verificam diferenças entre os grupos atrasado e normomaturado e normomaturado e avançado. Na amostra feminina, as diferenças entre grupos maturacionais aparecem associadas à força de preensão dos membros superiores, apresentando o grupo maturacionalmente tardio, maiores capacidades. O grupo maturacionalmente avançado apresenta uma maior capacidade de gerar força ao nível dos membros inferiores, embora sem diferença relevantes para os outros dois grupos maturacionais.

Na flutuabilidade horizontal as raparigas do grupo avançado apresentam valores médios superiores comparativamente ao grupo normomaturado ($Z=-2.608$ e $p=0.027$). Valores mais baixos representam maior dificuldade em flutuar; neste estudo esta condição é exibida pelas nadadoras do grupo normomaturado.

Considerando a variável pontuação FINA (50m livres), encontramos algumas associações relevantes com as variáveis funcionais. No grupo normomaturado masculino e feminino encontramos correlação elevada na capacidade de gerar força com os membros superiores. No grupo atrasado feminino observamos uma correlação elevada com a força explosiva dos membros inferiores (squat jump). Muito fortes são as correlações da velocidade média no teste T20 nos grupos masculinos atrasado e normomaturado, e feminino normomaturado e avançado. O índice de nado, enquanto indicador de proficiência técnica neste protocolo aeróbio, está igualmente associado com o rendimento nestes grupos masculinos e no grupo feminino maturacionalmente avançado.

Tabela 11. Valor de associação (r) e respetiva significância (p) entre variáveis funcionais e a pontuação FINA para os nadadores do sexo masculino (N=33) e feminino (N=22) considerando o grupo maturacional.

	Masculino						Feminino					
	Atrasado		Normomaturado		Avançado		Atrasado		Normomaturado		Avançado	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Squat Jump							0.999	<0.001				
C.Mov. Jump												
For. Máx. preensão			0.486	0.048					0.833	0.010		
Vel. Média – T20	0.999	<0.001	0.761	<0.001					0.714	0.047	0.770	0.009
Índ. de Nado – T20	0.999	<0.001	0.831	<0.001							0.815	0.004

Discussão

Não sendo abundantes os trabalhos que tenham recorrido à maturação óssea para a determinação da idade biológica, este estudo vem confirmar a influência da maturação nas características morfológicas e funcionais com implicações para o rendimento em jovens praticantes de natação pura desportiva, expondo no entanto a elevada variabilidade biológica como fator indissociável da complexidade da interpretação do rendimento desportivo em particular em nadadores muito jovens (Baxter-Jones, Eisenmann, & Sherar, 2005; Beunen & Malina, 1996).

Em relação aos indicadores antropométricos, importa salientar que os nadadores da nossa amostra representam um nível de seleção local, tal como a amostra de estudo de Peña Reyes & Malina (2004). Os nadadores da amostra do estudo de Saavedra (2002) mostram uma massa corporal e estatura mais elevadas que os nadadores do presente estudo. Tratam-se de nadadores com idade cronológica superior e pertencentes à elite nacional o que, conjugadamente pode explicar as diferenças encontradas. Os nadadores masculinos do nosso estudo são em média mais novos que os nadadores de estudos anteriores (Peña Reyes & Malina, 2004; Maia, Mota, Vilas-Boas, & Santos Silva, 1988).

Em relação às variáveis antropométricas estatura e massa corporal, os elementos do sexo masculino classificados como avançados tendem a apresentar valores de estatura e massa corporal mais elevados que os nadadores dos estudos referenciados. No sexo masculino os nadadores maturacionalmente atrasados e normomaturados tendem a ser mais baixos e leves, comparativamente, o que condiz com o observado na generalidade dos trabalhos publicados (Malina, Coelho e Silva, Figueiredo, & Williams, 2012; Malina et al., 2000) e tendem a apresentar índices de massa corporal semelhantes aos dos estudos de referência. A maior diferença verifica-se na comparação com os resultados do estudo de Saavedra (2002). No entanto, convém recordar que em ambos os estudos, a idade cronológica dos sujeitos é superior e no caso do trabalho de Saavedra (2002) a amostra é constituída por nadadores de nível nacional.

O índice morfo-dinâmico, que constitui um indicador da forma corporal, relaciona-se com as características de hidrodinâmica corporal do nadador. Quanto mais elevado for o valor deste índice, mais favorável será a forma corporal do nadador no sentido de minimizar o arrasto hidrodinâmico. Neste estudo não foram encontradas diferenças entre os grupos em estudo.

As nadadoras tendem, à semelhança dos pares masculinos, a apresentar uma idade média inferior aos nadadores dos estudos analisados. Nas variáveis estatura e massa corporal a tendência é semelhante, onde apenas as nadadoras maturacionalmente avançadas apresentam valores próximos relativamente a outros estudos, sendo que as nadadoras normomaturas e atrasadas apresentam valores inferiores, em especial na estatura. No geral, as nadadoras pertencentes à amostra do nosso estudo são mais novas, baixas e leves.

As nadadoras do estudo de Peña Reyes & Malina (2004) com média de idade de 9.5 anos apresentam valores de IMC próximos dos nadadores normomaturados da amostra do presente estudo. Nas jovens nadadoras não foram encontradas diferenças entre os grupos em estudo relativamente ao índice morfo-dinâmico, apresentando as nadadoras avançadas valores superiores, refletindo, possivelmente, uma maior capacidade de minimizar o arrasto hidrodinâmico.

Como seria expectável a generalidade das variáveis morfológicas mostra-se associada ao rendimento (50 m livres) em particular no sexo feminino e no grupo normomaturado e avançado. No grupo masculino embora esta associação também seja notória, não atinge uma abrangência tão elevada. Estes resultados confirmam em jovens nadadores, a vantagem de maiores dimensões corporais associadas à maturação, com consequências no rendimento (Baxter-Jones et al., 2005; Beunen, 1989; Malina et al., 2000).

De todas a variáveis controladas no âmbito dos indicadores funcionais e da avaliação neuromuscular apenas se verificaram diferenças no valor da média de força de preensão do membro superior (bilateral) no grupo normomaturado masculino e feminino. É igualmente neste grupo maturacional, que encontramos associação desta variável neuromuscular com o rendimento. Para além da força superior, só num dos grupos (atrasado feminino) a força explosiva dos membros inferior apresenta correlação significativa com o resultado na prova de 50 metros livres. Este facto pode ser um elemento que favorece o contributo do trabalho realizado pelos membros inferiores, em condições de menor flutuabilidade.

A associação significativa entre a força de preensão dos membros superiores e o estatuto maturacional concorda com Baxter-Jones (1995), que reportaram que estados de maturação avançada estão positivamente relacionados com algumas componentes físicas como a força muscular. As maiores diferenças ao nível da força entre diferentes grupos maturacionais devem-se ao tama-

nho corporal e, por vezes, subsequente quantidade de massa muscular. De acordo com Malina (2004) os jovens maturacionalmente avançados, possuem maiores níveis de força, potência e velocidade, sendo estas diferenças mais evidentes entre os 13 e os 16 anos. Beunen et al. (1982) mencionam que as diferenças maturacionais têm poucos efeitos no desenvolvimento da força em anos pré-pubertários, mas tornam-se mais importantes com o crescimento e durante a puberdade. Os resultados de correlação encontrados podem ser em parte explicados pela maior ou menor homogeneidade dos grupos maturacionais periféricos. Na verdade o maior valor médio de força superior no grupo avançado masculino e no atrasado feminino, não oferece associação com o rendimento. No caso da nataação desportiva, mesmo que num estágio inicial da carreira o rendimento é sempre determinado por fatores multidimensionais, que não apresentam o mesmo poder explicativo em todos os estádios maturacionais.

Nos testes de força dos membros inferiores, os nossos dados tendem a mostrar acordo com a literatura, que refere níveis de força superiores nos sujeitos maturacionalmente mais avançados comparativamente aos seus pares normomatuross (Malina, 2004). Os nadadores do estudo de Rama & Alves (2004) apresentam valores consideravelmente superiores para os testes de força dos membros superiores e inferiores. Resultado completamente plausível pois trata-se de uma amostra etariamente mais elevada constituída por nadadores de nível nacional.

Relativamente aos indicadores de aptidão desportiva, referir que nos nadadores masculinos verifica-se uma tendência para que os nadadores que apresentam melhores indicadores de desempenho desportivo aeróbio e rendimento na prova de 50 metros (anaeróbio) tendam a ser maturacionalmente avançados. No desempenho aeróbio e comparando com a pouca literatura disponível que tenha utilizado um teste semelhante ao deste estudo (T20), verifica-se que comparando com a velocidade média obtida através do teste T30' de Olbrecht (Olbrecht, Madsen, Mader, Liesen, & Hoilmann, 1985) os valores do teste T20' neste estudo são claramente inferiores (Rama et al. 2006; Saavedra, 2002). Esta evidência estará explicada pelo diferente nível competitivo e da idade média dos elementos das amostras.

O resultado da prova de 50 m livres apresenta uma correlação significativa com a maturação, sendo os nadadores maturacional-

mente avançados aqueles que demonstram maiores capacidades de desempenho no teste utilizado. Temos de ter presente que um número elevado de variáveis morfológicas mostraram associação relevante com o rendimento. Associado a este resultado fica também a capacidade de gerar força com os membros superiores onde, também os nadadores maturacionalmente avançados demonstram maior capacidade, embora isoladamente não se tenha mostrado associada ao rendimento.

Os testes de fluabilidade horizontal e vertical têm como objetivo identificar a maior ou menor facilidade do nadador em se manter perto da posição hidrodinâmica fundamental. A maior facilidade na obtenção desta posição permite minimizar esforços no sentido de maximizar a força propulsiva de nado, aumentando o rendimento desportivo. À semelhança das restantes variáveis utilizadas neste estudo, as características de fluabilidade horizontal e vertical parecem influenciar positivamente os nadadores maturacionalmente precoces. Os nadadores normomatosos e de maturação tardia apesar de possuírem menores densidades ósseas, traduzidas também em menor massa corporal, não conseguem obter vantagem sobre os pares avançados. Teoricamente, menores massas corporais minimizam o efeito da gravidade com o subsequente aumento da força de impulsão, aumentando os índices de fluabilidade. Tal facto pode ser explicado por uma maior e melhor distribuição da massa gorda dos nadadores maturacionalmente avançados, os quais apresentam valores significativamente superiores.

No grupo feminino, o desempenho aeróbio e o resultado na prova de 50 metros não revela diferenças em função do grupo maturacional. Na prova aeróbia os valores obtidos são idênticos entre nadadores normomatosos e avançados e nos 50 metros livres, praticamente idênticos entre os maturacionalmente tardios e normomatoso. Os valores encontrados por Rama & Alves e Saavedra diferem claramente dos nadadores da nossa amostra pelas razões anteriormente enunciadas.

As nadadoras do grupo normomatoso apresentam valores de fluabilidade horizontal mais favoráveis que lhes permite obter melhores posições hidrodinâmicas relativamente aos pares avançados e atrasados. Na fluabilidade vertical, apesar de não existirem diferenças entre grupos, esta característica manifesta valores tendencialmente mais favoráveis nas nadadoras normomatosas.

Conclusão

A avaliação do estatuto maturacional obtido pela idade óssea revela que a maioria dos nadadores do sexo masculino de uma amostra pré-púbere é normomaturado seguido do grupo avançado. No sexo feminino a maioria são classificadas como avançadas e normomaturado. Neste escalão a percentagem de nadadores atrasados maturacionalmente é reduzida. Esta situação poderá decorrer de mecanismos seletivos, favorecendo os jovens que apresentam melhor rendimento nesta etapa inicial da carreira desportiva.

Utilizando a prova frequentemente utilizada em competição verificamos que na generalidade das variáveis analisadas, quer funcionais, quer morfológicas, os nadadores considerados avançados apresentam valores médios superiores e os indicadores de rendimento estão mais fortemente associados com este segmento da amostra.

No entanto a maioria das variáveis que apresentaram diferenças entre os três grupos em estudo, não produziram efeitos de associação significativa com o rendimento aeróbio (T20') e anaeróbio (50m Livres) em provas de nado.

Referências

- Armstrong, N. (1998). Growth and Maturation: Anaerobic Performance. *The F.A. Coaches Association Journal*, 2, 25-26.
- Armstrong, N., & Welsman, J. (1994). Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise Sports Science Reviews*, 22, 435-476.
- Bailey, D., & Mirwald, R. (1986). *Maximal Aerobic Power*. London, Ontario: Sport Dynamics.
- Balyi, I., & Hamilton, A. (2004). Long-term athlete development: Trainability in childhood and adolescence. *Olympic Coach*, 16(1), 4-9.
- Balyi, I., & Williams, C. (2009). Coaching the young developing performer. *Leeds, Coachwise*.
- Baxter-Jones, A. (1995). Growth and Development of Young Athletes. Should competition levels be age related? *SportMed*, 20, 59-64.
- Baxter-Jones, A., & Helms, P. J. (1996). Effects of training at a young age: a review of the training of young athletes (TOYA) study. *Pediatric exercise science*, 8, 310-327.
- Baxter-Jones, A. D. (1995). Growth and development of young athletes. *Sports Medicine*, 20(2), 59-64.
- Baxter-Jones, A. D., Eisenmann, J. C., & Sherar, L. B. (2005). Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatr Exerc Sci*, 17(1), 18-30.
- Beunen, G. (1989). Biological age in pediatric exercise research. In e. A. i. p. s. s. Bar-Or O (Ed.), (pp. 1-19). Campaign, Illinois: Human Kinetics.
- Beunen, G., & Malina, R. (1996). Growth and biological maturation: Relevance to athletic performance. In O. Bar-Or (Ed.), *Child and adolescent athlete*. (pp. 3-24). Oxford: Blackwell.

- Beunen, G., Malina, R., Lefevre, J., Claessens, A., Renson, R., & Simons, J. (1997). Prediction of adult stature and noninvasive assessment of biological maturation. *Med Sci Sports Exercice*, 29 (2), 225-230.
- Cazorla, G. (1993). *Tests spécifiques d'évaluation du nageur*: Association pour la Recherche et l'Evaluation en Activité Physique en Sport.
- Costill, D., Kovalski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle distance events. *Internation Journal of Sports Medicine*, 6, 266-270.
- Côté, J., & Hay, J. (2002). Children's involvement in sport: A developmental perspective. In J. M. Silva & D. E. Stevens (Eds.), *Psychological foundations of sport* (pp. 484-502). Boston: Allyn & Bacon.
- Foss, M., & Keteyian, S. (2000). *Fox: Bases Fisilógicas do Exercício e do Esporte*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.
- Lohman, T., Roche, A., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Maia, J., Mota, J., Vilas-Boas, J., & Santos Silva, J. (1988). Controlo do treino e aconselhamento de nadadores da associação de natação do Porto – primeiros resultados de avaliação cineantropométrica. *Comunicações do XI Congresso Técnico-Científico da APTN-Viana do Castelo*.
- Malina, R. (1994a). Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 22, 389-433.
- Malina, R. (1994b). Physical activity and training: effects on stature and the adolescent growth spurt. *Medicine Science Sports Exercice*, 26, 759.
- Malina, R. (2004). Growth and Maturation: Basic principles and effects of training. In M Coelho e Silva, R Malina: Children and Youth Sports in Organized Sports. . Coimbra: Publicações Imprensa da Universidade de Coimbra, .
- Malina, R., & Bouchard, C. (1991). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R., & Bouchard, C. (2001). Growth and maturity of young artistic gymnasts: status, progress, and issues. In M. Lenoir & R. Philippaerts (Eds.), *Science in Artistic Gymnastics* (pp. 21-38). Gent (Belgium): Publicatiefonds voor Lichamelijke Opvoeding.
- Malina, R., Coelho e Silva, M., Figueiredo, A., & Williams, M. (2012). Growth and maturity status of youth soccer players. *Science and soccer: Developing elite players*.
- Malina, R., Reyes, M. P., Eisenmann, J., Horta, L., Rodrigues, J., & Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11–16 years. *Journal of sports sciences*, 18(9), 685-693.
- Olbrecht, J., Madsen, O., Mader, A., Liesen, H., & Hoilmann, W. (1985). Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. *International Journal Sports Medicine*, 6, 74-77.
- Peña Reyes, M., & Malina, R. (2004). Growth And Maturity Profile Of Youth Swimmers In Mexico. In M. Coelho e Silva & R. Malina (Eds.), *Children and youth in organized sports*. (pp. 222-230). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Rama, L., Santos, J., Gomes, P., & Alves, F. (2006, June). *Determinant factors related to performance in young swimmers*. Paper presented at the Xth In-

- ternational Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, University of Porto.
- Roche, A., Chumlea, W., & Thissen, D. (1988). *Assessing Skeletal Maturation of the Hand-Wrist: Fels Method*. . Springfield, IL.
- Saavedra, G. J. (2002). Valoración multidimensional y rendimiento en nadadores jovens de nível nacional. (PhD), Universidade da Coruña, .
- Sobral, F. (1988). *O adolescente atleta*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Sweetenham, B., & Atkinson, J. (2003). *Championship Swim Training: Human Kinetics*.
- Tanner, J. (1962). *Growth at adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific Publications
- Todd, T. W. (1937). Atlas of skeletal maturation. Part 2. Hand. . Saint Louis: Mosby.

A evolução na velocidade de nado durante 24 semanas de treino em jovens nadadores

Daniel A. Marinho^{1,2}, Paulo J. Barros¹, M. Helena Gil^{1,2}, António B. Sousa^{1,2}, Henrique P. Neiva^{1,2}

Introdução

O rendimento em natação pura desportiva é estabelecido pelo tempo que o nadador despende a completar uma distância de prova, constituindo a velocidade de nado um elemento crucial de observação e estudo (Barbosa et al., 2010). Esta sua capacidade para nadar uma distância no menor tempo possível poderá ser dividida em quatro componentes fundamentais (Pyne & Goldsmith, 1996): (i) tempo de reação (saída do bloco de partida), (ii) aceleração (capacidade de atingir a velocidade máxima no mais curto intervalo de tempo), (iii) velocidade máxima, e (iv) velocidade de resistência (velocidade que os nadadores conseguem manter ao longo da distância de prova requerida). As três primeiras componentes supracitadas parecem ser fundamentais para as provas mais curtas, como os 50 m, e as quatro componentes são essenciais para as restantes distâncias competitivas (Pyne & Goldsmith, 1996). Considerando que a grande parte das competições em natação pura desportiva são finalizadas em menos de 2min (Costill et al., 1992), percebemos a relevância que tem o treino da velocidade máxima de nado, fazendo determinar o sucesso desportivo do nadador (Rama e Alves, 2006). No entender de Toussaint e Truijens (2005) e de Barbosa et al. (2010), a velocidade de nado está essencialmente dependente da capacidade de produzir elevadas forças propulsivas, que por sua vez é condicionada pelo desenvolvimento das capacidades técnicas e físicas que sustentam a expressão mecânica da força, e da capacidade de reduzir o arrastamento ao deslocamento na água.

Por forma a conseguir melhorar estas duas vertentes essenciais para o rendimento do nadador, este é sujeito a um processo de treino que visa otimizar as suas competências. O treino é assim planeado tendo em conta os princípios da carga, os objetivos definidos e o nível de condição física do nadador (Olbrecht, 2000). Durante este processo, o treinador ambiciona provocar no nadador uma série de adaptações

1 Departamento de Ciências do Desporto da Universidade da Beira Interior, Covilhã

2 Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Vila Real

que visam otimizar o rendimento em prova, na qual são exigidas, entre outros, diferentes capacidades motoras em função das distâncias e técnicas de nado. Torna-se fundamental para o treinador perceber de que forma o nadador se adapta às cargas de treino e ao processo de desenvolvimento das suas capacidades. As tarefas de controlo e avaliação do treino constituem assim um papel importante quer para a reformulação do planeamento quer para a potencialização do rendimento desportivo dos nadadores, face aos objetivos previamente delineados, tendo em vista a época desportiva (Corazza et al., 2006).

Saber se o nadador caminha ou não na direção pretendida só é possível analisando o feedback que o mesmo dá, quer em treino quer em competição, e tendo o conhecimento acerca das adaptações esperadas com a realização do treino. No entanto, as evidências científicas são escassas naquilo que a isto diz respeito. Constatamos que a maioria dos estudos é de carácter transversal e que, na verdade, não consideram a mudança e a estabilidade do rendimento como resultado do desenvolvimento individual do nadador, de novos métodos de treino e da sofisticação tecnológica (Costa et al., 2010). Escasseiam os estudos numa perspetiva longitudinal que permitiriam aos treinadores seguir e avaliar o rendimento dos seus nadadores ao longo de um determinado período de tempo e analisar a progressão entre competições e/ou macrociclos. Mais ainda, poucos são os estudos das adaptações ao treino em natação pura desportiva realizados em jovens nadadores (Maglischo, 2003; Mavridis et al., 2006; Latt et al., 2010).

A melhoria da velocidade de nado de jovens nadadores parece estar relacionada com fatores biomecânicos (90.3%), seguidos dos antropométricos (45.8%) e fisiológicos (45.2%) (Latt et al., 2010). Por outro lado, Girold et al. (2006) referem que a força, os parâmetros técnicos e fisiológicos são os elementos que mais influenciam o programa de treino de velocidade dos nadadores. De facto, recentemente Garrido et al. (2010) concluíram que o treino de força e de potência estão associados ao rendimento de nadadores jovens velocistas. Tais resultados vão de encontro às sugestões deixadas pela literatura (Costill et al., 1992; Maglischo, 2003; Pyne & Goldsmith, 1996) quando referem que um dos mecanismos mais treináveis para desenvolver a capacidade de sprint em natação é através do recurso ao treino com pesos e de potência muscular. Já no que diz respeito às adaptações ao treino de água, Neto et al. (2009) demonstraram que 23 semanas de treino provocam adaptações importantes no desempenho do jovem nadador nas variáveis velocidade de nado e velocidade crítica, podendo estas

ser utilizadas como indicadores de intensidade para a prescrição de treino em jovens nadadores, bem como para o acompanhamento da sua evolução. Adicionalmente, Marinho et al. (2009) referem que 7 semanas de um programa de treino sistemático parecem ser suficientes para incrementar a velocidade de 25 m na técnica de crol.

Percebe-se assim que o rendimento dos nadadores varia com o tempo de treino, contudo não são claros os efeitos do treino específico, bem como das diferentes cargas de treino aplicadas ao longo de um determinado hiato temporal, em grupos de nadadores jovens (Marinho et al., 2009). Complementarmente, percebemos que os poucos estudos existentes pode dever-se ao facto dos processos ao dispor dos treinadores e/ou investigadores nem sempre se mostrarem possíveis de serem ministrados, quer devido aos seus custos quer à sua complexidade. Deste modo, através da aplicação de um protocolo simples, propomos com o este trabalho avaliar a evolução do rendimento na velocidade de nado em distâncias curtas (25 e 50 m) ao longo de um macrociclo de 24 semanas, focando a nossa atenção nas técnicas de costas, bruços e mariposa. Foi colocada como hipótese que 24 semanas de treino específico são suficientes para melhorar a performance no sprint em costas, bruços e mariposa em jovens nadadores.

Métodos

Amostra

A amostra foi composta por 13 nadadores infantis de ambos os sexos (sete masculinos e seis femininos), pertencentes ao mesmo clube de natação e treinados pelo mesmo treinador nas últimas duas épocas desportivas. Os participantes foram distribuídos por diferentes técnicas de nado e distâncias avaliadas: 25 m mariposa ($n = 5$), 25 m costas ($n = 3$), 25 m bruços ($n = 5$), 50 m costas ($n = 7$), 50 m bruços ($n = 6$). Todos participantes foram informados do propósito da pesquisa, e os encarregados de educação assinaram o termo de consentimento respetivo. Na Tabela 1 são apresentados as características da amostra.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão ($X \pm DP$), valores máximo e mínimo das características antropométricas.

	$X \pm DP$	Máximo	Mínimo
Idade (anos)	12.3 ± 0.7	13	11
Altura (cm)	159.9 ± 9.4	174.2	146.5
Peso (kg)	47.1 ± 6.7	56.0	37.0

Procedimentos

As avaliações foram realizadas durante o primeiro e o segundo macrociclo de treino da época desportiva, entre o mês de Outubro e o mês de Março, num período de 24 semanas. Durante esta fase, os nadadores realizaram um total de 147 unidades de treino, perfazendo 542 km de nado, correspondendo a uma média de 3.7km nadados por unidade de treino de água. A Figura 1 representa a evolução do volume de treino durante as 24 semanas de avaliação.

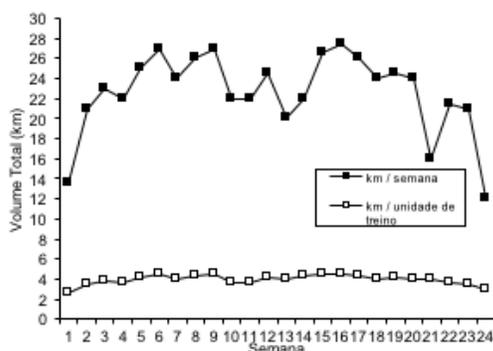


Figura 1. Evolução do volume de treino durante 24 semanas de treino (volume por treino e volume por semana).

O rendimento dos nadadores foi avaliado todas as semanas através da realização de 25 m nas técnicas de mariposa, costas e bruços, e dos 50 m nas técnicas de costas e bruços. Todos os nadadores realizaram dois testes máximos com um intervalo de 15 min para recuperação. Esta avaliação ocorreu sempre no mesmo dia da semana e para melhor controlo do processo de treino, somente o melhor tempo de cada nadador em cada um dos dois testes realizados foi tido em conta para análise. O tempo foi cronometrado por dois treinadores experientes e familiarizados com os procedimentos do estudo (Golfinho Sports MC 815, Coimbra, Portugal), sendo calculada a média de tempos para cada teste realizado. O coeficiente de correlação intraclasse entre avaliadores foi superior a 0.90.

O planeamento e implementação do treino tiveram como base a periodização do treino determinada por uma estrutura de longo prazo, denominado de macrociclo (Matveiev, 1991). Este foi composto por três períodos de menor duração chamados de mesociclo preparatório, competitivo e de transição, de acordo com a literatu-

ra (Matveiev, 1991). Os nadadores foram sujeitos a um período preparatório geral, passando progressivamente para períodos mais específicos, aumentando a intensidade de nado e o estímulo das especialidades técnicas dos nadadores em fases mais avançadas da época. Este macrociclo teve como objetivo principal assegurar as adaptações sistemáticas que proporcionem aos nadadores atingir o pico do rendimento no final do mesmo, na competição principal (Torneio Zonal de Infantis).

Procedimentos estatísticos

Os dados recolhidos foram tratados através do programa SPSS 12.0 para Windows. A normalidade da amostra foi verificada através do teste estatístico Shapiro-Wilk. Para cada variável apresentada foram calculadas os valores médios e respetivos desvios-padrão. Para avaliar a evolução do rendimento em cada teste máximo durante as 24 semanas de treino, foi utilizado o t-test de medidas repetidas. Foram realizadas comparações entre a primeira semana e cada uma das semanas seguintes do período de avaliação. As diferenças foram consideradas significativas para $p \leq 0.05$.

Resultados

A Figura 2 representa a evolução do volume de treino (km por semana) durante as 24 semanas de treino e o rendimento relativo aos 25 m nas três técnicas de nado, mariposa, costas e bruços. Foram detetadas diferenças na 15ª semana na técnica de mariposa (semana 1: 17.2 ± 2.0 s; semana 15: 16.4 ± 1.5 s; $p < 0.05$) e a partir da 18ª semana (semana 18: 15.7 ± 1.2 s; semana 19: 15.2 ± 1.0 s; semana 20: 15.6 ± 1.7 ; semana 21: 15.6 ± 1.2 s; semana 22: 15.7 ± 1.3 s; semana 23: 15.8 ± 1.6 s; semana 24: 15.6 ± 1.1 s; $p < 0.05$). Na técnica de costas foram observadas diferenças na 22 e 23ª semana quando comparadas com a avaliação inicial (semana 1: 19.5 ± 3.0 s; semana 22: 18.6 ± 2.7 s; semana 23: 18.5 ± 2.9 s, $p < 0.05$). Não se observaram diferenças na técnica de bruços ao longo das 24 semanas.

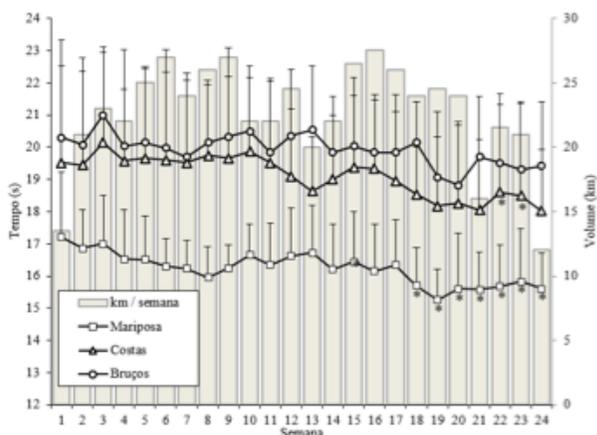


Figura 2. Evolução do volume de treino e rendimento (25 m mariposa, costas e bruços) durante 24 semanas de avaliação de treino. *Representa as diferenças significativas no rendimento de sprint entre a primeira semana e as semanas seguintes. As linhas verticais representam o desvio-padrão.

Quando passamos para os 50 m de nado à velocidade máxima, a técnica de costas apresentou valores de rendimento superior em relação à técnica de bruços durante as 24 semanas de treino (Figura 3). Foram verificadas diferenças nas duas técnicas de nado entre os valores basais e os valores finais alcançados (43.8 ± 4.0 s vs. 41.3 ± 3.3 s na técnica de bruços; 40.7 ± 4.0 s vs. 37.9 ± 3.6 s na técnica de costas; $p < 0.05$).

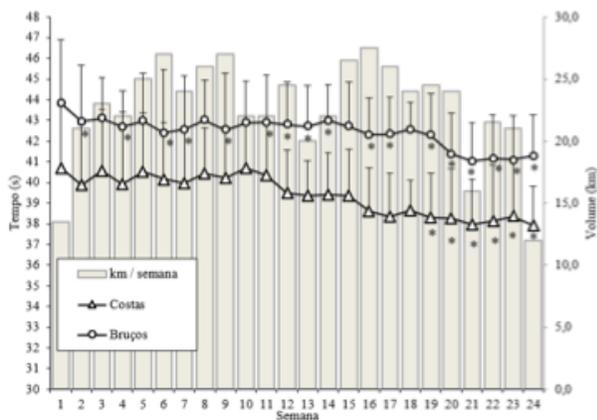


Figura 3. Evolução do volume de treino e do rendimento nos 50 m realizados na técnica de costas e na técnica de bruços, durante 24 semanas de controlo e avaliação de treino. * Representa diferenças significativas no rendimento entre a primeira semana e as semanas seguintes. As linhas verticais representam o desvio-padrão.

Discussão

O presente estudo pretendeu avaliar a evolução na velocidade de nado de nadadores jovens ao longo de um macrociclo de treino com duração de 24 semanas, nas técnicas de costas, bruços e mariposa. Os dados obtidos parecem sugerir que 24 semanas de treino de natação influenciam positivamente rendimento de nado nas provas de 50 m nas técnicas de bruços e costas, assim como nos sprints curtos (25m) na técnica de costas e mariposa.

No presente estudo, pudemos verificar que o rendimento do nadador em velocidades máximas e distâncias curtas (25 m) melhora após as 24 semanas de treino. As primeiras diferenças foram observadas após 15 semanas de treino na técnica de mariposa e após 22 semanas na técnica de costas. Mesmo não tendo observado diferenças significativas na técnica de bruços, importa salientar que o tempo médio parece revelar uma tendência de descida ao longo das semanas apresentado os valores mais baixos nas últimas semanas de preparação. O facto de esta ser a técnica mais lenta, e o número de nadadores da amostra ser pequeno ($n=5$), poderá ter influenciado nas irregularidades dos valores de desvio-padrão e assim influenciar no cálculo das significâncias.

Estudos prévios demonstraram que, na técnica de crol, a melhoria em 25 m à máxima velocidade surge após 7 semanas de treino (Marinho et al., 2009). No entanto, os nossos resultados sugerem que para as restantes técnicas de nado, é necessário mais tempo de treino para verificar essa melhoria. Tal poder-se-á dever ao facto da quantidade de treino dedicado a cada uma das técnicas de nado avaliadas, mesmo em escalões jovens e em fases mais iniciais da época, ser inferior à realizada na técnica de crol (Maglischo, 2003). A época desportiva tende a realizar-se com um período de preparação geral, e só depois passar para o período de preparação específica, durante o qual os nadadores incidem maioritariamente no treino da sua especialidade. Assim, parece-nos que este atraso no aparecimento da melhoria no rendimento em relação à primeira semana, surge devido ao período específico também ele começar somente numa fase mais avançada do treino.

Nos 25 m de mariposa, as melhorias observadas na semana 15 surgiram após duas semanas de volumes inferiores do que o normal das semanas anteriores. Curioso será de notar também, que no sprint de 25 m técnica de costas, a melhoria registada na semana 22 também surge após uma semana de decréscimo acentuando de volume. Tal

como refere Maglischo (2003) a redução no volume de treino poderá ser traduzida numa melhoria de rendimento nos nadadores mais jovens. Da mesma forma, um incremento no volume de treino poderá reduzir a potência e a velocidade que são fatores essenciais para o rendimento em natação (Costill et al., 1992). Apesar das diferenças serem notadas mais especificamente na técnica de mariposa, podemos observar uma melhoria geral no rendimento dos nadadores nesta tarefa curta de máxima velocidade, nas últimas 6 semanas de treino, com exceção da técnica de bruços. De facto, esta melhoria corresponde a um decréscimo no volume total de treino, por forma a atingir os melhores resultados desportivos na competição principal do final do 2º macrociclo, tal como sugere a literatura (Mujika et al., 2004).

Quando nos reportamos aos testes de 50 m nadados à velocidade máxima, a técnica de bruços parece ser mais rapidamente influenciada pelo processo de treino, ao contrário da técnica de costas que só demonstra melhoria nas últimas semanas de preparação. No caso dos 50 m, a dinâmica do volume ao longo das semanas de treino e o rendimento parecem não ter relação causal no seu imediato. No entanto, ao longo o tempo, a diminuição do volume total de treino tendo em vista a competição principal no final do 2º macrociclo, parece ter influenciado a melhoria no rendimento dos 50 m. A partir da semana 19 os valores mostraram-se continuamente diferentes em relação à primeira semana.

Os efeitos da carga no rendimento competitivo de jovens nadadores são pouco conhecidos (Marinho et al., 2010), condicionando a discussão dos dados obtidos. No entanto, os resultados do presente estudo parecem ser concordantes com as sugestões deixadas pela literatura (Neto et al., 2009; Marinho et al., 2009). Marinho et al. (2009) ao avaliarem a evolução do rendimento dos 25 m crol em nadadores jovens sugerem que 7 semanas de um programa de treino sistemático parecem ser suficientes para melhorar a velocidade de nado nesta técnica. Concordantemente, Mavridis et al. (2006) sugerem melhorias em distâncias mais curtas (10m), idênticas (50 m) e superiores às analisadas no presente estudo (100 e 200 m) após 12 semanas de treino específico para as mesmas. Contudo, estes autores não monitorizaram a evolução ao longo das semanas, tal como nós o fizemos no presente estudo.

De acordo com os dados obtidos, e tal como sugerido por Marinho et al. (2009), podemos observar que os testes realizados permitem avaliar e controlar o processo de treino ao longo da época desporti-

va. Sendo testes simples e de fácil aplicação, estes parecem fornecer ao treinador dados que podem ser utilizados para ajustamentos do próprio planeamento tendo em vista a melhoria do seu rendimento. As particularidades do nadador, os diferentes métodos de treino utilizados pelas equipas técnicas, ou mesmo a dificuldade de alguns procedimentos complexos de avaliação, tornam a tarefa de controlo e avaliação do processo de treino difícil de ser ministrada. Este demonstrou ser um teste específico de fácil aplicação e prático, que permite aos treinadores acompanhar o processo de treino nestas idades em que se deve ter especial atenção ao processo de treino, sob a pena de estarmos a promover uma especialização precoce e a maior probabilidade do abandono prematuro por parte do nadador.

Conclusões

Os dados obtidos permitiram verificar que cada técnica de nado tem uma forma diferente de reagir a uma mesma dinâmica de cargas de treino. Assim, na técnica de mariposa verificaram-se melhorias nos 25 m após 15 semanas de treino, sendo que na técnica de costas esta melhoria foi apenas observada após 22 semanas de treino e na técnica de bruços nenhuma alteração significativa foi verificada. Quando aumentamos a distância e passamos para os 50 m nadados à velocidade máxima, verificamos alterações no rendimento dos nadadores na técnica de bruços logo após a primeira semana de treino, enquanto na técnica de costas, esta melhoria só demonstra ser significativa a partir da semana 19. De forma sucinta, podemos referir que as 24 semanas de treino de natação influenciam positivamente o rendimento de nado nas provas de 50 m nas técnicas de bruços e costas, assim como nos sprints curtos (25 m) na técnica de costas e mariposa. Os dados obtidos parecem ainda sugerir que esta avaliação poderá ser implementada pelos treinadores como um método simples e prático de avaliação e controlo do treino ao longo da época desportiva.

Referências

- Barbosa, T., Costa, M., Marques, M., Silva, A., & Marinho, D. (2010). A model for active drag force exogenous variables in young swimmers. *Journal of Human Sport & Exercise*, 5 (3), 379-388.
- Corazza, S., Pereira, E., Villis, J., & Katzer, J. (2006). Criação e validação de um teste para medir o desempenho motor do nado Crawl. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 8(3), 73-78.
- Costa, M., Marinho, D., Reis, V., Silva, A., Marques, M., Bragada, J., & Barbosa, T. (2010). Tracking the performance of world-ranked swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 411-417.

- Costill, D., Maglischo, E., & Richardson, A. (1992). *Swimming. Handbook of sports medicine and science*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Garrido, N., Marinho, D., Barbosa, T., Costa, A., Silva, A., Turpin, J., & Marques, M. (2010). Relationships between dry land strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise*, 5 (2), 240-249.
- Girold, S., Calmels, P., Maurin, D., Milhau, N., & Chatard, J. (2006). Assisted and Resisted Sprint Training in Swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (3), 547-554.
- Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., Keskinen, K., Rodriguez, F., & Jürimäe, T. (2010). Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 398-404.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Marinho, D., Barbosa, T., Costa, M., Figueiredo, C., Reis, V., Silva, A., & Marques, M. (2010). Can 8- weeks of training affect active drag in young swimmers? *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 71-78.
- Marinho, D., Garrido, N., Barbosa, T., Canelas, R., Silva, A., Costa, A., Reis, V., & Marques, M. (2009). Monitoring Swimming Sprint Performance During a Training Cycle. *Journal of Physical Education and Sport*, 25 (4), 1-6.
- Matveiev, L. (1991). *Fundamentos do treino desportivo*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Mavridis, G., Kabitsis, C., Gourgoulis, V., & Toubekis, A. (2006). Swimming velocity improved by specific resistance training in age-group swimmers. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 6 (Supl. 2), 304-306.
- Mujika, I., Padilla, S., Pyne, D., & Busso, T. (2004). Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Medicine*, 34(13), 891-927.
- Neto, J., Prestes, J., Leite, R., Magosso, R., Assumpção, C., Oliveira, G., Cielo, F., & Pellegrinotti, I. (2009). Influência de 23 semanas de treinamento no tempo de nado e velocidade crítica em jovens nadadores. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 3 (1), 130-138.
- Olbrecht, J. (2000). *The Science of Winning: planning, periodizing and optimizing swim training*. Luton: Swimshop, 2000.
- Pyne, D., & Goldsmith, W. (1996). Speed Development in Swimmers: Total Condition Training" *Australian Swim Coach* (Journal of the Australian Swimming Coaches Association), 12 (3).
- Rama, L., & Alves, F. (2006). Modelo de formação desportiva em natação pura. In M. Coelho e Silva, C. E. Gonçalves e A. Figueiredo (Eds), *Desporto de Jovens ou Jovens do Desporto?* (37-86). Coimbra: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física. Universidade de Coimbra.
- Toussaint, H., & Truijens, M. (2005). Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. *Animal Biology*, 55 (1), 17-40.

Treino da força em seco para nadadores

Pedro Morouço^{1,2}, Nuno Batalha^{3,4}, Nuno Amaro^{1,4}, Daniel Marinho^{4,5}, Mário Marques^{4,5}, Ricardo Fernandes^{6,7}

Introdução

O desempenho em natação pura desportiva (NPD) está dependente da combinação de vários fatores, nomeadamente biomecânicos, energéticos, táticos e psicológicos (Barbosa et al., 2010), estando o sucesso desportivo altamente relacionado com a condição física dos nadadores, particularmente ao nível da força e potência musculares (Tanaka e Swensen, 1998; Newton et al., 2002; Girolid et al., 2007). Tendo em consideração a multiplicidade de eventos competitivos em NPD, a influência da força parece ser mais determinante em provas de distância curta (Stager e Coyle 2005; Morouço et al., 2011a) pois, através da utilização de uma variedade de equipamentos de teste, tem-se demonstrado que a musculatura dos membros superiores e correspondente força e potência musculares estão fortemente relacionadas com a velocidade de nado (Aspenes et al., 2009; Morouço et al., 2015). Assim sendo, melhorias ao nível da força, nomeadamente dos membros superiores, poderão resultar numa maior força máxima exercida por ciclo de nado, visando uma maior velocidade média de nado (Strzala e Tyka, 2009; Morouço et al., 2011a).

O treino de força no meio terrestre (comumente designado por “treino em seco”) deverá ter como principais objetivos melhorar o rendimento desportivo e prevenir lesões (Batalha et al., 2015). No entanto, a literatura sobre os benefícios do treino de força e condição física em seco para nadadores apresenta resultados inconclusivos (Tanaka et al., 1993; Trappe e Pearson, 1994; Girolid et al., 2007; Garrido et al., 2010), sendo necessária uma melhor compreensão

-
- 1 Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, Leiria
 - 2 Instituto Politécnico de Leiria, Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado do Produto (CDRsp)
 - 3 Departamento de Desporto e Saúde, Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora
 - 4 Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)
 - 5 Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto, Covilhã
 - 6 Centro de Pesquisa, Educação, Inovação e Intervenção em Desporto. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto, Porto
 - 7 Laboratório de Biomecânica do Porto. Universidade do Porto, Porto

dos métodos e procedimentos desta área de treino, para uma melhor prescrição do processo de treino (dependente da fase de preparação desportiva). Neste capítulo, pretende-se apresentar uma revisão crítica da literatura sobre os efeitos do treino de força em seco no rendimento em natação (sem considerar os efeitos das partidas e viragens), procurando-se resumir o conhecimento existente e estimular pesquisas futuras.

Estudos disponíveis na literatura foram recolhidos através das bases de dados (PubMed, Scopus e SPORTDiscus), sendo o termo “swimming” usado como principal palavra-chave, combinado com as palavras “dry-land”, “power”, “force” e “strength”. Com a finalidade de limitar o número de estudos a ser analisados, as palavras referidas foram, ocasionalmente, acopladas. Além disso, referências a atas de congressos relevantes e resumos foram tidas em consideração e acrescentadas à revisão.

Desenvolvimento

Relação entre força e potência em seco com o desempenho em natação

O principal objetivo de um nadador de competição é percorrer uma definida distância, no menor intervalo de tempo e dispêndio energético possíveis (Vilas-Boas et al., 2010). Consequentemente, a força tem sido apontada como um dos principais fatores que pode aumentar a velocidade média de nado (Toussaint, 2007), essencialmente para distâncias competitivas mais curtas. Além disso, no que diz respeito à força e técnica, presume-se que quanto menor a distância a ser nadada, maior será o papel da força quando comparada com os parâmetros técnicos (Wilke e Madsen, 1990; Stager e Coyle, 2005; Morouço et al., 2011a).

Nas últimas três décadas as medições de força e potência em seco foram realizadas utilizando, maioritariamente, condições isocinéticas ou isométricas (Garrido et al., 2010). Estas avaliações, embora limitativas, permitiram entender o quanto o desempenho na NPD depende destes parâmetros e forneceram ferramentas para melhorar os programas de treino. Num dos estudos pioneiros, Sharp et al. (1982) avaliaram 40 nadadores (22 femininos e 18 masculinos), demonstrando que a potência dos membros superiores, determinada num banco de natação biocinético, se correlaciona fortemente com a velocidade de nado nos 25 m crol ($r = 0.90$). Posteriormente, estes resultados foram corroborados por experiências

em ciclo-ergómetro, nomeadamente quando Hawley e Williams (1991) avaliaram a potência anaeróbia dos membros superiores de 30 nadadores (16 femininos e 14 masculinos), apresentando relações moderadas a fortes entre pico de potência, potência média e índice de fadiga com a velocidade de nado em 50 m crol ($r = 0.82$, 0.83 e 0.41 , respetivamente). Adicionalmente, o mesmo grupo de pesquisa observou que os índices de força dos membros inferiores não aumentaram a estimativa para o desempenho nos 50 m e que a potência dos membros superiores é também importante em provas mais longas (Hawley et al., 1992).

No entanto, alguma prudência deve ser tida em conta na análise destes resultados. A utilização de amostras heterogéneas em termos de sexo, idade e, possivelmente, maturação, poderá levantar algumas dúvidas sobre a validade dos resultados, sendo questionável se é apropriado recorrer a amostras heterogéneas para estudos em NPD (Costill et al., 1983; Rohrs et al., 1990). Além disso, o recurso ao banco biocinético ou ciclo-ergómetro, usando somente os membros superiores, descarta a função dos membros inferiores e a rotação do corpo, e a sua importância para a coordenação corporal, para além de não se realizarem no ambiente natural do nadador, o meio aquático.

Efeitos benéficos podem ser causados pelo treino de força, nomeadamente ao nível do aumento do potencial de reflexo e alterações dos sinergistas (Aspenes et al., 2009), sendo o treino em seco uma prática comum em NPD, ainda que a evidência científica sobre os seus benefícios seja escassa (Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010). Na verdade, poucos estudos avaliaram associações entre os parâmetros de força no treino de força em seco e o desempenho em natação. Johnson et al. (1993) avaliaram uma repetição máxima de supino de 29 nadadores do sexo masculino (idades entre os 14 e 22 anos), sugerindo que esta medida de força em seco não contribuiu significativamente para a previsão da velocidade de nado de 25 jardas (22.86 m) (variando de 1.72 até 2.31 $m \cdot s^{-1}$). De realçar que, no nosso entender, as faixas etárias deveriam ser tidas em consideração, especialmente quando se trata de um intervalo de idades alargado, havendo uma maior probabilidade de ocorrerem alterações ao nível do somatótipo. Recorrendo a um grupo mais homogéneo, Garrido et al. (2010) apresentaram uma correlação moderada e significativa entre 6 repetições máximas de supino e o desempenho com jovens nadadores de competição (em performances de 25 e 50 m; $p \sim -0.58$; $p < 0.01$).

Do nosso conhecimento, os únicos autores que avaliaram parâmetros de força recorrendo a mais exercícios de treino de força em seco foram Crowe et al. (1999) e Morouço et al. (2011b; 2012). O estudo de Crowe et al. (1999) avaliou uma repetição máxima no supino, puxada à nuca e prensa de tríceps, em nadadores masculinos e femininos. Embora se tenham obtido relações significativas entre os 3 exercícios e a força exercida no nado amarrado, apenas foram verificadas correlações significativas entre a puxada à nuca e a performance de nado para o subgrupo de nadadoras ($r = 0.64$, $p < 0.05$). Por sua vez, Morouço et al. (2011b; 2012) estudaram separadamente nadadores do sexo masculino e do sexo feminino concluindo que os exercícios em seco com maior transferência para a performance em nado foram o puxada à nuca e o agachamento, respetivamente. A realização de investigações que englobem vários exercícios em seco poderão fornecer indicações de quais as tarefas mais adequadas na prescrição de treino de nadadores.

Vários dos estudos acima referidos basearam as suas avaliações no teste de uma repetição máxima, o que poderá estar mais relacionado com a força máxima do que com a força explosiva (González-Badillo e Sánchez-Medina, 2010). A fim de ultrapassar estas limitações, Dominguez-Castells e Arellano (2011) usando um *encoder* de velocidade linear, mediram a potência desenvolvida nas repetições de velocidade máxima no exercício de supino. Os autores observaram que existe uma relação moderada entre a potência máxima do supino e a potência em natação ($r = 0.63$), mas não apresentam a relação destes parâmetros com a velocidade de nado. Similar metodologia foi utilizada por Morouço et al. (2011b; 2012), corroborando a maior aplicabilidade que tem avaliar a potência em detrimento da força máxima.

Em resumo, os resultados inconclusivos de experiências desenvolvidas até à data, apontam que as associações de força em seco e o desempenho em NPD permanecem dúbias. Mais estudos são necessários e devem: (i) avaliar grupos homogêneos de indivíduos, (ii) avaliar a potência em exercícios de força com solicitações musculares semelhantes aos movimentos utilizados na natação (especificidade), e (iii) estudar quais os parâmetros que mais se adequam para explicar a variação do rendimento em natação. Acreditamos que estas abordagens podem levar a uma clarificação do papel da força e potência musculares para o rendimento em natação.

Efeitos do treino de força em seco no rendimento em natação

Um nível ideal de força é necessário para um elevado desempenho em natação (Newton et al., 2002), pois interfere com a maximização da capacidade de gerar forças propulsivas e minimizar a resistência oferecida pelo meio aquático (Vilas-Boas et al., 2010). Logo, programas de treino de força são comuns para os nadadores (Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010), mesmo sendo os seus efeitos controversos na literatura especializada (Tanaka et al., 1993; Trappe & Pearson, 1994; Girolid et al., 2007). Além disso, os benefícios do treino de força em seco são questionados por muitos treinadores por julgarem que este pode causar hipertrofia muscular ou uma diminuição dos níveis de flexibilidade, o que poderia afetar negativamente a capacidade de nadar e levar ao aumento do arrasto (Newton et al., 2002). Assim, surgem duas questões que os treinadores deverão considerar: (i) existem muitas componentes num programa de treino de força em seco e a periodização que vise o aumento da potência é uma das mais relevantes (Toussaint, 2007); (ii) os exercícios selecionados e a carga de treino devem ser coerentes com os esforços a que os nadadores estarão sujeitos nos eventos competitivos (Maglischo, 2003).

Poucas são as investigações que se centraram sobre os efeitos dos programas de treino de força em seco para melhoria do rendimento em NPD. Numa das primeiras experiências realizadas, em 10 nadadores adultos foram observadas melhorias de 20 a 40% na força muscular após um programa de força utilizando pesos livres (Strass, 1988). Estes ganhos de força corresponderam a um aumento significativo de 4.4 e 2.1% no desempenho de 25 e 50 m livres, respetivamente. Contudo, poucos anos mais tarde, Tanaka et al. (1993) questionaram se a força adquirida em seco poderia ser positivamente transferida para força propulsiva exercida em água, já que a especificidade do treino parece diferir. Estes autores aplicaram um programa de treino de força em seco (3 dias por semana durante 8 semanas) utilizando máquinas de resistência e pesos livres. Ao final das 8 semanas, verificaram-se ganhos de 25 a 35% na força muscular, mas isso não induziu melhorias no desempenho em natação, conforme corroborado por Trappe e Pearson (1994). Estes resultados contraditórios demonstram que, à data, mais estudos eram necessários para clarificar a relação entre os ganhos de força muscular em seco e a sua efetiva aplicação na água.

Mais recentemente, quatro estudos investigaram os efeitos do treino em seco na natação (Girolid et al., 2007; Aspenes et al., 2009;

Garrido et al., 2010; Girolid et al., 2012), recorrendo a diferentes metodologias. Por exemplo ao nível da frequência e duração, Garrido et al. (2010) aplicaram um programa de treino de força em seco 2 vezes por semana durante 8 semanas, enquanto Aspenes et al. (2009) implementaram o treino de força entre 1 a 3 sessões por semana durante 11 semanas. Relativamente à intensidade, Girolid et al. (2007) prescreveram o treino com uma intensidade entre 80 a 90% da carga máxima, enquanto Aspenes et al. (2009) optaram pela maior carga possível em cada sessão. Quanto às amostras utilizadas, os grupos de intervenção foram constituídos por 7 nadadores (Girolid et al., 2007) agrupados independentemente do sexo (16.5 ± 2.5 anos), 8 nadadores (Girolid et al., 2012) agrupados independentemente do sexo (21.1 ± 1.4 anos), 11 nadadores (Aspenes et al., 2009) com 6 rapazes e 5 raparigas (17.5 ± 2.9 anos) e 12 nadadores (Garrido et al., 2010) com 8 rapazes e 4 raparigas (12.0 ± 0.78 anos). De uma forma geral, estes estudos apontam que a combinação de treino em água com treino de força em seco é mais eficiente do que somente o treino em água para melhorar a performance nos 50 m (Girolid et al., 2007; 2012) e 400 m (Aspenes et al., 2009) livres. Adicionalmente, embora estas melhorias não tenham sido comprovadas em nadadores pré-púberes parece haver uma tendência para a melhoria do desempenho da natação em 25 e 50 m livres (Garrido et al., 2010).

Embora os referidos estudos pareçam clarificar o papel que o treino de força em seco desempenha na preparação desportiva de nadadores, alguma precaução deve ser tida em conta na interpretação dos seus resultados. Se os ganhos de força durante a pré-puberdade apresentam valores bastante semelhantes entre rapazes e raparigas (Faiengenbaum et al., 2002), após a puberdade, os rapazes tendem a apresentar níveis mais elevados de força muscular do que as raparigas (Bencke et al., 2002), o que pode interferir nas conclusões apresentadas por Girolid et al. (2007) e Aspenes et al. (2009). Adicionalmente, devemos ressaltar que o critério de desempenho foi realizado após um aquecimento não descrito, ou de 2000 m (Girolid et al., 2007; 2012), com partida de dentro de água (Garrido et al., 2010), ou com partida de bloco (Girolid et al., 2007; Aspenes et al., 2009; Girolid et al., 2012) numa piscina de 25 m. Sendo os efeitos do aquecimento controversos ao nível da sua influência no desempenho em natação, especialmente em distâncias curtas com intensidade máxima (Neiva et al., 2012; Balilionis et al., 2012), a uniformização destes pressupostos poderia auxiliar na comparação entre as diferentes investigações.

São vários os fatores influenciadores do sucesso num plano de treino de força, devendo a seleção dos exercícios a serem aplicados ser criteriosa. Como referido anteriormente, estes devem simular, o mais aproximadamente possível, o movimento dos nadadores na água. No entanto, replicar as condições do meio aquático em meio terrestre é praticamente impossível, dada a ausência da resistência da água. Contudo, na realização de exercícios em seco, a tensão muscular existente na água deve ser respeitada (Barbosa et al., 2013) para assim se conseguir um recrutamento de fibras musculares semelhante ao movimento na água. Por outro lado, a velocidade com que os exercícios são realizados é outro fator determinante (Tanaka et al., 1993; Maglischo, 2003; González-Badillo e Sánchez-Medina, 2010; Barbosa et al., 2013) e esta deve ser o mais próximo da velocidade utilizada em prova. Outro aspeto merecedor da atenção dos investigadores prende-se com a periodização do plano de treino em seco, nomeadamente as avaliações. Nos estudos realizados, a produção de força em seco aumentou, na generalidade, o que não se verificou posteriormente no movimento na água. Contudo, sendo a natação uma modalidade onde a técnica é determinante (Barbosa et al., 2010), parece-nos apropriado que os nadadores possam dispor de tempo para se adaptar aos ganhos de força. Por exemplo, Garrido et al. (2010) e Girold et al. (2012) avaliaram os efeitos após término de um plano de treino de força em seco e verificaram que, após esse período, houve uma tendência de melhoria do rendimento dos nadadores. Estes resultados vêm reforçar o que expusemos anteriormente, relativamente à importância que tem haver um período de adaptação técnica aos níveis de força incrementados pelo plano de força em seco.

Conclusão

A literatura sobre a temática do treino da força em seco para nadadores carece de um maior investimento por parte da comunidade científica da natação. Obtendo alguma uniformidade ao nível das metodologias, poderia permitir aos treinadores identificar adequadas estratégias de prescrição e periodização. No entanto, o volume de investigações realizadas na modalidade continua a examinar de uma forma bastante aprofundada o comportamento no meio aquático, descurando o trabalho em seco. Ainda assim, é possível assumir que o treino de força em seco, quando aplicado de forma adequada, permite aumentar a capacidade de produzir forças propulsivas na

água, o que é especialmente relevante em provas de curta distância. Contudo, mais estudos são necessários para identificar os volumes e intensidades adequadas de programas de treino, de acordo com o sexo e nível competitivo.

Referências

- Aspenes, S., Kjendlie, P. L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 357-365.
- Balilionis, G., Nepocatyč, S., Ellis, C. M., Richardson, M. T., Neggers, Y. H., & Bishop, P. A. (2012). Effects of different types of warm-up on swimming performance, reaction time, and dive distance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3297-3303.
- Barbosa, T. M., Bragada, J. A., Reis, V. M., Marinho, D. A., Carvalho, C., & Silva, A. J. (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. M., Costa, M. J., & Marinho, D. A. (2013). Proposal of a deterministic model to explain swimming performance. *International Journal of Swimming Kinetics*, 2(1), 1-54.
- Batalha N, Armando R, Tomas-Carus P, Sousa JP, Simão R, & Silva AJ, (2015). Does A Land-Based Compensatory Strength Training Program Really Influence The Rotator-Cuff Balance Of Young Competitive Swimmers? *European Journal Of Sport Science*, 15(8), 764-772.
- Bencke, J., Damsgaard, R., Saekmose, A., Jørgensen, P., Jørgensen, K., & Klausen, K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(3), 171-178.
- Costill, D. L., King, D. S., Holdren, A., & Hargreaves, M. (1983). Sprint speed vs. swimming power. *Swimming Technique*, 20(1), 20-22.
- Crowe, S. E., Babington, J. P., Tanner, D. A., & Stager, J. M. (1999). The relationship of strength to dryland power, swimming power, and swim performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(5), S255.
- Dominguez-Castells, R., & Arellano, R. (2011). Muscular and arm crawl stroke power: evaluating their relationship. *Port J Sport Sci*, 11(S2), 203-206.
- Faigenbaum, A. D., Milliken, L. A., Loud, R. L., Burak, B. T., Doherty, C. L., & Westcott, W. L. (2002). Comparison of 1 and 2 days per week of strength training in children. *Research quarterly for exercise and sport*, 73(4), 416-424.
- Garrido, N., Marinho, D. A., Reis, V. M., van den Tillaar, R., Costa, A. M., Silva, A. J., & Marques, M. C. (2010). Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(2), 300-310.
- 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(2), 497-505.

- Girold, S., Maurin, D., Dugué, B., Chatard, J. C., & Millet, G. (2007). Effects of dry-land vs. resisted-and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 599-605.
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International journal of sports medicine*, 31(05), 347-352.
- Hawley, J. A., & Williams, M. M. (1991). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *International Journal of Sports Medicine*, 12(01), 1-5.
- Hawley, J. A., Williams, M. M., Vickovic, M. M., & Handcock, P. J. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, 26(3), 151-155.
- Johnson, R. E., Sharp, R. L., & Hedrick, C. E. (1993). Relationship of swimming power and dryland power to sprint freestyle performance: a multiple regression approach. *J Swim Res*, 9(1), 10-14.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming Fastest*. Human Kinetics, Champaign, Ill.
- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Izquierdo, M., Neiva, H., & Marques, M. C. (2015). Relative contribution of arms and legs in 30 s fully tethered front crawl swimming. *BioMed research international*, 2015.
- Morouço, P. G., Neiva, H. P., & Marques, M. C. (2012). Squat, lat pull down and bench press: Which is the most related to female swimmers performance? *Motricidade*, 8(S1), 35-40.
- Morouço, P., Keskinen, K. L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011a). Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *J Appl Biomech*, 27(2), 161-169.
- Morouço, P., Neiva, H., González-Badillo, J., Garrido, N., Marinho, D., & Marques, M. (2011b). Associations between dry land strength and power measurements with swimming performance in elite athletes: a pilot study. *Journal of human kinetics*, 29(Special Issue), 105-112.
- Neiva, H., Morouço, P. G., Pereira, F., & Marinho, D. A. (2012). The effect of warm-up in 50 m swimming performance. *Motricidade*, 8(S1), 13-18.
- Newton, R. U., Jones, J., Kraemer, W. J., & Wardle, H. (2002). Strength and Power Training of Australian Olympic Swimmers. *Strength & Conditioning Journal*, 24(3), 7-15.
- Rohrs, D. M., Mayhew, J. L., Arabas, C., & Shelton, M. (1990). The relationship between seven anaerobic tests and swim performance. *Journal of Swimming Research*, 6(4), 15-19.
- Sharp, R. L., Troup, J. P., & Costill, D. L. (1982). Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(1), 53-56.
- Stager, J. M., & Coyle, M. A. (2005). Energy systems. *Handbook of Sports Medicine and Science: Swimming*, Second Edition, 1-19.
- Strass, D. (1988). Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. *Swimming Science V: International Series on Sport Sciences*, 18, 149-156.
- Strzała, M., & Tyka, A. (2009). Physical endurance, somatic indices and swimming technique parameters as determinants of front crawl swimming spe-

- ed at short distances in young swimmers. *Med Sportiva*, 13, 99-107.
- Tanaka, H., & Swensen, T. (1998). Impact of resistance training on endurance performance. *Sports medicine*, 25(3), 191-200.
- Tanaka, H., Costill, D. L., Thomas, R., Fink, W. J., & Widrick, J. J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(8), 952-959.
- Toussaint, H. M. (2007). Strength power and technique of swimming performance: Science meets practice. Leopold, W. Schwimmtrainer-Vereinigung V, Beucha, Deutschland, 43-54.
- Trappe, S. W., & Pearson, D. R. (1994). Effects of Weight Assisted Dry-Land Strength Training on Swimming Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(4), 209-213.
- Vilas-Boas, J. P., Fernandes, R. J., & Barbosa, T. M. (2010). Intra-cycle velocity variations, swimming economy, performance and training in swimming. *World book of swimming: from science to performance*. Nova Science Publishers, Inc., USA, 120-140.
- Wilke, K., & Madsen, Ø. (1990). *Coaching the young swimmer*. Sports Support Syndicate.

Efeitos agudos de um programa de treino de prevenção de lesões na força e equilíbrio muscular dos rotadores do ombro em nadadores.

Carlos Paixão¹, António Silva^{2,4}, Nuno Batalha^{3,4}

Introdução

A natação competitiva é uma modalidade onde os praticantes realizam grandes volumes de treino diário, na qual a força propulsiva é obtida essencialmente pelos membros superiores, sendo fácil perceber que poderá ocorrer uma sobrecarga do complexo articular do ombro, que promove o desequilíbrio muscular das suas estruturas (Kluemper, Uhl & Hazelrigg, 2006). A natação exige ao complexo articular do ombro amplitudes articulares elevadas, com ênfase em movimentos de circundução com diferentes graus de rotação interna e externa e de protração e retração escapular (Tovin, 2006). Numa época competitiva, dependendo dos escalões, os treinos variam entre 5 a 7 dias por semana, frequentemente 2 vezes por dia e com volumes diários médios elevados. Esta carga pode equivaler a um total de 60.000 a 80.000 metros nadados por semana. Com uma média de 8 a 10 ciclos por cada 25m, os nadadores realizam cerca de 30.000 rotações em cada membro superior por semana, colocando assim uma enorme tensão na cintura escapular e complexo articular do ombro (Heinlein & Cosgarea, 2010).

Esta ideia é reforçada pelo estudo de Batalha, Marmeleira, Garrido & Silva (2014), onde os autores constataram que um macrociclo de treino aquático é suficiente para promover desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros em nadadores. Os mesmos autores afirmam que

-
- 1** Sub-Dep. de Desporto, Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Beja, Beja, Portugal.
 - 2** Dep.de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; Vila Real de Trás-os-Montes, Portugal.
 - 3** Dep. de Desporto e Saúde, Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora, Portugal.
 - 4** Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Universidade de Évora.

este facto é consequência da existência de um aumento significativo da força dos rotadores internos (RI), não sendo acompanhados por um mesmo aumento dos seus antagonistas, os rotadores externos (RE).

As lesões na coifa dos rotadores são comuns em natação devido à realização de inúmeras repetições de gestos técnicos que envolvem o complexo articular em causa e afetam nadadores de todas as idades e de todos os níveis (Johnson, Gauvin & Fredericson, 2003), sendo mesmo a lesão músculo-esquelética que mais afeta os nadadores de competição (Walker, Gabbe, Wajswelner, Blanch & Bennell, 2012). A incidência das dores nos ombros atinge 52% dos nadadores de elite e 27% dos nadadores que não são de elite. Também 47% dos nadadores entre os 10 e os 18 anos de idade e 66% dos nadadores seniores, já teve um episódio de dor no ombro (Heinlein & Cosgarea, 2010).

Em 1974 surgiu pela primeira vez o termo “ombro do nadador” (*swimmer shoulder*), usado para descrever um conjunto de sintomas dolorosos de diagnóstico não específico, durante e após o treino de natação (Heinlein & Cosgarea, 2010), sendo a dor relacionada com a coifa dos rotadores o diagnóstico mais usual (Fernández, Verdugo, Feito & Rex, 2012). O “ombro do nadador” é uma condição com um início gradual devido aos movimentos repetitivos e pode ser classificado como microtrauma, sendo a sua etiologia considerada multifatorial (Tovin, 2006). De acordo com a literatura consultada, são vários os fatores de risco para a ocorrência de lesões no ombro em nadadores: laxidão e amplitude de movimentos da articulação glenoumeral, discinesia escapular, desequilíbrios de força na coifa dos rotadores, o género, o nível de natação competitiva, técnica e distância de nado e o uso de palas durante os treinos (Walker et al., 2012).

Os músculos rotadores dos ombros, desempenham um papel fundamental na mobilidade e estabilidade da articulação glenoumeral. Ligeiros desequilíbrios na relação entre os RI e os RE do ombro podem potencializar disfunções ou lesões articulares (Batalha et al., 2012). Desequilíbrios musculares no ombro, indicados por um baixo valor de rácio entre os RE e os RI, têm sido observados em pacientes com instabilidade articular glenoumeral, sendo considerado um fator de risco de lesão no ombro (Niederbracht & Schim, 2008; Lin, Ko, Lee, Chen & Wang, 2015). À partida, os RI são mais fortes do que os RE (Pezarat-Correia, 2010), fruto das exigências da modalidade criando um desequilíbrio com o grupo dos RE, o que pode causar sérias lesões na cápsula posterior da articulação glenoumeral (Marta et al., 2013).

O tratamento de uma lesão desportiva pode ser difícil, dispendioso e moroso, pelo que se justifica a implementação de atividades e programas de prevenção (Parkkari, Kujala & Kannus, 2001; Edouard et al., 2013; Leppänen et al., 2013). Ao nível da prevenção das diferentes patologias do complexo articular dos ombros, especialmente aquelas com incidência na coifa dos rotadores, diversos clínicos e investigadores enfatizaram a importância da realização de programas de treino de fortalecimento dos músculos RI e RE, devido ao seu papel crítico no aporte de estabilidade dinâmica e produção de força ao complexo articular do ombro (Tovin, 2006; Jang & Oh, 2014; Kim & Oh, 2015).

Num estudo recente, Batalha et al. (2015) demonstraram que um programa de treino de força compensatório tem efeitos benéficos nos músculos da coifa dos rotadores do ombro, proporcionando não só um aumento dos valores de força dos RE e dos RI, mas também aumentando o equilíbrio muscular entre eles. De igual modo Wanivenhaus et al. (2012), defendem que um programa completo que inclua exercícios de flexibilidade e fortalecimento muscular dos ombros, deve formar a base do regime de treino de qualquer atleta de natação competitiva. Complementarmente, Gaunt & Maffulli (2011) referem que qualquer programa de fortalecimento muscular para os ombros dos nadadores, deve tentar reproduzir um número elevado de repetições, bem como a capacidade de resistência muscular, semelhante à que é requerida pela natação pura desportiva. Os mesmos autores referem como exemplo, um mínimo de 3 séries de 10 repetições para cada exercício do programa de treino, defendendo que assim, a coifa dos rotadores irá ser alvo de uma melhor solicitação.

Tendo em conta os estudos apresentados e também devido às exigências colocadas pela natação retratadas anteriormente, fará todo o sentido que os nadadores realizem programas de treino para prevenção de lesões no ombro, tendo por base o reforço muscular. Este treino de prevenção de lesões tem sido tema de estudo de vários autores, (Parkkari et al., 2001; Leppänen et al., 2013; Edouard et al., 2013), assente em estudos longitudinais, essencialmente na comprovação e demonstração da sua eficácia. Contudo, são poucos os estudos com nadadores e nenhum autor se debruçou sobre os efeitos a curto prazo, ou seja, os efeitos causados imediatamente após a realização de um programa de prevenção de lesões para os rotadores do ombro.

Reportando-nos a estudos com treino de prevenção de lesões nos ombros realizados com nadadores (Batalha et al., 2015, Kluemper, Uhl & Hazelrigg, 2006; Van de Velde, De Mey, Maenhout, Calders, & Cools, 2011), podemos constatar que os programas de treino são realizados antes do treino aquático. Esta metodologia levanta-nos algumas questões acerca dos efeitos inerentes à realização do programa de treino de reforço muscular, nomeadamente ao nível da possível fadiga que se possa instalar, podendo ou não por em causa a realização do treino aquático que se segue nas melhores condições.

Desta forma, pretendemos com este trabalho, avaliar os efeitos agudos da realização de um programa de treino de prevenção de lesões para a coifa dos rotadores. Para o efeito propomo-nos avaliar a força, resistência e o equilíbrio muscular nos rotadores dos ombros em nadadores de competição, antes e após a realização de um programa de treino de prevenção de lesões. Com os resultados obtidos, esperamos obter algumas indicações sobre se a realização de um programa de treino compensatório tem ou não algum impacto ao nível da coifa dos rotadores dos ombros, que possa por em causa os objetivos de treino aquático a realizar posteriormente.

Material e métodos

Amostra

A amostra deste estudo (Tabela 1) foi constituída por um grupo de atletas federados em natação pura desportiva (N=23), todos eles de nível nacional. A todos os participantes e respetivos encarregados de educação foram explicados os objetivos e metodologias utilizadas no estudo, após as quais, assinaram uma declaração de consentimento para participarem no estudo. Todos os procedimentos foram previamente aprovados pela comissão de ética para a investigação na área da saúde humana e bem-estar da Universidade de Évora (processo: GD/40477/2014/P1) e respeitaram as normas internacionais de experimentação com humanos (Declaração de Helsínquia de 1975).

Tabela 1. Parâmetros de caracterização da amostra; (valores médios \pm desvio padrão (DP))

	Média \pm DP (n = 23)
Idade (anos)	16.43 \pm 1.38
Estatura (cm)	168.61 \pm 7.91
Massa Corporal (Kg)	58.97 \pm 7.75
IMC (kg/m ²)	20.76 \pm 2.54

Para a participação no estudo foram estabelecidos alguns critérios de admissão: idade igual ou superior a 15 anos, praticantes de natação e não apresentarem quaisquer patologias ao nível dos membros superiores e ombros. Da totalidade da amostra, 60.9% (n=14) pertenciam ao género masculino e 39.1% (n=9) ao género feminino, sendo que apenas 2 nadadores tinham o braço esquerdo como membro superior dominante.

Avaliação da força isocinética

De modo a uniformizar todo o processo de recolha de dados dos atletas, foi estabelecido um protocolo (figura 1) com todas as tarefas inerentes a essa mesma avaliação.

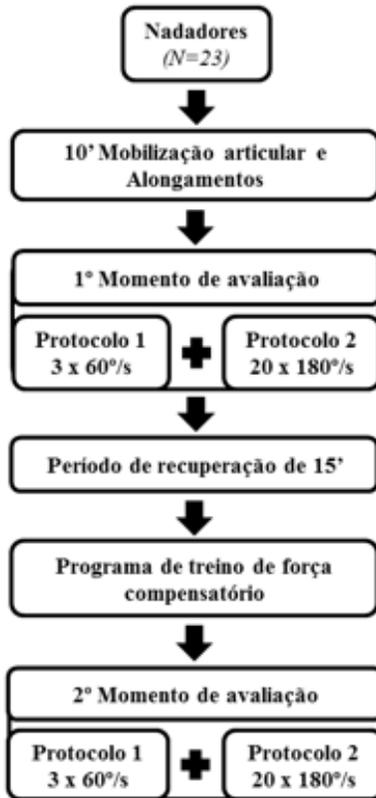


Figura 1. Protocolo de avaliação utilizado na avaliação dos músculos rotadores dos ombros

Tendo em conta os objetivos definidos para a realização deste estudo, houve necessidade de realizar 2 momentos distintos de avaliação da força dos músculos rotadores dos ombros. Um primeiro momento antes da realização do programa de treino de força compensatório e um segundo momento, imediatamente após a realização do referido programa, sem a existência de qualquer tempo de recuperação. O primeiro momento de avaliação era sempre precedido de um período de 10 minutos para os nadadores realizarem mobilização articular e alongamentos dos membros superiores. Após a realização do primeiro momento de avaliação e antes da realização do programa de treino de força compensatório, existia um período mínimo de 15 minutos de recuperação.

Todos os valores de força isocinética dos RI e RE dos ombros foram avaliados no dinamómetro isocinético Biodex System 3 (Biodex Corp., Shirley, NY, USA), devidamente calibrado. Os nadadores foram avaliados na posição de sentados, com o braço a 90° de abdução no plano sagital e 90° de flexão do cotovelo. Definimos ainda como posição inicial a posição neutra (braço a 90° de abdução e 90° de flexão do cotovelo), iniciando-se o movimento em rotação interna. Os participantes iniciaram os exercícios na posição anteriormente descrita, realizando uma amplitude de movimento de 0° a 90°. De referir que foram acomodados com os cintos do aparelho, de acordo com as instruções do fabricante.

A correção ao efeito da gravidade com o braço descontraído na posição inicial neutra, bem como o alinhamento das articulações foi efetuada em todas as avaliações realizadas, de acordo com as instruções do manual do aparelho utilizado. No que diz respeito à velocidade angular e protocolos utilizados, após a análise de literatura efetuada, e atendendo às especificidades da natação (Heinlein & Cosgarea, 2010; Wanivenhaus et al., 2012) optámos por realizar os seguintes protocolos:

- 1) Protocolo 1 - realização de 3 repetições (ações concêntricas) a uma velocidade angular de 60°/s. O incentivo verbal por parte do avaliador foi uma constante.
- 2) Protocolo 2 - realização de 20 repetições (ações concêntricas) a uma velocidade angular de 180°/s. O incentivo verbal por parte do avaliador foi uma constante.

Com o objetivo de acomodar os participantes ao aparelho, à tarefa a realizar, à velocidade angular e à posição, antes da realização de cada avaliação foi-lhes permitido executar 3 repetições do protocolo que iam realizar. Seguindo as referências da análise de literatura realizada, optámos por realizar o protocolo de velocidade angular mais baixa primeiro. Assim, todos os participantes realizaram o protocolo 1 seguido do protocolo 2, com um intervalo de recuperação de 2 minutos entre ambos. De referir que os nadadores iniciavam a avaliação de forma aleatória com qualquer um dos membros superiores, ou seja, não existiu qualquer ordem pré-determinada nesse aspeto. Assim, poderiam iniciar a avaliação com o membro dominante (MD) ou com o membro não dominante (MND).

Variáveis de estudo

As variáveis de estudo que utilizamos com vista a alcançar os objetivos do nosso estudo foram as seguintes:

- 1) *Peak-torque (PT)*, definido como o valor mais elevado de momento de força efetuado pelo sujeito avaliado durante a totalidade da amplitude de movimento numa dada repetição, traduzindo a capacidade de realizar força sobre uma partícula em redor de um ponto (centro articular). Esta grandeza Física, denominada por Momento de Força (Torque), tem como unidade o Newton metro (Nm) e é expressa por: $T=Fx d$ (Perrin, 1993).
- 2) Rácio RE/RI, utilizados com vista a caracterizar a proporcionalidade da relação entre os RI e RE da articulação do ombro, foram calculados através da seguinte fórmula: $(PT-RE/PT-RI) \times 100$ (Ellenbecker & Davies, 2000).
- 3) Índice de Fadiga (IF), o cálculo do índice de fadiga foi efetuado de acordo com as recomendações do fabricante do instrumento de avaliação (Biodex Corporation, 1995), o qual utiliza a seguinte equação: $[(W1-W2)/W1] \times 100$. Neste caso, valores de índices de fadiga mais elevados representam maiores níveis de fadiga.

Programa de treino de força compensatório

O programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros, foi realizado após um período de recuperação mínimo de 15 minutos que se seguia ao primeiro momento de avaliação. O mencionado programa de treino foi elaborado de raiz pelos responsáveis por este estudo e os critérios para a sua construção tiveram por base a revisão de literatura efetuada sobre a temática. Assim, procuramos construir o programa de treino de força

compensatório com exercícios que tivessem um nível de ativação eletromiográfica dos músculos da coifa dos rotadores, moderado ou elevado, com recurso a bandas elásticas Thera-band®, que são o material de treino mais utilizado neste tipo de programas, pois é um meio de treino de resistência muscular de eficácia comprovada (Andersen et al., 2010).

Assim, o programa de treino foi composto por 4 exercícios que utilizaram exclusivamente bandas elásticas Thera-band®. Todos os nadadores realizaram 3 séries de 20 repetições de cada um dos exercícios, com 30 segundos de repouso entre repetições e 1 minuto entre exercícios. Optámos por recorrer a um número elevado de repetições dos exercícios, de modo a ir de encontro à especificidade da natação, que requer a capacidade de resistência muscular e pelo facto da coifa dos rotadores ser alvo de uma melhor solicitação (Gaunt & Maffulli, 2011). A correta execução técnica dos exercícios por parte dos nadadores foi uma preocupação constante, tida em conta pelo investigador que acompanhava os atletas. De referir, que foi sempre o mesmo investigador que acompanhou as sessões de treino.

Exercício 1 – Prensa de ombros: Posição inicial na vertical, com colocação do ombro em 90° de flexão no plano da omoplata, os cotovelos em flexão total e mãos em pronação acima dos ombros. Em seguida, os cotovelos realizam uma extensão total e o ombro uma flexão completa, retornando lentamente à posição inicial.

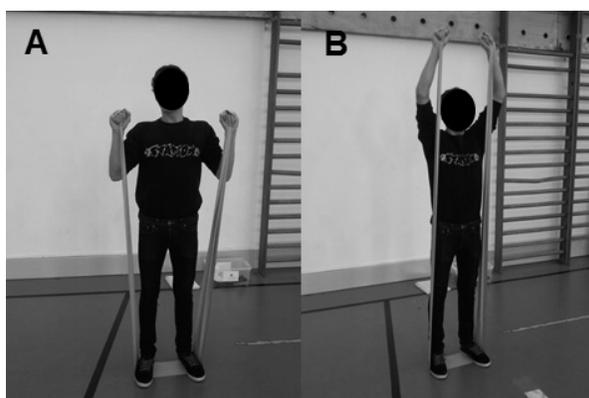


Figura 2. Exercício 1 - Prensa de ombros; A - posição inicial; B - posição final.

Exercício 2 – Rotação externa do ombro com o braço em abdução a 90°: Posição inicial na vertical, com os ombros a 90° de abdução e os cotovelos a 90° de flexão. Em seguida, o ombro realiza uma rotação externa até a mão estar alinhada com a cabeça, retornando lentamente à posição inicial.

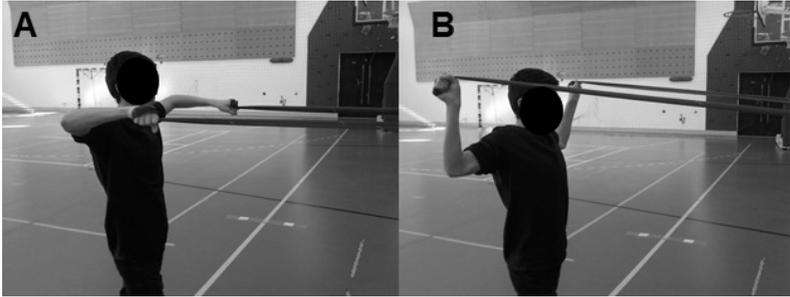


Figura 3. Exercício 2 - Rotação externa do ombro com o braço em abdução a 90°; A - posição inicial; B - posição final.

Exercício 3 – Flexão de ombros acima dos 120° em rotação externa (polegar para cima): Posição inicial próxima da posição anatômica de referência. Em seguida, os braços realizam uma flexão em simultâneo, acima dos 120°, retornando lentamente à posição inicial.

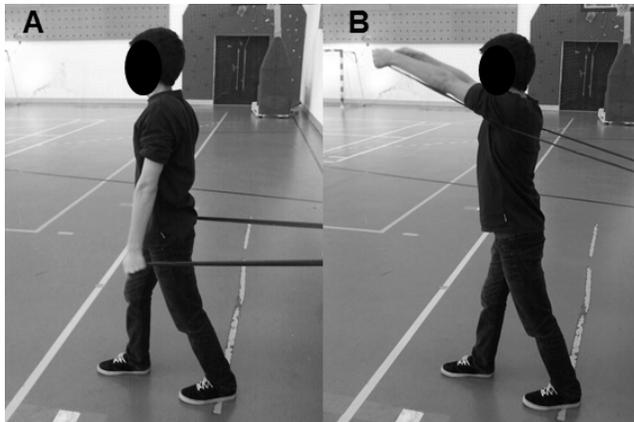


Figura 4. Exercício 3 - Flexão de ombros acima dos 120° em rotação externa (polegar para cima); A - posição inicial; B - posição final.

Exercício 4 – Remada inferior a 45° de flexão: Posição inicial na vertical, com os cotovelos em 45° de flexão. Em seguida, os cotovelos realizam um movimento de remada, retornando lentamente à posição inicial.



Figura 5. Exercício 4 - Remada inferior a 45° de flexão; A - posição inicial; B - posição final.

Todos os elementos da amostra realizaram uma semana de adaptação aos exercícios apresentados. Durante esta semana foi determinada a tensão inicial do treino, isto é, a cor com a qual cada um deveria iniciar o treino. O Thera-band® Manual (2012) refere que as bandas de cor azul, preta, prateada e dourada são tipicamente utilizadas por atletas. Assim, após duas sessões de adaptação ao material e à técnica de execução, os nadadores efetuavam o teste com bandas elásticas azuis (femininos) e pretas (masculinos). O teste consistia na realização de 2 séries de 20 repetições e mais uma última série até à exaustão. No caso de os nadadores superarem na última série as 30 repetições com técnica adequada, iniciavam o treino com a banda de cor/resistência imediatamente superior. Este teste foi válido para cada um dos exercícios de forma independente, tendo sido já utilizado em estudos recentes (Batalha et al., 2015).

Tratamento estatístico

Para a realização da análise estatística foi utilizado o *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versão 22.0, sendo adotado o nível de significância de $p < 0.05$. Na estatística descritiva foram utilizadas as médias, desvios padrão e intervalos de confiança com 95%. A normalidade das distribuições foi testada usando o teste de *Shapiro-Wilk*. Para as variáveis que não apresentavam normalidade na sua distribuição, foi utilizada um teste estatístico não paramétrico, nomeadamente o teste de *Wilcoxon*. Para comparar os valores obtidos antes e após da realização do programa de intervenção, foi utilizado o teste *t de Student* para amostras emparelhadas.

Resultados

Na Tabela 2 constam os resultados referentes às avaliações realizadas à velocidade angular de 60°/s, no MD. Assim, podemos observar que, ao nível dos valores de força dos RE e RI, apesar de haver uma diminuição após o treino realizado, não existiram diferenças significativas entre a pré e pós avaliação. De igual forma, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os valores dos rácios RE/RI entre os dois momentos de avaliação.

Tabela 2. Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados antes e após a realização do programa.

Membro dominante – 60°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	p
PT-RE	24.29 ± 7.96	24.09 ± 7.40	- 0,20 ± 4.30	.826
PT-RI	34.57 ± 12.09	32.27 ± 10.49	- 2.30 ± 5.84	.072
Rácio RE/RI	73.50 ± 18.91	77.37 ± 16.40	3.87 ± 16.87	.283

p – teste de t para amostras emparelhadas

Para a mesma velocidade angular, mas para o MND, os resultados encontrados foram semelhantes (Tabela 3), ou seja, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas, antes e após a realização do programa de treino de força compensatório, ao nível do PT-RE ($p=.334$), do PT-RI ($p=.902$) e do rácio RE/RI ($p=.369$).

Tabela 3. Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas do membro não dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados antes e após a realização do programa.

Membro não dominante – 60°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	p
PT-RE	23.72 ± 7.46	22.96 ± 6.36	- 0.76 ± 3.68	.334
PT-RI	32.67 ± 10.68	32.82 ± 9.37	0.14 ± 5.46	.902
Rácio RE/RI	75.34 ± 17.08	72.31 ± 15.66	- 3.03 ± 15.84	.369

p – teste de t para amostras emparelhadas

A tabela 4 mostra os resultados referentes às avaliações realizadas à velocidade angular de 180°/s, no MD. Após a sua análise podemos verificar que também neste protocolo, o programa de treino de força compensatório, não induz nenhum efeito agudo significativo ao nível das mesmas variáveis PT-RE ($p=.264$), PT-RI ($p=.138$) e rácio RE/RI ($p=.750$), pois não foram observadas diferenças estatísticas significativas, após a sua realização. Também para as variáveis IF-RE e IF-RI, não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p=.910$ e $p=.102$ respetivamente).

Tabela 4. Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante, respetivos rácios RE/RI (%) e índices de fadiga (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados antes e após a realização do programa.

Membro dominante – 180°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
PT-RE	23.40 ± 6.07	22.54 ± 5.70	- 0.86 ± 3.61	.264
PT-RI	33.04 ± 12.24	30.71 ± 9.67	- 2.33 ± 7.25	.138
Rácio RE/RI	75.52 ± 18.54	76.76 ± 16.38	1.24 ± 18.43	.750
IF-RE	29.80 ± 10.84	29.57 ± 14.91	- 0.23 ± 9.47	.910
IF-RI	21.48 ± 10.67	24.81 ± 10.14	3.33 ± 9.37	.102

p – teste de t para amostras emparelhadas

Para o MND na mesma velocidade angular (180°/s), os resultados foram semelhantes aos do MD, na medida em que não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, para as mesmas variáveis, significando que o programa de treino de força compensatório, não induz uma fadiga significativa (Tabela 5).

Tabela 5. Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante, respetivos rácios RE/RI (%) e índices de fadiga (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados antes e após a realização do programa.

Membro não dominante – 180°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
PT-RE	22.23 ± 6.44	21.97 ± 5.22	- 0.26 ± 3.12	.688
PT-RI	31.71 ± 9.93	30.94 ± 9.92	- 0.77 ± 5.65	.522
Rácio RE/RI	71.43 ± 2.29	74.28 ± 13.99	2.86 ± 13.68	.327
IF-RE	29.25 ± 8.76	31.69 ± 14.67	2.44 ± 15.71	.464
IF-RI	18.77 ± 1.88	21.65 ± 14.57	2.87 ± 13.24	.309

p – teste de t para amostras emparelhadas

Discussão

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos agudos da realização de um programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros, ao nível da força, equilíbrio muscular e fadiga muscular, em nadadores. Os resultados revelam que, o programa de reforço muscular realizado não provoca uma alteração na força, resistência e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros.

Pela análise realizada, até à data não existe nenhum estudo que procure verificar os efeitos agudos do referido tipo de programa de treino, sendo que a totalidade dos estudos realizados utiliza programas de intervenção de carácter longitudinal, ou seja, estudos que procuram verificar os efeitos a longo prazo.

Uma primeira constatação que podemos efetuar pela análise dos resultados, e que é consensual nos estudos similares (Ellenbecker & Roert, 2003; Gozlan et al., 2006; Batalha et. al., 2015), tem a ver com a capacidade de maior produção de força do RI em relação aos RE, em qualquer dos protocolos utilizados (60°/s e 180°/s) e em qualquer um dos membros avaliados (MD e MND). O argumento que sustenta o facto da capacidade que os RI têm de produzir força ser maior que os seus antagonistas, tem a ver com a evidência de que os músculos RI, para além de serem estimulados de uma forma mais constante nos gestos realizados, serem também em maior número e consequentemente mais fortes (Ellenbecker & Roert, 2003; Dark et al., 2007).

Contrariamente a diversos estudos de carácter longitudinal que utilizaram programas de treino compensatório ao nível dos rotadores do ombro, em que existiram ganhos de força, no nosso estudo verificou-se uma ligeira diminuição dos valores de PT, tanto dos RI como dos RE após a realização do programa de treino compensatório, sendo este contudo um efeito imediato já esperado, associado à realização do próprio programa, mas cujos valores não foram considerados significativos.

Estudos prévios propuseram que o cálculo do rácio RE/RI pode ser um instrumento útil para identificar desequilíbrios musculares no ombro de nadadores (Ellenbecker & Davies, 2000; Batalha et al., 2012). Dados normativos de alguns estudos realizados apontam um intervalo de valores de rácios RE/RI entre 66% e 75%, como valores considerados adequados (Ellenbecker & Davies, 2000; Cingel, Kleinrensinkb, Mulderc, Bied, & Kuiperse, 2007). Na interpretação dos dados relativos aos rácios é comum associar a sua diminuição a instabilidade e desequilíbrios musculares na articulação glenome-

ral (Ellenbecker & Roert, 2003). Alguns autores associaram mesmo valores iniciais baixos de rúcios unilaterais (avaliados na pré-época) a futuras lesões na articulação do ombro (Byram et al., 2010).

Os valores de rúcio do nosso estudo, obtidos na 1ª avaliação, oscilam entre os $71.43\% \pm 2.29\%$ e os $75.52\% \pm 18.54\%$ em ambos os protocolos (Tabelas 2 a 5). Encontram-se portanto, dentro dos valores de referência apontados pela literatura acima referida, que retrata um equilíbrio muscular nos rotadores dos ombros. Após a realização do programa de intervenção, as alterações verificadas nos valores dos rúcios RE/RI não obedeceram a um padrão uniforme, uma vez que variaram consoante o protocolo utilizado e o membro avaliado. Assim, no protocolo de $60^\circ/s$, o rúcio RE/RI do MD aumentou $3.87\% \pm 16.87\%$, para um valor de $77.37\% \pm 16.40\%$ (Tabela 2). No mesmo protocolo, mas para o MND, verificou-se o inverso tendo o valor diminuído ($-3.03\% \pm 15.84\%$) para os $72.31\% \pm 31\%$ (Tabela 3). Num trabalho anterior, utilizando jovens nadadores, Batalha et al. (2012) obtiveram valores de rúcio muito próximos dos verificados no presente estudo, também sempre superiores aos 70%. No protocolo $60^\circ/s$, os autores obtiveram valores de rúcio para o MD = 77.89% e para o MND = 73.79%. Por outro lado, Gozlan et al. (2006), utilizando uma amostra de nadadores com uma média de idades de 17,2 anos, obtiveram valores de rúcio totalmente distintos e extremamente baixos. No protocolo $60^\circ/s$, os valores oscilaram entre os 39.77% e os 45.36%.

No protocolo $180^\circ/s$, os valores de rúcio obtidos em ambos os membros aumentaram ligeiramente (MD = $1.24\% \pm 18.43\%$, para um valor de $76.76\% \pm 16.38\%$ e MND = $2.86\% \pm 13.68\%$ para um valor de $74.28\% \pm 13.99\%$) (Tabelas 4 e 5). Neste protocolo, Batalha et al. (2012) obtiveram valores de rúcio para o MD = 74.77% e para o MND = 70.11%, valores semelhantes aos obtidos no nosso estudo. Mais uma vez, Gozlan et al. (2006), obtiveram valores de rúcio distintos e muito mais baixos no protocolo $180^\circ/s$. Os autores registaram valores entre os 38.04% e os 44.19%. Neste estudo contudo, a posição de avaliação do braço foi de 45° de abdução, o que poderá justificar a obtenção dos valores diferentes e mais baixos do que aqueles obtidos pelo nosso estudo.

Num estudo com nadadores mais velhos (média de 29 anos de idade), Olivier et al. (2008), apenas obtiveram valores semelhantes no protocolo $180^\circ/s$ (MD = 71.4% e MND = 72.5%). No protocolo $60^\circ/s$, os autores registaram valores bastante inferiores, inclusivamente abaixo dos valores de referência (MD = 53.27% e MND = 65.90%).

Contudo, os autores avaliaram os seus participantes na posição de decúbito dorsal, o que poderá ter influência nos resultados.

Em suma, em ambos os protocolos, na avaliação do MD, os valores de rácio aumentaram, colocando-os ligeiramente acima dos valores de referência, anteriormente referidos. Apesar de não existirem dados de outros estudos que permitam comparar, este resultado é algo inesperado, atendendo a que o reforço foi realizado com ênfase nos RE. A ligeira fadiga nos RI proveniente do programa de treino poderá, contudo, justificar este aumento dos valores de rácio. Por outro lado, é de referir também, que não se registaram valores de rácios abaixo dos 70%, em qualquer protocolo, nem em qualquer membro avaliado, podendo indicar que jovens nadadores apresentam rácios mais elevados fruto de um maior equilíbrio muscular.

Relativamente ao índice de fadiga, no MD e ao nível dos RI, verificou-se um aumento dos valores de $3.33\% \pm 9.37\%$ (Tabela 4). Já o valor do RE teve um comportamento diferente, registando-se um decréscimo muito ligeiro de $0.23\% \pm 9.47\%$. No MND (Tabela 5), verificou-se um aumento dos valores de ambos os rotadores (RE = $2.44\% \pm 15.71\%$ e RI = $2.87\% \pm 13.24\%$). Em suma, embora sem valores estatisticamente significativos, e com exceção dos valores dos RE do MD, registou-se um ligeiro aumento dos valores na variável IF após a realização do programa de treino de força compensatório. O aumento dos IF, traduzindo uma diminuição da resistência muscular, seria de alguma forma de esperar, partindo do pressuposto que após a realização do programa de reforço muscular a fadiga muscular aumentaria. No entanto, a diminuição verificada não foi significativa, o que vem contrariar o pressuposto avançado. De notar ainda que nas avaliações efetuadas em ambos os membros, o valor do IF-RI foi sempre inferior ao valor do IF-RE (Tabelas 4 e 5), ou seja, os RE apresentaram menor resistência à fadiga que os RI. Esta diferença poderá estar relacionada com o facto de os RI terem uma superior capacidade de produção de força relativamente aos RE, já que são anatomicamente de maiores dimensões e em maior número (Ellenbecker & Roert, 2003; Dark et al., 2007; Batalha et al., 2015).

Não existem valores normativos no que diz respeito ao índice de fadiga, existindo uma escassez ao nível de estudos que analisam esta variável, tornando-se difícil realizar um enquadramento teórico dos valores obtidos. Contudo, na análise de literatura realizada, no estudo de Batalha et al. (2012), os valores do índice de fadiga também foram recolhidos. Os autores registaram para o MD valores de

1.99% ± 8.54% nos RE e 1.94% ± 6.73% nos RI. Para o MND, foram obtidos valores de 15.76% ± 6.74% para os RE e de 5.96% ± 6.14% para os RI. Estes valores são realmente baixos, diferindo bastante dos registados no nosso estudo. Contudo, a amostra de nadadores do estudo de Batalha et al. (2012), esteve sujeita a um programa de treino de força compensatório durante 32 semanas, o que poderá justificar as diferenças de valores entre os estudos.

Conclusões

Com base nos resultados apresentados podemos concluir que, a realização de um programa de treino de reforço muscular não tem um efeito agudo na força, resistência e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros em jovens nadadores. Desta forma, a realização do treino compensatório para os rotadores dos ombros antes do treino aquático parece-nos adequada.

Referências

- Andersen L., Andersen C., Mortensen O., Poulsen O., Bjørnlund I. & Zebis M. (2010). Muscle Activation and Perceived Loading During Rehabilitation Exercises: Comparison of Dumbbells and Elastic Resistance. *Physical Therapy*, 90 (4): 538-549.
- Batalha N., Marmeleira J., Garrido N. & Silva A. (2014). Does a water-training macrocycle really create imbalances in swimmers' shoulder rotator muscles? *European Journal of Sport Science*.
- Batalha N., Raimundo A., Tomás-Carus P., Barbosa T. & Silva A. (2013). Shoulder rotator cuff balance, strenght and endurance in young swimmers during a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (9): 2562-2568.
- Batalha N., Raimundo A., Tomás-Carus P., Fernandes O., Marinho D. & Silva A. (2012). Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 14 (5): 545-553.
- Batalha N., Raimundo A., Tomás-Carus P., Paulo J., Simão R. & Silva A. (2015). Does a land-based compensatory strength-training programme influences the rotator cuff balance of young competitive swimmers? *European Journal of Sport Science*.
- Cingel, R., Kleinrensinkb, G., Mulderc, P., Bied, R., & Kuiperse, H. (2007). Isokinetic strength values, conventional ratio and dynamic control ratio of shoulder rotator muscles in elite badminton players. *Isokinetics and Exercise Science*, 15(4), 287-293.
- Dark, A., Ginn, K. A., & Halaki, M. (2007). Shoulder muscle recruitment patterns during commonly used rotator cuff exercises: an electromyographic study. *Physical Therapy*, 87 (8): 1039-1046.
- Edouard P., Degache F. Oullion R., Plessis J., Gleizes-Cervera S. & Calmels P. (2013). Shoulder strength imbalances as injury risk in handball. *Int J Sports Med*, 34: 654-660.

- Ellenbecker T. & Davies G. (2000). The Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. *Journal of Athletic Training*, 35 (3): 338-350.
- Ellenbecker T. & Roetert E. (2003). Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport*, 6: 63-70.
- Fernández J., Verdugo R., Feito M. & Rex F. (2012). Shoulder Pain in Swimmers. Pain in Perspective (119-146). Intech. Retrieved from <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/40389.pdf>
- Gaunt T. & Maffulli N. (2011). Soothing suffering swimmers: a systematic review of the epidemiology, diagnosis, treatment and rehabilitation of musculoskeletal injuries in competitive swimmers. *British Medical Bulletin*, 103: 45–88.
- Gozlan G., Bensoussan L., Coudreuse J., Fondarai J., Gremaux V., Viton J. & Delarque A. (2006). Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haut niveau (natation, volley-ball, tennis) par dynamomètre isocinétique : comparaison entre épaule dominante et non dominante. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 49: 8–15.
- Heinlein S. & Cosgarea A. (2010). Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer's Shoulder. *Sports Health*, 2 (6): 519-525.
- Jang J. & Oh J. (2014). Changes in Shoulder External Rotator Muscle Activity during Shoulder External Rotation in Various Arm Positions in the Sagittal Plane. *J. Phys. Ther. Sci.*, 26: 135–137.
- Johnson J., Gauvin J. & Fredericson M. (2003). Swimming Biomechanics and Injury Prevention. New Stroke Techniques and Medical Considerations. *The Physician and Sports Medicine*, 31 (1).
- Kim, H. & Oh, J. (2015). Effects of humeral head compression taping on the isokinetic strength of the shoulder external rotator muscle in patients with rotator cuff tendinitis. *J. Phys. Ther. Sci.*, 27: 121–122.
- Kluemper M., Uhl T. & Hazelrigg H. (2006). Effect of Stretching and Strengthening Shoulder Muscles on Forward Shoulder Posture in Competitive Swimmers. *J Sport Rehabil.*, 15: 58-70.
- Leppänen M., Aaltonen S., Parkkari J., Heinonen A. & Kujala U. (2013). Interventions to Prevent Sports Related Injuries: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Sports Med*, 44: 473-486.
- Lin H., Ko H., Lee K., Chen Y. & Wang D. (2015). The changes in shoulder rotation strength ratio for various shoulder positions and speeds in the scapular plane between baseball players and non-players. *J. Phys. Ther. Sci.*, 27: 1559–1563.
- Marta S., Pezarat-Correia P., Fernandes O., Carita A., Cabri J. & Moraes A. (2013). EMG analysis of the shoulder external rotator and trapezius muscles in different exercises. *International Sport Med Journal*, 14 (1): 1-10.
- Niederbracht Y. & Schim A. (2008). Concentric internal and eccentric external fatigue resistance of the shoulder rotator muscles in female tennis players. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 3 (2): 89 – 94.
- Olivier N., Quintin G. & Rogez J. (2008). Le complexe articulaire de l'épaule du nageur de haut niveau. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 51: 342–347.

- Parkkari J., Kujala U. & Kannus P. (2001). Is it Possible to Prevent Sports Injuries? Review of Controlled Clinical Trials and Recommendations for Future Work. *Sports Med*, 31 (14): 985-995.
- Perrin, D. (1993). *Isokinetic Exercise and Assessment*. Champaign, IL.
- Pezarat-Correia, P. (2010). Perfil Muscular do Ombro de Atletas Praticantes de Acções de Lançamento. *Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto*, 4 (1): 34-42.
- Thera-Band: Resistance Band & Tubing Instruction Manual. The Hygenic Corporation (2012). Retirado de [http://www.thera-band.com/UserFiles/File/Resistance_Band_Tubing_Instruction_Manual\(1\).pdf](http://www.thera-band.com/UserFiles/File/Resistance_Band_Tubing_Instruction_Manual(1).pdf).
- Tovin B. (2006). Prevention and treatment of swimmer's shoulder. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 1 (4): 166-175.
- Van de Velde, A., De Mey, K., Maenhout, A., Calders, P., & Cools, A. M. (2011). Scapular-muscle performance: two training programs in adolescent swimmers. *Journal of Athletic Training*, 46(2), 160-167.
- Walker H., Gabbe B., Wajswelner H., Blanch P. & Bennell K. (2012). Shoulder pain in swimmers: A 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors. *Physical Therapy in Sport*, 1-7.
- Wanivenhaus F., Fox A., Chaudhury S. & Rodeo S. (2012). Epidemiology of Injuries and Prevention Strategies in Competitive Swimmers. *Sports Health*, 4 (3): 246-251.

Métodos hipóxicos e desempenho na natação

Ricardo Minhalma¹, João Beckert^{1,2,3}, Francisco Alves¹

Introdução

O treino em altitude natural ou em altitude artificial são métodos de exposição hipóxica que têm vindo a ganhar notoriedade e importância no treino de alto rendimento. Investigadores e treinadores acreditam que as adaptações fisiológicas e a aclimatação à altitude possam induzir, para além da melhoria do desempenho em altitude natural, uma melhoria do desempenho ao nível do mar. Em altitude natural, para além da diminuição da pressão atmosférica responsável pela condição de hipóxia, associam-se outras condições diferentes do meio envolvente, com temperaturas médias mais baixas, maior exposição ao vento e acentuado relevo do terreno.

Os Jogos Olímpicos de Verão na cidade do México, em 1968, realizados a uma altitude de 2300m acima do nível do mar, marcaram o início da crescente utilização do treino em altitude e desencadearam no meio científico um acentuado interesse na caracterização dos efeitos fisiológicos do treino em altitude e na identificação da sua relação com o desempenho desportivo.

Em competições de alto nível, a diferença entre os primeiros atletas pode ser ínfima, estimando-se que a mínima variação significativa da performance entre os nadadores esteja compreendida entre 0.6 e 1% (Pyne et al., 2004). O treino em altitude natural ou os métodos hipóxicos podem contribuir para aumentar o desempenho em 1.6%, pelo que, neste contexto, a utilização deste ergogénico pode ser considerada como adequada (Bonetti e Hopkins, 2009) e é importante identificar os métodos treino mais efetivos. Técnicos, atletas e investigadores têm procurado novos estímulos de treino para assegurar uma vantagem, por mínima que pareça e esperar que desta resulte um primeiro lugar no pódio.

1 CIPER, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa

2 CEDOC, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Nova de Lisboa

3 Instituto Português da Juventude e do Desporto

A Agência Mundial Anti-Dopagem (WADA) considerou a utilização da altitude artificial para melhoria do rendimento desportivo como um método lícito. A relutância inicial referia-se à aplicação passiva de uma modificação ambiental e a questões de segurança. Segundo o parecer final da WADA a administração da hipóxia foi considerada segura (sobretudo em comparação com os métodos de doping sanguíneo por transfusão e a administração de eritropoietina) e não violador da verdade desportiva. No entanto, não foi considerado consensualmente como um método comprovado de melhoria do rendimento, sobretudo em relação à elevada variabilidade individual de resultados.

A eficácia da hipóxia como ergogénico e o estudo das metodologias para otimizar a sua administração tem sido bastante debatida no seio da comunidade científica. Segundo Wilber (2007), a maioria dos estudos realizados procuram responder às seguintes questões: Qual a altitude ideal para o treino em altitude natural ou simulada? Quanto tempo de exposição é necessário para obter as adaptações fisiológicas e os benefícios no desempenho? Quanto tempo dura o efeito do estímulo aplicado, após o regresso ao nível do mar? Os atletas residentes em altitude apresentam vantagens fisiológicas sobre os atletas residentes ao nível do mar?

O objetivo desta revisão é apresentar métodos de treino em hipóxia úteis no treino da natação e tecer considerações práticas sobre a sua aplicabilidade, integração no planeamento anual e sobre a segurança no seu uso.

Desenvolvimento

Considera-se hipóxia a condição ambiental em que a pressão parcial do oxigénio no ar inspirado (P_iO_2) é inferior a 150 mmHg. A hipóxia pode ser hipobárica (pressão barométrica <760 mmHg, mas a fração de oxigénio (F_iO_2) mantem-se a 20.9%) ou normobárica (pressão barométrica de 760 mmHg, e uma F_iO_2 menor que 20%).

A hipóxia constitui um fator de stress extra que provoca uma sequência de respostas fisiológicas agudas que envolvem os diversos patamares da cascata de O_2 dos pulmões para o músculo, bem como angiogênese, o transporte de glicose, a glicólise e regulação do pH. A diminuição da P_iO_2 pode provocar um decréscimo na pressão alveolar de oxigénio, com diminuição do gradiente de difusão do O_2 dos alvéolos para os capilares pulmonares, provocando uma redução da pressão arterial de oxigénio com diminuição do gradien-

te de difusão do O_2 dos capilares musculares para o tecido muscular (Mairbaurl, 2013). Estas alterações desencadeiam a formação da eritropoietina (EPO), estimulando a produção de glóbulos vermelhos e hemoglobina (Hb) pela medula óssea.

De acordo com Bärtsch et al. (2008), podemos considerar cinco categorias de altitude (*vide* figura 1): nível do mar (0-500 m), baixa altitude (500-2000 m), altitude moderada (2000-3000 m), alta altitude (3000-5500 m) e altitude extrema (acima dos 5500 m). A intensidade dos efeitos da exposição e a suscetibilidade aos sintomas variam de acordo com a altitude.

ALTITUDE (METROS)	DEFINIÇÃO
+ 5500	<u>Altitude Extrema</u> Exposição prolongada leva a uma progressiva deterioração das funções fisiológicas
3000- 5500	<u>Alta Altitude</u> O AMS e a aclimatação é clinicamente relevante, com decréscimo abrupto da performance
2000- 3000	<u>Altitude Moderada</u> Começa a fazer sentir-se o mal de altitude e a aclimatação torna-se extremamente importante para a performance
500- 2000	<u>Baixa altitude</u> Começa-se a notar uma ligeira perda no desempenho em situações de exercício de características aeróbias
0- 500	<u>Nível do mar</u>

Figura 1. Definição dos níveis de altitude.

Normobária vs hipobária

A ascensão em altitude natural é uma condição de hipóxia hipobárica, que pode ser simulada com o uso de câmaras hipobáricas. O efeito de hipóxia pode ainda ser simulado artificialmente em condições de normobária, com a diminuição da pressão parcial de oxi-

génio obtida através da rarefação do oxigénio na mistura de gases normóxicos. A hipóxia normobárica é geralmente realizada com equipamentos que filtram o oxigénio.

Os efeitos fisiológicos agudos da hipóxia hipobárica são considerados semelhantes aos da hipóxia normobárica, mas a hipóxia hipobárica induz uma hipoxemia e hipocapnia mais intensas e uma menor S_aO_2 (Faiss, Pialoux, et al., 2013). No mesmo sentido, uma revisão recente de realizada por Fulco et al. (2013) refere que em hipóxia hipobárica a pressão parcial de CO_2 no final da exalação ($P_{et}CO_2$) e na S_aO_2 são menores que na hipóxia normobárica.

Saugy et al. (2014) compararam o efeito da exposição de dezoito dias com o método *Living High-Training Low* (LHTL) nestes dois tipos de hipóxia e concluíram que a forma hipobárica tem dessaturações e frequências respiratórias maiores e um aumento no consumo máximo de oxigénio ($\dot{V}O_{2máx}$) e da massa hemoglobínica total mais acentuados que no grupo exposto em hipóxia normobárica.

Altitude e consumo máximo de oxigénio

O O_2 é um parâmetro relevante na avaliação funcional que permite caracterizar a tolerância ao esforço e serve de orientação para a prescrição do exercício tanto de atletas como não atletas (Wagner, 1996). O $\dot{V}O_{2máx}$ corresponde ao valor máximo da taxa de utilização de oxigénio para a fosforilação oxidativa e é, portanto, um indicador da potência aeróbia dos indivíduos.

O $\dot{V}O_{2máx}$ é afetado pela altitude natural ou simulada, observando-se um decréscimo linear do $\dot{V}O_{2máx}$ com o aumento da altitude (Wehrlin e Hallen, 2006) (*vide* figura 3), seja em hipóxia normobárica (Wehrlin e Hallen, 2006; Peltonen et al., 2001) ou em hipóxia hipobárica (Calbet et al., 2003), tanto numa exposição aguda como numa exposição crónica. Verifica-se também uma diminuição da frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) em 1.9 bpm (Wehrlin e Hallen, 2006).

O $\dot{V}O_{2máx}$ com o aumento da altitude apresenta um decréscimo de 6.3% (podendo variar entre os 4.6% e os 7.5%) a cada 1000 m (Wehrlin e Hallen, 2006). Este declínio é mais acentuado em atletas treinados comparativamente a sujeitos sedentários (Chapman et al., 1999).

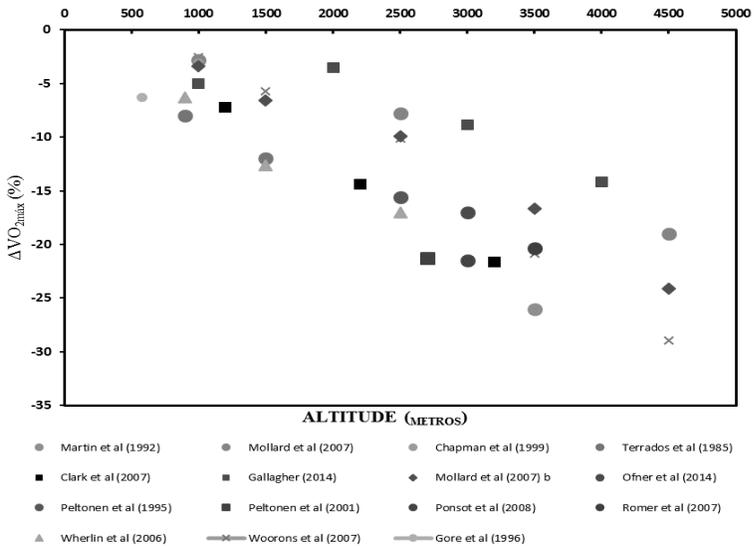


Figura 2. Resultados do decréscimo percentual do VO_{2max} pela exposição hipobárica e normobárica à altitude.

Durante o exercício incremental máximo em hipóxia moderada e alta (2700-3200 m), constata-se não apenas o decréscimo na potência máxima gerada (Dekerle et al., 2012; Ofner et al., 2014) como a redução na potência crítica dos indivíduos, embora com acentuada variância individual nos resultados (6% a 25%) (Dekerle et al., 2012). No entanto, a hipóxia durante o exercício incremental máximo parece não afetar a concentração máxima de lactato (Billat et al., 2003; Wehrlin e Hallen, 2006).

O exercício submáximo nas altitudes supracitadas está associado à diminuição do rendimento aeróbio e ainda ao aumento do custo ventilatório. Desta forma, constata-se aumento da E no primeiro e segundo limiares ventilatórios e um aumento do O_2 e do quociente respiratório (RER) no LV2 (Ofner, et al., 2014). Verifica-se também um aumento dos níveis de lactato sanguíneo e da FC (Clark et al., 2007). Os atletas com maior capilarização muscular e maior densidade mitocondrial muscular são mais suscetíveis ao decréscimo da P_iO_2 e demonstram uma redução maior na capacidade de realizar trabalho (Angermann et al., 2006).

No exercício com maior contribuição do sistema energético anaeróbio, a hipóxia não apresenta um efeito significativo, como ficou evi-

denciado nos resultados do Jogos Olímpicos realizados na Cidade do México, em 1968. Um estudo realizado por Friedmann et al. (2007) não identificou diferença no déficit de O_2 no exercício realizado em protocolo quadrangular em intensidade submáxima em hipóxia e normóxia, observação corroborada por outros estudos (Billat et al., 2003).

Métodos de treino em altitude

Inicialmente o treino em altitude consistia em residir e treinar à mesma altitude. Este método, designado como *Living High – Training High* (LHTH), foi posto em causa pela diminuição da capacidade trabalho mecânica associada ao treino em altitude moderada e na alta altitude (Burtscher et al., 2006; Wehrlin e Hallen, 2006). Diversos estudos indicam que as adaptações fisiológicas decorrentes da exposição à altitude provocam um aumento do desempenho ao nível do mar (Levine e Stray-Gundersen, 1997; Terrados et al., 1988; Rodriguez et al., 2015; Pedlar et al., 2008), contudo, estes ainda não são conclusivos (Truijens et al., 2008).

A divergência de conclusões é atribuída à disparidade no desenho experimental dos estudos, ao tamanho e tipos de amostra, assim como, à duração e à frequência do estímulo hipóxico e ainda às características dos sujeitos (quanto ao género, idade e tipo de prática desportiva); estas inconsistências e variações dificultam o consenso da comunidade científica em relação orientações e recomendações práticas.

Nos últimos anos foram aplicados novos métodos de treino em altitude (*vide* figura 3):

- 1) viver em altitude e treinar ao nível do mar (LHTL), o método mais divulgado, sugerido por Levine et al. (1988)
- 2) viver ao nível do mar e treinar em altitude (LLTH), por meio das suas quatro variantes, a exposição passiva intermitente à hipóxia (IHE), o treino intermitente em hipoxia (IHT), treino intervalado de alta intensidade em hipóxia intermitente (IHIT), e o treino de sprint repetido em altitude (HRST).

Cada um destes métodos pode ser abordado com diferentes estratégias, diferindo na intensidade do estímulo hipóxico aplicado, (Roels et al., 2005) e pelo tempo de exposição (Pedlar et al., 2008) (*vide* tabela 1).

No método LHTH em altitude natural as sessões de treino têm como objetivo principal estimular o metabolismo aeróbio, com ênfase no desenvolvimento da capacidade aeróbia (com uma concentração de lactato na zona das 2 mmol·L⁻¹) e realizadas a uma altitude moderada (2000m a 3000m). Nestes estágios podem ser incluídas sessões com esforços a alta intensidade (“sprints”) até aos 120 segundos sem que exista uma quebra na performance dos atletas, uma vez que a redução do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ não afeta o sistema energético anaeróbio (Weyand et al., 1999).

O método LHTL é uma alternativa ao tradicional LHTH e é uma solução interessante para o problema da diminuição da intensidade de treino do LHTH (Levine e Stray-Gundersen, 1997). Neste método, os atletas devem estar expostos mais de oito horas diárias à condição de hipóxia para provocar alterações nos padrões ventilatórios e no controle respiratório. Normalmente os atletas pernitam em altitude e as sessões de treino que visam estimular o trabalho mais intenso realizam-se ao nível do mar ou a uma altitude baixa, até aos 1000 m (Levine e Stray-Gundersen, 1997).

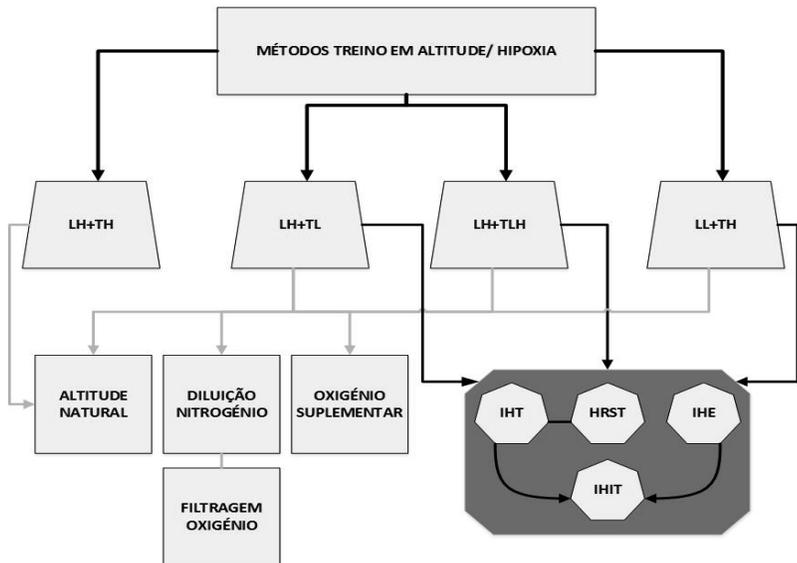


Figura 3. Diferentes métodos de treino em altitude. Modificado a partir de Millet et al. (2010). Legenda: LH+TH=viver e treinar em altitude; LH+TL=viver em altitude e treinar ao nível do mar; LHTLH=permanecer em altitude e treinar ao nível do mar e em altitude; LL+TH=permanecer ao nível do mar e treinar em altitude; IHT= treino intermitente em hipóxia; IHE=exposição intermitente à hipóxia; IHIT= treino intermitente de alta intensidade em hipóxia intermitente; HRST= treino de sprint repetido em altitude.

Tabela 1. Tabela resumo dos métodos de treino em altitude

PROTOCOLO	DURAÇÃO HIPÓXIA		TAREFA TIPO	ALTITUDE					MÉTODO HIPÓXICO
	(H/DIA)	DURAÇÃO TOTAL (DIAS+SESSÕES/ SEMANA)		TIPO DE ALTITUDE	“VIVER” (METROS)	F _{O₂} (%)	“TREINAR” (METROS)	F _{O₂} (%)	
LH+TH	24	10-21		Natural	1200-2700	18.1-14.9	1600-2400	17.2-15.6	
LH+TL	18-24	10-21		Natural	1800-2800	16.8-14.8	800-1250	19-17.8	Altitude Natural
LH+TLH	18-24	10-21		Natural	2200-3500	15.5-13.9	800-1250	19-17.8	
LH+TL	8-20	10-21 (7 N)		Artificial	2200-3500	15.5-13.9	NM-1250	19-17.8	
LH+TLH	8-20	10-28 (7 N+2 H)	10x5m (l=5m N) LV2	Artificial	2200-3500	15.5-13.9	NM-1250	19-17.8	
LH+TH (IHE)	0.5-5	10-49 (4-5 H)	1 hora (5mH:5mN) repouso	Artificial	NM-1000	20.9-18.6	1600-2400	17.2-15.6	Casa, tenda ou câmara (NH, HH), SAA
LH+TH (IHT)	0.5-2	14-28 (2-3 H)	10x2-5m (l=5m N) LV2	Artificial	NM-1000	20.9-18.6	1600-2400	17.2-15.6	
LH+TH (IHT)	0.1-0.5	14-28 (2-3 H)	5x1-3m (l=5m N) VAM	Artificial	NM-1000	20.9-18.6	1600-2400	17.2-15.6	
LH+TH (HRST)	0.1-0.5	14-28 (2-3 H)	10x30s (l=1/2 H) VMÁX	Artificial	NM-1000	20.9-18.6	1600-2400	17.2-15.6	

Legenda: viver e treinar em altitude (LHTH); viver em altitude e treinar em baixa altitude (LHTL); viver em altitude e treinar em baixa altitude e altitude moderada (LHTLH); viver em baixa altitude e treinar em altitude moderada (LTLH); exposição intermitente à hipóxia (IHE); treino intermitente em altitude moderada (IHT); treino intermitente de alta intensidade em altitude moderada (IHIT); treino de sprints repetidos em hipóxia (HRST); hipóxia (H); normóxia (N); m (minutos); segundos (s); 2º limiar ventilatório (LV2); velocidade aeróbia máxima (VAM); velocidade máxima (VMÁX); nível do mar (NM); fração inspiratória de oxigénio (F_{IO₂}); hipóxia normobárica (HN); hipóxia hipobárica (HH); sistema de administração de altitude (SAA).

O método LLTH implica uma exposição a um estímulo hipóxico intermitente. Os atletas são submetidos a um conjunto de momentos em hipóxia, alternados com momentos em normóxia, em exercício ou em repouso dependente do método usado (IHE, IHT, IHIT ou HRST), com altitudes que variam entre os 2100m e os 4000m e uma duração de 10 a 49 dias.

Nos modelos IHE, IHT ou IHIT os atletas são submetidos a um estímulo hipóxico durante períodos muito curtos, que variam entre 5 a 7 min de exercício/ repouso, alternados com o mesmo período de repouso, como pode ser observado nos estudos citados na tabela 2. Os modelos IHE, IHT ou IHIT são sugeridos como um método efetivo, para estimular a aclimatização à altitude, mas também são considerados como capazes de alterar a função muscular, por via do aumento da atividade nervosa simpática muscular como consequência da resposta sistémica à hipóxia (Lusina et al., 2006) e da desoxigenação muscular durante esforços de predominância aeróbia (Subudhi et al., 2007). Nestes métodos, a morfologia muscular também se altera, verificando-se um aumento da capilarização (Terrados et al., 1988).

Os modelos de exposição IHIT e IHT foram inicialmente descritos por Roels et al. (2005). O IHT também constitui uma abordagem efetiva na melhoria da performance, promovendo o aumento da potência média e do pico de potência, em ciclistas, e da potência média em *sprint*, em remadores (Bonetti et al., 2006). O IHT consiste na realização de treino intervalado (90 a 100% do pico de potência máxima) e a recuperação passiva, ambos em altitude (3000 m). Normalmente são realizadas duas sessões por semana, com o objetivo de estimular e potenciar as adaptações neuromusculares. Este método pode ser conjugado com o IHE, para estimular a hematopoiese durante a recuperação. O modelo IHIT é similar ao IHT, mas o treino e a recuperação são ambos realizados em hipóxia (Roels et al., 2005).

Recentemente foi proposto complementar o treino repetido em *sprint* adicionando o estímulo hipóxico (Bowtell et al., 2014). O RST em hipóxia (RSTH) tem a vantagem de permitir manter o treino em potência elevadas, associadas à curta duração de cada repetição de esforço, inferior a trinta segundos. De facto, nestas durações, a solicitação é predominantemente do metabolismo anaeróbio, que não se vê afetado com a hipóxia. No entanto, como neste treino se preconiza uma recuperação incompleta, assiste-se ao aumento progressivo da contribuição aeróbia ao longo das múltiplas repetições,

Tabela 2. Desenhos experimentais de estudos com altitude normobárica.

ARTIGOS	TEMPO DE EXPOSIÇÃO				CARACTERIZAÇÃO EXPOSIÇÃO			
	DIAS	SESSÃO (MINUTOS)	TEMPO DIÁRIO (min ⁻¹)	TEMPO TOTAL (min ⁻¹)	INTENSIDADE ESTÍMULO	TIPO EXPOSIÇÃO	MÉTODO EXPOSIÇÃO	GRAU HIPOXIA (METROS)
Pedlar et al. (2008)	7	7	75	525	Vel. 2 mmol.L ⁻¹	Nor.B.	IHT/LL-TH	2700
Roels et al. (2007)	15	60 (C)- 2x(3x2m)	60-6	234	60% VO _{2max} (C) 100%PPO(I)	Nor.B.	IHT/LL-TH	3000
Roels et al. (2005)	13	6-8x(3-5x2-3m)	6-32	258	90-100% PPO	Nor.B.	IHT/LL-TH	3000
Povea et al. (2005)	13	660-960	660-960	8580-12480	Rep	Nor.B.	IHE/LH-TL	2500-3000
Ainslie et al. (2007)	10	5 (H)/5(N)-30 (H)	45 (90)	300	Rep	Nor.B.	IHE/LL-TH	F _I O ₂ 12%
Foster et al. (2005)	10	5 (H)/5(N)-30 (H)	30 (60)	300	Rep	Nor.B.	IHE/LL-TH	2700
Lusina et al. (2006)	10	10(H)/10(N)	30 (60)	300	S _a O ₂ 80%	Nor.B.	IHE/LL-TH	n/d
Dufour et al. (2006)	12	2x12-20m	24-40	192	80%VO _{2max}	Nor.B.	IHT/LL-TH	3000
Bonetti et al. (2006)	15	5 (H)/5(N)	30 (60)	450	S _a O ₂ -90%-76%	Nor.B.	IHT/LL-TH	F _I O ₂ 12-10%
Brosnan et al. (2000)	2	3x10+6x0,15	30-3	66	<100 w	Nor.B.	IHT/LL-TH	2100
Marshall et al. (2008)	10	7 (H)/3(N)	63	630	S _a O ₂ 80%	Nor.B.	IHE/LL-TH	n/d
Wood et al. (2006)	15	6 (H)/4(N)	60	900	S _a O ₂ 90%-70%	Nor.B.	IHE/LL-TH	3000-6000

Legenda: H- hipóxia; N- normóxia; IHT- treino intermitente em hipóxia; IHE- exposição intermitente à hipóxia; LLTH- permanecer ao nível do mar e treinar em altitude; NorB- altitude normobárica; SaO₂- saturação arterial de oxigênio; VO_{2max}- consumo máximo de oxigênio, C- grupo controle, I- Grupo.

pelo que o treino RST em hipóxia pode ser planeado para solicitar a potência aeróbia máxima (Galvin et al., 2013).

O tradicional IHT tem o problema inerente do detrimento da performance durante a realização do exercício.

Uma outra variante do método LHTL, o LHTLH é referenciado como um método promissor para a melhoria da performance. À semelhança do LHTL, o atleta dorme / permanece em altitude mais de oito horas diárias, realiza o seu treino ao nível do mar, mas treina em altitude duas vezes por semana. O estudo de Brocherie et al. (2015) que utilizou este modelo em junção com o HRST, evidenciou melhorias significativas na capacidade aeróbia dos atletas e que estas se mantiveram durante três semanas, após aplicação do protocolo de treino.

Recomendações práticas

Integração do treino em altitude no planeamento de treino dos atletas

Os treinadores planeiam o treino em função do calendário desportivo para apresentarem os atletas em “boa forma”. O planeamento e a correta administração do treino, baseados nas fases de adaptação ao treino físico permitem a otimização do desempenho. A integração do treino em altitude no processo de treino atleta requer, portanto, o conhecimento da resposta fisiológica à altitude e o conhecimento da interação entre a altitude e as adaptações ao treino físico. É importante planear adequadamente os períodos de exposição, intensidade do estímulo e os períodos ótimos de competição. A escolha do método hipóxico deve ter em conta a especificidade e características competitivas da modalidade, o período de treino em que se aplica e as adaptações finais pretendidas.

Período ótimo para competir após treino em altitude

A experiência prática de alguns investigadores e treinadores aconselham que se considerem três fases quanto à disponibilidade para competir após uma intervenção em altitude (*vide* tabela 3). Alguns atletas apresentam uma primeira fase (dias 2-4) com aumento das capacidades funcionais. Esta fase curta é indicada para a obtenção de melhorias no desempenho; no entanto esta fase pode ser desperdiçada nas deslocações até ao local de competição. A identificação dos “bons respondedores” que beneficiem desta fase é desafiante porque existe grande variabilidade inter individual; no entanto é mais frequente ocorrer em atletas com historial de múltiplos estágios de

altitude, bem-sucedidos. Numa segunda fase (dias 3-14) existe um decréscimo das capacidades funcionais, pelo que não está aconselhada a participação em provas. Na terceira fase (dias 12-24) voltam a observar-se aumentos significativos das capacidades funcionais. Este é o período mais frequentemente escolhido pelos treinadores para a obtenção das melhores marcas. Para alguns autores, pode existir ainda um outro período (dia 36-46) com possíveis incrementos funcionais.

Tabela 3. Fases ótimas para competir após período de exposição à altitude

	PERÍODO (DIAS)	PROCESSO DE ADAPTAÇÃO E REAÇÕES ESPERADAS AO TREINO EM ALTITUDE	REAÇÕES	FONTES
1ª FASE	1-2	Estado favorável para competir e obter boas marcas	Hemodiluição + adaptações ventilatórias	Fuchs (1990); Pöhlitz (1986); Popov (1994); Millet et al. (2010)
2ª FASE	3-7	Capacidade fisiológica reduzida e baixa probabilidade de obtenção de bons resultados	Menor disponibilidade energética + desadaptações neuromusculares	Issurin (2007); Pöhlitz (1986); Reiss (1999); Popov (1994)
	3-10	Estado depressivo; não se recomenda a participação em competições		Reiss (1999); Suslov (1994); Millet et al. (2010)
3ª FASE	9-12	Capacidade de treino aumentada com probabilidade favorável para um desempenho favorável	Melhoria na capacidade de transporte O ₂ + melhoria na economia	Popov (1994)
	14-18			Reiss (1999)
	12-28	Melhoria da capacidade geral e específica do desporto; período favorável para obtenção de marcas excelentes		Issurin (2007); Pöhlitz (1986); Reiss (1999); Suslov (1994); Popov (1994); Millet et al. (2010)
	37-46	Estado tardio de melhoria do desempenho com probabilidade favorável de obtenção de boas marcas	n/d	Suslov (1994)

Legenda: n/d: não definido

A descrição destas fases é uma orientação geral, dependente da particularidade das adaptações fisiológicas emergentes da exposição à altitude, nomeadamente, a resposta cardíaca, ventilatória e hematológica, que refletem as subtilidades da resposta neuro imuno endócrina de cada atleta (Chapman et al., 2014).

Apoio da fisiologia e da medicina da altitude

A exposição à hipóxia aguda é uma condição que perturba a homeostasia interna do organismo, limitando a capacidade de executar determinadas tarefas, sobretudo as de resistência e afetando os importantes ciclos de regeneração, com um maior risco de sobre-treino.

Os sintomas associados ao “mal de montanha” agudo (MMA) com cefaleias, perda de apetite, perturbação do sono e tonturas podem manifestar-se a altitudes tão baixas como 2000m. O MMA é uma condição de má adaptação ao meio ambiente que pode evoluir para situações potencialmente fatais como o edema cerebral de alta altitude ou o edema pulmonar de alta altitude. A evolução depende da magnitude do estímulo hipóxico (intensidade e do tempo de exposição), mas constata-se uma enorme variabilidade individual na suscetibilidade à resposta. Por estas razões, peritos de medicina do exercício de diversos países colaboraram na elaboração de recomendações referentes à prática desportiva em eventos realizados em altitude (Bärtsch et al., 2008). Segundo estes autores, o MMA pode começar a ocorrer na altitude moderada (2000m-3000m), mas esta é considerada como altitude de risco ligeiro. O MMA é clinicamente relevante na alta altitude (3000m a 5500m), com risco moderado, particularmente a altitudes próximas ou superiores a 4000m.

A dose correta de hipóxia, tanto em repouso como em exercício, é definida entre o limite inferior de eficácia da administração da hipóxia e o limite superior da sua segurança. A identificação da janela terapêutica da utilização combinada da hipóxia com o exercício deve ser apoiada na monitorização dos parâmetros da resposta fisiológica ao exercício. É por isso importante conhecer e antecipar os efeitos fisiológicos da exposição hipóxia e da interação da hipóxia com o exercício, que permitam o planeamento das sessões de treino mais efetivo, antecipar o seu impacto sobre a recuperação e confrontar as respostas esperadas com a monitorização do comportamento, por forma a corrigir as opções tomadas e corrigir possíveis ações negativas.

O controlo da exposição hipóxica deve ser realizada mediante o controlo de diversos parâmetros fisiológicos, nomeadamente, a S_aO_2 na exposição (em repouso e no exercício), frequência cardíaca (FC) na exposição (em repouso e no exercício), FC repouso na manhã (em normóxia), peso matinal, variabilidade da FC durante a exposição e a determinação do valor do lactato no exercício. É também recomendável o uso de um questionário diário do estado de recuperação do atleta e dos sintomas relacionados com o mal agudo de montanha.

A exposição à altitude afeta o metabolismo do ferro por diversos mecanismos. A diminuição da transferência do ferro dos eritrócitos para o plasma e a inibição da mobilização do ferro armazenado nos macrófagos contribuem para a menor disponibilização do ferro numa exposição hipóxica (Grotto, 2008). O atleta deve possuir uma quantidade de ferro suficiente para fazer face ao aumento da síntese da molécula heme e dos enzimas dependentes do ferro durante a exposição à altitude, devendo ser feita suplementação oral durante a exposição à altitude, para permitir um aumento da massa hemoglobínica (Govus et al., 2015).

A exposição à altitude pode provocar uma agressão oxidativa pela diminuição da eficiência do sistema antioxidante e aumento das espécies reativas de oxigénio e nitrogénio, sobretudo na condição de exercício intenso. Acima dos 2500 m a taxa metabólica em repouso aumenta significativamente e constata-se alterações no equilíbrio metabólico no exercício, com um aumento da via metabólica anaeróbica. É por isso aconselhável a suplementação de antioxidantes que ajudem a prevenir ou atenuar os danos oxidativos da altitude e de sintomas relacionados com o mal agudo de montanha (Bakonyi e Radak, 2004). A suplementação de vitamina E e C são aconselhadas. A vitamina E para que exista uma manutenção do fluxo sanguíneo e para proteger as membranas celulares da agressão oxidativa no exercício em altitude, ajudando a minimizar a diminuição do desempenho em altitude e a vitamina C para prevenir infeções do trato respiratório e ajudar na fixação do oxigénio à hemoglobina (Deuster et al.). Outros autores sugerem que a administração de antioxidantes deve ser realizada apenas após a primeira semana de altitude, para não comprometer ou atrasar a aclimação respiratória à altitude, que depende do incremento das espécies reativas de oxigénio (Pialoux et al. 2009). É aconselhado ainda um aumento da ingestão de hidratos de carbono durante o exercício em altitude (Golja et al., 2008).

Conclusões

O treino em altitude natural e simulada podem constituir um meio efetivo de induzir melhorias no sistema de transporte de O₂ e melhoria da capacidade oxidativa das células, desde que sejam administrados estímulos adequados a cada indivíduo. São vários os métodos que podem ser usados em altitude natural ou simulada. O método LHTL é considerado o mais efetivo para induzir adaptações a nível hematológico e melhoria no desempenho nas modalidades de resistência.

A conjugação de métodos hipóxicos consoante o objetivo competitivo da modalidade ou do período de treino em questão no planeamento dos atletas, é um meio promissor de organizar a exposição à altitude, no entanto, carece de uma investigação mais aprofundada.

O planeamento e a utilização deste tipo de ergogénico deve ser realizado com precaução porque uma má utilização pode levar ao sobre-treino. É necessário um bom conhecimento da fisiologia, da ciência do treino e mesmo complementar com acompanhamento médico e monitorizar os parâmetros fisiológicos que permitam avaliar a efetividade dos estímulos aplicados e gerir a suplementação nutricional ou a medicação e, desta forma, potenciar as adaptações decorrentes da altitude e minorar possíveis efeitos negativos.

Referências

- Ainslie, P. N., Barach, A., Cummings, K. J., Murrell, C., Hamlin, M., e Hellemans, J. (2007). Cardiorespiratory and cerebrovascular responses to acute poikilocapnic hypoxia following intermittent and continuous exposure to hypoxia in humans. *J Appl Physiol*, 102(5), 1953-1961.
- Angermann, M., Hoppeler, H., Wittwer, M., Dapp, C., Howald, H., e Vogt, M. (2006). Effect of acute hypoxia on maximal oxygen uptake and maximal performance during leg and upper-body exercise in Nordic combined skiers. *Int J Sports Med*, 27(4), 301-306.
- Bakonyi, T., e Radak, Z. (2004). High altitude and free radicals. *J Sports Sci Med*, 3(2), 64-69.
- Bartsch, P., Saltin, B., e Dvorak, J. (2008). Consensus statement on playing football at different altitude. *Scand J Med Sci Sports*, 18 Suppl 1, 96-99.
- Billat, V. L., Lepretre, P. M., Heubert, R. P., Koralsztein, J. P., e Gazeau, F. P. (2003). Influence of acute moderate hypoxia on time to exhaustion at vVO₂max in unacclimatized runners. *Int J Sports Med*, 24(1), 9-14.
- Bonetti, D. L., e Hopkins, W. G. (2009). Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: a meta-analysis. *Sports Med*, 39(2), 107-127.
- Bonetti, D. L., Hopkins, W. G., e Kilding, A. E. (2006). High-intensity kayak performance after adaptation to intermittent hypoxia. *Int J Sports Physiol Perform*, 1(3), 246-260.
- Bowtell, J. L., Cooke, K., Turner, R., Mileva, K. N., e Sumners, D. P. (2014). Acute

- physiological and performance responses to repeated sprints in varying degrees of hypoxia. *J Sci Med Sport*, 17(4), 399-403.
- Brocherie, F., Millet, G. P., Hauser, A., Steiner, T., Rysman, J., Wehrlin, J. P., e Girard, O. (2015). "Live High-Train Low and High" Hypoxic Training Improves Team-Sport Performance. *Med Sci Sports Exerc*.
- Burtscher, M., Faulhaber, M., Flatz, M., Likar, R., e Nachbauer, W. (2006). Effects of short-term acclimatization to altitude (3200 m) on aerobic and anaerobic exercise performance. *Int J Sports Med*, 27(8), 629-635.
- Calbet, J. A., Boushel, R., Radegran, G., Sondergaard, H., Wagner, P. D., e Saltin, B. (2003). Determinants of maximal oxygen uptake in severe acute hypoxia. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 284(2), R291-303.
- Chapman, R. F., Emery, M., e Stager, J. M. (1999). Degree of arterial desaturation in normoxia influences VO₂max decline in mild hypoxia. *Med Sci Sports Exerc*, 31(5), 658-663.
- Chapman, R. F., Laymon Stickford, A. S., Lundby, C., e Levine, B. D. (2014). Timing of return from altitude training for optimal sea level performance. *J Appl Physiol* (1985), 116(7), 837-843.
- Clark, S. A., Bourdon, P. C., Schmidt, W., Singh, B., Cable, G., Onus, K. J., Woolford, S. M., Stanef, T., Gore, C. J., e Aughey, R. J. (2007). The effect of acute simulated moderate altitude on power, performance and pacing strategies in well-trained cyclists. *Eur J Appl Physiol*, 102(1), 45-55.
- Dekerle, J., Mucci, P., e Carter, H. (2012). Influence of moderate hypoxia on tolerance to high-intensity exercise. *Eur J Appl Physiol*, 112(1), 327-335.
- Deuster, Patricia A., Singh, Anita, e Pelletier, Pierre A. *The U.S. Navy SEAL guide to nutrition*.
- Faiss, R., Pialoux, V., Sartori, C., Faes, C., Deriaz, O., e Millet, G. P. (2013). Ventilation, oxidative stress, and nitric oxide in hypobaric versus normobaric hypoxia. *Med Sci Sports Exerc*, 45(2), 253-260.
- Friedmann, B., Frese, F., Menold, E., e Bartsch, P. (2007). Effects of acute moderate hypoxia on anaerobic capacity in endurance-trained runners. *Eur J Appl Physiol*, 101(1), 67-73.
- Fuchs, U.; Reiss, M. (Ed.). (1990). *Hohentraining. Das Erfolgskonzept der Ausdauersportarten*: Munster: Philippka.
- Fulco, C. S., Beidleman, B. A., e Muza, S. R. (2013). Effectiveness of preacclimatization strategies for high-altitude exposure. *Exerc Sport Sci Rev*, 41(1), 55-63.
- Galvin, H. M., Cooke, K., Sumners, D. P., Mileva, K. N., e Bowtell, J. L. (2013). Repeated sprint training in normobaric hypoxia. *Br J Sports Med*, 47 Suppl 1, i74-79.
- Golja, P., Flander, P., Klemenc, M., Maver, J., e Princi, T. (2008). Carbohydrate ingestion improves oxygen delivery in acute hypoxia. *High Alt Med Biol*, 9(1), 53-62.
- Gonzalez-Alonso, J., e Calbet, J. A. (2003). Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. *Circulation*, 107(6), 824-830.
- Govus, A. D., Garvican-Lewis, L. A., Abbiss, C. R., Peeling, P., e Gore, C. J. (2015). Pre-Altitude Serum Ferritin Levels and Daily Oral Iron Supplement Dose Mediate Iron Parameter and Hemoglobin Mass Responses to Altitude Exposure. *PLoS One*, 10(8), e0135120.

- Grotto, H. (2008). Iron Metabolism: an overview on the main mechanisms involved in homeostasis. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.*, 30(5), 390-397.
- Issurin, V. (2007). Altitude training: an up-to-date approach and implementation in practice. *Sporto Mokslas*.
- Levine, B. D., e Stray-Gundersen, J. (1997). "Living high-training low": effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *J Appl Physiol* (1985), 83(1), 102-112.
- Lusina, S. J., Kennedy, P. M., Inglis, J. T., McKenzie, D. C., Ayas, N. T., e Sheel, A. W. (2006). Long-term intermittent hypoxia increases sympathetic activity and chemosensitivity during acute hypoxia in humans. *J Physiol*, 575(Pt 3), 961-970.
- Mairbaurl, H. (2013). Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells. *Front Physiol*, 4, 332.
- Millet, G. P., Roels, B., Schmitt, L., Woorons, X., e Richalet, J. P. (2010). Combining hypoxic methods for peak performance. *Sports Med*, 40(1), 1-25.
- Ofner, M., Wonisch, M., Frei, M., Tschakert, G., Domej, W., Kropfl, J. M., e Hofmann, P. (2014). Influence of acute normobaric hypoxia on physiological variables and lactate turn point determination in trained men. *J Sports Sci Med*, 13(4), 774-781.
- Pedlar, C., Whyte, G. P., e Godfrey, R. J. (2008). Pre-acclimation to exercise in normobaric hypoxia. *European Journal of Sport Science*, 8(1), 15-21.
- Peltonen, J. E., Tikkanen, H. O., Ritola, J. J., Ahotupa, M., e Rusko, H. K. (2001). Oxygen uptake response during maximal cycling in hyperoxia, normoxia and hypoxia. *Aviat Space Environ Med*, 72(10), 904-911.
- Pialoux, V., Mounier, R., Brown, A. D., Steinback, C. D., Rawling, J. M., e Poulin, M. J. (2009). Relationship between oxidative stress and HIF-1 alpha mRNA during sustained hypoxia in humans. *Free Radic Biol Med*, 46(2), 321-326.
- Pöhlitz, L. (1986). Practical experiences of altitude training whit female middle distance runners. *New Studies in Athletics*, 1(3), 47-52.
- Popov, I. (1994). The pros and cons of altitude training. *New Studies in Athletics*, 9(2).
- Pyne, D., Trewin, C., e Hopkins, W. (2004). Progression and variability of competitive performance of Olympic swimmers. *J Sports Sci*, 22(7), 613-620.
- Reiss, M. (1999). Guidance and advice in the use and methodology of altitude training for endurance sports. *New Studies in Athletics*, 14(3), 13-27.
- Rodriguez, F. A., Iglesias, X., Feriche, B., Calderon-Soto, C., Chaverri, D., Wachsmuth, N. B., Schmidt, W., e Levine, B. D. (2015). Altitude Training in Elite Swimmers for Sea Level Performance (Altitude Project). *Med Sci Sports Exerc*.
- Roels, B., Millet, G. P., Marcoux, C. J., Coste, O., Bentley, D. J., e Candau, R. B. (2005). Effects of hypoxic interval training on cycling performance. *Med Sci Sports Exerc*, 37(1), 138-146.
- Saugy, J. J., Schmitt, L., Cejuela, R., Faiss, R., Hauser, A., Wehrin, J. P., Rudaz, B., Delessert, A., Robinson, N., e Millet, G. P. (2014). Comparison of "Live High-Train Low" in Normobaric versus Hypobaric Hypoxia. *PLoS One*, 9(12), e114418.
- Stray-Gundersen, J., Chapman, R. F., e Levine, B. D. (2001). "Living high-training low" altitude training improves sea level performance in male and female elite runners. *J Appl Physiol* (1985), 91(3), 1113-1120.

- Subudhi, A. W., Dimmen, A. C., e Roach, R. C. (2007). Effects of acute hypoxia on cerebral and muscle oxygenation during incremental exercise. *J Appl Physiol* (1985), 103(1), 177-183.
- Suslov, F. (1994). Basic principles of training at high altitude. *New Studies in Athletics*, 9(2), 45-50.
- Terrados, N., Melichna, J., Sylven, C., Jansson, E., e Kaijser, L. (1988). Effects of training at simulated altitude on performance and muscle metabolic capacity in competitive road cyclists. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 57(2), 203-209.
- Truijens, M. J., Rodriguez, F. A., Townsend, N. E., Stray-Gundersen, J., Gore, C. J., e Levine, B. D. (2008). The effect of intermittent hypobaric hypoxic exposure and sea level training on submaximal economy in well-trained swimmers and runners. *J Appl Physiol* (1985), 104(2), 328-337.
- Wagner, P. D. (1996). Determinants of maximal oxygen transport and utilization. *Annu Rev Physiol*, 58, 21-50.
- Wagner, P. D. (2010). Limiting Factors of Exercise Performance. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 5, 108-111.
- Wehrlin, J. P., e Hallen, J. (2006). Linear decrease in $\dot{V}O_{2max}$ and performance with increasing altitude in endurance athletes. *Eur J Appl Physiol*, 96(4), 404-412.
- Weyand, P. G., Lee, C. S., Martinez-Ruiz, R., Bundle, M. W., Bellizzi, M. J., e Wright, S. (1999). High-speed running performance is largely unaffected by hypoxic reductions in aerobic power. *J Appl Physiol* (1985), 86(6), 2059-2064.
- Wilber, R. L. (2007). Application of altitude/hypoxic training by elite athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 39(9), 1610-1624.

Padrão comportamental da técnica do crol em maratonista aquático de elite

José Nilton de Campos Pereira¹

Introdução

A principal característica da técnica de crol é a **possibilidade de inserir comportamentos que tornem mais rápido seu deslocamento**, ou seja, variações são permitidas e até estimuladas, contribuindo para a evolução do estilo de nado. As características da técnica de crol são: (i) posição ventral do corpo; (ii) movimentos alternados e coordenados das extremidades superiores e inferiores; (iii) rosto submerso, com água na altura da testa olhando para frente e para baixo e (iv) respiração lateral, com rotação da cabeça coordenada com os membros superiores.

Um ciclo consiste em uma braçada com o membro superior esquerdo e outra braçada com o membro superior direito e um número variável de ações dos membros inferiores. A definição de técnica desportiva apresentada por Djatschkow (1974) mostra um sistema especializado de ações motoras simultâneas e consequentes, orientadas para a **cooperação racional das forças internas e externas (que participam no movimento)**, com a finalidade de utilizá-las de forma completa e efetiva para a obtenção de (elevados) rendimentos desportivos. A técnica desportiva como uma sequencia específica de ações motoras que têm como objetivo **solucionar as tarefas exigidas por determinadas situações desportivas** foram apresentadas por Rothig (1983).

Aprendizagem motora pode ser vista como um refinamento gradual dos padrões dos movimentos em direção a uma **ótima acção biomecânica**, em que ótima é definida como padrão de movimento que minimiza o trabalho total realizado na tarefa (Sparrow, 1983). A técnica é entendida como um acto motor no qual o **objectivo é a produção de um determinado padrão de movimento** (Silva, 1999), o que possibilita uma melhor compreensão sobre a complexidade das acções motoras realizadas pelos nadadores.

¹ Departamento de Natação da Universidade Santa Cecilia-Santos, SP, Brasil.

O nadador que possui uma boa conduta técnica significa que a sua forma de resolver uma tarefa de um determinado exercício ou atividade competitiva é mais precisa, segura e econômica (Louro, 2009). Em natação, os estudos sobre a eficiência técnica tem centralizado nos aspectos relacionados com a observação do erro, os parâmetros cinemáticos, velocidade intraciclica, posição hidrodinâmica fundamental, velocidade do centro de massa corporal e a produção de força.

No que se refere as técnicas de nado, os treinadores tendem a ter um certo grau de dificuldade para definir qual a melhor posição do corpo a adotar. Essas dificuldades são apresentadas de forma mais significativa em maratonista aquático, onde o clima e condições de mar influenciam de maneira directa o estilo de nado do atleta. Justifica-se esta dificuldade com o facto do nadador apresentar diferentes posições durante as diferentes fases do ciclo gestual dos membros superiores (Souto, 2000). Contudo, esta ambiguidade se torna maior em técnicas simultâneas (mariposa e bruços), do que nas técnicas alternadas (crol e costas), onde as diferentes posições corporais apresentadas são mais semelhantes entre si (Marinho & Fernandes, 2003). De forma geral, pode-se afirmar que, ao longo da técnica global, a posição corporal deverá manter-se mais próxima da posição hidrodinâmica fundamental (Nistri, 1982), o que permitirá minimizar a força de arrasto hidrodinâmico a que o nadador esta sujeito, assim como favorecer a produção de força propulsiva pela ação dos segmentos motores (Hay, 1985). Desta forma, na técnica do crol, o corpo deve estar o mais horizontal possível, com a cabeça em posição natural no prolongamento do tronco (Dubois e Robin, s.d).

Os maratonistas aquáticos executam a maior parte de seus treinamentos **técnicos em piscina, onde o ambiente controlado possibilita ter uma conduta motora mais estabilizada**; porém em competição, o factor surpresa como clima (águas geladas) e condições de mar (ondulações e correntes) obriga o atleta adaptar uma conduta motora diferente daquela treinada, aumentando ainda mais a instabilidade do estilo.

Metodologia Observacional

Quando falamos de método científico partimos do princípio que os problemas colocados são resolúveis e, como consequência, observáveis ou potencialmente observáveis. A metodologia observacional como procedimento científico tem subjacente uma série ordenada de tarefas cuja finalidade é resolver problemas colocados

sobre a conduta dos sujeitos. A colocação do problema é a condição necessária para planificar uma investigação, independentemente da estratégia a adoptar. O primeiro aspecto que o investigador deve considerar é a percepção, um mecanismo que torna possível a observação, estando esta limitada pela capacidade perceptiva do sujeito que observa (Anguera, 2003; Mucchielli, 1977). Sendo assim, a operacionalização do problema centra-se na delimitação de objectivos para tornar possível a observação sistemática.

Ao contrário das ciências físicas, as ciências do comportamento possuem poucas teorias formalizadas, pelo que muitas vezes o que se valida são inferências realizadas a partir da constatação repetida de regularidades nos fenómenos (generalizações empíricas), um procedimento indutivo, em vez de deduções teóricas. As hipóteses, a não ser que o investigador tenha conhecimento de resultados obtidos em trabalhos similares, são formuladas ao longo do processo de investigação. Independentemente disso, torna-se necessário levar a cabo uma fase exploratória do fenómeno, a qual o investigador pode decidir que aspectos do comportamento necessita observar sistematicamente e como devem ser categorizados, podendo levar à reformulação do problema.

Material e Métodos

O objetivo deste estudo foi analisar a estabilidade técnica em natação através do registo de comportamentos observados durante a execução de ciclos gestuais na técnica do crol. Foi avaliado um nadador de nível internacional da seleção brasileira de maratonas aquáticas, o que pode gerar uma maior credibilidade dos dados em relação a execução da técnica em estudo.

O instrumento de observação foi elaborado num formato *ad hoc*, recorrendo as referências da metodologia observacional e modelos biomecânicos da natação, tendo por base um sistema misto de categorias e formatos de campo, dando especial relevo a quatro critérios taxionómicos que agregam na forma de códigos alfa-numéricos informação decisiva na discriminação dos comportamentos que definem a técnica contemporânea.

Foi então construído o instrumento que assenta em quatro critérios taxionómicos com base na realização de um ciclo gestual completo da técnica de crol (Pereira, 2008): (i) trajetória da entrada do membro superior até flexão do cotovelo; (ii) trajetória da flexão do cotovelo até à parte mais profunda do membro superior; (iii) trajetória

ria da parte mais profunda até à saída da mão; e (iv) trajetória da saída da mão até à entrada. Para todos foram garantidos três níveis de descrição (Anguera, 1993; 1995): (i) *núcleo categorial*; (ii) descrição da situação motriz (características, conduta focal e critérios agregados); e (iii) grau de abertura (nível de plasticidade).

Foi produzido o manual para regular a intervenção do observador, evocando os pontos-chaves considerados determinantes na execução técnica. Por se observar um ciclo gestual, foi definida uma estratégia perceptiva de forma a reter os comportamentos inerentes a cada critério, tendo por referência a estrutura temporal que delimita o início e o fim de cada fase de realização dos eventos. Cada critério representa um contínuo de observação subdividido em dois momentos: início (correspondente às ações no momento de transição entre fases críticas) e no decurso (correspondente às ações que ocorrem até ao momento da transição seguinte).

A trajetória da entrada do membro superior até flexão do cotovelo centrou-se nos aspectos críticos da ligação de um ciclo gestual para outro, particularmente o momento que ocorre a entrada na mão na água, associado à posição da cabeça, tronco e membros inferiores. Subdivide-se em dois momentos: (i) entrada da mão na água; (ii) percurso da entrada do membro superior ao ponto de flexão do cotovelo (Figura 1).

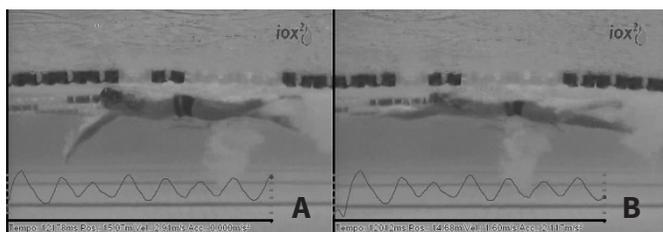


Figura 1. Entrada do membro superior (A) e flexão do cotovelo (B).

Relativamente à trajetória da flexão do cotovelo até à parte mais profunda, deu-se atenção aos aspectos críticos da geração de apoio propulsivo no membro superior enquanto se encontra à frente da linha dos ombros, associado as novas posições da cabeça, tronco e membros inferiores durante o movimento. Subdivide-se em dois momentos: (i) altura em que a mão se orienta para baixo, coincide com o ponto mais profundo do membro inferior contrário ao apoio e (ii) momento em que a mão inicia a ação descendente até ao ponto mais profundo (Figura 2). O critério de transição é o ponto mais profundo da mão.

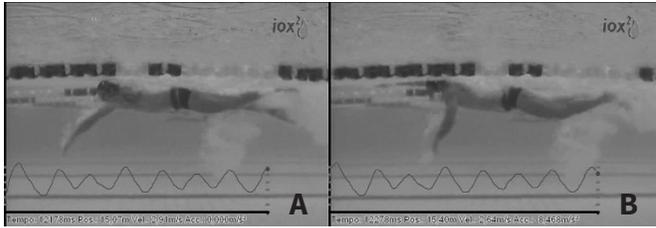


Figura 2. Flexão do cotovelo (A) e parte mais profunda da mão (B).

Foram observados os aspetos críticos da geração de apoios propulsivos do membro superior enquanto se projecta para trás da linha dos ombros, associado a novas posições da cabeça, tronco e membros inferiores durante o movimento. O critério de transição é o ponto da mão na linha vertical da anca. Subdividem-se em dois momentos: (i) início da acção ascendente do membro superior até próximo a linha da anca (ii) percurso da mão que está atrás da linha do ombro até ao momento em que a mão alinha-se a anca (Figura 3). Final da acção descendente da membro inferior de apoio e membro superior contrária a frente do ombro na água.

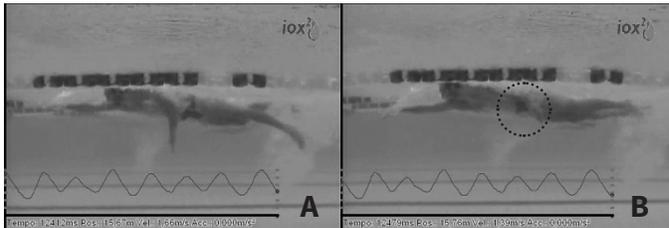


Figura 3. Início da ação ascendente (A) e mão na linha da anca (B).

Analisaram-se os aspetos críticos da saída do membro superior enquanto se projecta para a frente durante a recuperação aérea. O critério de transição é o ponto de entrada da mão na água. Subdividem-se dois momentos: (i) quando a mão realiza a entrada na água para iniciar a acção de flexão do cotovelo e (ii) todo o percurso de recuperação até a mão romper a superfície da água, início da acção descendente da membro inferior contrária ao apoio (Figura 4).

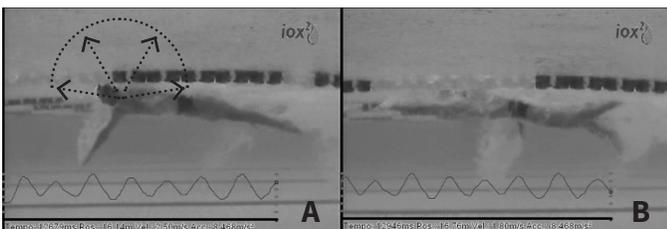


Figura 4. Recuperação do membro superior (A) e entrada total do membro superior à frente (B).

Para a aquisição dos dados que implicaram captura de imagens foi utilizado um equipamento denominado Velaqua (2008), o qual corre sobre trilhos em paralelo a borda lateral da piscina, com uma câmara de vídeo a cerca de 30 cm de profundidade, protegida por uma caixa estanque, colocada perpendicularmente a 6 m em relação ao sentido e plano do deslocamento do nadador (Figura 5). A gravação dos dados foi realizada com a qualidade máxima no formato de vídeo digital, convertido para avi, recorrendo a uma câmara com gravação em tempo real. Esta estava conectada via Firewire ao disco rígido de um computador portátil Acer Aspire 1700 MHz.



Figura 5. Captura de imagens subaquáticas através do sistema Velaqua.

Resultados

Foram apresentadas as análises descritivas dos comportamentos motores do nadador durante cinco ciclos, realizadas de forma automática através de uma única inserção de dados, sendo este processo de saída de dados um avanço tecnológico. É importante referir a distinção entre a análise descritiva do comportamento motor da análise descritiva da conduta padrão, sendo o comportamento motor descrito tal como acontece na realidade, mas não possuindo nenhuma análise estatística, enquanto as condutas padrões são realizadas através de uma análise de frequências actuando como um filtro de todos os dados dos comportamentos motores. A análise descritiva das condutas padrões consiste em apresentar os eventos que ocorrem no mínimo quatro vezes durante o período amostral. A apresentação deve ser feita por palavras descrevendo literalmente todas as condutas padrões. A tabela de frequências absolutas simples apresentada do nadador, são a base da análise sequencial (Tabela 1). Os dados são caracterizados em bruto, isto é, sem estudarmos as relações entre os eventos.

A análise seqüencial das condutas consiste em apresentar um padrão temporal que tenha no mínimo duas ramificações (sub-padrões), cada uma possuindo dois eventos independentes. Um padrão temporal é constituído por vários eventos, em que cada evento é um conjunto de manifestações de condutas que ocorrem em simultâneo (sincronia). Quando um evento ocorre mais que uma vez num determinado espaço de tempo falamos de diacronia e um evento que é precedido de outro evento representa um sub-padrão. Ao conjunto de vários sub-padrões temporais designamos de padrão temporal, o qual pode ser simples se apresentar poucas ramificações ou complexo se apresentarem muitas ramificações. A análise sequencial filtra as informações que têm um vínculo comum (padrão temporal) na análise descritiva e elimina as que não são relevantes. O estudo das relações entre eventos de forma seqüencial só é possível, actualmente, através do algoritmo que o software Theme nos proporciona. Pode-se, então, designar vários níveis de análise e de complexidade da informação, em que cada um dos níveis é essencial para que seja produzido um vínculo crescente de influência.

Em vista as análises comportamentais devem-se reproduzir os movimentos que ocorrem mais vezes, com um vínculo comum, numa situação de competição. É preciso certeza que estamos perante um padrão comportamental, só desta forma faz sentido, dependendo do objectivo, estabelecermos por exemplo uma ligação entre a avaliação qualitativa com a avaliação quantitativa (exemplo: analisar a ocorrência de um padrão temporal durante uma prova de 400 m crol). Para se poder interpretar as estruturas hierárquicas dos padrões temporais foi estipulado que só seriam objecto de análise os padrões cujos eventos representassem as quatro fases ou os oito momentos do nado de crol. Esta filtragem teve também em conta as distâncias temporais de cada evento e o contexto das seqüências das fases de nado.

Selected	EventType	N	Samples	DataSets
True	1m1,1c2,1t2,1tb2,1b1,1p2	1	1	1
True	1m1,1c3,1t2,1tb1,1b1,1p2	3	1	1
True	1m1,1c3,1t2,1tb2,1b1,1p2	1	1	1
True	1m5,1b4,1pa4	5	1	1
True	2m1,2mc2,2c2,2t2,2tb1,2b3,2p1	2	1	1
True	2m1,2mc2,2c2,2t2,2tb2,2b3,2p1	3	1	1
True	2m4,2p5	5	1	1
True	3m2,3c2,3t2,3tb2,3b3,3pa2	5	1	1
True	3m3,3p4,3pa5	5	1	1
True	4m1,4mc1,4me2,4c1,4t1,4b1	5	1	1
True	4m5,4m7,4mc4,4mc7,4me4	5	1	1
True	w	4	1	1

Tabela 1. Análise de frequências do nadador

Relembramos que para constataremos que o nadador apresente um padrão, assume-se que um evento tenha que ocorrer no mínimo três vezes durante o período amostral. É também assumido, para termos análises com rigor, que cada padrão se subdivida no mínimo em dois subpadrões. O nadador apresenta três ocorrências de evento no primeiro momento da (trajetória da entrada do membro superior até flexão do cotovelo) “1m1,1c3,1t2,1tb1,1b1,1p2” (à frente do ombro (mão), olhar horizontal, tronco alinhado na horizontal, nádega dentro da água, inicia-se o movimento do braço para trás e para cima e inicia-se o batimento de membro inferior do mesmo lado), cinco ocorrências no segundo momento da (trajetória da entrada do membro superior até flexão do cotovelo) “1m5,1b4,1pa4” (entra junto com a mão (membro superior), finaliza em extensão do membro superior (sincronização dos membros superiores e fase da ação o membro inferior do mesmo lado). No segundo momento (trajetória da flexão do cotovelo até à parte mais profunda do membro superior) acontecem três ocorrências “2m1, 2mc2, 2c2, 2t2, 2tb2, 2b3, 2p1” (membro superior orientada para baixo(mão), flexão baixa do membro superior(cotovelo), imersa(cabeça), olhar horizontal, ombro(horizontal), nádega dentro da água, posição do membro superior adiantada, fase da ação do membro inferior do mesmo lado) no segundo momento (trajetória da flexão do cotovelo até à parte mais profunda do membro superior) cinco ocorrências “2m4,2p5” (membro superior na vertical, membro inferior com profundidade menor em relação ao membro superior. No terceiro momento (trajetória da parte mais profunda(membro superior) até à saída da mão) aconteceram cinco ocorrências “3m2, 3c2, 3t2, 3tb2, 3b3, 3pa2” (orientação do membro superior para fora(mão), emerge a face completa, rotação do ombro (alinhada), nádega fora da água, membro superior adiantado (membro superior oposto), membro inferior se encontra no ponto mais baixo (atrasado)), no segundo momento (trajetória da parte mais profunda(membro superior) até à saída da mão) cinco ocorrências “3m3, 3p4, 3pa5” (membro superior circular, inicia a fase de ação do membro inferior, inicia a fase do membro inferior (atrasada)). No quarto momento (trajetória da saída da mão até à entrada) aconteceram cinco ocorrências, 4m1, 4mc1, 4me2, 4c1, 4t1, 4b1 (saída do membro inferior (mão) junto da coxa, saída do cotovelo antes da mão, elevação do cotovelo em flexão, olhar horizontal, rotação do ombro (horizontal), membro superior contrário finaliza a extensão máxima), no segundo momento (trajetória da saída da

mão até à entrada) cinco ocorrências “4m5, 4m7, 4mc4, 4mc7, 4me4” (membro superior durante a primeira trajectoria voltada para cima (mão), indicador(membro superior) contacta com a água, membro superior baixo, membro superior orientado para baixo, membro superior(antebraço) acima do cotovelo).

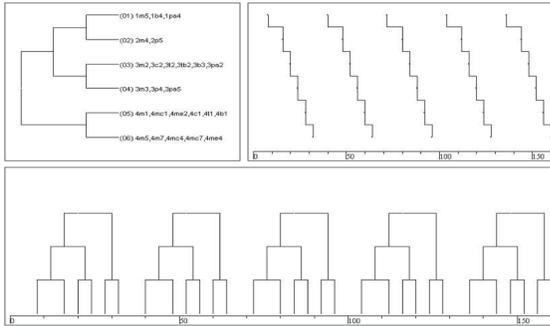


Figura 6. Padrão temporal do nadador composta por seis tipos de eventos representando a interacção de todos os padrões encontrados através de um eixo de tempo.

O quadro situado à esquerda (Figura 6) apresenta a construção hierárquica do padrão, enquanto o quadro mais à direita apresenta a ocorrência de pontos temporais de cada tipo de evento e a conexão dos pontos para formar as ocorrências do padrão. No quadro superior esquerdo, os eventos concorrentes aparecem no topo de outros eventos, as conexões por ramos são representadas no quadro à direita por linhas onde as árvores binárias são parcialmente invisíveis. O quadro inferior apresenta um eixo temporal com padrões completos como no quadro à esquerda, mas sem as letras que identificam as condutas. Esta figura mostra um padrão temporal constituído por seis tipos de eventos, numerados de 1 a 6, gradualmente detectados pela parte superior, através do algoritmo nível a nível do software Theme.

Discussão

Verificou-se que o nadador apresentou um padrão temporal, sendo esse representado pela estabilidade comportamental do nado através do alto grau de complexidade dos padrões. Apesar do estudo ter demonstrado que o nadador possui padrões completos, em estudos anteriores (Cardoso, 2008; Louro, 2009) não se observou nenhum nadador que obtivesse um padrão tempo-

ral que acolhesse os oito momentos, sendo que os oitos eventos estão dentro de um ciclo de nado de forma seqüencial, podendo constatar que cada ciclo de nado é único, não conseguindo realizar um ciclo igual aos demais. Os padrões temporais nem sempre são representados pela primeira fase do ciclo, a interpretação das estruturas hierárquicas foi realizada pelo software Theme. O primeiro evento que aparece na estrutura temporal define o início do padrão comportamental, podendo haver variação entre atletas. A propagação do padrão temporal é flexível na mudança de um ciclo completo, isto é, pode iniciar e acabar em diferentes ciclos e em diferentes fases do nado.

O estudo demonstrou que o nadador possui uma elevada estabilidade do padrão temporal em quase todas as fases e momentos do nado. A estabilidade do padrão temporal representa o padrão estável do comportamento do nadador. Apesar do nadador ter estabilidade nos padrões temporais nas fases de nado, não quer dizer que os seus comportamentos sejam correctos ou incorrectos. As variáveis de cada evento do nadador durante os cinco ciclos de nado traduzem a identidade do padrão temporal, a impressão digital do nadador. É possível estabelecer relações entre diferentes indivíduos através de subpadrões, isto é, de algumas ramificações do padrão geral. Os exemplos dessas ramificações são as fases e momentos do ciclo quando comparadas isoladamente.

O que pode ser observado nesse estudo foi que determinado evento pode gerar certa influência no evento seguinte. Essa tendência aparece de uma forma alternada manifestando-se num momento, no momento seguinte fica ausente, voltando a manifestar-se no momento posterior.

Construção do instrumento

A elaboração dessa ferramenta para recolha de dados deve levar em consideração um número limitado de critérios entre cada evento devido à multiplicação de possibilidades criadas pela sua junção. Quanto maior o número de critérios menor a possibilidade de encontrar padrões temporais, por esse motivo foram realizadas diversas situações e testado de várias formas o instrumento.

Um evento representa uma fase (quatro fases de nado): os critérios ficam de tal maneira condensados em cada uma das fases que origina a ausência de padrões, uma elevada molaridade. Um evento significa um comportamento de um segmento corporal, a

elevada molecularidade leva ao aparecimento de centenas de critérios. O nível de análise ao ficar muito reduzido em relação aos critérios deixa de dar uma percepção global do comportamento e não estabelece as relações entre as fases do nado. A análise dos dados através de oito eventos possibilita uma análise com características molares e moleculares. Através do *software Theme*, interpretando os padrões temporais, é que conseguimos realizar estas mudanças no instrumento de recolha de dados. O instrumento de registo da informação codificada deve ser no formato que permita este tipo de mudanças devido à informação final fornecida pelo *software Theme*. É muito importante que isto aconteça na fase inicial da investigação, pois apresentar as variáveis necessárias para uma correta interpretação dos dados.

Assim, podemos constatar que o instrumento utilizado serve os propósitos da metodologia para a observação subaquática da técnica de crol de acordo com as características da nossa amostra. Através de padrões temporais, em cinco ciclos de nado foi encontrado um padrão motor representativo com grau de complexidade. Através das frequências de transição foi exposta cientificamente os níveis de relação dos eventos que constituem cada um dos padrões temporais do nadador, onde foi apresentada a estabilidade do padrão do nado.

Os resultados obtidos ao longo deste trabalho, bem como as análises e discussões sugerem a realização de acções que deverão presidir à continuidade desse estudo no domínio da análise comportamental estabelecida em piscina e a sua relação com o rendimento em competição. Seriam convenientes novas investigações nesse sentido, adquirindo os próximos dados *in loco*. Sendo de total relevância replicar o mesmo estudo no mar e comparar com os resultados obtidos em piscina, analisando as diferenças e semelhanças entre si, tentando estabelecer o grau de interferência na conduta técnica do nadador.

Referências

- Anguera, M.T. (2004). Posición de la metodología observacional en el debate entre las opciones metodológicas cualitativa y cuantitativa. *Enfrentamiento, complementariedad, integración?* *Psicología em revista*, 10 (15), 13-27. [tradução espanhol]
- Anguera, M.T. (2003). La observación. En C. Moreno Rosset (Ed.), *Evaluación psicológica. Concepto, proceso y aplicación en las áreas del desarrollo y de la inteligencia* (pp. 271-308). Madrid: Sanz y Torres.[tradução espanhol]

- Djatschkov, W.M. (1974). Die Steuerung und Optimierung des Trainingsprozesses. Berlin: Bartels & Wernitz. 19772.[tradução alemão]
- Dubois, C. e Robin, J.P. (s.d.). Natation. “De L’École... aux associations”. Éditions Revue E.P.S., Paris.[tradução francês]
- Hay, J. G. (1985). Swimming. In: The Biomechanics of Sports Techniques. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ. [tradução inglês].
- Souza, H.R; Pereira, J.N. C; Campaniço. J.M. (2008). A Robot to acquire data of subaquatic swimming; 2nd International Congress of Complex System in Sport, Ilha da Madeira-Portugal. 10^o European Workshop of Ecological Psychology.
- Losada, J.L, y Lopez-Feal, R.(2003). Metodos de investigacion en ciencias humanas y sociales, Madrid, Thomson.[tradução espanhol]
- Louro, H; Silva, A; Anguera, M; Oliveira, C. & Campaniço, J. (2009). Caracterização de Padrões Temporais de Comportamentos de Mariposistas de Elite. In M. Vaz, P. Piloto & J. Campos (Eds.), 3^o Congresso Nacional de Biomecânica – Sociedade Portuguesa de Biomecânica 467-.475 Bragança.
- Marinho, D; Fernandes, R. (2003). A posição corporal nas tecnicas alternadas em natação pura desportiva. Efdeportes - Revista Digital - Buenos Aires - Ano 9 – nº63 – Agosto.
- Mucchielli, R. (1977). La dinámica de grupos. Madrid: Gráficas Torroba.[tradução espanhol].
- Nistri, M. (1982). Resistenza frontale e forma del corpo. La Tecnica del Nuoto: 4-7.[tradução espanhol]
- Pereira, J.N.C. (2008). Análise da qualidade do instrumento Sistema de Observação do Comportamento Técnico de Crawl. XII Congresso de Ciências do Desporto e Educação Física dos Países de Língua Portuguesa. UFRGS- Porto Alegre-RS.
- Rothig, P. (1983). Sportwissenschaftliches Lexikon. 5.ed. Schorndorf, Hofmann. [tradução ingles].
- Souto, S. M. (2000). Análise Cinemática Tridimensional da Técnica de Crol. Caracterização do padrão de execução motora em momentos distintos de fadiga. Monografia de Licenciatura na área de Desporto de Rendimento - Natação. FCDEF-UP. Porto.
- W.A. Sparrow (1983). - Journal of Motor Behavior, - psycnet.apa.org. [tradução inglês]

Caracterização fisiológica de nadadores com deficiência físico-motora

Valdir Junior^{1,2,3}, Kelly de Jesus^{1,2}, Rodrigo Zacca^{1,2}, Tiago Marques^{1,2}, Rui Corredeira⁴, Daniel J. Daly⁵, Ricardo J. Fernandes^{1,2}

Introdução

A avaliação de nadadores e o controlo do treinamento são procedimentos frequentemente utilizados para avaliar objetivamente o resultado do desempenho competitivo em natação, o qual é determinado fundamentalmente por parâmetros fisiológicos e biomecânicos (Fernandes & Vilas-Boas, 2006). Os parâmetros fisiológicos são, de facto, de fundamental importância para obtenção de bons resultados desportivos e dos mais estudados em atividades aquáticas em geral e em natação pura desportiva em particular. Data já das décadas de 1920-40 os primeiros estudos sobre a caracterização fisiológica do nadador, os quais procuraram avaliar o seu consumo de oxigénio (VO_2) através de metodologias e protocolos avaliativos muito rudimentares sob o ponto de vista atual (cf. Sousa et al., 2014).

Mais recentemente, com o avanço do conhecimento científico e tecnológico, vários estudos (e.g. Pyne et al., 2001; Toubekis et al., 2006; Ribeiro et al., 2015) procuraram caracterizar fisiologicamente alguns fatores influenciadores do rendimento dos nadadores utilizando, para tal, recolha de sangue capilar através de punção do lóbulo auricular ou do dedo (para avaliação das concentrações de lactato sanguíneo - $[La^-]$) e coleta de gases respiratórios por oximetria direta (para análise da ventilação e do VO_2). A medição das $[La^-]$ é um procedimento bastante utilizado nos nossos dias, permitindo avaliar o estado de treinamento do nadador em diferentes áreas bioenergéticas, nomeadamente para determinar o limiar anaeróbio (LAN) de nadadores em diferentes escalões etários (Fernandes et al., 2008; Fernandes et

- 1 Centro de Pesquisa, Educação, Inovação e Intervenção em Desporto. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto, Porto, Portugal
- 2 Laboratório de Biomecânica do Porto. Universidade do Porto, Porto, Portugal
- 3 Instituto de Educação Física e Esportes. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil
- 4 Centro de Investigação de Atividade Física, Saúde e Lazer. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto
- 5 Universidade Católica de Leuven, Bélgica

al., 2010; Pyne, Lee, & Swanwick, 2001; Toubekis, Tsami, & Tokmakidis, 2006) e, também, de triatletas (Martin & Whyte, 2000).

Durante vários anos existiu a crença, por parte de vários investigadores e treinadores, que o valor médio de 4 mmol.l^{-1} proposto por Mader, Heck, and Hollman (1978) seria o mais indicado para corresponder à lactatemia de exercício ao LAn. De facto, existem vários estudos em que as 4 mmol.l^{-1} de $[\text{La}^-]$ são tidas como o valor mais elevado no espectro de intensidade a partir do qual as mesmas começam a aumentar exponencialmente (Foster, Fitzgerald, & Spatz, 1999). No entanto, sabendo-se que o acúmulo das $[\text{La}^-]$ a nível muscular é um processo altamente individualizado (e.g. Simon, 1997; Stegmann, Kindermann, & Schnabel, 1981), condicionando diretamente a intensidade e a duração do exercício, a falta de um membro corporal e/ou limitações de mobilidade e funcionalidade, podem fazer com que a acumulação deste catabolito seja diferente em nadadores portadores de deficiência físico-motora (Garatachea et al., 2006).

Por outro lado, a avaliação do VO_2 , particularmente a intensidades baixas e moderadas, mas ultimamente também em domínios de intensidade mais elevados, tem sido bem documentada (cf. Sousa et al., 2014). Complementarmente, de Jesus et al. (2014) compararam diferentes intervalos de análise do VO_2 , evidenciando que, dos valores obtidos respiração a respiração e médias de 5, 10, 15, 20 e 30 s, as médias de 10 s são as ideais para serem utilizadas a intensidades de nado baixas a moderadas e altas. Por outro lado, de Jesus et al. (2014) verificaram um comportamento distinto da cinética do VO_2 conforme a intensidade do nado: após o início do exercício há um aumento súbito do VO_2 seguido de uma estabilidade quando o exercício se executa a intensidades de nado baixas a moderadas mas, nos domínios de intensidade alto e severo, após a componente rápida no VO_2 aparece uma componente lenta de crescimento deste parâmetro. Durante o nado à intensidade extrema (acima do consumo máximo de oxigénio - $\text{VO}_{2\text{max}}$), há um aumento evidente e abrupto do VO_2 durante o nado, não existindo tempo para a sua estabilização (Ribeiro et al., 2015).

Apesar de uma já extensa literatura relativamente à caracterização fisiológica de nadadores sãos, as informações disponíveis em nadadores deficientes físico-motores, nadando a diferentes intensidades de exercício são praticamente inexistentes. Considerando que a avaliação de parâmetros fisiológicos (como as $[\text{La}^-]$ e o VO_2) poderão trazer *inputs* importantes para melhor se compreender (e desenvolver)

o rendimento desportivo na natação adaptada, procuramos com o presente estudo caracterizar fisiologicamente nadadores deficientes físico-motores em várias intensidades de nado. Complementarmente, sabendo que os nadadores portadores de deficiência físico-motora se agrupam em classes funcionais, procuraremos observar se os parâmetros fisiológicos avaliados apresentam um decréscimo nos seus valores à medida que a deficiência se agrava.

Métodos

Amostra

Participaram neste estudo 13 nadadores masculinos portadores de deficiências físico-motoras filiados na Federação Portuguesa de Natação. Os sujeitos tinham 22.5 ± 7.9 anos de idade, 61.8 ± 11.9 kg de massa corporal e 1.70 ± 1.24 m de altura, estando classificados, de acordo com o Comitê Paralímpico Internacional, nas seguintes classes funcionais: S6 (n = 1), S7 (n = 1), S8 (n = 4), S9 (n = 6) e S10 (n = 1). Todos os sujeitos foram previamente informados acerca do protocolo experimental, tendo dado o seu consentimento escrito para participar (no caso dos menores de idade o mesmo foi solicitado ao encarregado de educação). O protocolo experimental foi aprovado pelo comitê de ética da instituição local.

Instrumentos e procedimentos

As sessões experimentais decorreram numa piscina de 25 m coberta e aquecida (27°C), com profundidade de 1.90 m e humidade relativa de 85%. Depois dos nadadores serem pesados utilizando uma balança de bioimpedância InBody R20 (Biospace Co, Ltd., Seoul, Korea) e medidos com uma fita métrica convencional, realizaram um protocolo incremental intermitente de $n \times 200$ m crol, com 30 s de intervalo e incrementos de $0.05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ entre cada repetição de 200 m (Fernandes et al., 2003; Figueiredo, Morais, Vilas-Boas, & Fernandes, 2013). A velocidade do último patamar foi estabelecida de acordo com o melhor tempo do momento de cada nadador aos 400 m livres, sendo que a velocidade dos patamares anteriores foi calculada subtraindo-se $0.05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ à velocidade dos 200 m finais. Durante o protocolo foi utilizado um sistema de luzes intermitentes colocado no fundo da piscina e distantes entre si 1.5 m (Pacer2Swim, Kulzer-Tec, Aveiro, Portugal) auxiliando os nadadores a manterem o ritmo de nado desejado.

Os dados ventilatórios foram registrados respiração-a-respiração direta e continuamente através de um analisador portátil de gases telemétrico (K4b², Cosmed, Roma, Itália) conectado a um snorkel respiratório (AquaTrainer Snorkel®, Cosmed, Roma, Itália; painel da esquerda da Figura 1) e a frequência cardíaca (FC) foi medida por telemetria (Polar Vantage NV, Polar Eletro Oy, Kempele, Finlândia, ligado ao K4b²). Para reduzir o ruído dos dados ventilatórios foram considerados apenas os valores de VO_2 situados entre a média ± 4 DP sendo, posteriormente, suavizados usando uma média móvel de três respirações em períodos de 5 s (Fernandes & Vilas-Boas, 2012). Depois destes procedimentos, considerou-se a média correspondente ao último minuto de exercício como sendo o valor máximo obtido em cada patamar do protocolo incremental.

O VO_{2max} foi considerado atingido de acordo com critérios fisiológicos primários e secundários, nomeadamente a ocorrência de um *plateau* no VO_2 (independentemente do aumento da velocidade de nado, $\leq 2.1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), elevados valores de $[La^-]$ ($\geq 8 \text{ mmol.l}^{-1}$), elevado quociente respiratório ($R \geq 1$), elevada FC (superior a 90% dos valores teóricos máximos [220 - idade]) e exaustão visualmente perceptível (Howley, Bassett, & Welch, 1995). A intensidade de nado correspondente à velocidade mínima de nado a que é atingido o VO_{2max} (vVO_{2max}) foi aceite como sendo a correspondente ao patamar em que o VO_{2max} foi alcançado (Fernandes & Vilas-Boas, 2012).

Amostras de sangue capilar do lóbulo auricular foram colhidas para análise das $[La^-]$ em vários momentos, nomeadamente em repouso, nos intervalos entre patamares e aos 1, 3, 5 e 7 min após o teste (painel da direita da Figura 1). As amostras foram analisadas através de um doseador de lactato portátil Lactate Pro 1 (Arkay, inc., Kyoto, Japão), sendo então possível calcular o LAn individual através do método de modelação da curva das $[La^-]$ vs. velocidade, correspondendo ao ponto de interseção da combinação de duas regressões, uma linear e uma exponencial (cf. Machado, Almeida, Moraes, Fernandes, & Vilas-Boas, 2006).

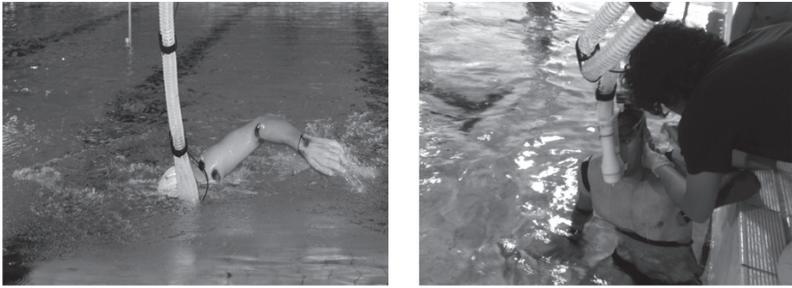


Figura 1. Analisador de gases portátil (K4b², Cosmed, Roma, Itália) conectado ao nadador e momento de coleta de sangue capilar para análise das concentrações de lactato sanguíneo (painéis da esquerda e da direita, respetivamente).

Procedimentos estatísticos

Inicialmente foi realizada estatística descritiva (média \pm desvio padrão) para todas as variáveis em estudo das classes S8 e S9, tendo sido verificada a normalidade da sua distribuição através do teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, a estatística inferencial foi realizada utilizando o T-teste de medidas independentes com o objetivo de verificar possíveis diferenças entre esses dois grupos. Nas classes S6, S7 e S10 foram incluídos apenas os valores absolutos dos nadadores. Para análise dos dados foi utilizado o programa SPSS (versão 23), sendo estabelecido um nível de significância de 0.05.

Resultados

Na Figura 2 estão apresentadas as curvas de [La⁻] e FC vs. velocidade (painéis da esquerda e da direita, respetivamente) para todos os nadadores estudados. As diferentes classes de deficiência físico-motora analisadas estão devidamente identificadas.

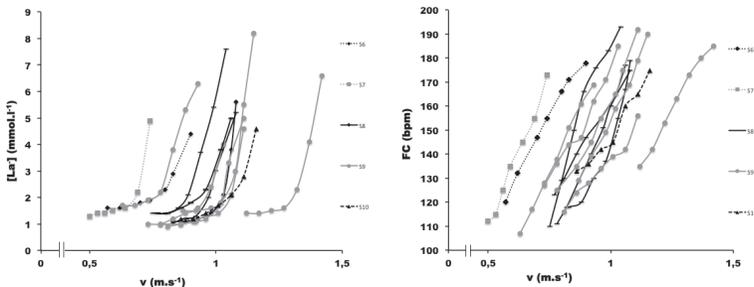


Figura 2. Concentrações de lactato sanguíneo vs. Velocidade e frequência cardíaca vs. velocidade (painel da esquerda e da direita, respetivamente) para nadadores portadores de deficiências físico-motoras (classes S6 a S10).

Complementarmente, parâmetros que permitem caracterizar fisiologicamente os nadadores portadores de deficiências físico-motoras ao longo do espectro de intensidade baixo-moderado-alto-severo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores individuais e médios \pm desvios-padrão dos principais parâmetros fisiológicos avaliados através do protocolo intermitente incremental.

Variáveis	S6 (n=1)	S7 (n=1)	S8 (n=4)	S9 (n=6)	S10 (n=1)
[La ⁻]LAN (mmol.l ⁻¹)	2.3	1.6	2.3 \pm 1.0	2.3 \pm 1.2	1.7
[La ⁻] _{max} (mmol.l ⁻¹)	4.4	4.9	5.9 \pm 1.9	6.4 \pm 2.6	3.6
vLAN (m.s ⁻¹)	0.8	0.7	0.9 \pm 0.0	1.0 \pm 0.1	1.0
VO ₂ LAN (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	41.01	29.8	36.4 \pm 1.1	39.0 \pm 4.3	26.3
VO _{2max} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	52.1	41.0	47.0 \pm 4.0	48.7 \pm 6.9	35.1
vVO _{2max} (m.s ⁻¹)	0.9	0.7	1.1 \pm 0.0	1.1 \pm 0.1	1.1
VE LAN (l.min)	64.2	45.6	57.6 \pm 2.2	60.9 \pm 25.8	39.6
VEVO _{2max} (l.min)	81.9	74.8	89.6 \pm 17.7	86.7 \pm 39.5	62.5
VCO ₂ LAN (l.min)	2315.7	1480.1	2209.7 \pm 391.2	1897.9 \pm 565.0	1305.9
VCO ₂ VO _{2max} (l.min)	2518.4	2143.4	2969.0 \pm 495.7	2508.4 \pm 693.7	1887.3
RLAN	0.9	0.9	0.9 \pm 0.1	0.9 \pm 0.0	0.9
RVO _{2max}	0.9	0.9	1.0 \pm 0.1	1.0 \pm 0.1	1.1
FCLAN (bpm)	166.0	143.0	150.6 \pm 15.4	136.9 \pm 51.9	145.0
FCVO _{2max} (bpm)	178.0	173.0	179.5 \pm 10.4	159.4 \pm 50.2	175.0

[La⁻]LAN e [La⁻]_{max} – concentrações de lactato sanguíneo correspondente ao limiar anaeróbio individual e ao seu valor máximo, vLAN – velocidade correspondente ao limiar anaeróbio individual, VO₂LAN e VO_{2max} – consumo de oxigênio correspondente a velocidade do limiar anaeróbio individual e seu valor máximo (ambos relativizado ao peso corporal), vVO_{2max} – velocidade mínima correspondente ao consumo máximo de oxigênio, VELAN e VEVO_{2max} – ventilação pulmonar correspondente ao limiar anaeróbio individual e ao consumo máximo de oxigênio, VCO₂LAN e VCO₂VO_{2max} – produção de dióxido de carbono correspondente ao limiar anaeróbio individual e ao consumo máximo de oxigênio, RLAN e RVO_{2max} – coeficiente respiratório correspondente ao limiar anaeróbio individual e ao consumo máximo de oxigênio, FCLAN e FCVO_{2max} – frequência cardíaca correspondente ao limiar anaeróbio individual e ao consumo máximo de oxigênio.

Os resultados mostraram não haver diferenças entre as classes S8 e S9 para todas as variáveis em estudo.

Discussão

O desempenho na natação pura desportiva é **altamente influenciado** por condicionantes biomecânicas e bioenergéticas (Fernandes & Vilas-Boas, 2006). Em complementaridade, na natação adaptada os nadadores apresentam prejuízos físico-motores que variam em gravidade e consequências funcionais, acarretando grande desafio aos treinadores para a respetiva prescrição e controlo do treino. O objetivo do presente estudo foi caracterizar fisiologicamente nadadores deficientes físico-motores realizando a técnica de crol ao longo de um espectro bioenergético situado nos domínios de intensidade mais utilizados em situação de treino: as áreas bioenergéticas de intensidade baixa-moderada, alta e severa. Complementarmente, procurou-se verificar a existência de eventuais diferenças fisiológicas entre classes de deficiência físico-motora.

Os nadadores da presente amostra eram portadores de deficiências físicas distintas, embora pertencendo às mesmas classes regulamentadas pelo Comitê Paralímpico Internacional. Para a classe S9, por exemplo, dois nadadores eram amputados unilateral de mãos, outros dois apresentavam amputação unilateral de membros inferiores (acima do joelho), um outro possuía distrofia muscular e o sexto nadador possuía espinha bífida. O grau de deficiência física mostrou ter influência na velocidade de nado a que os nadadores se propulsionavam. De facto, verificaram-se velocidades mais altas (quer ao LAN quer ao VO_{2max}) em nadadores pertencentes às classes superiores (deficiência motora menos expressiva), parecendo essa diferença na velocidade da técnica de crol ser explicada pelo seu maior ou menor comprometimento funcional. De igual forma, também se pode referir que os nadadores com deficiência motora que apresentam assimetrias corporais (causadas pela ausência parcial ou total de membros), parecem apresentar dificuldades na manutenção do equilíbrio horizontal, aumentando o esforço que tem de realizar para manterem o padrão respiratório, o alinhamento corporal e, conseqüentemente, a velocidade de nado (Pendergast et al., 2005; Zamparo, Gatta, Pendergast, & Capelli, 2009).

O valor de 4 mmol.l^{-1} de $[\text{La}^-]$ proposto por Mader et al. (1978) tem sido usado numa grande quantidade de estudos dos últimos 30 anos como sendo o *gold standard* para se determinar, avaliar e controlar o LAN de nadadores (e praticantes de outros desportos individuais e cíclicos). No entanto, os resultados do presente estudo corroboram

a literatura oposta à perspetiva anterior, nomeadamente por existir uma elevada variabilidade inter-individual nas $[La^-]$ correspondentes ao LAn (Simon, 1997; Stegmann et al., 1981) e ao facto de, em nadadores treinados aerobiamente, esse valor ser substancialmente inferior às 4 mmol.l⁻¹ (Fernandes, Sousa, Machado, & Vilas-Boas, 2011; Figueiredo et al., 2013). Complementarmente, considerando que a massa corporal é diferente entre amputados de mão ou de membro inferior acima do joelho, e levando-se em consideração que o acúmulo de $[La^-]$ depende da musculatura envolvida durante o exercício (Ohkuma & Itoh, 1982), pode-se suspeitar que as características das diferentes deficiências dos nadadores das classes inferiores limitaram a ativação neuromuscular quando comparados aos nadadores das classes superiores.

Também é de sublinhar que, como esperado (Di Prampero, 1986; Fernandes & Vilas-Boas, 2006; Figueiredo et al., 2013), as $[La^-]$ aumentaram com o aumento da velocidade em todas as classes. Em oposição a esta concordância, os nadadores obtiveram valores de $[La^-]_{max}$ no final do teste incremental entre 5 e 9 mmol.l⁻¹, os quais são (em média) inferiores aos 8 mmol.l⁻¹, valor tradicionalmente utilizado como critério para obtenção de intensidade de nado correspondente ao VO_{2max} (cf. Fernandes et al., 2003; Fernandes et al., 2008). Este facto pode ser explicado pela menor massa muscular dos sujeitos envolvidos, nomeadamente pela ausência ou comprometimento de segmentos propulsivos, mas também à menor experiência em situação de avaliação e controlo do treino, levando a uma degradação da técnica de nado em estádios superiores, terminando o protocolo aquém do desejado.

Como o esperado, quer as $[La^-]$, quer o VO_{2max} aumentaram com a intensidade de nado, obtendo-se valores mais elevados no domínio severo de exercício comparativamente com o nado a uma intensidade moderada, isto é, às velocidades correspondentes ao VO_{2max} e ao LAn, respectivamente. No entanto, os valores de VO_{2max} encontrados foram menores que os da literatura para nadadores não portadores de deficiência (cf. Sousa et al., 2014), evidenciando que nadadores deficientes físico-motores têm dificuldade em manter e sustentar um esforço aeróbio máximo. Este facto pode estar relacionado com as áreas bioenergéticas a que, tradicionalmente, o processo de treino de nadadores se circunscreve, muito centradas no desenvolvimento da capacidade aeróbia.

De facto, desde há vários anos que a comunidade científica vem alertando para o desfasamento entre as zonas bioenergéticas de-

envolvidas no treino e as utilizadas em competição (Costill, 1999), alertando que a maioria dos treinadores não atribui a importância devida às intensidades de nado que procurem o desenvolvimento do processamento de energia de origem oxidativa (potência aeróbia) e, muito menos, ao desenvolvimento da atividade enzimática responsável pela glicólise e da capacidade muscular para manter o exercício em ambientes fisiológicos e celulares adversos – potência e capacidade anaeróbias, respetivamente (Vilas-Boas, 2000). Os valores das $vLAN$ e vVO_{2max} também estão abaixo dos valores reportados na literatura, o que se pode justificar pela diminuição da área propulsiva disponível, assim como pelas assimetrias corporais (causadas pela ausência parcial ou total de membros) que aumentam as dificuldades na manutenção do equilíbrio horizontal e o esforço para se manter o padrão respiratório, o alinhamento corporal e, conseqüentemente, a velocidade de nado (Pendergast et al., 2005; Zamparo et al., 2009).

Assim, e como sublinhado por outros autores (e.g. Rodríguez et al., 2015), um protocolo incremental visando a mensuração do VO_2 e das $[La^-]$ permite uma melhor compreensão dos fenómenos associados ao desenvolvimento da fadiga muscular devido à instalação da acidose metabólica. No presente estudo, à medida que a intensidade de nado subia (de patamar para patamar), a VE, VCO_2 e R aumentavam de forma linear. De facto, a intensidades acima do LAN , a produção de ácido láctico coincide com um aumento dos valores CO_2 celulares e venosos, resultando numa aceleração do incremento do VCO_2 , geralmente acompanhado de um aumento da VE e do R (Harvey, 2011). Adicionalmente, verificamos que a FC respondeu linearmente com o aumento dos parâmetros metabólicos e ventilatórios ao longo das diferentes intensidades de nado, corroborando a literatura da especialidade (e.g. Fernandes & Vilas-Boas, 2012; Libicz, Roels, & Millet, 2005; Reis, Alves, Bruno, Vleck, & Millet, 2012). Os valores de VE, VCO_2 , R e FC estão abaixo dos reportados em nadadores sem deficiências (e.g. Aspenes, Kjendlie, Hoff, & Helgerud, 2009; Libicz et al., 2005), o que pode ser explicado pelo fato dos nadadores do presente estudo terem um comprometimento funcional significativo.

Não obstante a originalidade e relevância dos dados obtidos no presente estudo, e apesar de uma amostra constituída por 13 nadadores ser relevante dada a complexidade envolvida na avaliação fisiológica em condições ecológicas de nado, é reconhecido que um maior tamanho amostral será mais representativo da população, limitando a presença de *outliers* e/ou observações extremas. Assim

sendo, sugere-se que no futuro (e caso existam) se aumente a quantidade de sujeitos em cada classe funcional, tendo que, para tal, se assegurar a disponibilidade dos nadadores para a familiarização com as complexas recolhas de dados a realizar.

Conclusão

Os resultados do presente estudo indicam que os parâmetros fisiológicos estudados, nomeadamente o VO_{2max} , as [La] e a FC, estão relacionados, influenciando diretamente o desempenho de nadadores deficientes físico-motores e que o grau e a magnitude da deficiência influênciam fortemente o rendimento desportivo. Os parâmetros estudados, aliados a outros (nomeadamente os biomecânicos), permitirão alargar o campo de avaliação, permitindo maior exatidão na prescrição e controlo do treino, contribuindo para um processo de treino mais objetivo e uma melhoria mais significativa do desempenho desportivo de nadadores deficientes físicos.

Agradecimentos

Esta investigação foi financiada pelo programa de bolsas de doutorado pleno no exterior (CAPES-MEC, Brasil) processo (11926/13-9).

Referências

- Aspenes, S., Kjendlie, L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 357-365.
- Costill, D. L. (1999). *Training adaptations for optimal performance*. Paper presented at the Proceedings of the VIII International Symposium of Biomechanics and Medicine in Swimming, Jyväskylä, Finland.
- de Jesus, K., Guidetti, L., de Jesus, K., Vilas-Boas, J.P., Baldari, C., & Fernandes, R. (2014). Which are the best VO_2 sampling intervals to characterize low to severe swimming intensities? *International Journal of Sports Medicine*, 35(12), 1031-1036.
- Di Prampero, P. (1986). The energy cost of human locomotion on land and in water. *International Journal of Sports Medicine*, 7, 55-72.
- Fernandes, R., Sousa, M., Machado, L., & Vilas-Boas, J. P. (2011). Step length and individual anaerobic threshold assessment in swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 32(12), 940-946.
- Fernandes, R., Cardoso, C., Soares, S., Ascensão, A., Colaço, P., & Vilas-Boas, J. P. (2003). Time Limit and VO_2 Slow Component at Intensities corresponding to VO_2max in Swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 24, 576-581.
- Fernandes, R., Keskinen, K., Colaço, P., Querido, A., Machado, L., Morais, P., et al. (2008). Time limit at VO_2 velocity in elite crawl swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 29(2), 145-150.

- Fernandes, R., Sousa, M., Pinheiro, A., Vilar, S., Colaço, P., & Vilas-Boas, J.P. (2010). Assessment of individual anaerobic threshold and stroking parameters in 10-11 years-old swimming. *European Journal of Sports Science*, 10(5), 311-317.
- Fernandes, R., & Vilas-Boas, J. P. (2012). Time to exhaustion at the VO₂max velocity in swimming: A review. *Journal of Human Kinetics*, 32, 121-134.
- Fernandes, R., & Vilas-Boas, J. P. (2006). Tempo limite à intensidade mínima correspondente ao consumo máximo de oxigénio: novos desenvolvimentos num parâmetro de recente investigação em natação. *Motricidade*, 2(4), 214-220.
- Figueiredo, P., Morais, P., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2013). Changes in arm coordination and stroke parameters on transition through the lactate threshold. *European Journal of Applied Physiology*, 113(8), 1957-1964.
- Foster, C., Fitzgerald, D., & Spatz, P. (1999). Stability of the blood lactate heart rate relationship in competitive athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(4), 578-582.
- Garatachea, N., Abadia, O., Garcia-Isla, F. J., Sarasa, F. J., Bresciani, G., Gonzalez-Gallego, J., et al. (2006). Determination and validity of critical swimming velocity in elite physically disabled swimmers *Disabil Rehabil* (Vol. 28, pp. 1551-1556). England.
- Harvey, J (2011). A review. Analyzing how VO₂ kinetics limit exercise performance. *Journal of Exercise Physiology*, 14(3), 68-73.
- Howley, E. , Bassett, D. , & Welch, H. (1995). Criteria for maximal oxygen consumption uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(9), 1292-1301.
- Libicz, S., Roels, B., & Millet, P. (2005). VO₂ responses to intermittent swimming sets at velocity associated with VO₂max. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30(5), 543-553.
- Machado, L., Almeida, M. , Morais, P., Fernandes, R. J., & Vilas-Boas, J. P. . (2006). Assessing the individual anaerobic threshold: the mathematical model. *Portuguese Journal of Sports Science*, 6, 142-144.
- Mader, A., Heck, H., & Hollman, W. . (1978). Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of post exercise lactic acid concentration of ear capillary blood in middle-distance runners and swimmers. In F. Landry & W. Orban (Eds.), *Exercise Physiology* (pp. 187-200). Miami: Symposia Specialists
- Martin, L. , & Whyte, G. . (2000). Comparison of critical swimming velocity and velocity lactate threshold in elite triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 366 -368.
- Ohkuma, T., & Itoh, H. (1982). Blood lactate, glycerol and catecholamine in arms strokes, leg kicks and whole crawl strokes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 32, 32-38.
- Pendergast, D., Mollendorf, J., Zamparo, P., Termin, A., Bushnell, D., & Paschke, D. . (2005). The influence of drag on human locomotion in water. *Undersea Hyperbaric Medicine*, 32(1), 45-57.
- Pyne, D., Lee, H., & Swanwick, K. (2001). Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(2), 291-297.

- Reis, J., Alves, F., Bruno, P., Vleck, V., & Millet, G. (2012). Effects of aerobic fitness on oxygen uptake kinetics in heavy swimming intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 1689-1697.
- Ribeiro, J., Figueiredo, P., Sousa, A., Monteiro, J., Pelarigo, J., Vilas-Boas, J. P., et al. (2015). VO(2) kinetics and metabolic contributions during full and upper body extreme swimming intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 115(5), 1117-1124.
- Rodríguez, A., Iglesias, X., Feriche, B., Calderón-Soto, Chaverri, D., Wachsmuth, B., Schmidt, W., et al. (2015). Altitude training in elite swimmers for sea level performance (Altitude Project). *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 47(9), 1965-1978.
- Simon, G. (1997). *The role of lactate testing in swimming* Paper presented at the XII FINA World Congress on Sports Medicine, Goteborg, Sweden
- Sousa, A., Figueiredo, P., Pendergast, D., Kjendlie, P., Vilas-Boas, J.P., & Fernandes, R. (2014). Critical evaluation of oxygen uptake assessment in swimming. *International Journal of Sports Physiology & Performance* 9(2), 190-202.
- Stegmann, H., Kindermann, W., & Schnabel, A. (1981). Lactate kinetics and individual anaerobic threshold *International Journal of Sports Medicine*, 2(3), 160-165.
- Toubekis, A., Tsami, A., & Tokmakidis, S. (2006). Critical velocity and lactate threshold in young swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 27(2), 117-123.
- Vilas-Boas, J. P. (2000). Aproximação biofísica ao desempenho e treino de nadadores. *Revista Paulista de Educação Física*, 14(2), 107-117.
- Zamparo, P., Gatta, G., Pendergast, D., & Capelli, C. (2009). Active and passive drag: the role of trunk incline. *European Journal of Applied Physiology*, 106(2), 195-205.

Teste funcional de desempenho da agilidade para jogadores de polo aquático competitivo

**Guilherme Tucher¹, Flávio Antônio de Souza Castro²,
Nuno Domingos Garrido^{3,4}**

Introdução

O polo aquático é considerado um esporte com movimentos acíclicos e de coordenação motora complexa (Lozovina, Lozovina, & Pavičić, 2010). O jogo caracteriza-se pela existência de estímulos intermitentes de alta intensidade (Smith, 1998; Tan, Polglaze, & Dawson, 2009, 2010) que geralmente não excedem 15 segundos. Essa característica demonstra a alta necessidade do metabolismo anaeróbico e da potência muscular (Smith, 1998). As ações de alta intensidade são intercaladas com estímulos de baixa intensidade – que duram menos de 20 segundos. Nos deslocamentos horizontais de nado percebe-se grande demanda do metabolismo anaeróbico alático e alta necessidade do sistema aeróbico. Há menor demanda da via anaeróbia láctica, apesar da sua importância (Smith, 1998).

Com o objetivo de se aferir estas exigências da modalidade, os testes propostos, até então, preocupavam-se estritamente em avaliar a capacidade do atleta nadar durante uma distância ou tempo estipulado. Como exemplo cita-se o teste de 400 m em intensidade máxima para avaliar o metabolismo aeróbico e o de 100 m para o anaeróbico (Smith, 1998). No entanto, com a evolução das ciências do esporte, a preocupação no polo aquático passou a ser em não somente avaliar a capacidade ou potência de um sistema de fornecimento de energia. Mas, sobretudo, que essa avaliação representasse uma manifestação de situação de jogo. Nesse sentido, foram propostos testes como o Teste de Velocidade Repetida (Tan et al., 2010). Neste teste o atleta deve fazer 6 repetições de 10 m de nado

-
- 1 Núcleo de Educação Física e Saúde. Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil
 - 2 Grupo de Pesquisa em Esportes Aquáticos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil
 - 3 Dep.de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; Vila Real de Trás-os-Montes, Portugal
 - 4 Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Portugal

em velocidade máxima com saída a cada 17 s (Tan et al., 2010). A metodologia deste protocolo surgiu a partir do estudo das ações realizadas em jogos femininos.

Como exemplo de outros estudos que avaliaram jogadores de polo aquático pode-se citar aqueles relativos a pernada vertical do *eggbeater* (Uljevic, Spasic, & Sekulic, 2013; Uljevic, Esco, & Sekulic, 2014), precisão do passe (Uljevic et al., 2013; Uljevic et al., 2014), velocidade de arremesso da bola (Ferragut et al., 2011; Uljevic et al., 2013), velocidade de nado (Uljevic et al., 2013; Uljevic et al., 2014), salto vertical (Platanou, 2006; Uljevic et al., 2013), capacidades aeróbia (Rechichi, Dawson, & Lawrence, 2000; Mujika, McFadden, Hubbard, Royal, & Hahn, 2006) e anaeróbia (Bampouras & Marrin, 2009).

Apesar da maior parte dos testes apresentados anteriormente se justificar por meio da representação de uma necessidade do jogo, resumidamente, consideramos que eles preocupam-se apenas em avaliar um componente técnico manifestado isoladamente (como o salto vertical) ou a capacidade de realizar deslocamentos horizontais que ocorrem nos momentos de ataque/contra-ataque. Assim, esses são exemplos de testes esportivos que medem o desempenho em situações consideradas como “fechadas” (Falk, Lidor, Lander, & Lang, 2004; Jackson, Warren, & Abernethy, 2006; Sheppard & Young, 2006).

De qualquer forma, deve-se destacar, que além das ações de nado na posição horizontal os jogadores ainda realizam movimentações na vertical, de aceleração e desaceleração, e de contato com o adversário (Smith, 1998; Lupo, Tessitore, Minganti, & Capranica, 2010; Lupo et al., 2011). Como exemplo, citam-se as ações realizadas próximas ao gol, quando os atletas assumem uma posição corporal vertical (Lupo et al., 2010; Lupo et al., 2011) e são executadas movimentações e rotações posicionais dependendo da função tática do jogador (Smith, 1998).

É importante que se saiba que a estimativa é de que em cerca de 50% do tempo as atividades serão realizadas com o corpo na posição vertical, com intensidade variando de moderada a alta. Estas atividades requerem mudanças rápidas do corpo da posição vertical para a horizontal e em alta aceleração (Smith, 1998). Ou seja, a maior parte dos movimentos no polo aquático é realizada em planos e sentidos diferentes, geralmente em combinações de movimentos e com a cabeça fora da água (Smith, 1998; Lupo et al., 2010; Lupo et al., 2011). Essa mudança rápida no sentido de deslocamento do atleta caracteriza a necessidade de agilidade (Farrow, Young, & Bruce, 2005; Sheppard & Young, 2006; Young & Willey, 2010). Capacida-

de motora não considerada nos testes apresentados anteriormente para o polo aquático.

Diferentemente das definições anteriores, atualmente, a agilidade tem sido conceituada como a capacidade de se mudar de forma rápida a velocidade ou a direção de um deslocamento em resposta a um estímulo (Sheppard & Young, 2006). Para sua realização adequada, outras capacidades como força, técnica, capacidade cognitiva, capacidade visual, atenção e antecipação são muito importantes (Young, James, & Montgomery, 2002). O que há de novo neste conceito é a importância reservada aos componentes anteriormente não considerados, como a capacidade cognitiva e de tomada de decisão – caracterizando essa ação como aberta (Sheppard & Young, 2006; Sheppard, Young, Doyle, Sheppard, & Newton, 2006; Young & Willey, 2010). Ou seja, semelhante à **imprevisibilidade que ocorre em diferentes esportes**, como é o caso dos jogos coletivos (Veale, Pearce, & Carlson, 2010).

Os testes tradicionais de agilidade nos esportes coletivos apenas envolviam a mudança de direção do indivíduo avaliado (Sheppard & Young, 2006; Veale et al., 2010). Nestes procedimentos o atleta iniciava o teste com conhecimento prévio de quando as mudanças de direção ocorreriam. É de se supor, então, que um indivíduo, mesmo não sendo especialista em uma modalidade esportiva, possa ter um bom desempenho. Por vezes, até melhor que um especialista. Isso porque estamos tratando de um teste que avalia uma condição geral – não aquela que requer um grau de especialização no esporte. Por outro lado, estudos recentes demonstram que apenas os testes abertos, que exigem alto grau de especialização do atleta, são capazes de diferenciar atletas de diferentes níveis de rendimento (Sheppard et al., 2006; Veale et al., 2010). Ou seja, nos esportes coletivos os atletas são frequentemente exigidos a tomar decisões rápidas sobre suas ações. Assim, um teste que realmente seja específico para o polo aquático deve considerar esta característica (Falk et al., 2004; Jackson et al., 2006; Sheppard et al., 2006).

Como discutido até esse momento, a maior parte dos testes realizados com jogadores de polo aquático preocupam-se com os deslocamentos horizontais e alguns outros componentes técnicos avaliados isoladamente (Rechichi et al., 2000; Tan et al., 2010) – fora do contexto do jogo. Estes deslocamentos horizontais ocorrem com maior frequência nos contra-ataques rápidos, principalmente quando há maior diferença qualitativa entre as equipes (Lupo et al., 2010; Lupo et al., 2011). Entretanto, nas ações realizadas próximas ao gol o

atleta assume uma posição vertical e são realizadas mudanças curtas e frequentes na posição do corpo (Tan et al., 2009; Lupo et al., 2010; Lupo et al., 2011). Mais do que isso, estas mudanças ocorrem em função de um contexto do jogo – que é imprevisível (Baker, Horton, Robertson-Wilson, & Wall, 2003; Royal et al., 2006). Há também uma maior exigência de atenção e da capacidade de rápida tomada de decisão (Royal et al., 2006; Afonso, Garganta, & Mesquita, 2012).

Assim, entendemos que um teste específico no polo aquático também deve considerar a característica de imprevisibilidade e tomada de decisão presente no evento competitivo. Caso contrário, para os testes de deslocamento horizontal, por exemplo, podemos ter um nadador com excelente desempenho. Até superior ao dos jogadores de polo aquático. Mas isso não significa que os nadadores são bons jogadores de polo aquático. Ou seja, devemos testar e avaliar a condição física, técnica e tática que realmente represente uma exigência do jogo. Visando solucionar esse problema propusemos um teste que mensura a capacidade do jogador de polo aquático mudar o seu sentido e direção corporal rapidamente e em resposta a um estímulo específico de jogo. Assim, o Teste Funcional de Desempenho da Agilidade (TFDA) para jogadores de polo aquático mostra-se importante por representar as ações do jogo que ocorrem próximo ao gol e por servir de parâmetro de desempenho esportivo.

A Agilidade e a Tomada de Decisão no Esporte Coletivo

É indiscutível a importância que o desenvolvimento das capacidades motoras e técnicas sobre o desempenho esportivo. Da mesma forma é de se esperar que o aprimoramento destas capacidades diferenciarão atletas com níveis de experiência diferentes (Varamenti & Platanou, 2008; Afonso et al., 2012; Faubert & Sidebottom, 2012; Uljevic et al., 2014). No esporte coletivo, além da manifestação físico-técnica isolada, o comportamento tático dos jogadores é muito importante e tem sido avaliado com frequência (Lupo et al., 2010; Escalante et al., 2012). Entretanto, não bastasse o elevado desenvolvimento destas capacidades, é importante que elas sejam manifestadas de forma adequada e em momento propício (Falk et al., 2004; Royal et al., 2006; Sheppard & Young, 2006; Afonso et al., 2012; Faubert & Sidebottom, 2012). Contudo, ainda mais complexo é entender que a ocorrência desse momento ideal não é previamente conhecido por parte dos jogadores (Royal et al., 2006; Sheppard & Young, 2006; Afonso et al., 2012). Assim, para o adequado desempenho dos

jogadores de polo aquático, a percepção e a tomada de decisão são fatores muito importantes (Falk et al., 2004; Farrow et al., 2005; Royal et al., 2006; Afonso et al., 2012; Faubert & Sidebottom, 2012).

A agilidade é uma capacidade motora essencial para a maior parte dos esportes coletivos e a ação do jogador deve ser coerente com a necessidade do jogo (Sheppard & Young, 2006). Para sua adequada manifestação também é exigido o emprego da força e potência muscular, técnica, capacidade cognitiva, capacidade visual da área de jogo, atenção e antecipação (Young et al., 2002). A agilidade é uma qualidade importante em jogos contra oponentes, tanto nos momentos de ataque, quanto nos de defesa. A velocidade de tomada de decisão é um importante fator no desempenho da agilidade. Assim, as habilidades perceptivas e de atenção podem influenciar no seu melhor desempenho (Sheppard & Young, 2006; Young & Willey, 2010). Os testes de agilidade geralmente avaliam a capacidade do atleta mudar sua direção em velocidade. Entretanto, a literatura destaca a importância da combinação da avaliação conjunta dos componentes físico, técnico e cognitivos (Sheppard & Young, 2006).

Dentro deste contexto, a tomada de decisão pode ser entendida como um processo de escolha do movimento mais apropriado entre uma ampla variedade de opções (Royal et al., 2006). Para uma adequada tomada de decisão a literatura indica como importante as capacidades de percepção, atenção, antecipação e memória (Afonso et al., 2012). A percepção pode referir-se a maneira como um indivíduo percebe o ambiente a sua volta (Araujo, Davids, & Hristovski, 2006). Ela pode variar de acordo com o conhecimento que o indivíduo possui do ambiente e da tarefa (Araujo et al., 2006). Assim, quanto mais especializado for o treinamento do jogador de polo aquático (característica dependente de fatores como idade, maturação e experiência esportiva) melhor será sua percepção do jogo.

A atenção refere-se ao foco da observação do atleta. Quando o atleta habitua-se a um estímulo sua atenção pode ser direcionada a novos fatos, permitindo uma ampliação da sua capacidade de percepção. Por outro lado, uma distração pode atrapalhar seu desempenho. Assim, é importante que a atenção do atleta seja direcionada por objetivos. A atenção também pode ser seletiva ou dividida. No primeiro caso há um foco específico. Ela pode ser importante quando a quantidade de informações a serem julgadas são grandes. A capacidade emocional e cognitiva podem influenciar no direcionamento da atenção. Nos jogos coletivos o foco da atenção é externo

porque o jogo é cheio de incertezas que precisam ser solucionadas (Afonso et al., 2012).

A antecipação pode ser entendida como a capacidade de percepção do ambiente competitivo e do adversário visando facilitar uma rápida tomada de decisão. Assim, é esperado que o treino adequado (em quantidade e qualidade) forme atletas especialistas que terão maior capacidade de percepção do ambiente de jogo e que melhor anteciparão as ações da própria equipe e do adversário. Entretanto, é importante que esta decisão aconteça de forma correta. E, mais do que isso, em um tempo adequado às exigências da modalidade esportiva em questão (Afonso et al., 2012). Resumidamente, o entendimento que se tem é que uma antecipação precoce tende a produzir movimentos inadequados.

Quando há a possibilidade de melhor análise do ambiente (aumento do tempo de observação) a resposta tende a ser mais adequada. Mas deve-se avaliar se a modalidade esportiva permite que este julgamento mais longo ocorra (Afonso et al., 2012). Assim, a realização da antecipação é dependente do contexto específico da modalidade. Já a memória, em suas diversas manifestações, pode ser importante na capacidade de tomada de decisão por influenciar a atenção e a antecipação. É a memória que torna real o conhecimento das possibilidades de ações realizadas em uma partida, destacando a atuação da atenção e da antecipação (Afonso et al., 2012). Ou seja, podemos afirmar que o treino correto oportunizará um conjunto de experiências positivas e negativas que serão memorizadas e podem contribuir com o adequado desempenho esportiva.

As informações relativas à percepção do movimento do adversário são uma importante ferramenta na tomada de decisão (Jackson et al., 2006; Sheppard & Young, 2006; Veale et al., 2010). Entretanto, por vezes, um atleta pode ser confundido por seu adversário quando ele realiza movimentos considerados enganosos. De qualquer forma, os atletas mais experientes são menos susceptíveis a erros de julgamento nestas condições do que os menos experientes (Jackson et al., 2006). Assim, um atleta precisa ter atenção a um conjunto amplo de situações do jogo, como a movimentação dos adversários e dos jogadores da própria equipe, para que tome decisões apropriadas (Faubert & Sidebottom, 2012). Dessa forma, a atenção é muito importante na capacidade de percepção e tomada de decisão (Afonso et al., 2012).

Ainda não é tão claro se a melhor capacidade de interpretação do movimento pelos atletas experientes trará sempre resultados posi-

tivos. Se por um lado essa capacidade permite julgar o cenário de uma partida e emitir uma resposta rápida (Jackson et al., 2006; Sheppard et al., 2006; Faubert & Sidebottom, 2012), por outro, ele pode se antecipar muito e acabar se precipitando (Jackson et al., 2006). Jackson et al. (2006) compararam a capacidade de antecipação e de percepção de movimentos enganosos entre jogadores habilidosos e recreacionais de rúgbi. Estes indivíduos deveriam prever a direção do movimento de corrida realizado por outro jogador (nível nacional ou recreacional) a partir da imagem em vídeo. Após a visualização da imagem eles tinham 4 segundos para indicar sua avaliação. De uma forma geral, Jackson et al. (2006) concluem que:

1. a capacidade de reconhecimento do movimento fica cada vez mais fácil com o aumento das informações visuais (tempo visualizando o vídeo);
2. em ambos os grupos o desempenho é pior nas repetições onde o jogador de referência realiza movimentos enganosos;
3. os atletas experientes parecem ser menos afetados pelos movimentos enganosos do que os recreacionais;
4. os atletas experientes apresentam vantagem sobre os recreacionais nas avaliações de movimento mesmo nos momentos iniciais do vídeo;
5. os atletas mais experientes tem melhor capacidade de detectar e responder apropriadamente as informações enganosas, destacando uma habilidade de antecipação; e
6. os mais experientes tem desempenho melhor que os recreacionais somente nas repetições enganosas. O desempenho semelhante nas repetições normais pode dever-se as experiências gerais anteriores.

Um ponto que Jackson et al. (2006) destacam é o fato dos atletas com mais experiência na modalidade esportiva terem apresentado um desempenho igualmente bom quando o movimento do outro jogador foi realizado de forma normal e enganosa. Os autores consideraram que os recursos de sensibilidade visuais que facilitam a antecipação não são suficientes para aumentar sua vulnerabilidade de serem enganados. Ou seja, parece que os atletas mais experientes aprenderam a diferenciar as informações visuais verdadeiras daquelas enganosas, aumentando sua chance de tomar uma decisão correta. É importante destacar que a movimentação dos jogadores e do objeto do jogo (a bola) são imprevisíveis (Royal et al., 2006). Mais do que isso, a mudança de direção da bola, por exemplo, é frequente, rápida e sua visão por vezes é dificultada (Faubert & Sidebottom, 2012).

É importante ainda entender que a necessidade de tomar uma decisão, a partir da percepção do ambiente, pode fazer com que a manifestação técnica ocorra de diferentes formas no contexto do esporte (Royal et al., 2006). Por esse motivo tem sido recomendado que no processo de aprendizagem técnica seja privilegiada a variabilidade dos movimentos a serem realizados e aprendidos dentro de microssituações de jogo – semelhante à situação real (Kirk & MacPhail, 2002). Da mesma forma, a quantidade de horas dedicadas à prática específica da modalidade esportiva ao longo da formação do indivíduo parece ser um indicador de *expertise* nos esportes de tomada de decisão. Entretanto, há grande variação nessa quantidade de horas entre as modalidades e para uma mesma modalidade esportiva. Como exemplo, cita-se que há certa influência positiva decorrente da prática de outros esportes (Baker, Cote, & Abernethy, 2003). Isso porque os esportes coletivos tem em comum a necessidade de percepção do ambiente do jogo (membros da sua equipe, adversário, movimentação da bola, situações de defesa e ataque) para a realização de suas ações. Destaca-se ainda que os atletas considerados como mais criativos em suas equipes apresentaram mais horas de treinamento em atividades não estruturadas e no seu esporte principal do que os considerados menos criativos (Memmert, Baker, & Bertsch, 2010).

A habilidade de antecipação é capaz de diferenciar os indivíduos pelo seu grau de experiência esportiva (Jackson et al., 2006; Veale et al., 2010; Afonso et al., 2012). Os indivíduos mais experientes, além de melhor preparação fisiológica, apresentam melhor desempenho na habilidade de percepção (especialmente em reconhecimento de padrões e antecipação), tomada de decisão (especialmente sobre tática apropriada e procedimentos) e habilidade de execução de movimento (especialmente adaptabilidade e automatização) (Baker, Côté, & Abernethy, 2003; Afonso et al., 2012).

Baker, Côté, et al. (2003) estudaram atletas experientes (média de prática de 20,7 anos e participação em seleção) e não experientes (mais de 10 anos de prática e participação máxima em campeonatos estaduais) de diversos esportes coletivos. Seus objetivos foi descobrir, a partir da opinião dos atletas, quais os melhores conteúdos de treino para o desenvolvimento de algumas capacidades importantes para seu rendimento. Para o desenvolvimento das habilidades perceptivas os atletas indicaram a importância da competição, treinamento com vídeo, treino organizado e observação de jogos na

televisão. Para a tomada de decisão, listaram como importante a competição, treinamento com vídeo e treino organizado.

A partir das considerações apresentadas anteriormente sobre as características dos esportes coletivos, entendemos que os testes que não possuem exigência de percepção, antecipação e tomada de decisão presentes no seu protocolo são considerados como simples ou fechados. Por outro lado, nos testes abertos a movimentação que o atleta realizará é imprevisível, exigindo então, estas necessidades cognitivas (Sheppard & Young, 2006; Sheppard et al., 2006). Ou seja, as habilidades abertas não podem ser pré-planejadas. Entretanto, nas habilidades fechadas pode-se fazer um pré-planejamento do que será realizado (Sheppard & Young, 2006; Sheppard et al., 2006). Especificamente para os estímulos de agilidade, a capacidade de mudança de direção em velocidade, de percepção e tomada de decisão são importantes (Young et al., 2002), e como são considerados estímulos específicos, são fruto do treinamento também específico (Baker, Horton, et al., 2003; Afonso et al., 2012). A Figura 1 apresenta os componentes que influenciam o desempenho da agilidade.



Figura 1. Componentes que influenciam o desempenho da agilidade em situações de incerteza espacial e temporal (adaptado de Young et al. (2002).

Devido à importância cognitiva de tomada de decisão no teste de agilidade, alguns estudos foram conduzidos utilizando-se de diferentes estímulos perceptivos (Farrow et al., 2005; Veale et al., 2010).

Encontrou-se que indicadores cognitivos diferentes dos que ocorrem durante os jogos não tem a capacidade de diferenciar os atletas de acordo com o seu nível de desempenho específico. Isso só ocorre quando o teste empregado apresenta exigências específicas da modalidade (Veale et al., 2010). Ou seja, a avaliação da capacidade de mudança de direção do deslocamento de um atleta nos esportes coletivos deve ocorrer a partir de um estímulo que é particular do esporte. Assim, os estímulos genéricos não são capazes de diferenciar os atletas com níveis de desempenho diferentes (Sheppard & Young, 2006; Sheppard et al., 2006).

Com base nas informações já apresentadas, podemos afirmar que os atletas com melhor desempenho de agilidade apresentam um ajuste corporal mais adequado nas mudanças de direção e melhor antecipação devido à capacidade de interpretar a posição corporal do adversário (Farrow et al., 2005; Veale et al., 2010). Isso se deve ao fato do tempo de resposta a um estímulo apresentar estreita relação com a experiência prévia do atleta. Apesar da baixa representatividade da velocidade de reação no tempo total do teste de agilidade proposto por Young e Willey (2010) para jogadores de futebol, este foi o critério que apresentou maior relação com o desempenho. Assim, se o estímulo não for específico à modalidade – os atletas com maior experiência não tirarão proveito desta capacidade (Farrow et al., 2005; Sheppard & Young, 2006; Veale et al., 2010).

Os estudos ainda indicam casos de ausência de correlação entre o desempenho dos indivíduos em estímulos de (1) velocidade, de (2) mudança de direção em velocidade e de (3) agilidade. Os resultados nos trazem a conclusão de que estes são estímulos de natureza distintos e que dependem de manifestações físicas, técnica e cognitivas em graus também diferenciados (Young et al., 2002; Sheppard & Young, 2006). Além disso, a literatura tem demonstrado que o desenvolvimento das condições responsáveis pelo alto desempenho esportivo não são inatas. Pelo contrário, são consideradas fruto da prática e especialização esportiva (Memmert et al., 2010). Dentro deste grupo de capacidades esportivas específicas encontram-se as habilidades de percepção e antecipação, por exemplo, consideradas como determinantes para a adequada realização de algumas ações (Jackson et al., 2006; Royal et al., 2006; Sheppard et al., 2006; Veale et al., 2010; Afonso et al., 2012; Faubert & Sidebottom, 2012).

Testes Utilizados em Jogadores de Polo Aquático

Com o objetivo de se avaliar o desempenho dos jogadores de polo aquático a literatura tem se dividido basicamente em dois campos. De um lado encontram-se estudos relativos ao comportamento técnico e tático durante uma partida competitiva (Iturriaga, Ruiz , & Alonso, 2009; Lupo et al., 2011; Lupo, Condello, & Tessitore, 2012). São os estudos sobre análise de jogo. São avaliados, por exemplo, a quantidade de ataques, passes e arremessos (Lupo et al., 2011; Lupo et al., 2012) - bem como o local deste arremesso a gol e sua consequência (Tucher, Castro, Silva, et al., 2014).

Consideram-se ainda as situações de ocorrência de superioridade numérica, exclusões e todas as variáveis técnicas e táticas que podem ser obtidas por meio da observação do jogo ou simplesmente pela súmula da partida (Escalante et al., 2012; Tucher, Canossa, Cabral, Garrido, & Castro, 2015). Todas estas variáveis podem ser analisadas simplesmente por meio de sua frequência de ocorrência. Entretanto, visando dar mais significado a estes números brutos, os estudos mais recentes tem buscado associar a ocorrência destes comportamentos com o resultado da partida (Iturriaga et al., 2009; Escalante et al., 2012; Lupo et al., 2012; Tucher, Castro, Silva, et al., 2014; Tucher, Canossa, et al., 2015).

A outra proposta de avaliação dos jogadores de polo aquático reside em conhecer suas características antropométricas (Varamenti & Platanou, 2008) ou testá-los quanto ao seu desempenho em testes motores fora (Varamenti & Platanou, 2008) e dentro da água (Rechichi et al., 2000; Mujika et al., 2006; Platanou, 2006; Tan et al., 2010; Uljevic et al., 2013; Uljevic et al., 2014). A literatura tem se concentrado mais nos testes realizados na água porque acredita-se que estes resultados reflitam com mais especificidade o comportamento dos jogadores (Uljevic et al., 2013; Uljevic et al., 2014). Como exemplo de procedimentos realizados na água citam-se os testes que visam mensurar a capacidade aeróbia (Rechichi et al., 2000), o salto vertical (Platanou, 2006; Uljevic et al., 2013; Uljevic et al., 2014), a capacidade de deslocamento intermitente (Mujika et al., 2006), a velocidade repetida (Tan et al., 2010), a velocidade/agilidade (Rechichi et al., 2000), nado em distâncias variadas (10 m – 400 m) (Falk et al., 2004; Uljevic et al., 2013), dinamometria durante eggbeater (Uljevic et al., 2013; Uljevic et al., 2014), velocidade de arremesso (Falk et al., 2004; Uljevic et al., 2013; Uljevic et al., 2014), distância do arremesso (Falk et al., 2004), precisão do passe (Uljevic et al., 2013), condução da bola (Falk et al., 2004) e

também a combinações dos testes apresentados (Uljevic et al., 2014). Entretanto, caro treinador, todos estes testes são caracterizados por não exigirem a necessidade de percepção e tomada de decisão.

O Teste Funcional de Desempenho da Agilidade (TFDA)

Pode-se considerar que o Teste Funcional de Desempenho da Agilidade (TFDA) é relativamente recente. Os estudos realizados tiveram como objetivo testar a confiabilidade, a validade e a sensibilidade das suas medidas. Mais informações sobre os procedimentos e amostra podem ser obtidos nos artigos já publicados (Tucher, Castro, Garrido, & Silva, 2014; Tucher, Castro, Silva, & Garrido, 2015). O TFDA é caracterizado como de natureza aberta (Sheppard & Young, 2006; Veale et al., 2010; Young & Willey, 2010), pois o atleta que está sendo avaliado não tem informação prévia da direção do seu deslocamento. O seu deslocamento deve ser realizado o mais brevemente possível a partir da percepção do sentido do passe realizado por outro atleta.

Para a realização do TFDA são necessárias a área de avaliação e cinco bolas oficiais de polo aquático. A área de avaliação é formada por um quadrado de 3 m² e quatro arcos flutuantes presos as suas extremidades (Figura 2). O quadrado da área de avaliação é formado utilizando-se de canos de PVC (policloreto de polivinila, da sigla inglesa de *polyvinyl chloride*) com 0,02 m de espessura. Sua flutuabilidade é garantida por sua fixação a materiais flutuantes. Os arcos flutuantes são formados por material flexível com comprimento de 0,80 m e são responsáveis pela manutenção da bola no local desejado. Os arcos são fixados ao cano de PVC utilizando-se fitas de velcro. A área de avaliação é mantida na posição desejada por meio de cordas amarradas aos locais onde as raia são fixadas na piscina. A representação da área do Teste Funcional de Desempenho da Agilidade (TFDA) pode ser observada na Figura 2.

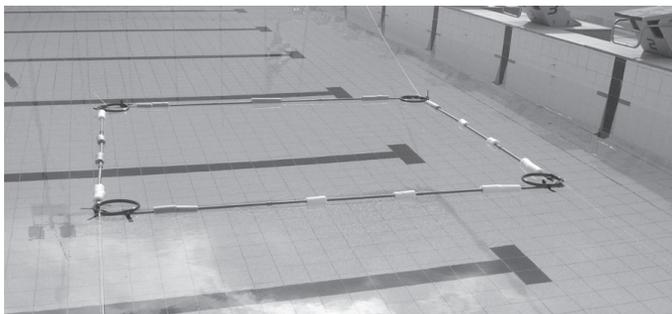


Figura 2. Representação da área de avaliação do Teste Funcional de Desempenho da Agilidade (TFDA) para jogadores de polo aquático.

O jogador que será testado começa na parte de dentro da área de avaliação e próximo a uma de suas extremidades (Figura 3). Quatro bolas são mantidas na extremidade da área de avaliação por estarem dentro dos arcos flutuantes. Quatro atletas estão posicionados na parte de fora da área de avaliação (um para cada extremidade – jogadores responsáveis pela realização do passe). O testado iniciará com a mão sobre a bola que estiver mais próxima do seu posicionamento (Figura 3). O jogador do mesmo lado do testado (mas do lado de fora da área de avaliação) terá uma bola em mãos e ao perceber que o jogador que está sendo testado (dentro da área de avaliação) retirou a mão da bola, iniciando seu deslocamento em velocidade ao centro do quadrado, deverá tocá-la para o jogador da extremidade oposta (ao visualizar a Figura 4, neste caso, o jogador no ponto B1 passará a bola obrigatoriamente para o do ponto B2).

Ao receber a bola a partir do primeiro passe, este jogador realizará mais um passe para um dos jogadores que estão ao seu lado (para a direita ou esquerda). Na Figura 4, o jogador do ponto B2 pode passar a bola para os jogadores dos pontos B3 ou B4. Assim, o testado deverá se deslocar o mais breve possível para onde a bola foi passada e retirar uma bola de dentro do arco flutuante. O jogador que receber a bola desse segundo passe (pontos B3 ou B4) deverá passá-la mais uma vez ao recebê-la (jogador no ponto B3 e B4 só podem passar a bola para os pontos B1 ou B2). Todos os passes devem ser executados sem realizar fintas ou movimentos que visem enganar o atleta sendo testado. O testado não saberá para quem os passes serão realizados.

Os jogadores e o destino dos passes são determinados aleatoriamente em todas as repetições. Se o jogador sendo testado errar sua movimentação de forma grosseira (de tal forma que o impeça de prosseguir no teste), algum jogador errar o passe ou realizá-lo da maneira incorreta, o procedimento deve ser repetido após cerca de 2 minutos de intervalo.

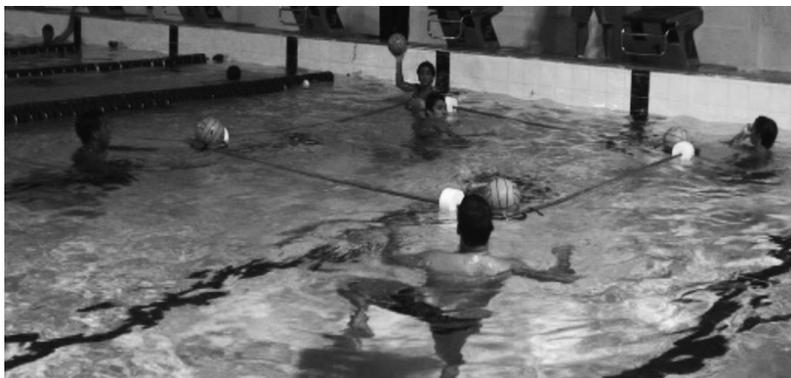


Figura 3. Representação da área de avaliação do Teste Funcional de Desempenho da Agilidade (TFDA) para jogadores de polo aquático com o jogador sendo testado dentro da área de avaliação e o posicionamento correto dos quatro jogadores responsáveis pelo passe.

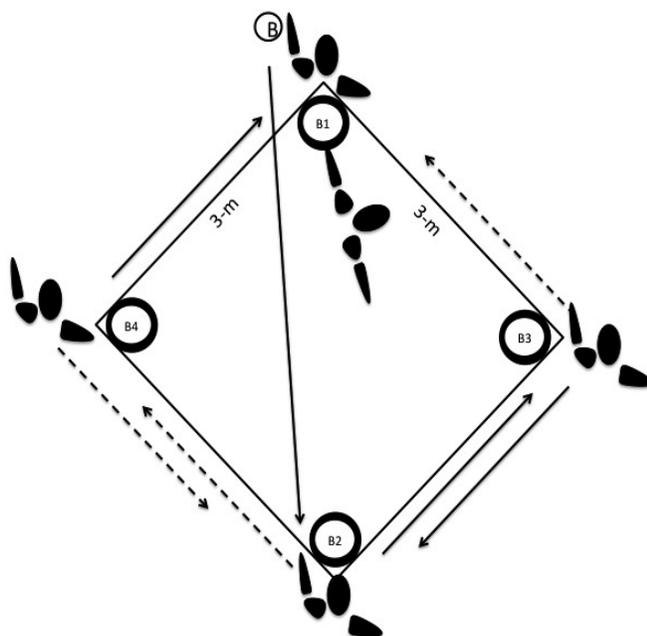


Figura 4. Representação esquemática do Teste Funcional de Desempenho da Agilidade (TFDA) proposto para avaliar jogadores de polo aquático em tarefa de tomada de decisão.

O tempo necessário para realização do teste pode ser medido manualmente com um cronômetro de boa qualidade. A preocupação é que o avaliador responsável pela mensuração do tempo tenha atenção ao teste, tenha condições de iniciar e interromper o tempo sem a necessidade de visualização do equipamento (cronômetro) para acionar os botões e que sejam treinados previamente para a realização dos procedimentos relativos ao TFDA. O avaliador inicia o tempo no cronômetro quando o jogador testado retirar sua mão da bola. Ao retirar a segunda bola do arco flutuante o tempo é interrompido, obtendo-se o tempo total para realização do TFDA.

Sugerimos que o jogador que está sendo testado não receba qualquer tipo de estímulo durante a realização do TFDA. Apesar de esta ser uma prática comum, consideramos que estes estímulos podem ser interpretados de maneira diferente pelos atletas e até mesmo entre os atletas. Além disso, que os atletas só recebam informações sobre o seu desempenho (quantitativa ou qualitativamente) após a finalização da sua participação. A percepção sobre desempenho é muito individual. Assim, como a percepção de desempenho do atleta pode não ser compatível ao tempo que ele obteve para realizar o TFDA, pode ocorrer uma desmotivação na realização das repetições seguintes. Além disso, dificilmente será mantido o mesmo grau de incentivo entre os atletas em todas as repetições (Currell & Jeukendrup, 2008; Impellizzeri & Marcora, 2009).

Os atletas que participarão do TFDA podem ser informados em grupo sobre os procedimentos de sua realização, sua importância e objetivo. Esta ação economiza tempo e é importante principalmente na primeira vez que o TFDA for realizado. Acredita-se que posteriormente as explicações passem a ser importantes apenas para os jogadores que nunca realizaram o TFDA. Sugerimos que 5 repetições do TFDA sejam utilizadas para cada atleta como mecanismo de familiarização para a primeira vez que o teste for realizado. Este procedimento é importante para todos os envolvidos no processo de avaliação (atletas testado, atletas responsáveis pelo passe e avaliador) (Tucher, Castro, et al., 2015). Finalmente, sugerimos que se tenha um auxiliar que será responsável pelo registro do tempo dos atletas. Indicamos ainda a possibilidade de filmagem do teste para posterior avaliação qualitativa do desempenho do atleta pela comissão técnica.

Todas as dúvidas devem ser retiradas durante o processo de familiarização. Pela nossa experiência na realização do teste, é muito comum que nas primeiras repetições aconteçam erros. Mesmo

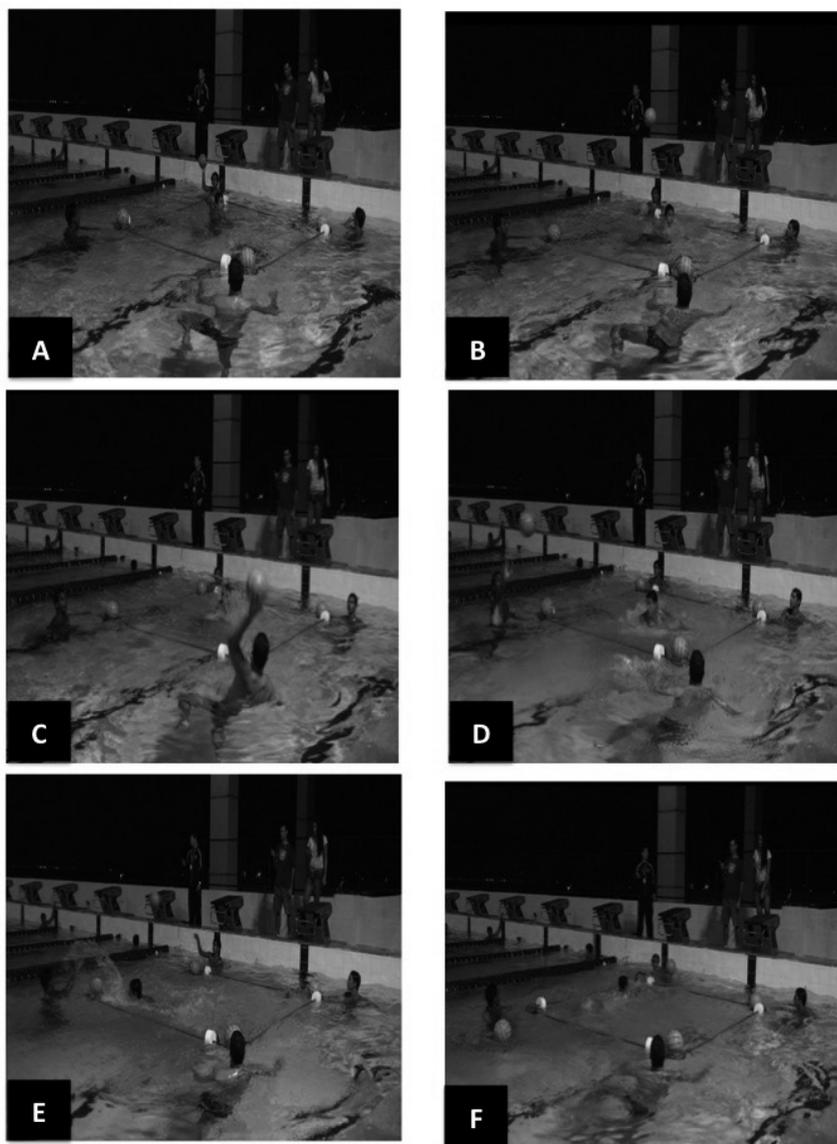


Figura 5. Representação da movimentação do atleta testado a partir do passe da bola realizado pelos jogadores de polo aquático no TFDA.

após a explicação verbal por parte do treinador. Erros comuns são a realização de passes de forma inapropriada pelos jogadores que estão nas extremidades da área de avaliação (demora na realização do passe, cruzar a bola no segundo e terceiro passe ou realizando fintas, por exemplo) e a perda do contato visual do jogador que está sendo testado com a bola (o que impossibilita sua movimentação, sendo mais comum nos iniciantes).

Nos estudos que publicamos foi proposta uma preparação para realização do teste que consistiu de alongamentos e rotação dos membros fora da água, seguido de 200 m nado livre alternando deslocamentos ventrais e dorsais com diversos tipos de pernada, 4 x 100 m crawl com virada a cada 25 m sem impulsão na borda (com saída a cada 110 segundos) e 4 x 25 m divididos em 12,5 m em velocidade e 12,5 m em recuperação (com saída a cada 50 s). De qualquer forma, nada impede que aquecimento realizado costumeiramente pelos atletas seja realizado. O importante é que ele se sinta preparado para a realização do teste. Após o aquecimento sugere-se um intervalo entre 3-5 min para recuperação. Um resumo da movimentação do atleta testado a partir do passe da bola realizado pelos jogadores de polo aquático no TFDA pode ser obtida na Figura 5.

A título de comparação e referência indicamos na Tabela 1 o desempenho descritivo dos atletas já avaliados no TFDA (Tucher, Castro, Garrido, et al., 2014; Tucher, Castro, et al., 2015).

Tabela 1. Desempenho de atletas de polo aquático já avaliados no Teste Funcional de Desempenho da Agilidade (adaptado de Tucher, Castro, Garrido, et al. (2014); Tucher, Castro, et al. (2015)).

Característica da amostra	Desempenho (média ± dp)
Quatorze jovens jogadores (idade de $16,3 \pm 1,8$ anos) de polo aquático competitivo do sexo masculino com no mínimo 2 anos de experiência na modalidade.	$4,71 \pm 0,44$ s
Quarenta e dois jogadores de polo aquático do sexo masculino (sendo 37 alas, 3 centros e 2 goleiros; idade de $17,8 \pm 3,2$ anos; $178,3 \pm 7,2$ de estatura) com no mínimo 5 anos de experiência na modalidade ($7,0 \pm 2,8$ anos). Jogadores de nível nacional e internacional, envolvidos com cerca de 5 sessões de treino semanais ($5,8 \pm 1,7$ sessões por semana).	$4,13 \pm 0,43$ s

No Quadro 1 é apresentado um resumo com as principais dúvidas e respostas geralmente relacionadas ao TFDA.

Quadro 1. Resumo com as principais dúvidas e respostas relativas ao Teste Funcional de Desempenho da Agilidade (TFDA) para jogadores de polo aquático.

Dúvidas Frequentes	Respostas
Qual é o objetivo do TFDA?	Avaliar a agilidade de jogadores de polo aquático a partir do passe realizado por um outro jogador por meio de um teste que envolva a tomada de decisão.
Qual a importância do TFDA no processo de treinamento de atletas de polo aquático?	Os testes existentes na literatura para avaliar o desempenho dos jogadores de polo aquático são considerados de natureza “fechada”, porque não avaliam a capacidade de tomada de decisão – determinante nas modalidades esportivas coletivas. Por meio do TFDA é possível avaliar a capacidade de mudança rápida da posição corporal dentro da água (técnica) e a tomada de decisão. Pelas características do teste acredita-se que a exigência assemelhe-se mais a de uma ação defensiva.
Posso avaliar atletas de diferentes níveis de rendimento?	Sim. Podem ser avaliados atletas de diferentes níveis de rendimento. Por assemelhar-se a uma condição de jogo (imprevisível), acreditamos que os atletas iniciantes precisarão de mais atenção a familiarização.
Que outras considerações sobre o TFDA também preciso saber?	Para que o TFDA seja utilizado com maior confiabilidade, é importante que os erros de medida sejam minimizados. Assim, dê a devida importância a etapa da familiarização. O tempo medido no TFDA expressa de forma conjunta a capacidade de agilidade, percepção, tomada de decisão e técnica para mudança corporal na água. Utilize o TFDA como controle do seu processo de treinamento. Mais importante do que comparar o desempenho de um atleta com o de outros, é poder compará-lo com ele mesmo. Critérios relativos a experiência esportiva prévia do atleta em outras modalidades e no polo aquático, qualidade do treinamento específico, posição tática, motivação, crescimento, desenvolvimento e maturação podem influenciar no desempenho – principalmente entre os mais jovens.
Qual é o tamanho da área de avaliação do TFDA?	3 m ²

Qual o tamanho dos arcos flutuantes que estão nas extremidades do quadrado e são responsáveis pela manutenção de quatro bolas na posição desejada?	0,80 m de comprimento
Como os arcos flutuantes que estão nas extremidades do quadrado são mantidos na posição desejada	Utilizando-se de tiras de velcro.
Como é garantida a flutuabilidade da área de avaliação?	Por meio de materiais flutuantes presos ao cano PVC
Como a área de avaliação é mantida na posição desejada dentro da piscina?	Por meio de cordas
Qual é a profundidade adequada da piscina para realização do TFDA?	Como o teste visa repetir uma condição de jogo, a profundidade deve ser suficiente para os atletas não tocarem os pés no chão. Entretanto, nada impede que adaptações na profundidade da piscina sejam realizadas para os mais jovens. Mas deve-se levar em consideração esta escolha na hora da avaliação.
Qual a importância da familiarização para o atleta que está sendo testado?	Evitar alterações no desempenho entre as repetições que sejam fruto da aprendizagem do teste. Evitar erros grosseiros durante o teste, tornando-o demorado. Medir um desempenho próximo da condição real do atleta.
Qual a importância da familiarização para os quatro atletas responsáveis pelo passe?	Não prejudicar o desempenho do atleta que está sendo testado. Evitar erros grosseiros durante o teste, tornando-o demorado. Realizar passes que atendam as exigências do teste.
Qual a importância da familiarização para o responsável por medir o tempo (geralmente o preparador físico ou treinador)?	Diminuir o erro de medida para uma repetição e entre as repetições.

Qual a quantidade de familiarizações que um atleta que nunca fez o teste deve realizar?	São sugeridas 5 repetições por jogador. A familiarização pode até mesmo ser explicada sem a área de avaliação, quando quatro atletas formam a figura de um quadrado e os passes são realizados seguindo a orientação do teste. Dependendo da quantidade de atletas sendo avaliados, pode-se realizar a testagem do desempenho no dia seguinte a familiarização.
Qual a quantidade de repetições que deve ser realizada no momento real da testagem do desempenho?	Sugerimos 3 repetições
Qual o intervalo que deve ser oportunizado entre as repetições no momento da testagem real do desempenho?	O suficiente para que não haja influência da fadiga. Os atletas podem ser testados de forma alternada, respeitando o tempo mínimo de 2-3 minutos entre as repetições.
Como escolho os atletas responsáveis pela realização dos passes?	Devem ser atletas com nível de rendimento e experiência esportiva semelhante a do indivíduo que está sendo testado.
Como é obtido o tempo de desempenho no TFDA em cada repetição?	O cronômetro é iniciado quando o atleta que está sendo testado retira sua mão da bola. O tempo é interrompido quando a segunda bola é retirada do arco flutuante. Sugere-se que as medidas sejam tomadas por um mesmo avaliador. Entretanto, os estudos realizados demonstraram consistência no tempo obtido entre dois diferentes avaliadores.
Como é obtido o tempo global de desempenho no TFDA?	Pela média do tempo obtido nas três repetições, ou seja: $(TR1 + TR2 + TR3)/3$ (onde TR = tempo de repetição) Optou-se pela média por ser uma medida descritiva que leva em consideração, na sua representação, o pior e o melhor desempenho no TFDA.

<p>De forma breve, como o atleta é testado?</p>	<p>Ele deve se mover o mais breve possível dentro de um quadrado de 3 m² a partir do passe realizado pelos outros atletas. Ele começa com uma das mãos sobre uma das bolas que estão flutuando. Ao retirar a mão da bola, deve se deslocar rapidamente ao centro do quadrado. Neste mesmo momento o primeiro passe é realizado na diagonal. A partir deste momento, um segundo passe é realizado (para a direita ou esquerda do jogador responsável pelo passe) de forma breve e sem movimentos enganosos. O atleta que está sendo testado deve se deslocar para o mesmo lado do quadrado para onde o passe foi realizado e retirar, pela primeira vez, a bola que está flutuando neste mesmo lado. Um terceiro passe é realizado (novamente para a direita ou esquerda). O atleta que está sendo testado se desloca para o mesmo lado do quadrado para onde o passe foi realizado e retira, pela segunda vez, a bola que está flutuando neste mesmo lado.</p>
<p>Quais são os fatores que podem interromper a realização de uma repetição?</p>	<p>Demora na execução dos passes: o passe deve ser realizado sempre de forma rápida. Realização de movimentos enganosos. Passe realizado com erro.</p>
<p>Devo informar o desempenho do atleta após cada repetição?</p>	<p>Sugerimos que não. A interpretação de bom ou mal desempenho é muito pessoal. Uma má interpretação do desempenho pessoal pode desmotivar o atleta para as repetições seguintes. Sugerimos informar o desempenho dos atletas após todos terem sido testados.</p>
<p>Quais devem ser as preocupações do indivíduo responsável por medir o tempo no TFDA?</p>	<p>Ter atenção ao momento que o atleta que está sendo avaliado retirar a mão da bola – iniciando o tempo no cronômetro. Ter atenção ao momento que o atleta que está sendo avaliado retirar a segunda bola do arco flutuante – interrompendo o tempo no cronômetro. Ter atenção na marcação do tempo ao longo de todas as repetições. Só informar o tempo/desempenho do atleta após o término do teste.</p>
<p>Qual é a distância recomendada entre o responsável por medir o tempo e a área de avaliação do TFDA?</p>	<p>Nos estudos que realizamos esta distância nunca foi maior do que 5 m. Sugerimos uma distância ideal que permita a visualização ampla de toda a área de avaliação e dos momentos importantes de início e término de tempo no cronômetro.</p>

O que é medido no TFDA?	O tempo, em segundos, necessário para retirar duas bolas dos arcos flutuantes a partir dos passes realizados por outros jogadores. O tempo medido no TFDA representa a capacidade de agilidade, percepção, tomada de decisão e mudança corporal na água por parte do atleta.
O que pode ser avaliado no TFDA?	A avaliação pode ocorrer durante ou após a realização do TFDA. Se optar por uma avaliação ao mesmo tempo que o TFDA for realizado, sugere-se que o treinador elabore uma lista de verificação com os principais critérios a serem observados (e previamente elaborados). E que não seja o mesmo responsável por mensurar o tempo. Optando-se por uma avaliação posterior, sugere-se a filmagem das repetições (dentro e fora da água). De qualquer forma a lista de verificação deve ser elaborada. Entretanto, com esta ferramenta é possível a repetida visualização para avaliação qualitativa no teste e até mesmo alguma explicação/instrução ao próprio atleta. Sugestão de alguns critérios a serem avaliados: (1) adequada utilização corporal para movimentação; (2) adequada utilização corporal para retirar a bola do arco; (3) adequada movimentação corporal entre os movimentos de retirada das bolas dos arcos flutuantes; (4) adequada utilização corporal entre os movimentos de retirada das bolas dos arcos flutuantes; (5) manutenção do contato visual com a bola; (6) manutenção do contato visual com a bola durante as movimentações; (7) manutenção do contato visual com os atletas na área de avaliação; (8) manutenção do contato visual com os atletas na área de avaliação durante a movimentação; (9) adequação na interpretação corporal do atleta responsável pelo passe; (10) adequação na tomada de decisão do atleta responsável pelo passe.

Conclusão

O Teste Funcional de Desempenho da Agilidade (TFDA) é um instrumento de avaliação da agilidade para jogadores de polo aquático que envolve a rápida tomada de decisão. Para sua adequada realização é exigido bom desenvolvimento de capacidades inerentes à rápida movimentação do atleta no ambiente aquático e da tomada de decisão. Assim, é importante o conhecimento do ambiente do jogo, pois sua movimentação ocorre a partir da percepção do passe realizado por outro jogador. A familiarização mostrou-se como um procedimento importante para o conhecimento do TFDA e deve ser realmente utilizada pelos atletas e equipes que não co-

nhecem o teste. Finalmente, acredita-se que o TFDA mensure a agilidade e a tomada de decisão associados as ações defensivas. Isso porque estas capacidades são avaliadas considerando-se a movimentação e percepção do atleta a partir do passe realizado por outro jogador.

Referências

- Afonso, J., Garganta, J., & Mesquita, I. (2012). A tomada de decisão no desporto: o papel da atenção, da antecipação e da memória. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 14(5), 592-601.
- Araujo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653-676.
- Baker, J., Cote, J., & Abernethy, B. (2003). Sport-specific practice and the development of expert decision-making in team ball sports. *Journal of Applied Sport Psychology*, 15(1), 12-25.
- Baker, J., Côté, J., & Abernethy, B. (2003). Learning from the experts: practice activities of expert decision makers in sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(3), 342-347.
- Baker, J., Horton, S., Robertson-Wilson, J., & Wall, M. (2003). Nurturing sport expertise: factors influencing the development of elite athlete. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2(1), 1-9.
- Bampouras, T. M., & Marrin, K. (2009). Comparison of two anaerobic water polo-specific tests with the Wingate Test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 336.
- Currell, K., & Jeukendrup, A. E. (2008). Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Medicine*, 38(4), 297-316.
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Tella, V., Mansilla, M., García-Hermoso, A., & Dominguez, A. M. (2012). Water polo game-related statistics in Women's International Championships: differences and discriminatory power. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 475-482.
- Falk, B., Lidor, R., Lander, Y., & Lang, B. (2004). Talent identification and early development of elite water-polo players: a 2-year follow-up study. *Journal of Sports Sciences*, 22(4), 347-355.
- Farrow, D., Young, W., & Bruce, L. (2005). The development of a test of reactive agility for netball: a new methodology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(1), 52-60.
- Faubert, J., & Sidebottom, L. (2012). Perceptual-cognitive training of athletes. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6(1), 85.
- Ferragut, C., Abalde, J., Vila, H., Rodriguez, N., Argudo, F., & Fernandes, R. (2011). Anthropometry and throwing velocity in elite water polo by specific playing positions. *Journal of Human Kinetics*, 27, 31-44.
- Impellizzeri, F. M., & Marcora, S. M. (2009). Test validation in sport physiology: lessons learned from clinimetrics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(2), 269-277.
- Iturriaga, F. A., Ruiz, E., & Alonso, J. I. (2009). Were differences in tactical efficacy between the winners and losers teams and the final classification in

- the 2003 Water Polo World Championship? *Journal of Human Sport and Exercise*, 4(2), 142-153.
- Jackson, R. C., Warren, S., & Abernethy, B. (2006). Anticipation skill and susceptibility to deceptive movement. *Acta Psychologica*, 123(3), 355-371.
- Kirk, D., & MacPhail, A. (2002). Teaching games for understanding and situated learning: Rethinking the Bunker-Thorpe model. *Journal of Teaching in Physical Education*, 21, 177-192.
- Lozovina, M., Lozovina, V., & Pavičić, L. (2010). Analysis of certain indicators of the load in the play of wing in today water polo. *Sport Science*, 3(2), 27-33.
- Lupo, C., Condello, G., & Tessitore, A. (2012). Notational analysis of elite men's water polo related to specific margins of victory. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 516-525.
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C., & Capranica, L. (2010). Notational analysis of elite and sub-elite water polo matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 223-229.
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C., King, B., Cortis, C., & Capranica, L. (2011). Notational analysis of American women's collegiate water polo matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 753-757.
- Memmert, D., Baker, J., & Bertsch, C. (2010). Play and practice in the development of sport-specific creativity in team ball sports. *High Ability Studies*, 21(1), 3-18.
- Mujika, I., McFadden, G., Hubbard, M., Royal, K., & Hahn, A. (2006). The water-polo intermittent shuttle test: a match-fitness test for water-polo players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(1), 27-39.
- Platanou, T. (2006). Simple "in-water" vertical jump testing in water polo. *Kinesiology*, 38(1), 57-62.
- Rechichi, C., Dawson, B., & Lawrence, S. R. (2000). A multistage shuttle swim test to assess aerobic fitness in competitive water polo players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(1), 55-64.
- Royal, K. A., Farrow, D., Mujika, I., Halson, S. L., Pyne, D., & Abernethy, B. (2006). The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 807-815.
- Sheppard, J., & Young, W. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
- Sheppard, J., Young, W. B., Doyle, T. L. A., Sheppard, T. A., & Newton, R. U. (2006). An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 342-349.
- Smith, H. K. (1998). Applied physiology of water polo. *Sports Medicine*, 26(5), 317-334.
- Tan, F., Polglaze, T., & Dawson, B. (2009). Activity profiles and physical demands of elite women's water polo match play. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 1095-1104.
- Tan, F., Polglaze, T., & Dawson, B. (2010). Reliability of an in-water repeated-sprint test for water polo. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 117-120.
- Tucher, G., Canossa, S., Cabral, R., Garrido, N., & Castro, F. A. d. S. (2015). Relação entre a eficácia da superioridade numérica temporal e o resultado da partida no polo aquático. *Revista da educação Física/UEM*, 26(4).

- Tucher, G., Castro, F. A. d. S., Garrido, N., & Silva, A. J. (2014). The reliability of a functional agility test for water polo. *Journal of Human Kinetics, 41*, 181-190.
- Tucher, G., Castro, F. A. d. S., Silva, A. J., & Garrido, N. (2015). The functional test for agility performance is a reliable quick decision-making test for skilled water polo players. *Journal of Human Kinetics, 46*(1), 157-165.
- Tucher, G., Castro, F. A. S., Silva, S. D. M. Q., Garrido, N., Cabral, R. G., & Silva, A. J. (2014). Relationship between origin of shot and occurrence of goals in competitive men's water polo matches. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance, 16*(2), 136-143.
- Uljevic, O., Esco, M. R., & Sekulic, D. (2014). Reliability, validity, and applicability of isolated and combined sport-specific tests of conditioning capacities in top-level junior water polo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 28*(6), 1595-1605.
- Uljevic, O., Spasic, M., & Sekulic, D. (2013). Sport-specific motor fitness tests in water polo: reliability, validity and playing position differences. *Journal of Sports Science and Medicine, 12*, 646-654.
- Varamenti, E., & Platanou, T. (2008). Comparison of anthropometrical, physiological and technical characteristics of elite senior and junior female water polo players: a pilot study. *Open Sports Medicine Journal, 2*, 50-55.
- Veale, J. P., Pearce, A. J., & Carlson, J. S. (2010). Reliability and validity of a reactive agility test for Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 5*(2), 239-248.
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 42*(3), 282-288.
- Young, W. B., & Willey, B. (2010). Analysis of a reactive agility field test. *Journal of Science and Medicine in Sport, 13*(3), 376-378.

Salvamento desportivo em piscina: caracterização, iniciação desportiva, treino e investigação

J. Arturo Abraldes¹, Ricardo J. Fernandes²

Introdução

O salvamento aquático em Portugal, seguindo o mesmo padrão de outros países, surgiu pela necessidade premente de se evitarem mortes por afogamento (Paredes, 1991). Nesse sentido, fundou-se em 1892 o Instituto de Socorros a Náufragos (ISN, ver <http://www.amn.pt/ISN/Paginas/Missao.aspx>), o qual é responsável na atualidade pela direção técnica dos serviços de salvamento nas áreas marítimas e fluviais de Portugal. O ISN, dependendo diretamente da Marinha Portuguesa, tem propósitos fundamentalmente humanitários, não incluindo a promoção e desenvolvimento do salvamento enquanto prática desportiva.

De facto, o salvamento aquático, embora não muito conhecido e divulgado, é também um desporto, sendo praticado em vários países. Para a sua melhor organização e divulgação em Portugal criou-se, nos primeiros anos do século XXI, a Federação Portuguesa de Nadadores Salvadores (FEPONS, ver <http://www.fepons.org>), com o objetivo de promover e divulgar o salvamento aquático desportivo. A organização e realização de competições em Portugal está num período inicial, embora tenham sido já realizados sete campeonatos nacionais de salvamento aquático e exista experiência na organização de eventos internacionais, nomeadamente dos 19º Jogos do Atlântico (Viana do Castelo, Julho de 2013). Portugal tem também participado nos últimos anos em eventos internacionais, particularmente nos últimos Campeonatos Europeus e Mundiais em Torrevieja (Espanha) e Montpellier (França), respetivamente.

Neste estágio inicial de desenvolvimento do salvamento aquático desportivo em Portugal consideramos ser importante divulgar e

1 Faculdade de Desporto, Universidade de Múrcia e Federação de Salvamento e Socorrismo da Galiza, Espanha

2 Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto e Laboratório de Biomecânica do Porto, Portugal

reforçar os conhecimentos já existentes em outros países de forma a potenciar a sua promoção e respetivo aumento do número de praticantes. Neste sentido, o presente texto pretende ajudar o leitor (professores, técnicos, desportistas e interessados em geral) a conhecer melhor as características da modalidade e, se for o caso, utiliza-las nas suas aulas e/ou treinos na formação de futuros praticantes. O salvamento aquático desportivo é muito variado e completo, existindo uma relação particular entre as técnicas de deslocamento aquático e o uso de materiais específicos, possibilitando um maior domínio do meio onde se desenvolve.

Complementarmente à sua prática, que surgiu por imitação dos resgates aquáticos, o salvamento aquático desportivo tem como objetivo o domínio de técnicas que permitam resgatar alguém que se esteja a afogar, apresentando um evidente cariz humanitário (Abralde, 2004). Adicionalmente, os hábitos preventivos que se incutem com a sua prática são fundamentais (tão ou mais importantes que as técnicas de resgate), levando a que se previnam acidentes e se diminua o número de resgates necessários (Pelayo e Cocu, 1992). Neste sentido, além de almejar a formação desportiva do praticante, potencia-se a formação integral do indivíduo, particularmente no que se refere ao respeito e compreensão dos perigos oferecidos pelo meio aquático.

Tendo conhecimento da carência que Portugal (e os países de língua portuguesa) tem neste domínio, procurámos alcançar com este texto os seguintes objetivos: (i) dar a conhecer o salvamento aquático como atividade desportiva regulamentada e com calendário competitivo próprio; (ii) identificar as características específicas das diferentes provas de salvamento aquático que se realizam em piscina; (iii) propor um modelo de ensino adequado à aprendizagem e aperfeiçoamento das técnicas desportivas desta modalidade; e (iv) dar a conhecer, sumariamente, o estado da arte relativamente à investigação científica mais relevante na área do salvamento aquático desportivo.

Desenvolvimento

O salvamento aquático competitivo pode realizar-se em piscina ou na praia. Nas categorias juvenil (15-16 anos), júnior (17-18 anos) e absolutos (maiores de 15 anos), ambas as disciplinas apresentam um total de dez provas, sendo seis de carácter individual e quatro de estafetas (International Life Saving Federation, 2015). Além disso, e ao contrário do que se possa pensar (que a vertente competitiva só é praticada por nadadores salvadores profissionais e/ou por

desportistas maiores de idade), também existem competições para indivíduos mais jovens (a partir dos 7 anos de idade). As provas nos escalões etários mais baixos estão adaptadas nas distâncias e nos elementos técnicos a realizar (Tabela 1).

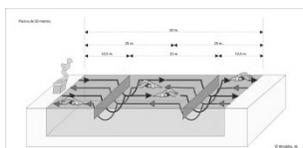
Tabela 1. Provas de salvamento desportivo em piscina divididas por categoria etária.

Escalões etários (anos):	7-8	9-10	11-2	13-4	15-6	17-8	>15	>30
Provas Individuais								
25 m resgate de manequim	•	•						
50 m natação com obstáculos	•	•						
50 m resgate de manequim			•	•	•	•	•	•
50 m resgate de manequim com barbatanas	•	•						
100 m combinada de salvamento				•	•	•	•	
100 m socorrista			•		•	•	•	•
100 m natação com obstáculos			•					
100 m resgate de manequim com barbatanas			•	•	•	•	•	•
200 m natação com obstáculos				•	•	•	•	•
200 m super-socorrista				•	•	•	•	
Provas de equipas								
12 m lançamento de corda					•	•	•	•
4 x 12,5 m reboque de manequim	•	•	•	•				
4 x 25 m reboque de manequim					•	•	•	•
4 x 25 m natação com obstáculos	•	•						
4 x 50 m natação com obstáculos			•	•	•	•	•	•
4 x 50 m natação com barbatanas	•	•	•	•				
4 x 50 m combinada de resgate			•	•	•	•	•	•

Para uma melhor compreensão deste desporto é fundamental conhecer os diferentes eventos competitivos, nomeadamente através do seu regulamento geral (onde estão descritas as provas), assim como as normas específicas de organização de cada campeonato (quantas séries existem, quantos nadadores podem aceder às finais e quantos pontos tem o primeiro classificado, por exemplo). Estes aspetos, juntamente com as distâncias parciais das provas (nomeadamente de nado, reboque e pega do manequim do fundo da piscina), os materiais específicos a utilizar, os diferentes elementos técnicos e sua interligação, e as adaptações entre piscina curta e

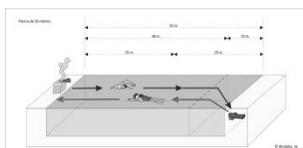
piscina longa, são fundamentais para a sua compreensão, domínio e treino. Neste texto iremo-nos centrar na descrição e análise das provas que se realizam a nível internacional nas categorias juvenil, júnior e absolutos, tanto individualmente como por equipas (Tabelas 2 e 3, respetivamente), dando importância aos pormenores que influenciam o rendimento competitivo final (Abraldes, 2011; Abraldes, Lima, Rodríguez, Soares, Fernandes, Vilas-Boas, 2006; International Life Saving Federation, 2015).

Tabela 2. Breve descrição das provas individuais realizadas em piscina (categorias juvenil, júnior e absolutos).



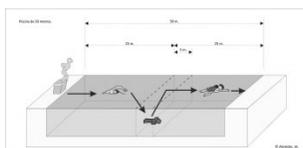
200 m natação com obstáculos (1)

Depois do sinal sonoro, o competidor mergulha e realiza 200 m livres, devendo ultrapassar subaquaticamente por 8 vezes um obstáculo (70 cm de altura e 250 cm de largura) imerso e situado a 12.5 m da parede de partida e, no caso de piscina de 50 m, um segundo obstáculo a 12.5 m da parede oposta.



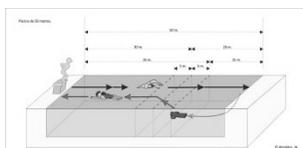
100 m resgate de manequim com barbatanas (2)

Depois do sinal sonoro, o competidor mergulha e nada 50 m livres com barbatanas. Depois imerge até ao manequim, trá-lo à superfície dentro dos seguintes 10 m (medidos desde a parede de partida) e reboca-o até à parede de chegada.



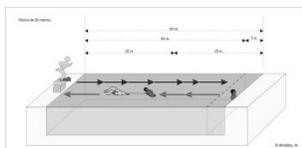
50 m resgate de manequim (3)

Depois do sinal sonoro, o competidor mergulha e nada 25 m livres, sendo uma parte à superfície. O competidor imerge até ao manequim, trá-lo até à superfície numa distância inferior a 5 m e reboca-o até à parede de chegada.



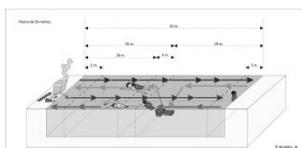
100 m resgate de manequim combinado (4)

Depois do sinal sonoro, o competidor mergulha e nada 50 m livres. Imediatamente depois da viragem, nada em imersão até ao manequim que está situado a 17.5 m (para ambos sexos), emerge o manequim antes da linha dos 5 m e reboca-o até completar a prova.



100 m socorrista (5)

Depois do sinal sonoro, o competidor mergulha e nada 50 m livres com o tubo de resgate devidamente colocado e as barbatanas calçadas. Depois de tocar a parede, coloca o tubo no manequim dentro da zona de 5 m e arrasta-o até à chegada, terminando a prova quando tocar na parede com alguma parte do corpo.

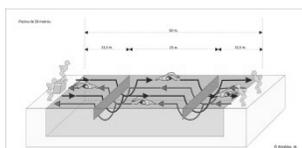


200m super-socorrista (6)

Ao sinal sonoro, o competidor mergulha e realiza 75 m livres, recolhe o manequim do fundo (emergindo antes da zona de 5 m) e reboca-o 25 m até à parede. Tocando a parede soltará o manequim e, dentro de água, calçará as barbatanas e colocará o tubo de resgate para efetuar 50 m livres. Após tocar a parede aos 150 m, colocará o tubo de resgate no manequim para reboca-lo até à parede de chegada.

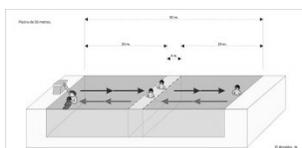
Nas provas por equipas (Tabela 3), além da eficácia individual, deve dar-se bastante atenção à coordenação entre membros da mesma equipa e à **colaboração com o companheiro, o que afetará significativamente o resultado final da prova.**

Tabela 3. Breve descrição das provas por equipas realizadas em piscina.



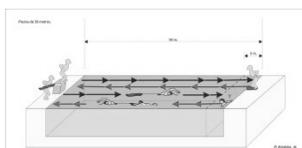
4 x 50 m natação com obstáculos (7)

Depois do sinal sonoro, o primeiro elemento da equipa nada 50 m livres, devendo ultrapassar subaquaticamente por 2 vezes um obstáculo imerso e situado a 12.5 m da parede de partida e, no caso de se disputar em piscina de 50 m, um segundo obstáculo a 12.5 m da parede oposta. O segundo, terceiro e quarto elementos partirão após toque na parede do desportista que o antecedeu.



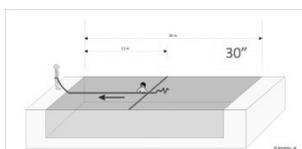
4 x 25 m reboque de manequim (8)

O primeiro participante encontra-se na água, segurando o manequim com uma mão e a outra em contacto com o bordo da parede testa e, ao sinal de partida, reboca-o até completar 25 m, passando-o ao segundo elemento da equipa (e assim sucessivamente até ao quarto desportista finalizar a prova).



4 x 50 m combinada de resgate (9)

O primeiro desportista nada 50 m livres sem barbatanas e toca na parede de chegada permitindo a partida do segundo participante que realiza a mesma distância mas com barbatanas. O terceiro nadador realiza os 50 m livres rebocando o tubo de resgate e, após tocar na parede de chegada, passa-o ao quarto desportista que, com barbatanas, se encontra na água apoiado na parede. O terceiro participante será rebocado por este, agarrando-se ao tubo de resgate até ao final da prova, podendo apenas realizar ação dos membros inferiores.



12 m lançamento de corda (10)

Após o “lançador” segurar um extremo da corda apenas com uma mão (mantendo uma posição vertical, imóvel e com os membros inferiores unidos) e a “vítima” segurar o outro extremo, esta entra na água e estende a corda acima da superfície. Com a vítima a 12 m de distância, ao sinal de partida, o competidor recolhe a corda, para ser lançada ao seu colega (tem 30 s para o conseguir). A “vítima”, segura a corda com as mãos e deixa-se resgatar (podendo mover os membros inferiores) até à parede de chegada.

Classificação do salvamento aquático

Das várias classificações possíveis para este desporto, preferimos utilizar a que considera as situações motoras como sistemas cujos componentes se interrelacionam e geram um certo grau de incerteza nos participantes (Porti, 2001). Esta classificação foi usada anteriormente (Parlebas, 1988; Alonso e Abralde, 2003 e 2007; Figura 1), fundamentando-se nos seguintes pressupostos (Figura 1): (i) “C”: refere-se à existência/inexistência de companheiros de equipa e, por consequência, à necessidade de existirem relações de colaboração motora entre intervenientes; (ii) “A”: refere-se à existência/inexistência de adversários e respetiva relação de oposição motora entre opositores; e (iii) “I”: refere-se ao facto do meio onde se pratica a atividade desportiva oferecer incerteza (ou não), isto é, se o contexto desportivo fornece informações relevantes que impliquem adaptação por parte do praticante ou se, pelo contrário, se encontra fechado e normalizado.

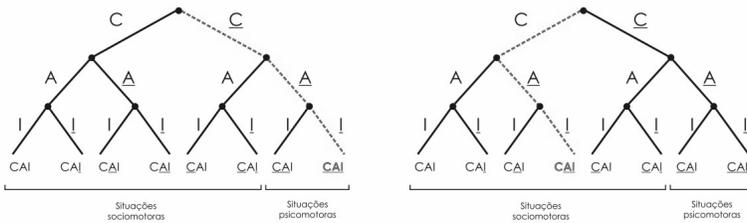


Figura 1. Representação das modalidades individuais e coletivas do salvamento aquático (painel da esquerda e da direita, respetivamente; adaptado de Alonso e Abralde, 2007).

Os três critérios acima referidos, combinados de forma binária e sublinhados em caso de ausência de um, dois ou três elementos, levam à formação de oito categorias distintas dispostas em forma de árvore, nas quais situaremos o salvamento aquático desportivo (Parlebas, 2001). Assim, em função da presença/ausência de um, dois ou três desses elementos definir-se-á a categoria em que se coloca o desporto em questão, isto é, quando há ausência de um dos três elementos aparece sublinhada a letra que o representa. Uma vez observadas as características gerais dos grupos de modalidades (sociomotoras e psicomotoras) do salvamento aquático desportivo e, percebendo as ações motoras de cada um deles, poder-

-se-á partir de uma base rigorosa para poder propor jogos motores, exercícios e/ou tarefas que se adequem a cada grupo de modalidades e o que requerem.

a. Provas Individuais

As seis modalidades descritas como individuais são efetivamente psicomotoras (Figura 1, painel da esquerda), onde a relação com os restantes desportistas não é relevante. Aqui está presente uma relação ou interação de tipo psicológico e não motor, em que o oponente não interfere nem influencia as ações motoras dos restantes intervenientes. Neste caso acontecem situações de comotricidade, isto é, há uma atuação na presença de outros mas sem uma interação corporal ou instrumental (Parlebas, 2001). Isto permite que o desportista possa ver como evolui o seu opositor, podendo servir de estímulo emocional. Nestas modalidades existe uma ausência de companheiros e adversários dentro de um meio físico estável e, por não poderem abandonar as suas respetivas pistas onde realizam o exercício, cada praticante não dispõe da colaboração de companheiro(s), nem oposição/obstaculização ou interações essenciais de adversários.

b. Provas de equipas

Apesar destas provas parecerem semelhantes às anteriormente descritas (por se realizarem em piscina - meio completamente estável), observamos que o ramo exponencial da árvore (Figura 1, painel da direita) termina dentro das situações sociomotoras, mesmo que se desenvolvam em espaço definido por pistas e, portanto, com ausência de interações relevantes por parte de adversários. No entanto, o facto de existirem claras interações na estafeta de 4 x 25 m reboque de manequim, o somatório de intervenções e os vários percursos, faz que esta modalidade tenha elementos mais complexos devido ao grau de coordenação exigido entre os membros das equipas.

As decisões e ações motoras dos desportistas ajustam-se a um meio estável, sem que o adversário possa interferir corporalmente, pelo que todas as capacidades e processos atribuídos às provas individuais repetem-se aqui. Apesar de se incluírem na categoria sociomotora, as estafetas tem um grau menor de colaboração, tratando-se apenas de se distribuir uma distância por duas ou quatro pessoas que têm de a percorrer. Tudo se complica quando se introduz material de salvamento na realização das estafetas, quer no que se refere à realização da prova propriamente dita, quer na transmis-

são do “testemunho”. A prova de lançamento de corda implica um ainda maior grau de cooperação entre intervenientes, já que a ação conjunta de tração implica uma estratégia comum e pré-definida.

Análise da iniciação e do rendimento desportivos

O conceito de iniciação desportiva tem sido estudado por vários autores e, se a considerarmos sob a perspetiva de uma execução básica, aceita-se que um individuo esteja iniciado quando for capaz de ter uma **ação básica sobre o conjunto global da atividade desportiva** na situação de jogo ou competição (Sánchez-Bañuelos, 1984). No entanto, também se pode considerar esta fase como integrante de um processo de ensino com o objetivo de adquirir um domínio prático, mas conceptual, da matéria (Hernández-Moreno, 1988). Blázquez (1995) propõe critérios distintos no que se refere a uma maior importância do processo por parte do docente de educação física, **formador e/ou educador e, em oposição, uma maior relevância do êxito desportivo (isto é, da obtenção de resultados) por parte do técnico desportivo** (Tabela 4).

Tabela 4. Conceção da iniciação desportiva em docentes de Educação Física e técnicos desportivos (adaptado de Blázquez, 1986 y 1995).

Conceção técnico-desportiva	Conceção docente em Educação Física
<i>Relativamente aos fins ou metas</i>	
Visa o essencial e o curto prazo	Visa o longo prazo e a melhoria das condições
Influenciada pelos condicionamentos sociais	Parte do próprio individuo
Baseia-se no princípio de autoridade	Reivindica a liberdade
Procura a integração e o espírito de cooperação	Busca o desenvolvimento do potencial pessoal
Apoia-se nas normas	Propõe diversas possibilidades
Encontra-se subjugado à técnica	Propõe um método general
Procura o rendimento	Estimula a criação pessoal
<i>Relativamente aos meios</i>	
Baseia-se na psicofisiologia do condicionamento	Reivindica uma atitude crítica
Fundamenta-se nas ciências biológicas	Alicerça-se numa psicopedagogia coerente
Encaminha-se para a especialização	Cria um clima pedagógico
Tenta obter um produto final	Tenta o diálogo e não aceita os fins absolutos

Entre estas duas concepções é possível encontrar diferentes posicionamentos, tendendo mais ou menos para um dos lados, promovendo a iniciação desportiva para diferentes finalidades. O desporto tem nas suas vertentes educativa, competitiva e recreativa as mais relevantes, entendendo-o nós de uma forma global, onde fundamentalmente se educa (etapas iniciais), promove a diversão (*FUNdamentals*, etapas juvenis) e compete (a partir do escalão de júnior). É nosso entendimento que a competição deverá estar presente em todas as etapas mas devendo ser vista como um processo formativo.

Fatores a considerar na formação desportiva

A formação desportiva não se deve limitar a analisar o objetivo final que se pretende do desportista (por exemplo: formação e resultados), mas deverá observar todos os aspetos que a influenciem. Abraldes (2009) agrupou os vários fatores que podem influir no ensino, iniciação e desenvolvimento da prática do salvamento aquático desportivo em quatro blocos e analisou-os em competidores de campeonatos nacionais e internacionais da modalidade. Para melhor compreender este desporto, destacamos os principais resultados encontrados (baseados no estudo supracitado):

Iniciação desportiva

A iniciação desportiva precoce está intimamente relacionada com a filosofia de treino a implementar. A frequência com que se recebem os estímulos de treino, assim como a sua forma, modo, adaptação e compreensão são também condicionados por fatores internos (como a motivação) e externos (como o contexto social em que o desportista se insere). O resultado desportivo virá expresso pela quantidade de aspetos favoráveis, propiciando uma melhor e mais frutífera formação como desportista.

Os participantes em campeonatos nacionais de salvamento aquático iniciam-se neste desporto por volta dos 13 anos de idade, geralmente depois (e alguns durante) a prática da natação de competição. A maior parte deles iniciaram a vida desportiva num clube (81.1%), tendo as mulheres iniciado a pratica assídua do salvamento aquático desportivo dois a três anos antes que os homens. Apenas 25.3% dos responsáveis pela orientação técnica destes desportistas têm formação como treinadores superiores de salvamento (o mais alto nível profissional atribuído pela federação respetiva), sendo

também frequente serem formados como treinadores superiores e monitores de natação (23.5 e 18.1%, respetivamente). Complementarmente, não são muitos os desportistas que realizam um seguimento médico sistemático durante a época desportiva (40%), sendo em 53.2% dos casos uma imposição do clube a que pertencem. 58.5% dos desportistas considera estes exames médicos imprescindíveis para obter um bom rendimento desportivo e, por não ser um requisito aplicado por todos os clubes, em 29.8% dos casos é o desportista quem os realiza pela sua própria iniciativa. Em relação à sua especialização na modalidade, 15 e 17% dos desportistas masculinos e femininos (respetivamente) referem treinar por igual cada uma das diferentes provas de piscina, enquanto 18 e 19% dão maior importância às provas mais técnicas (100 m socorrista e 200 m super-socorrista).

Contexto do treino

As condições de treino, assim como a formação e especialização dos treinadores, e a melhoria dos materiais de apoio, condicionam significativamente a qualidade do treino a que um desportista se sujeita. Talvez por afinidade, vários praticantes de salvamento desportivo estão envolvidos na prática de outro desporto, aspeto que deverá ser conhecido e controlado por influenciar no processo de formação desportiva. Compreendendo o contexto em que o desportista está envolvido poder-se-á melhor adequar o seu treino, inclusivamente aplicando novas metodologias, almejando uma maior eficiência de todo o processo. Após se terem caracterizado seleções de algumas regiões autónomas de Espanha, percebeu-se que a maioria dos desportistas (69.5%) pertence a um clube de salvamento aquático, tendo que se submeter a uma mensalidade para o poder. Treinam principalmente em piscina e o deslocamento até ela é realizado no automóvel dos pais (51.0%) ou a pé (30.2%). Além da prática de salvamento aquático, 65.6% praticam outro desporto (a natação em 61.5% dos casos), dedicando-lhe uma importância superior. Só 52.4% dos praticantes realiza tarefas de avaliação e controlo do treino, dos quais 79.5% são testes realizados na piscina. A maioria dos praticantes de salvamento aquático realizam cinco sessões semanais de treino (2h cada), onde se combina o treino em seco (48.2%) com o treino na água (51.8%). Dos diferentes tipos de treino, os de maior importância centram-se nos aspetos táticos (24.2%) e estratégicos (26.8%).

Motivos para a prática desportiva

Sabendo-se que um desportista motivado para a prática da sua modalidade terá mais possibilidade de ter sucesso que outro que não mostre tanto interesse, foi interessante constatar a existência de uma forte motivação intrínseca para a prática do salvamento aquático, tendo um cariz predominantemente orientado para a tarefa (Granero-Gallegos, Gómez-López, Rodríguez-Suárez, Abralde, 2012). Por outro lado, percebeu-se que a diversão é um fator importante na prática do salvamento aquático, revelando os praticantes que o esforço colocado nos treinos é, **para eles, a principal justificativa** dos resultados que obtêm (Abralde, Gómez-López, Granero-Gallegos y Rodríguez, 2013). Os desportistas de salvamento aquático salientam o gosto pelo desporto (31.4%) e pelo seu treinador (20.5%) como os aspetos mais relevantes para a permanência na prática desportiva, seguidos pelos itens presença de amigos nos treinos (20.0%) e diversão (19.0%).

Relativamente às expectativas dos desportistas perante a prática da modalidade é importante salientar que devem ser definidas previamente com os treinadores e não serem utópicas (as metas necessitam de ser pragmáticas para que se possam alcançar com o treino, estando ao alcance de cada praticante). Também se percebeu que os êxitos anteriores são determinantes na disposição e motivação dos desportistas nas competições futuras e que, curiosamente, só 25% dos praticantes manifesta ter cumprido as suas expectativas na totalidade (Abralde, 2008), mesmo que 71% tenham competido nos Campeonatos Nacionais de Espanha, 16.7% nos Campeonatos da Europa e 12.2% nos Campeonatos do Mundo, dos quais 25.2% conquistaram medalhas em torneios internacionais e inclusivamente um recorde.

Contexto em que se insere o desportista

O desportista, particularmente nos escalões de formação, está enquadrado num contexto social que influencia decisivamente o seu rendimento. De facto, a sua interação com indivíduos relevantes, nomeadamente com os seus pais, treinadores, dirigentes e árbitros, faz toda a diferença (Dasil, 2004). No caso particular da família, verificamos que os progenitores também foram praticantes desportivos (sobretudo os pais - 74.2%), embora outros desportos que não o salvamento aquático e a natação (59.7 e 30.4% para os pais e as mães, respetivamente). Outro aspeto relevante tem a ver com a prática

desportiva dos seus irmãos (57.6%), estes sim com uma participação significativa no salvamento aquático (29.2%) e na natação (25.7%).

Estes factos, aliados a uma atitude muito favorável da família em relação à **prática do desportista (70.1%), facilitam o treino sistemático** e o desenvolvimento do rendimento desportivo. Curiosamente, e sublinhando a importância da motivação incutida pelo treinador para a prática dos desportistas (em geral e destes em particular), poucos eram os que dispunham de formação como treinadores superiores de salvamento (30.7%), tendo os restantes o nível inferior de treinadores de natação. Este aspeto pode condicionar o rendimento dos desportistas que necessitem de maior especificidade e especialização no seu processo de treino.

Neste estudo, os treinadores são bem considerados pelos seus desportistas (70.1%), os quais o consideram uma peça imprescindível para a obtenção dos seus melhores resultados (88.1%). Os desportistas treinam maioritariamente em grupo (88.3%) com companheiros de nível semelhante que praticam salvamento aquático (53.4%) e natação (42.1%). Os desportistas vêm-se muito bem valorizados pelos seus amigos (46.5%), traduzindo-se num reforço extrínseco e social importante para a continuidade na prática desportiva. 68.8% destes desportistas estudam no ensino secundário, tendo vários (71.9%) expectativas de frequentar o ensino universitário na sua cidade ou noutra mais distante do seu local de treino (o que poderá implicar uma menor frequência de treino e, posteriormente, o abandono da prática desportiva). Destacar que mais de 50% dos desportistas dispõem de algum tipo de formação como monitor (43.2%), treinador adjunto (13.5%) ou treinador superior (16.2%) de salvamento aquático.

Análise dos elementos técnicos

Apresentaremos agora dez elementos técnicos incluídos nas provas de salvamento aquático em piscina descritos pela ordem cronológica que se realizam nas competições (Abralde, 2004 e 2008; Abralde e Rodríguez, 2002; Pascual, 2004):

1. Entrada na água - o desportista, que se encontra fora da piscina, entra no meio aquático, podendo ter material (barbatanas ou tubo de resgate, dependendo das características de cada prova).
2. Nado de aproximação - **técnicas de deslocamento no meio aquático** (entre pontos previamente definidos), cuja realização depende das características da prova, do regulamento e das condições físicas do desportista.

3. Viragem - técnicas de mudança de sentido da direção do nado, podendo realizar-se uma rotação sobre o eixo transversal ou tocar a parede com uma das mãos e realizar uma rotação sobre o eixo longitudinal.
4. Mergulho - técnica relativa à mudança de direção do nado, dirigindo-se o desportista para águas mais profundas (utiliza-se fundamentalmente para ultrapassar um obstáculo e recolher corretamente o manequim do fundo da piscina).
5. Nado subaquático - técnica relativa ao deslocamento subaquático (entre pontos previamente definidos), podendo-se realizar com material (barbatanas) dependendo da prova.
6. Colocação de material no próprio - técnica relativa à **colocação de diferente material pelo socorrista em si mesmo durante na prova** (nunca antes de a iniciar).
7. Colocação de material na vítima/manequim - técnica relativa à colocação de material pelo desportista no manequim (simulando uma vítima inconsciente) ou num companheiro (podendo segurar-se no material e propulsionar-se durante o reboque), sendo utilizado para rebocar, continuar ou finalizar a prova.
8. Reboque - técnica relativa ao transporte do manequim ou do companheiro (entre pontos previamente definidos), mantendo sempre as vias respiratórias acima da superfície da água (para que a “vítima” possa respirar), podendo realizar-se o reboque direto (não utiliza material entre o manequim e o desportista, havendo contacto “corpo a corpo”) e o reboque indireto (existe material de salvamento entre o desportista e o companheiro ou manequim).
9. Sinalização visual - **técnica relativa à percepção visual de um gesto específico do companheiro que indique o começo da ação do desportista seguinte**, podendo ser nas provas individuais o toque na parede pelo companheiro que completa a distancia soltando o manequim nesse momento e, em estafetas, a chegada de um companheiro que, tocando a parede, permite a saída do seguinte.
10. Coordenação com o companheiro - técnicas relativas ao entendimento entre membros da mesma equipa como, por exemplo, o reboque de um companheiro (onde o que é a “vítima” pode auxiliar propulsionando-se com os membros inferiores e coordenar-se com o desportista quando este efetua as viragens) e a coordenação existente entre o desportista que toca na parede completando a sua distância e o que se lhe segue (não desqualificando a equipa).

Alguns destes elementos técnicos são utilizados na maioria das provas, enquanto outros apenas numa, evidenciando a importância de cada uma das ações técnicas (Tabela 5). Para um trabalho de iniciação neste desporto, propomos a realização de uma grande variedade dos aspetos técnicos que, mesmo que não se realizem na perfeição, possam trazer uma riqueza e variedade substantiva que levem a uma melhor domínio futuro das técnicas utilizadas em salvamento desportivo.

Tabela 5. Presença de ações motoras nas provas de salvamento aquático desportivo (adaptado de Abraldes, 2008).

Provas (ver Tabelas 2 e 3)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entrada na água	•		•	•		•	•		•	
Entrada material		•			•				•	
Nado aproximação	•	•	•	•	•	•	•		•	
Viragem	•	25		•	25	•	25		25	
Mergulho	•	•	•	•		•	•			
Nado subaquático				•						
Colocação material próprio						•			•	•
Colocar material vítima					•	•			•	•
Reboque direto		•	•	•		•		•		
Reboque indireto					•	•			•	•
Sinalização visual					•	•	•	•	•	•
Coordenação companheiro								•	•	•

Legenda: • - existência do elemento técnico, 25 - só existe em piscina curta, 1 - 200 m natação com obstáculos, 2 - 100 m resgate de manequim com barbatanas, 3 - 50 m resgate de manequim, 4 - 100 m resgate de manequim combinado, 5 - 100 m socorrista, 6 - 200 m super-socorrista, 7 - 4 x 50 m natação com obstáculos, 8 - 4 x 25 m reboque de manequim, 9 - 4 x 50 m combinada de resgate e 10 - 12 m lançamento de corda.

Complementarmente, a presença de materiais nas diferentes provas (Tabela 6) supõe uma maior complexidade comparativamente, por exemplo, à natação pura desportiva, obrigando o desportista a superar e domina-los para uma maior eficácia na sua realização.

Tabela 6. Uso de materiais específicos nas provas de salvamento aquático desportivo (adaptado de Abraldes, 2008).

Provas (ver Tabelas 2 e 3)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Barbatanas		•			•	•				
Manequim cheio água		•	•	•		•		•		
Manequim metade água					•	•				
Tubo de resgate					•	•				•
Obstáculos	•							•		
Corda										•

Legenda: • - existência do material, 1 - 200 m natação com obstáculos, 2 - 100 m resgate de manequim com barbatanas, 3 - 50 m resgate de manequim, 4 - 100 m resgate de manequim combinado, 5 - 100 m socorrista, 6 - 200 m super-socorrista, 7 - 4 x 50 m natação com obstáculos, 8 - 4 x 25 m reboque de manequim, 9 - 4 x 50 m combinada de resgate e 10 - 12 m lançamento de corda.

Alguns materiais específicos (como os obstáculos) são adequados aos diferentes escalões competitivos, enquanto outros apresentam as mesmas características independentemente das categorias etárias em competição. No entanto, alguns autores propõem que se deverão fazer adaptações do material para as categorias de menor idade, nomeadamente o uso de barbatanas de menor dimensão e a adaptação do peso e da altura do manequim de reboque (Del Castillo e Abraldes, 2000; Abraldes e Rodríguez, 2002). Em relação ao uso das barbatanas, o regulamento estabelece 30 x 65 cm de largura e comprimento máximos comuns a todas as categorias, sendo evidente o esforço físico inadequado que implicam em desportistas jovens que se encontram em fase de crescimento. Nesse sentido, na presente temporada 2015-2016, já se deram os primeiros passos no sentido de se adaptar o manequim de reboque a faixas etárias inferiores, incluindo no regulamento a utilização de um manequim de dimensões menores (Real Federación Española de Salvamento y Socorrismo, 2015).

Análise energética das provas

Sabendo-se que a energia disponível para o trabalho muscular do desportista provém de uma fonte aeróbia e uma outra anaeróbia, é importante sublinhar que, à imagem do treino da natação pura desportiva, o processo de treino do salvamento aquático na sua vertente competitiva deverá incidir, aquando da etapa de preparação específica do período preparatório e do período competitivo, em zo-

nas bioenergéticas que mimetizam aquelas solicitadas nas provas. Tendo em consideração os recordes atuais (tomando por exemplo a realidade Espanhola - Tabela 7), percebe-se que as provas de salvamento aquático não duram mais de 2'30", pelo que a importância da componente aeróbia, embora nunca desprezível (cf. Gastin, 2001), deve ser secundarizada relativamente ao desenvolvimento da via energética anaeróbia (quer na sua componente láctica, quer no que se refere aos fosfagénios – ATP e CP – muitas vezes referidos como “primeiro sistema fornecedor de energia”).

Tabela 7. Records nacionais Espanhóis das provas de salvamento aquático em piscina de 50 m.

Provas de salvamento aquático	200 m natação com obstáculos	100 m resgate de manequim de barbatanas	100 m combinada de salvamento	50 m resgate de manequim	100 m socorrista	200 m super-socorrista
Juvenil	♂ 2'08"97	0'51"10	1'09"55	0'32"81	0'56"14	2'23"18
	♂ 2'19"90	1'01"38	1'20"12	0'39"12	1'00"60	2'39"61
Júnior	♂ 2'03"81	0'49"26	1'05"41	0'31"03	0'54"66	2'17"01
	♂ 2'17"97	0'56"62	1'17"87	0'37"93	1'00"85	2'33"51
Absolutos	♂ 1'59"61	0'47"97	1'02"38	0'30"58	0'52"52	2'10"23
	♂ 2'12"70	0'53"63	1'17"30	0'36"27	0'58"03	2'30"38

Pelo acima observado, percebe-se que as provas incidem especificamente nas áreas bioenergéticas “potencia anaeróbia” (também conhecida por “potência láctica” ou “potência glicolítica”), pressupondo o desenvolvimento da atividade enzimática responsável pela degradação do glicogénio até ácido láctico, e “capacidade anaeróbia” (também comumente designada por “tolerância láctica”) implicando o treino da capacidade glicolítica, envolvendo a capacidade muscular para dar continuidade ao trabalho em ambientes fisiológicos e celulares adversos (devido à acidose metabólica), mas também o aumento das reservas musculares de glicogénio, principalmente nas fibras musculares tipo II (Vilas-Boas, 2000).

Com isto não queremos passar a ideia que outras áreas de treino não devam ser desenvolvidas, nomeadamente as que estão adjacentes às acima referidas: a “potência aeróbia” (que procura o desenvolvimento do processamento de energia de origem oxidativa para trabalho muscular) e a “velocidade” (que almeja o desenvolvimento da capacidade dos fosfagénios e de aspetos do domínio neuromotor). No entanto, exercícios de treino mais centrados nestas zonas bionergeticas deverão ser mais expressivos em momentos da

época desportiva onde a especificidade não é tão procurada (como em idades mais baixas, em níveis desportivos menores e, no caso de indivíduos mais velhos e com nível competitivo já expressivo, na etapa de preparação geral do período preparatório).

O biótipo dos desportistas de salvamento

Vários estudos indicam a existência de diferentes biótipos de desportistas em função do exercício praticado (e.g. Malina, Bouchard, Bard-Or, 2004) e, inclusivamente, do posto específico que ocupam em cada modalidade desportiva (Sands, Smith, Kivi, McNeal, Dorman, Stone, 2005; Canossa et al., 2014). Este tipo de estudos, de fácil operacionalização, é **imprescindível para melhor conhecer o desportista** e, em etapas iniciais, para detetar talentos desportivos.

Como é evidente, as características próprias do salvamento aquático desportivo implicam um biótipo específico por parte do desportista em função das exigências competitivas que lhe são colocadas. O primeiro estudo neste âmbito, muito embora utilizando uma amostra bastante heterogénea e pouco sistemática no seu processo de treino, indicou que os salvadores aquáticos desportivos destacam-se por uma percentagem elevada de gordura corporal e, por conseguinte, um menor percentagem de massa magra (Agrasar, Abraldes, Rodríguez, e Villar, 2003). Posteriormente, verificou-se que a meso-endomorfia era a categoria do somatótipo com valor predominante em todas as categorias de salvamento (Ferragut, Rodríguez, Vila, Alacid, e Abraldes, 2007; Vila, Rodríguez, Ferragut, Abraldes, 2008), dados corroborados pelo estudo que incidiu na caracterização da seleção Galega com uma amostra de desportistas infantis (Rodríguez, Vila, Ferragut, e Abraldes, 2007; Rodríguez, Abraldes, Ferragut, e Vila, 2009).

Um estudo mais recente analisou os desportistas em função da sua especialidade competitiva, tendo verificado a existência de somatótipos mesomorfo equilibrado para os masculinos e meso-endomórfico para as mulheres especialistas em piscina, observando diferenças relevantes a nível antropométrico entre especialistas de piscina e de praia (Abraldes, Rodríguez, Ferragut, e Vila, 2014). No entanto, a maioria dos estudos destacam o baixo nível de especialização dos salvadores aquáticos competitivos, indicando que as principais diferenças estão relacionadas com parâmetros relativos ao desenvolvimento da força (Vila, Ferragut, Rodríguez, e Abraldes, 2008). Em continuação mostramos as somatocartas de estudos da literatura da especialidade, onde se pode observar uma tendên-

cia para somatótipos mesomorfo equilibrado para os desportistas masculinos e meso-endomórfico para os femininos (Figura 2, painéis da esquerda e direita, respetivamente).

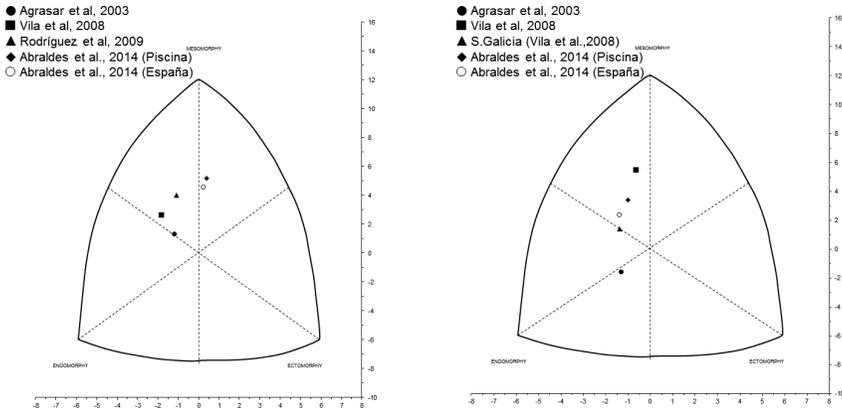


Figura 2. Somatocartas representando valores de diferentes estudos em salvadores aquáticos competitivos masculinos e femininos (respetivamente).

Conclusão

O tempo que o processo de treino consome aos agentes desportivos e, concomitantemente, o nível de competências que impõe, determinam que praticantes e treinadores saibam centrar-se no essencial da preparação. No desporto em geral e no salvamento aquático competitivo em particular, isto deve ser feito respondendo diretamente as necessidades do sujeito, mas de forma tão incisiva, pragmática e conseqüente quanto possível. Esperamos que este texto possa auxiliar os envolvidos na modalidade a promoverem a evolução dos praticantes quer em termos de número de desportivas quer na qualidade dos seus resultados.

Referências

- Abraides, JA. (2004). *Salvamento Acuático Deportivo. Un deporte solidario*. La Coruña: Xaniño Editorial.
- Abraides, JA. (2008). *Salvamento acuático y deporte: Un estudio de los recursos humanos en las playas de Galicia, intervención en los rescates y su relación con el ámbito deportivo*. Coruña: Federación de Salvamento e Socorrismo de Galicia.
- Abraides, JA. (2009). *Formación deportiva en Salvamento Acuático. Investigación en el Campeonato de España de Autonomías*. La Coruña: Federación de Salvamento e Socorrismo de Galicia.

- Abraldes, JA. (2011). *Fundamentos del Salvamento Acuático Deportivo*. Murcia: Universidad de Murcia y Open Coruseware. Online [<http://ocw.um.es/cc.-sociales/fundamentos-del-salvamento-acuatico-deportivo>]
- Abraldes, JA., Gómez-López, M., Granero-Gallegos, A., Rodríguez-Suárez, N. (2013). The goal orientation of the lifesavers and the relationship with the satisfaction and the beliefs about the causes of success in sport. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 22(8), 59-66.
- Abraldes, JA., Lima, A. Rodríguez, N. Soares, SM, Fernandes, RJ., Vilas-Boas, JP. (2006). *Salvamento Acuático Deportivo. Pruebas de piscina*. La Coruña: Federación de Salvamento y Socorrismo de Galicia. [Soporte audiovisual]
- Abraldes JA., Rodríguez, N. (2002). Posibles adaptaciones das pruebas realizadas en aguas abiertas y desarrolladas por las categorías alevín, infantil y cadete. *I Congreso Congrès Català de Salvament Aquàtic*. Barcelona, del 1 al 3 de noviembre de 2002.
- Abraldes, JA., Rodríguez, N., Ferragut, F., Vila, MH. (2014). Características antropométricas, composición corporal y somatotipo en deportistas de élite de salvamento. *RETOS. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 26(2), 66-70.
- Agrasar, C., Abraldes, JA., Rodríguez, N. Villar, JM. (2003). Estudio cineantropométrico, de la composición corporal y el somatotipo dos componentes de la selección gallega de salvamento acuático deportivo. En J. Palacios et al. (Eds.). *3er Congreso de Salvamento y Socorrismo de Galicia*. Pp. 263-269. La Coruña: Fundación IDISSA.
- Alonso, JI., Abraldes, JA. (2003). Análisis y clasificación del salvamento acuático deportivo desde su estructura y su dinámica. En J. Palacios et al. (Eds.). *3er Congreso de Salvamento y Socorrismo de Galicia*. Pp. 303-321. La Coruña: Fundación IDISSA.
- Alonso, JI., Abraldes, JA. (2007). Análisis de las situaciones motrices lúdicas en el salvamento acuático deportivo. En JA. Abraldes, N. Rodríguez (Eds.). *El salvamento acuático deportivo a estudio*. Pp. 183-208. La Coruña: Federación de Salvamento e Socorrismo de Galicia.
- Blázquez, D. (1986). *Iniciación a los deportes de equipo*. Barcelona: Martínez Roca.
- Blázquez, D. (1995). *La iniciación deportiva y el deporte escolar*. Barcelona: INDE.
- Canossa, S., Abraldes, JA., Soares, S., Vila, MH., Ferragut, C., Rodríguez, N., Argudo, FM., Fernandes, RF., Garganta, JM. (2014). Contrasting morphology and training background in waterpolo teams of different competitive levels. *Motriz. J Phys Edu*, 3, 272-279.
- Del Castillo, M., Abraldes, JA. (2000). Estudio del salvamento acuático deportivo en la categoría alevín. En *IV Jornadas Técnico-Profesionales de Salvamento Acuático*, Segovia, 28, 29 y 30 de Abril de 2000.
- Dosil, J. (2004). *Psicología de la actividad física y del deporte*. Madrid: McGraw-Hill.
- Ferragut, C., Rodríguez, N., Vila, H., Alacid, F., Abraldes, JA. (2007). Study of the biotype and the body composition of the gallega male in lifesaving. In JA. Abraldes and N. Rodríguez (Eds.). *Book of abstracts International Lifesaving Congress 2007*. Pp. 77-78. La Coruña: Lifesaving Federation of Galicia.
- Gastin, PB. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.*, 31 (10), 725-41.

- Granero-Gallegos, A., Gómez-López, M., Rodríguez-Suárez, N. Abraldes, JA. (2012). Analysis of motivational aspects in lifesaving sport. *FEGUI, Revista de Salvamento Acuático y Primeros Auxilios*, 36(4), Supl. 1, 80-81.
- Hernández-Moreno, J. (1988). *Baloncesto: Iniciación y entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- International Life Saving Federation. (2015). *Competition rule book. Rules, Standards and Procedures for Lifesaving World Championships and ILS-sanctioned Competitions. 2015-2019 Edition*. Leuve, Belgium: International Life Saving Federation.
- Malina, RM., Bouchard, C., Bard-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity*. Illinois: Human Kinetics.
- Paredes, T. (1991): *El deporte en el Salvamento Acuático*. Barcelona: Federación Española de Salvamento y Socorrismo. Documentación no publicada.
- Parlebas, P. (1988). *Elementos de sociología del deporte*. Málaga: Unisport.
- Parlebas, P. (2001) *Juegos, deporte y sociedad. Léxico de Praxiología Motriz*. Barcelona: Ed. Paidotribo.
- Pascual, LF. (2004). *Salvamento Acuático Profesional en piscinas y su relación con el salvamento acuático deportivo en aguas cerradas*. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Zaragoza.
- Pelayo, P., Cocu, PC. (1992). Natation: le sauvetage. *EPS, Revue education physique et sport*, 236, 21-23.
- Portí, G. (2001) Las modalidades de escalada. *VI Seminario Internacional de praxiología motriz*. Madrid.
- Real Federación Española de Salvamento y Socorrismo. (2015). *Reglamento de competición. 2015-2016*. Madrid: RFESS.
- Rodríguez, N., Abraldes, JA., Ferragut, C., Vila, H. (2009). Salvamento acuático deportivo. Un estudio de la población masculina de Galicia. En V. Arufe, JL. García y A. Lera (Eds.). *V Congreso Nacional de Ciencias del Deporte y Educación Física*. Pp. 1-10. Pontevedra: Alto Rendimiento.
- Rodríguez, N., Vila, MH., Ferragut, C., Abraldes, JA. (2007). Perfil antropométrico dos deportistas infantiles de salvamento acuático deportivo. En M^a. J. Martínez, JL. García y V. Arufe (Coord.). *III Congreso Nacional de Ciencias del Deporte*. Pp. 1-9. Barcelona: ACUGA y Alto Rendimiento.
- Sánchez-Bañuelos, F. (1984). *Bases para una didáctica de la Educación Física y el deporte*. Madrid: Gymnos.
- Sands, WA., Smith, LS., Kivi, DM., McNeal, JR., Dorman, JC., Stone, MH. (2005). Anthropometric and physical abilities profiles: US National Skeleton Team. *Sport Biomech*, 4(2): 197-214.
- Vila, H., Ferragut, C., Rodríguez, N. Abraldes, JA. (2008). Valoración cineantropométrica dos deportistas de la selección gallega de salvamento deportivo. En V. Arufe, JL. García, A. Domínguez (Eds.). *II Congreso Internacional de Ciencias del Deporte*. Pp. 1-10. Pontevedra: Alto Rendimiento.
- Vila, H., Rodríguez, N., Ferragut, C., Abraldes, JA. (2008). Perfil antropométrico de la selección gallega femenina de salvamento deportivo. *FEGUI. Revista de Salvamento Acuático y Primeros Auxilios*, 29(3), 57-60.
- Vilas-Boas, JP. (2000). Aproximação biofísica ao desempenho e treino de nadadores. *Rev. Paul. Educ. Fís.*, 14(2):107-17.

Investigação

3

Razões da motivação e abandono da prática da natação – perspectiva dos nadadores e treinadores

Jorge A. Crespo¹, Dina A. Miragaia²

Introdução

A importância que o desporto tem do ponto de vista social e económico é consensual nos dias de hoje (Spaaij, 2009). Apesar de não ser totalmente satisfatório, em Portugal a prática desportiva tem vindo a aumentar (Seabra, Mendonça, Thomis, Malina, & Maia, 2007) e segundo o Instituto Nacional de Estatística (2009), em 2008 o número total de federados nas mais diversas modalidades era de 489 283 mil atletas, sendo que 9 259 mil correspondem aos federados na modalidade de natação.

A natação é reconhecida como uma das modalidades desportivas de carácter mais completo. Diversos estudos têm indicado que as suas características envolvem benefícios que proporcionam o desenvolvimento geral do indivíduo, bem como a promoção da sua saúde (Chase, Sui, & Blair, 2008). Além de toda a envolvimento desportiva e competitiva comum a qualquer outra modalidade, a natação tem um grau de exigência ao nível da assiduidade aos treinos, normalmente em maior número de sessões semanais do que as demais modalidades coletivas, implicando um efetivo dispêndio de tempo e compromisso por parte dos nadadores, sendo que o aspeto lúdico desde cedo deixa de ser presença assídua (Agostinho, 2001). Perante o exposto importa estudar as razões que levam os jovens a praticar uma modalidade com este grau de exigência e por outro lado quais as razões que os levam a abandoná-la.

Vallerand (2004) define motivação como aquilo que faz agir os indivíduos, tendo componentes racionais, emocionais e sociais. Através dela iniciam-se, mantêm-se ou modificam-se os comportamentos. Considera que a motivação define a intensidade do esforço e direção do comportamento humano, funcionando como uma di-

¹ Associação de Natação de Aveiro

² Universidade da Beira Interior, Núcleo de Estudos em Ciências Empresariais, Departamento de Ciências do Desporto

mensão direcional que indica a finalidade do comportamento e as razões das pessoas para se orientarem para um ou outro objetivo no desporto. Considera ainda a motivação como um produto de um conjunto de variáveis sociais, ambientais e individuais que determinam a escolha da modalidade a praticar e respetiva intensidade na prática, influenciando a performance do desportista.

Ao analisar a motivação é necessário distinguir entre: (i) a motivação intrínseca, relacionada com o prazer, a valorização pessoal obtida através da prática desportiva e a (ii) motivação extrínseca estimulada por elementos externos ao indivíduo, como são o exemplo das recompensas materiais, companhia dos amigos, prestígio social, entre outros (Blanchard, Mask, Vallerand, Sablonnière, & Provencher, 2007; Deci, 1971; Li & Lee, 2004; McAuley & Tammen, 1989; Vallerand, 2004).

São diversos os estudos que podem ser encontrados na literatura com o objetivo de compreender as razões que motivam os indivíduos para a prática desportiva. Uns que tratam a influência da motivação na performance desportiva, outros que estudam as razões que levam os jovens a praticarem os mais variados tipos de desporto (Bengoechea & Streat, 2007; Chen, Kanfer, DeShon, Mathieu, & Kozlowski, 2009; Keegan, Harwood, Spray, & Lavalley, 2009; Salguero, González-Boto, Tuero, & Marquez, 2004; Weiss & Petlichkoff, 1989).

No que se refere ao abandono Klint e Weiss (1987) mencionam que o abandono da prática desportiva de uma determinada modalidade pode não significar a completa inatividade do indivíduo. Por essa razão é necessário distinguir os casos em que se verifica o abandono efetivo da prática desportiva, daqueles em que o indivíduo abandona uma modalidade para passar a praticar outra. Diversos têm sido os estudos produzidos para procurar entender quais as razões associadas ao abandono da prática desportiva (Agostinho, 2001; Costa, 2008; Fraser-Thomas, Côté, & Deakin, 2008; Gould, Feltz, Horn, & Weiss, 1982; Matos & Cruz, 1997; Ryska, Hohensee, Cooley, & Jones, 2002; Vasconcelos, 2003).

De entre os diversos fatores que influenciam a prática desportiva, o treinador é um deles. Estudos têm indicado a importância da atuação do treinador na decisão de os desportistas se manterem motivados na prática de uma determinada modalidade, ou por sua vez, tomarem a decisão de a abandonarem (Kavussanu, Boardley, Jutkiewicz, Vincent, & Ring, 2008; Mageau & Vallerand, 2003; Pelletier & Vallerand, 1996). Deste modo, para além das indicações técnicas e táticas a intervenção do treinador, tem um papel fundamental na

motivação dos desportistas se manterem ativamente envolvidos na prática desportiva.

Perante o exposto, considerou-se relevante desenvolver este trabalho, procurando identificar as razões de motivação e abandono de um grupo de nadadores e ex-nadadores e confrontar estes resultados com a percepção que os treinadores têm sobre essas mesmas razões. O conhecimento das razões de motivação e abandono pode ser útil para os treinadores incorporarem essa informação na gestão dos seus planeamentos de treino, podendo assim melhorar as taxas de retenção na modalidade desportiva. Por outro lado, o acesso a este tipo de informação por parte dos gestores dos clubes poderá permitir um melhor conhecimento sobre a forma como poderão organizar a qualidade dos seus serviços e aferir se as razões de abandono se devem a razões relacionadas com o funcionamento do clube ou a razões externas.

Material e Métodos

Caracterização da Amostra

O estudo envolveu nadadores, ex-nadadores e treinadores da Associação de Natação de Aveiro (ANA). No período da recolha dos dados (2009/2010) a ANA era a 4ª associação do país com mais nadadores federados. O estudo contou ainda com a colaboração de diversos nadadores campeões nacionais e ex-campeões nas 3 categorias competitivas, bem como o envolvimento de um nadador olímpico.

Para identificar as razões de motivação para a prática da natação foram envolvidos 156 nadadores (F = 72 e M = 84) das categorias juvenis, juniores e seniores, pertencentes aos 13 clubes da ANA filiados na época desportiva 2009/10. A distribuição dos inquiridos pelas diferentes categorias foi de 66 juvenis (F = 32 e M = 34); 62 juniores (F = 28 e M = 34) e 28 seniores (F = 12 e M = 16), com uma média de idade de 15.8 anos. No que se refere ao nível técnico, 95 dos nadadores competiam no nível regional, 56 no nível nacional e 5 no nível internacional. O número de anos que praticaram a modalidade de natação como federados foi: até 1 ano = 7; 2 anos = 19; 3 anos = 15; 5 anos = 20; entre 6 a 10 anos = 64; entre 11 a 15 anos = 22 e com mais de 15 anos = 7.

No que se refere à identificação das razões de abandono da modalidade a amostra foi constituída por 42 ex-nadadores (F = 31 e M = 11) das categorias juvenis, juniores e seniores, pertencentes aos

13 clubes da ANA e que abandonaram a prática desportiva desde a época desportiva 1993/94 até à época 2009/10. A distribuição da amostra pelas diferentes categorias foi de 10 juvenis (F = 6 e M = 4); 12 juniores (F = 9 e M = 3) e 20 seniores (F = 16 e M = 4), com uma média de idade de 19 anos. No que se refere ao nível técnico, 14 dos nadadores competiam no nível regional, 27 no nível nacional e 1 no nível internacional. O número de anos que praticaram a modalidade de natação como federados foi: até 1 ano = 7; entre 6 a 10 anos = 25; entre 11 a 15 anos = 8 e com mais de 15 anos = 2. Em relação ao número de anos que os elementos da amostra abandonaram a prática da modalidade como federados os resultados foram: até 1 ano = 17; 2 anos = 9; 3 anos = 8; 4 anos = 4 e mais de 15 anos = 4.

Para identificar a perceção sobre as razões de motivação e abandono da prática da natação foram incluídos 13 treinadores (F = 1 e M = 12) pertencentes aos clubes filiados na ANA época 2009/10, com uma média idades de 34.4 anos. A experiência como treinadores varia entre: 1 a 4 anos = 2; 5 a 10 anos = 9; e com mais de 10 anos = 2. Todos os treinadores treinavam as categorias de juvenis, juniores e seniores.

Procedimentos Experimentais

Para a recolha das razões que motivavam este grupo para a prática da natação foi utilizado o questionário *Oregon Swimming Questionnaire* de Brodtkin e Weiss (1990), traduzido para português. O questionário é composto por 35 questões avaliadas através de uma escala tipo *Lickert* de 5 pontos (1= nada importante a 5 = totalmente importante).

Para a recolha das razões que levaram os ex-nadadores federados ao abandono da prática da natação foi utilizado um questionário composto por 63 questões adaptado a partir dos questionários de Gould et al. (1982), Costa (2008) e Matos e Cruz (1997). As questões foram avaliadas através de uma escala tipo *Lickert* de 5 pontos (1= nada importante a 5 = totalmente importante).

No caso dos nadadores e ex-nadadores com idades inferiores a que 18 anos foi solicitada a autorização aos responsáveis dos clubes e respetivos encarregados de educação para que o questionário pudesse ser aplicado. A maioria dos questionários foi aplicado aos nadadores que participaram em campeonatos regionais sendo que o contacto com os restantes nadadores foi feito através do e-mail fornecido pelo respetivo clube e através dos respetivos treinadores. Já no que se refere aos ex-nadadores, estes foram contactados por e-mail, de acordo com os registos fornecidos pelos

clubes. Antes da aplicação dos questionários foi feito um esclarecimento sobre o objetivo da investigação e dadas recomendações para o seu preenchimento.

Para avaliar a percepção dos treinadores sobre as razões de motivação e abandono da modalidade, foram aplicados os mesmos questionários que tinham sido administrados a cada grupo de atletas (nadadores/ex-nadadores), de modo a garantir a comparabilidade de respostas entre nadadores e treinadores.

Procedimentos Estatísticos

No que se refere à análise dos resultados relativos à motivação para a prática da modalidade por parte dos nadadores, foi inicialmente realizada uma estatística descritiva e ordenados pela sua média o conjunto dos 35 itens do questionário por ordem de importância das categorias (juvenis, juniores e seniores). Para analisar os itens que melhor explicavam as razões que motivavam esta amostra específica a praticar a modalidade de natação foi realizada posteriormente uma análise fatorial exploratória. Já no que se refere aos dados sobre o abandono inicialmente foi realizada uma estatística descritiva aplicada aos 63 itens do questionário e ordenadas pela sua média, traduzindo assim a ordem de importância dada pelos nadadores de cada uma das categorias para o facto de terem abandonado a prática da modalidade.

Para determinar se existiam diferenças significativas entre as respostas dadas pelas diferentes categorias (juvenis, juniores e seniores) no grupo de nadadores e de ex-nadadores, foi utilizado o teste não paramétrico *Kruskal-Wallis*. Tendo-se verificado a existência de diferenças significativas foi utilizado o teste *Mann-Whitney* (com correção de *Bonferroni*) para comparar as categorias duas a duas.

Em relação à percepção dos treinadores sobre as razões de motivação e abandono dos atletas para a prática da modalidade, foi realizada uma estatística descritiva ao conjunto de respostas dadas pelos treinadores, nadadores e ex-nadadores das diferentes categorias. Para cada questionário a ordenação dos itens foi feita pela sua média. Para determinar se existiam diferenças significativas entre os grupos de treinadores/nadadores das razões de motivação para a prática da natação, foi utilizado o teste não paramétrico *Mann-Whitney*. Já na comparação dos grupos treinadores/ex-nadadores para as razões de abandono da natação, foram utilizados o *T-Test* em variáveis em que se verificou a normalidade e o teste *Mann-Whitney* para

as variáveis em que a normalidade não se verificou. A análise estatística foi realizada através da utilização do programa *SPSS versão 17.0* (*SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA*).

Resultados

O resultado da estatística descritiva onde se podem observar as médias de resposta atribuídas a cada uma das 35 respostas dos nadadores de todas as categorias, pode ser vista na Tabela 1. Estes valores permitem ter uma perspetiva geral sobre as razões que mais motivam os diferentes grupos de nadadores, bem como identificar aquelas que estes menos ponderam para a decisão de praticar a modalidade de natação. A Tabela 1 apresenta igualmente a perceção que os treinadores têm sobre as razões que motivam os nadadores das categorias de juvenis, juniores e seniores a praticar a modalidade de natação, tendo em conta as mesmas variáveis de referência. Estes valores permitem ter uma perspetiva geral sobre a existência, ou não, de concordância entre a abordagem dos treinadores e dos nadadores.

No que se refere à análise fatorial exploratória, foi aplicada uma rotação oblíqua aos 35 itens em análise. Apenas os fatores com os *eigenvalues* iguais ou superiores a 1.0 foram retidos para as rotações finais (*Andy, 2005*). A adequação da amostra foi verificada recorrendo ao teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* tendo-se verificado um resultado satisfatório de 0.85. O teste da esfericidade de Bartlett foi também realizado indicando que a matriz de correlação não é uma matriz identidade pois o seu valor é significativo ($P < 0.001$). Foram identificados quatro fatores representando 50% da variância total. Os itens com loading igual a 0.40 ou superior em cada fator foram identificados como representativos desse fator. A Tabela 2 ilustra os resultados desta análise e revela a composição de cada fator “saúde, status social/influência de outrem, competição e cooperação/diversão”. Foi ainda verificada a fiabilidade da escala através da verificação da consistência interna de cada fator utilizando o coeficiente α de *Cronbach*, tendo sido encontrados valores muito satisfatórios (0.85, 0.85, 0.85, 0.80, respetivamente).

Tabela 1. Ranking das razões de motivação de nadadores e percepção dos treinadores

	Juvenis	Treinadores	Juniões	Treinadores	Seniores	Treinadores
Questões	M ± DP					
Gostar de pertencer a uma equipa	4.65 ± 0.64	3.69 ± 0.75	4.27 ± 0.73	3.62 ± 0.65	4.29 ± 0.85	3.54 ± 1.88
Gostar de nadar na piscina	4.58 ± 0.66	3.77 ± 1.09	4.35 ± 0.77	3.69 ± 1.11	4.11 ± 0.96	3.69 ± 1.11
Gostar de exercício físico	4.53 ± 0.81	3.23 ± 1.01	4.50 ± 0.76	3.31 ± 1.03	4.21 ± 1.13	3.31 ± 1.03
Gostar do espírito de equipa	4.48 ± 0.64	3.77 ± 0.93	4.37 ± 0.71	3.85 ± 0.80	4.50 ± 0.64	3.77 ± 1.01
Gostar de se divertir	4.45 ± 0.77	3.92 ± 0.95	4.56 ± 0.64	3.69 ± 1.03	4.32 ± 0.86	3.62 ± 1.04
Fazer novas amizades.	4.42 ± 0.81	3.31 ± 0.75	4.02 ± 0.86	3.15 ± 1.21	3.82 ± 0.98	2.85 ± 0.38
Querer estar com amigos	4.41 ± 0.78	3.85 ± 0.99	4.18 ± 0.86	3.69 ± 0.86	4.43 ± 0.63	3.54 ± 0.97
Querer melhorar as habilidades	4.35 ± 0.79	3.92 ± 0.86	4.48 ± 0.70	4.08 ± 0.95	4.07 ± 0.94	3.92 ± 0.95
Gostar de trabalhar em equipa	4.35 ± 0.73	3.54 ± 0.78	4.11 ± 0.77	3.38 ± 0.77	4.29 ± 0.90	3.46 ± 0.97
Gostar de desafio	4.29 ± 0.80	3.69 ± 0.95	4.03 ± 0.79	3.62 ± 0.96	4.04 ± 0.74	3.62 ± 0.96
Ficar em forma e mais forte	4.24 ± 0.91	3.31 ± 0.75	3.94 ± 0.90	3.54 ± 0.66	4.14 ± 0.85	3.85 ± 0.99
Querer estar em forma	4.21 ± 0.81	3.15 ± 1.07	3.90 ± 1.00	3.62 ± 0.87	4.18 ± 0.85	3.69 ± 0.86
Gostar dos treinadores	4.18 ± 0.88	3.85 ± 0.80	4.37 ± 0.81	3.69 ± 0.75	4.46 ± 0.64	3.77 ± 0.73
Querer melhorar a saúde	4.15 ± 0.88	2.77 ± 0.93	4.03 ± 0.96	2.77 ± 0.93	4.04 ± 0.92	2.92 ± 1.04
Receber medalhas e troféus	4.15 ± 1.09	4.00 ± 0.82	3.58 ± 1.06	3.62 ± 1.12	3.21 ± 0.92	3.38 ± 1.12
Aprender novas habilidades	4.12 ± 0.80	3.46 ± 0.88	3.92 ± 0.89	3.15 ± 0.80	3.64 ± 0.95	3.15 ± 0.99

Gostar de competir	4.11 ± 0.88	4.08 ± 0.64	4.03 ± 0.99	4.00 ± 0.58	4.07 ± 1.05	4.08 ± 0.95
Gostar de ir às Competições	4.11 ± 0.84	4.15 ± 0.69	4.06 ± 0.87	4.23 ± 0.73	4.04 ± 1.07	4.23 ± 0.93
Participar em competições importantes	4.09 ± 0.92	3.92 ± 0.76	3.95 ± 1.02	4.08 ± 0.86	3.64 ± 1.10	4.08 ± 1.04
Gostar de ação	4.06 ± 0.82	3.38 ± 1.04	3.79 ± 0.87	3.15 ± 0.99	3.89 ± 0.88	2.85 ± 0.80
Fazer algo em que são bons	4.06 ± 1.01	3.62 ± 1.12	3.84 ± 0.87	3.46 ± 1.13	4.11 ± 0.96	3.46 ± 1.13
Estarem ativos	4.00 ± 0.98	3.00 ± 1.23	3.90 ± 0.94	3.00 ± 1.08	4.11 ± 0.92	3.00 ± 0.91
Gostar de excitação	3.92 ± 0.88	3.23 ± 0.83	3.73 ± 0.91	3.38 ± 0.87	4.18 ± 0.61	3.38 ± 0.96
Gostar de ganhar	3.86 ± 1.12	3.85 ± 0.99	3.68 ± 1.00	3.77 ± 1.17	3.79 ± 0.10	3.77 ± 1.01
Libertar-se de frustrações	3.83 ± 1.10	2.38 ± 1.12	3.69 ± 1.10	2.38 ± 1.04	3.43 ± 1.26	2.46 ± 1.13
Melhorar a aparência física	3.79 ± 1.17	3.00 ± 1.08	3.48 ± 1.23	3.23 ± 1.09	3.36 ± 0.91	3.08 ± 0.86
Ter algo que fazer	3.58 ± 0.95	2.23 ± 1.17	3.29 ± 1.19	2.23 ± 1.01	3.00 ± 1.09	2.23 ± 0.93
Para ir a jantares/ almoços/festas da equipa	3.50 ± 1.11	3.08 ± 1.19	2.98 ± 1.27	3.15 ± 0.99	3.46 ± 1.14	3.15 ± 1.14
Estar fora de casa	3.48 ± 1.14	2.38 ± 1.19	2.65 ± 1.23	2.31 ± 1.11	2.50 ± 1.23	2.08 ± 0.95
A família quer que participe	3.47 ± 1.30	3.38 ± 0.87	2.68 ± 1.20	2.92 ± 0.64	3.68 ± 1.16	3.00 ± 1.08
Gastar energias	3.47 ± 1.04	3.00 ± 1.08	3.44 ± 1.03	2.92 ± 1.19	2.54 ± 1.23	2.62 ± 0.87
Os amigos querem que participe	3.20 ± 1.22	2.85 ± 1.07	2.50 ± 1.24	2.54 ± 0.97	2.93 ± 1.46	2.46 ± 0.88
Querer que os outros prestem atenção nele(a)	2.68 ± 1.06	3.23 ± 0.93	2.10 ± 1.00	3.00 ± 1.00	2.32 ± 0.95	2.92 ± 0.95
Ser popular	2.41 ± 1.18	3.46 ± 1.33	1.95 ± 0.95	3.08 ± 1.12	2.07 ± 1.02	2.92 ± 1.04
Gostar de me sentir importante	2.29 ± 1.15	3.62 ± 1.12	2.03 ± 1.04	3.15 ± 1.21	2.25 ± 1.01	3.00 ± 1.00

NOTA: 1= nada importante; 2 = pouco importante; 3 = importante; 4 = muito importante; 5 = Totalmente importante

Tabela 2. Análise fatorial das motivações dos atletas para a prática da natação

	Fatores			
	1	2	3	4
SAÚDE				
Ter algo que fazer	0.738			
Melhorar a saúde	0.693			
Estar ativo	0.679			
Gastar energias	0.608			
Melhorar a aparência física	0.591			
Libertar-se de frustrações	0.507			
Ficar em forma e mais forte	0.504			
Gostar de exercício físico	0.473			
Gostar de ação	0.451			
Querer estar em forma	0.424			
STATUS SOCIAL/INFLUÊNCIA DE OUTREM				
Gostar de se sentir importante		-0.818		
Ser popular		-0.794		
Querer que os outros prestem atenção nele(a)		-0.680		
Os amigos querem que participe		-0.605		
Para ir a jantares/ almoços/festas da equipa		-0.567		
Estar fora de casa		-0.519		
A família quer que participe		-0.499		
COMPETIÇÃO				
Gostar de competir			-0.826	
Gostar de ir às competições			-0.800	
Competir em níveis altos			-0.753	
Melhorar as habilidades			-0.592	
Gostar de ganhar			-0.573	
Gostar de desafio			-0.545	
Fazer algo em que é bom/boa			-0.537	
Receber medalhas e troféus			-0.524	

COOPERAÇÃO/DIVERSÃO	
Gosto de trabalhar em equipa	0.806
Gosto do espírito de equipa	0.737
Gosto de pertencer a uma equipa	0.705
Querer estar com amigos	0.501
Gostar de nadar na piscina	0.484
Gostar de se Divertir	0.477

A análise dos dados permitiu ainda verificar a existência de diferenças significativas entre as diversas categorias de nadadores (juvenis, juniores e seniores) em relação a alguns itens incluídos nos respetivos fatores (Tabela 3).

Tabela 3. Diferenças significativas entre os nadadores das diversas categorias sobre as motivações para a prática da modalidade.

Fatores /Itens	Categorias	Mann-Whitney
SAÚDE		
Ter algo que fazer	Juvenis e Seniores	$P = 0.008$
STATUS SOCIAL/INFLUÊNCIA DE OUTREM		
Ser popular		$P = 0.015$
Querer que os outros prestem atenção nele(a)		$P = 0.002$
Estar fora de casa	Juvenis e Juniores	$P < 0.001$
A família quer que participe		$P < 0.001$
Estar fora de casa	Juvenis e Seniores	$P = 0.001$
A família quer que participe		$P = 0.002$
COMPETIÇÃO		
Receber medalhas e troféus	Juvenis e Juniores	$P = 0.001$
Receber medalhas e troféus	Juvenis e Seniores	$P < 0.001$
COOPERAÇÃO/DIVERSÃO		
Gostar de pertencer a uma equipa	Juvenis e Juniores	$P = 0.001$
Gostar de pertencer a uma equipa	Juvenis e Seniores	$P = 0.033$
Gostar de nadar na piscina		$P = 0.021$

De igual modo foram identificadas diferenças significativas entre os grupos de treinadores e os nadadores das diferentes categorias, no que se refere às razões de motivação para a prática da natação (Tabela 4).

Já no que se refere às razões que levaram ex-nadadores das categorias juvenis, juniores e seniores a abandonar a prática da natação pode ser vista na Tabela 5. Estes valores permitem ter uma perspectiva geral sobre as razões mais e menos ponderadas para cada grupo de nadadores ter tomado a decisão de abandonar a prática da natação. Na Tabela 5 é ainda possível observar-se a perspectiva que os treinadores têm sobre as razões que levam os nadadores das três categorias a abandonar a prática da natação. Estes resultados permitem analisar se as razões apontadas pelos nadadores são também identificadas pelos treinadores.

Tabela 4. Diferenças significativas entre treinadores e nadadores sobre as motivações para a prática da natação.

Treinadores – Juvenis	Mann-Whitney	Treinadores – Juniores	Mann-Whitney	Treinadores – Seniores	Mann-Whitney
Gostar de trabalhar em equipa	$P = 0,001$	Gostar de trabalhar em equipa	$P = 0,004$	Gostar de trabalhar em equipa	$P = 0,012$
Gostar do espírito de equipa	$P = 0,005$	Gostar dos treinadores	$P = 0,004$	Gostar dos treinadores	$P = 0,006$
Gostar de excitação	$P = 0,011$	Gostar do espírito de equipa	$P = 0,027$	Gostar do espírito de equipa	$P = 0,021$
Querer aprender novas habilidades	$P = 0,013$	Querer aprender novas habilidades	$P = 0,013$	Gostar de excitação	$P = 0,006$
Gostar de pertencer a uma equipa	$P < 0,001$	Gostar de pertencer a uma equipa	$P = 0,003$	Gostar de pertencer a uma equipa	$P = 0,017$
Gostar de fazer novas amizades	$P < 0,001$	Gostar de fazer novas amizades	$P = 0,002$	Gostar de fazer novas amizades	$P = 0,002$
Gostar de desafio	$P = 0,026$	Gostar de ação	$P = 0,029$	Gostar de ação	$P = 0,002$
Gostar de ação	$P = 0,020$	Gostar de exercício físico	$P < 0,001$	Gostar de exercício físico	$P = 0,005$
Ficar em forma e mais forte	$P = 0,001$	Querer melhorar minha saúde	$P < 0,001$	Querer melhorar minha saúde	$P = 0,003$
Gostar de exercício físico	$P < 0,001$	Estar ativo	$P = 0,005$	Estar ativo	$P = 0,001$
Querer melhorar minha saúde	$P < 0,001$	Querer que os outros prestem atenção em mim	$P = 0,004$	Ser popular	$P = 0,017$
Melhorar a aparência física	$P = 0,023$	Ser popular	$P = 0,001$	Gostar de me sentir importante	$P = 0,029$
Estar ativo	$P = 0,005$	Gostar de me sentir importante	$P = 0,002$	Querer estar com amigos	$P = 0,004$
Ser popular	$P = 0,008$	Ter algo que fazer	$P < 0,005$	Ter algo que fazer	$P = 0,030$
Gostar de me sentir importante	$P = 0,001$	Libertar-se de frustrações	$P < 0,001$	Libertar-se de frustrações	$P = 0,025$
Querer estar em forma	$P = 0,001$	Gostar de nadar na piscina	$P = 0,034$	Gostar de me divertir	$P = 0,033$
Querer estar com amigos	$P = 0,038$	Gostar de se Divertir	$P = 0,001$		
Ter algo que fazer	$P < 0,001$				
Libertar-se de frustrações	$P < 0,001$				
Estar fora de casa	$P = 0,005$				
Gostar de nadar na piscina	$P = 0,004$				
Gostar de se Divertir	$P = 0,036$				

Tabela 5. Ranking das razões de abandono de ex-nadadores e percepção dos treinadores

	Juvenis	Treinadores	Juniões	Treinadores	Seniores	Treinadores
Questões	M ± DP					
Queria mais tempo livre	3.40 ± 1.43	3.62 ± 1.12	3.08 ± 1.44	4.08 ± 0.64	2.65 ± 1.39	4.08 ± 0.95
O treinador tratava de forma desigual os nadadores	3.00 ± 1.83	3.00 ± 1.29	1.58 ± 1.17	2.69 ± 1.25	1.55 ± 1.10	2.38 ± 1.20
O treinador era injusto	2.90 ± 1.45	3.00 ± 1.29	2.17 ± 1.27	2.62 ± 1.33	1.25 ± 0.64	2.54 ± 1.13
Não havia suficiente espírito de equipa	2.70 ± 1.49	2.46 ± 0.97	1.92 ± 1.31	2.85 ± 1.28	1.70 ± 1.08	3.00 ± 1.41
Não gostava do treinador	2.70 ± 1.25	3.23 ± 1.09	1.50 ± 0.80	2.92 ± 1.16	1.30 ± 0.66	3.08 ± 1.26
O treinador não me dava atenção	2.50 ± 1.43	3.15 ± 1.21	1.17 ± 0.39	2.92 ± 1.32	1.15 ± 0.49	2.92 ± 1.32
Os métodos de treino do treinador eram maus	2.50 ± 1.18	2.69 ± 1.32	1.58 ± 1.00	2.92 ± 1.26	1.55 ± 1.28	2.77 ± 1.36
Não era recompensado suficientemente	2.50 ± 1.43	2.92 ± 1.12	1.33 ± 0.65	2.85 ± 0.95	1.55 ± 1.00	3.15 ± 1.07
Não me davam reconhecimento suficiente	2.50 ± 1.35	3.23 ± 1.01	1.50 ± 0.80	3.00 ± 1.00	1.50 ± 1.24	3.08 ± 1.12
Não havia trabalho de equipa	2.40 ± 1.43	2.54 ± 1.07	2.00 ± 1.48	2.62 ± 1.12	1.65 ± 0.75	2.54 ± 1.13
Os treinos consumiam muito tempo	2.30 ± 1.57	3.46 ± 0.97	2.83 ± 1.40	3.69 ± 0.75	2.50 ± 1.19	3.54 ± 1.13
O número de treinos era insuficiente	2.30 ± 1.70	2.08 ± 1.19	1.33 ± 0.65	2.15 ± 1.28	1.20 ± 0.52	2.31 ± 1.25
Os meus pais insistiram para eu me dedicar mais aos estudos	2.30 ± 1.34	3.46 ± 1.19	2.08 ± 1.38	3.85 ± 0.69	1.45 ± 0.83	3.38 ± 1.12
Não gostava de estar na equipa	2.30 ± 1.49	3.08 ± 1.32	1.50 ± 1.17	2.62 ± 1.35	1.30 ± 0.80	2.54 ± 1.33

Não gostava da pressão	2.30 ± 1.34	2.92 ± 1.26	1.92 ± 0.90	2.38 ± 0.97	1.50 ± 0.69	2.31 ± 0.86
Sentia-me muito cansado	2.20 ± 1.32	3.15 ± 1.21	3.00 ± 1.29	2.08 ± 1.08	2.25 ± 1.21	3.00 ± 1.29
Lesionei-me	2.20 ± 1.75	3.15 ± 1.21	2.33 ± 1.67	3.23 ± 1.19	2.25 ± 1.48	3.62 ± 1.19
Tive que dar prioridade aos estudos	2.10 ± 1.52	3.31 ± 1.03	3.08 ± 1.38	3.92 ± 0.64	3.05 ± 1.70	3.77 ± 1.01
O treinador era pouco ambicioso	2.10 ± 1.20	2.54 ± 0.97	1.50 ± 0.80	2.62 ± 1.18	1.40 ± 1.10	2.77 ± 1.24
Saturei-me dos treinos	2.00 ± 1.33	3.38 ± 1.19	2.58 ± 1.51	3.77 ± 0.73	2.40 ± 1.47	3.69 ± 1.03
Não estava em boa forma	2.00 ± 1.49	2.69 ± 1.04	2.75 ± 1.14	2.77 ± 1.07	2.25 ± 1.25	3.15 ± 1.28
Os treinos eram monótonos	1.90 ± 1.20	3.31 ± 0.95	1.50 ± 0.68	3.23 ± 1.30	1.70 ± 0.98	3.23 ± 1.30
Não melhorava as minhas capacidades	1.90 ± 1.20	3.62 ± 1.12	1.83 ± 0.94	3.85 ± 0.90	2.25 ± 1.07	3.85 ± 1.14
Não era suficientemente excitante	1.80 ± 1.14	2.85 ± 1.18	1.58 ± 0.90	2.62 ± 0.96	1.45 ± 0.67	2.54 ± 0.97
As vitórias eram a única coisa que me interessava	1.80 ± 1.48	3.08 ± 1.32	1.58 ± 1.00	2.77 ± 1.24	1.45 ± 0.95	2.54 ± 1.13
Não me sentia suficientemente importante	1.80 ± 1.23	3.23 ± 1.17	1.25 ± 0.45	2.77 ± 0.83	1.55 ± 1.05	2.54 ± 0.87
Não tinha disponibilidade para estar com os meus amigos	1.80 ± 1.14	3.15 ± 1.07	2.00 ± 0.85	3.62 ± 0.87	1.90 ± 1.29	3.46 ± 1.20
A equipa perdia sempre ou quase sempre	1.70 ± 1.34	2.46 ± 1.18	1.25 ± 0.45	2.38 ± 1.12	1.05 ± 0.22	2.31 ± 1.11
Tinha outros interesses mais importantes	1.70 ± 1.34	3.31 ± 0.95	2.67 ± 1.67	3.08 ± 0.83	2.30 ± 1.38	3.08 ± 1.04

O horário dos treinos e/ou competições não era compatível com outras atividades	1.70 ± 1.25	3.23 ± 1.42	2.08 ± 1.00	3.38 ± 1.39	2.55 ± 1.23	3.38 ± 1.39
Não participava (competia) o suficiente	1.70 ± 1.06	2.92 ± 1.38	1.17 ± 0.39	3.08 ± 1.38	1.25 ± 0.55	3.15 ± 1.52
Querida praticar outro desporto	1.70 ± 1.25	2.85 ± 1.35	1.67 ± 1.23	2.08 ± 0.86	1.35 ± 0.88	1.92 ± 0.76
Não era convocado para as provas	1.70 ± 1.16	3.00 ± 1.00	1.25 ± 0.45	2.77 ± 1.01	1.05 ± 0.22	2.62 ± 1.03
Não me davam oportunidades para competir	1.70 ± 1.06	2.92 ± 1.26	1.17 ± 0.39	2.62 ± 1.04	1.05 ± 0.22	2.46 ± 0.97
Perdi o gosto pela prática da modalidade	1.70 ± 1.25	3.46 ± 1.05	2.25 ± 1.55	3.54 ± 0.78	1.75 ± 1.07	3.62 ± 0.96
O treinador era muito exigente	1.70 ± 1.25	3.23 ± 1.17	1.33 ± 0.49	2.62 ± 1.12	1.40 ± 1.00	2.46 ± 1.13
Os treinos eram difíceis	1.70 ± 0.68	3.62 ± 0.96	1.58 ± 0.67	3.46 ± 1.05	1.50 ± 0.61	3.08 ± 1.32
Os meus colegas não gostavam de mim	1.60 ± 0.97	2.92 ± 1.44	1.42 ± 0.67	2.54 ± 1.39	1.10 ± 0.45	2.46 ± 1.33
Havia demasiada competição	1.60 ± 1.27	2.31 ± 1.11	1.42 ± 0.52	2.08 ± 0.86	1.45 ± 1.00	2.00 ± 0.82
O desafio não era suficiente	1.60 ± 1.27	2.92 ± 1.50	1.25 ± 0.62	2.85 ± 1.41	1.25 ± 0.45	2.77 ± 1.36
Não gostava de competir	1.60 ± 1.35	2.62 ± 1.39	1.33 ± 0.65	2.46 ± 1.05	1.20 ± 0.52	2.54 ± 1.13
Era aborrecido	1.60 ± 1.27	2.54 ± 1.20	1.58 ± 0.90	2.38 ± 0.96	1.30 ± 0.57	2.31 ± 0.96
Não era tão bom como queria ser	1.60 ± 1.27	3.08 ± 0.64	1.83 ± 0.84	3.46 ± 1.05	1.85 ± 1.23	3.77 ± 1.17
Não era a minha modalidade preferida	1.50 ± 1.35	2.92 ± 1.19	1.17 ± 0.39	2.38 ± 1.19	1.00 ± 0.00	2.08 ± 1.12

Os treinos e os jogos eram desorganizados	1.50 ± 1.08	2.23 ± 1.09	1.17 ± 0.39	2.15 ± 0.99	1.15 ± 0.49	2.38 ± 1.33
A maioria dos meus colegas era melhor que eu	1.50 ± 0.85	3.08 ± 1.12	1.17 ± 0.39	2.92 ± 1.04	1.25 ± 0.55	2.69 ± 1.11
Não era popular	1.50 ± 1.27	2.85 ± 1.07	1.17 ± 0.39	2.54 ± 1.04	1.05 ± 0.22	2.46 ± 0.97
Os meus amigos deixaram a natação	1.50 ± 0.97	3.69 ± 0.95	2.08 ± 1.31	3.85 ± 0.69	1.80 ± 1.11	3.46 ± 1.05
Não ganhava competições suficientes	1.50 ± 0.85	3.08 ± 1.19	1.58 ± 0.70	2.69 ± 0.93	2.00 ± 1.21	2.77 ± 0.93
Tive mau rendimento escolar e fui castigado	1.40 ± 0.97	3.31 ± 1.44	1.42 ± 1.17	3.00 ± 1.12	1.10 ± 0.31	2.08 ± 1.12
Tinha outras coisas para fazer	1.40 ± 0.52	2.92 ± 1.14	2.33 ± 1.30	3.46 ± 1.13	2.20 ± 1.44	4.08 ± 0.95
Não aprendia novas habilidades	1.40 ± 0.70	2.69 ± 1.18	1.17 ± 0.39	2.62 ± 1.12	1.20 ± 0.41	2.46 ± 0.97
Gastava muito dinheiro a praticar natação	1.30 ± 0.68	1.85 ± 0.90	1.17 ± 0.39	1.85 ± 0.90	1.15 ± 0.67	1.85 ± 0.90
Comecei a namorar	1.30 ± 0.48	2.69 ± 1.11	1.33 ± 0.65	2.69 ± 1.11	1.20 ± 0.89	2.62 ± 1.26
Não conhecia novos amigos	1.30 ± 0.68	2.00 ± 1.29	1.25 ± 0.62	1.85 ± 0.99	1.10 ± 0.31	1.69 ± 0.75
Não era suficientemente divertido	1.30 ± 0.68	2.62 ± 1.81	1.50 ± 0.67	2.54 ± 1.13	1.70 ± 1.03	2.46 ± 1.33
Os meus pais ou os amigos próximos não queriam que eu nadasse	1.20 ± 0.63	3.15 ± 1.14	1.17 ± 0.39	2.77 ± 0.83	1.10 ± 0.45	2.54 ± 0.78
Não era capaz de usar o equipamento e recursos necessários para a prática da modalidade	1.20 ± 0.63	1.54 ± 0.78	1.08 ± 0.29	1.54 ± 0.78	1.20 ± 0.52	1.54 ± 0.78
Não viajava muito	1.20 ± 0.42	2.08 ± 0.76	1.17 ± 0.39	2.08 ± 0.76	1.30 ± 0.66	2.15 ± 0.80

As minhas capacidades físicas não eram ajustadas à modalidade	1.10 ± 0.32	3.15 ± 1.21	1.17 ± 0.39	2.62 ± 1.12	1.50 ± 0.83	2.46 ± 1.20
Já era muito velho	1.10 ± 0.32	2.00 ± 1.00	1.17 ± 0.39	2.54 ± 1.05	1.70 ± 1.08	3.15 ± 1.14
Entrei para a Universidade	1.00 ± 0.00	2.54 ± 1.33	1.50 ± 1,17	3.69 ± 1.49	3.10 ± 1.65	4.38 ± 0.77
Não gostava dos prémios	1.00 ± 0.00	1.92 ± 0.86	1.25 ± 0,45	2.00 ± 0.82	1.05 ± 0.22	2.08 ± 0.86

NOTA: 1= nada importante; 2 = pouco importante; 3 = importante; 4 = muito importante; 5 = Totalmente importante

No que se refere às razões de abandono da prática da modalidade foi ainda possível verificar a existência de diferenças significativas entre as três categorias de nadadores em relação a algumas das 63 variáveis incluídas na análise (Tabela 6).

Tabela 6. Diferenças significativas entre os nadadores das diversas categorias sobre as razões de abandono da modalidade.

Itens	Categorias	Mann-Whitney
Não gostava do treinador)	Juvénis e Júniores	P = 0.017
Os métodos de treino do treinador eram maus		P = 0.042
O treinador era injusto		P = 0.037
O treinador não me dava atenção		P = 0.014
Não gostava do treinador	Juvénis e Seniores	P = 0.001
Não me davam reconhecimento suficiente		P = 0.016
Os métodos de treino do treinador eram maus		P = 0.007
O treinador tratava de forma desigual os nadadores		P = 0.025
O treinador era injusto		P = 0.001
O treinador não me dava atenção		P = 0.002
Entrei para a Universidade	Júniores e Seniores	P = 0.001
Entrei para a Universidade		P = 0.009

O total das 63 variáveis também foi analisado de modo a procurar verificar-se se existiam diferenças significativas entre a abordagem dos treinadores sobre as razões que levavam os nadadores de cada uma das categorias a abandonar a modalidade. Os resultados apontaram para a existência de diferenças significativas em relação a inúmeras variáveis (Tabela 7). Quando comparados os resultados do grupo de treinadores com o grupo de ex-nadadores apenas se verificou a existência de diferenças significativas em relação ao grupo dos juniores, particularmente em relação ao horário dos treinos e/ou competições não ser compatível com outras atividades ($P = 0.014$).

Tabela 7. Diferenças significativas entre Treinadores sobre as razões de abandono da natação entre as diferentes categorias.

Treinadores – Ex-juvenis	Mann-Whitney	Treinadores – Ex-juniores	Mann-Whitney	Treinadores – Ex-seniores	Mann-Whitney
Não eram tão bons como queriam ser	$P = 0.003$	Não era tão bons como queriam ser	$P = 0.001$	Não eram tão bons como queriam ser	$P < 0.001$
Não era suficientemente divertido	$P = 0.014$	Não era suficientemente divertido	$P = 0.018$	Não era suficientemente divertido	$P = 0.041$
Queriam praticar outro desporto	$P = 0.029$	Era aborrecido	$P = 0.036$	Queriam praticar outro desporto	$P = 0.010$
Era aborrecido	$P = 0.041$	Os treinos eram difíceis	$P < 0.001$	Não gostavam da pressão	$P = 0.010$
Os treinos eram difíceis	$P < 0.001$	Não era suficientemente excitante	$P = 0.014$	Era aborrecido	$P = 0.001$
Não era suficientemente excitante	$P = 0.038$	Não gostavam de estar na equipa	$P = 0.015$	Os treinos eram difíceis	$P < 0.001$
Não melhoravam as suas capacidades	$P = 0.005$	Não melhoravam as suas capacidades	$P < 0.001$	Não era suficientemente excitante	$P = 0.002$
Não gostavam de competir	$P = 0.017$	Não gostavam de competir	$P = 0.003$	Não gostavam de estar na equipa	$P = 0.017$
Não ganhavam competições suficientes	$P = 0.003$	Não ganhavam competições suficientes	$P = 0.003$	Não melhoravam as suas capacidades	$P = 0.001$

Não tinha disponibilidade para estar com os amigos	P = 0.012	Não tinham disponibilidade para estar com os amigos	P < 0.001	Não estavam em boa forma	P = 0.045
Não se sentiam suficientemente importantes	P = 0.012	Não se sentiam suficientemente importantes	P < 0.001	Não gostavam de competir	P < 0.001
Não aprendia novas habilidades	P = 0.008	Não lhe davam reconhecimento suficiente	P = 0.001	Não ganhavam competições suficientes	P = 0.031
Os amigos deixaram a natação	P < 0.001	Não eram recompensado suficientemente	P < 0.001	Não tinham disponibilidade para estar com os amigos	P = 0.002
Não participavam (competiam) o suficiente	P = 0.036	Não aprendiam novas habilidades	P = 0.001	Não se sentiam suficientemente importantes	P = 0.001
O desafio não era suficiente	P = 0.028	Os amigos deixaram a natação	P = 0.002	Não lhe davam reconhecimento suficiente	P < 0.001
Não eram populares	P = 0.013	Não participavam (competiam) o suficiente	P = 0.001	Não eram recompensados suficientemente	P < 0.001
Os pais ou os amigos próximos não queriam que nadassem	P = 0.006	O desafio não era suficiente	P = 0.002	Lesionaram-se	P = 0.012
Não viajavam muito	P < 0.001	Não eram populares	P = 0.001	Não aprendiam novas habilidades	P < 0.001
Já eram muito velhos	P = 0.012	Os pais ou os amigos próximos não queriam que nadassem	P < 0.001	Os amigos deixaram a natação	P < 0.001
Não gostavam dos prémios	P = 0.003	Não viajavam muito	P = 0.002	Não participavam (competiam) o suficiente	P < 0.001
Os pais insistiram para se dedicarem mais aos estudos	P = 0.039	Já eram muito velhos	P = 0.001	O desafio não era suficiente	P < 0.001
O treinador era muito exigente	P = 0.005	Não gostavam dos prémios	P = 0.015	Não eram populares	P < 0.001

Perderam o gosto pela prática da modalidade	P = 0.003	Os pais insistiram para se dedicarem mais aos estudos	P = 0.002	Os pais ou os amigos próximos não queriam que nadassem	P < 0.001
Tinham outros interesses mais importantes	P = 0.005	O treinador era pouco ambicioso	P = 0.009	Não viajavam muito	P = 0.002
Saturaram-se dos treinos	P = 0.017	Havia demasiada competição	P = 0.046	Já eram muito velhos	P = 0.001
As vitórias eram a única coisa que lhes interessava	P = 0.017	O treinador era muito exigente	P = 0.002	Não gostavam dos prémios	P < 0.001
As capacidades físicas não eram ajustadas à modalidade	P < 0.001	Perderam o gosto pela prática da modalidade	P = 0.016	Os pais insistiram para se dedicarem mais aos estudos	P < 0.001
Não lhe davam oportunidades para competir	P = 0.023	Saturaram-se dos treinos	P = 0.031	O treinador era pouco ambicioso	P < 0.001
Tiveram que dar prioridade aos estudos	P = 0.046	As vitórias eram a única coisa que lhes interessava	P = 0.012	O treinador tratava de forma desigual os nadadores	P = 0.011
Tiveram mau rendimento escolar e foram castigados	P = 0.003	As capacidades físicas não eram ajustadas à modalidade	P < 0.001	O número de treinos era insuficiente	P = 0.003
Não eram convocados para as provas	P = 0.012	Não lhe davam oportunidades para competir	P < 0.001	Havia demasiada competição	P = 0.019
A maioria dos colegas era melhor que eles	P = 0.003	A equipa perdia sempre ou quase sempre	P = 0.004	O treinador era muito exigente	P = 0.001
Os colegas não gostavam deles	P = 0.026	Tiveram rendimento escolar e fui castigado	P = 0.001	Perderam o gosto pela prática da modalidade	P < 0.001
Os treinos eram monótonos	P = 0.012	Não eram convocados para as provas	P < 0.001	Saturaram-se dos treinos	P = 0.011
Não era a modalidade preferida	P = 0.009	A maioria dos colegas era melhor que eles	P < 0.001	As vitórias eram a única coisa que lhes interessava	P = 0.002

Começaram a namorar	P = 0.003	Os treinos e os jogos eram desorganizados	P = 0.005	As suas capacidades físicas não eram ajustadas à modalidade	P < 0.012
Entraram para a Universidade	P = 0.007	O treinador não lhes dava atenção	P < 0.001	Não lhes davam oportunidades para competir	P < 0.001
Tinham outras coisas para fazer	P = 0.001	Os colegas não gostavam deles	P = 0.029	A equipa perdia sempre ou quase sempre	P < 0.001
		Os treinos eram monótonos	P = 0.001	Tiveram mau rendimento escolar e foram castigados	P < 0.001
		Não era a modalidade preferida deles	P = 0.005	A maioria dos colegas era melhor que eles	P < 0.001
		Começaram a namorar	P = 0.001	Não eram convocados para as provas	P < 0.001
		Gastavam muito dinheiro a praticar natação	P = 0.020	Os treinos e os jogos eram desorganizados	P = 0.001
		Entraram para a Universidade	P = 0.001	O treinador não lhes dava atenção	P < 0.001
		Tinham outras coisas para fazer	P = 0.030	Os colegas não gostavam deles	P < 0.001
				Os treinos eram monótonos	P = 0.001
				Não era a modalidade preferida	P < 0.001
				Começaram a namorar	P < 0.001
				Gastavam muito dinheiro a praticar natação	P = 0.001
				Entraram para a Universidade	P = 0.022
				Tinham outras coisas para fazer	P = 0.001
				Queriam mais tempo livre	P = 0.004

Discussão

O presente estudo teve como objetivos estudar as razões de motivação e abandono da modalidade de natação de um grupo de nadadores e ex-nadadores das categorias de juvenis, juniores e seniores e analisar se a percepção dos treinadores sobre as razões de motivação e abandono da prática desta modalidade são coincidentes com as razões apontadas pelos nadadores e ex-nadadores.

No que se refere às razões de motivação para a prática da natação apontadas pelos nadadores foi possível identificar através da análise fatorial, a existência de quatro fatores explicativos dessa envolvimento “saúde, status social/influência de outrem, competição e cooperação/diversão”. Também Brodtkin e Weiss (1990) em um estudo desenvolvido em torno da natação conseguiram identificar fatores similares “competição, saúde, status social, afiliação, liberação de energia, influência de outrem e ainda diversão”. Por sua vez, Andrade (2006) ao desenvolver um estudo que envolveu nadadores brasileiros extraiu fatores catalogados em “status social, cooperação, competição, diversão/movimento, forma física, influência de outrem, socialização e também habilidade motora/saúde”. Deste modo, quando comparados os resultados do presente estudo, com investigações desenvolvidas para outras modalidades é possível verificar que existe também uma convergência de resultados, sendo que as diferenças entre eles pode ser explicada pelo facto de cada modalidade desportiva ter um contexto de prática diferenciada, para além das questões culturais e número de amostra utilizadas pelos diversos estudos (Yan & McCullagh, 2004).

No que se refere às diferenças significativas entre as categorias de juvenis, juniores e seniores para cada um dos fatores é possível verificar que para o fator saúde o facto de quererem “ter algo para fazer” apresenta diferenças significativas para as categorias dos juvenis e dos seniores, sendo mais valorizado pelos juvenis. No que se refere ao fator status social/influência de outrem importa registar que os juvenis indicam uma maior valorização para o facto de serem influenciados pela família e amigos e ainda o facto de quererem ser apreciados pelos outros. Este resultado parece ser normal neste tipo de idades. No que se refere ao fator competição, existem diferenças significativas em apenas uma questão, “receber medalhas e troféus”, entre as categorias juvenis-juniores e juvenis-seniores, sendo mais valorizada pelos juvenis, indicando assim que esta categoria é mais influenciada por aspetos relacionados com a motivação

extrínseca. Finalmente, no que se refere ao fator cooperação/diversão importa destacar a diferença significativa encontrada entre as categorias juvenis-juniores e juvenis-seniores para a questão “gosto de pertencer a uma equipa”, sendo a categoria dos juvenis aquela que valoriza mais esta questão. Este resultado parece reforçar que nestas idades os jovens têm necessidade fortalecer a sua questão relacional, valorizando-a mais em relação aos aspetos do sucesso competitivo (Brodkin & Weiss, 1990). Por outro lado os resultados indicam que existem diferenças significativas entre algumas das razões entre as categorias juvenis-juniores e juvenis-seniores e nunca entre as categorias juniores-seniores.

Já em relação às razões de abandono e tendo como referência o estudo de Gould, et al. (1982), os principais motivos de abandono indicados foram o facto de terem outras coisas que fazer; falta de divertimento; vontade em praticar outro desporto; não serem tão bons como desejavam; excessiva pressão; não gostavam do treinador; o treino era muito difícil; e falta de excitação. Já Boulgakova (1990) num estudo semelhante obteve como resultados: “estagnação de resultados, aparecimento de outros interesses, dificuldade em conciliar os estudos com a prática do desporto, mudança de treinador, problemas com o treinador, monotonia dos treinos e nº excessivo de treinos”. Em Portugal foi possível encontrar ao nível do abandono da natação algumas referências, como é o caso de Santos, (2008) com a indicação de que as causas de abandono foram a: “ falta de resultados desportivos, a falta de apoio, terem tido lesões, a dificuldade de conciliar os estudos com a prática desportiva, a rotina dos treinos e ainda a saturação dos treinos”. Também Vasconcelos (2003) destaca a dificuldade em conciliar os estudos com a prática desportiva como um elemento de grande relevo na influência de abandonar a modalidade. Por fim, Marinho, et al. (2009) identificaram que a dimensão “lazer” é apontada como uma das principais causas de abandono.

O presente estudo sugere claramente uma influência do treinador como causa de abandono, particularmente para categoria dos juvenis. No caso dos juniores e seniores é **apontado o facto de terem entrado para a universidade, como a razão fundamental para terem abandonado a prática da modalidade, o que reflete uma dificuldade em conciliar os estudos com a prática desportiva. Por consequência fica explicada a necessidade de necessitarem de mais tempo disponível, à semelhança do já verificado por Vasconcelos**

(2003) e Santos (2008). Verificou-se ainda uma coincidência com o estudo de Gould, et al. (1982) nos fatores relacionados com o facto de não gostarem do treinador e terem outras coisas que fazer, e com o estudo de Boulgakova (1990) no que se refere ao aparecimento de outros interesses, à **dificuldade em conciliarem os estudos** com a prática desportiva e ainda pelo facto de mencionarem a existência de problemas com o treinador.

Importa ainda destacar que foram encontradas diferenças significativas em quatro questões semelhantes entre as categorias juvenis-juniores e juvenis-seniores, sendo elas o facto de não gostarem do treinador; os métodos de treino do treinador eram maus; o treinador era injusto e ainda porque o treinador não dava atenção suficiente. Os juvenis são a categoria que mais valorizou estas razões, o que se explica quando se relacionam estes dados com os dados obtidos sobre as razões de motivação para a prática da modalidade, em que se verificou que a categoria dos juvenis valoriza muito a apreciação dos outros, refletindo a necessidade de um maior acompanhamento e atenção quando comparados com os nadadores das outras categorias. Deste modo pode retirar-se que o treinador é um elemento fulcral na estabilidade emocional destes jovens praticantes podendo ter influência direta na continuidade da prática desportiva ou no seu abandono. Importa ainda referir a que a razão “entrei para a universidade” que apresentou diferenças significativas entre as categorias juniores-seniores, tendo sido mais valorizada pelos seniores, é explicada por duas razões distintas: pela necessidade que os nadadores têm de se preparar para os exames nacionais que permitem a entrada para a universidade; e/ou pelo facto de os alunos universitários não conseguirem conciliar a vida académica com outras atividades que mantinham anteriormente.

Deste modo, e quando analisados os resultados da estatística descritiva apresentados na Tabela 1, correspondente às respostas obtidas sobre as razões de motivação, na perspetiva dos nadadores e dos seus treinadores, pode concluir-se que a ordenação dessas razões pelas médias é muito díspar. Da análise às respostas que são indicadas pelos treinadores e nadadores com uma ponderação entre 4 e 5 (4 = muito importante; 5 = totalmente importante), pode verificar-se que apenas existe uma coincidência de resposta para a categoria dos juniores para o item “querer melhorar as habilidades”.

Quando analisadas as diferenças significativas entre as razões de motivação indicadas pelos treinadores e os nadadores das respectivas categorias verifica-se que existem diferenças significativas em 22 questões quando comparados os grupos treinadores-juvenis; 17 questões quando comparados os grupos dos treinadores-juniores; e em 16 questões para o caso dos grupos dos treinadores-seniores (Tabela 4). Tal resultado sugere um maior desfasamento entre a perceção do treinador sobre as razões que motivam os nadadores das categorias de juvenis e os nadadores desta categoria, quando comparado com as categorias de juniores e seniores.

No que se refere ao estudo das razões de abandono, os resultados da estatística descritiva apresentados na Tabela 5 correspondente às respostas obtidas sobre as razões de abandono, na perspectiva dos ex-nadadores e dos seus treinadores, pode concluir-se que a ordenação dessas razões pelas médias é igualmente díspar. Da análise às respostas que são indicadas pelos treinadores e ex-nadadores com uma ponderação a partir de 3 (3 = importante; 4 = muito importante; 5 = totalmente importante), pode verificar-se que apenas existe uma coincidência de resposta para as categorias de juniores e juvenis para o item “querer mais tempo livre”; e para a categoria dos seniores em que se destaca como primeira referência para ambos os grupos de treinadores-seniores o item “entrada para a universidade”.

Quando analisadas as diferenças significativas entre as razões de abandono indicadas pelos treinadores e os ex-nadadores das respectivas categorias verifica-se que existem diferenças significativas em 39 itens quando comparados os grupos treinadores-juvenis; 44 itens quando comparados os grupos dos treinadores-juniores e em 51 itens para o caso dos grupos dos treinadores-seniores (Tabela 7). Tal resultado sugere um maior desfasamento entre a perceção do treinador sobre as razões que motivam os ex-nadadores das categorias de seniores e os ex-nadadores desta categoria, quando comparado com as categorias de juvenis e juniores.

Conclusão

A análise dos resultados permite concluir que os fatores que maior importância têm para a motivação dos nadadores das categorias juvenis, juniores e seniores praticarem a modalidade são: “saúde, status social/influência de outrem, competição e ainda cooperação/diversão”.

Relativamente ao estudo da perceção dos treinadores sobre as razões de motivação e abandono da modalidade de natação para as categorias juvenis, juniores e seniores os resultados obtidos apontam para uma disparidade entre o conhecimento do treinador sobre as razões indicadas pelo grupo dos nadadores e ex-nadadores. Tais resultados sugerem que o conhecimento dos técnicos sobre os seus nadadores não é tão profundo quanto o desejável, situação que a ser melhorada, poderá aumentar a longevidade da prática da natação e rendimento desportivo. Contudo, os resultados não são conclusivos, dada a limitação do número de amostra de treinadores, nadadores e ex-nadadores. Perante o exposto sugere-se que dada a vertente qualitativa associada às questões da motivação e abandono da prática desportiva, que em futuros estudos se considere uma maior amplitude da amostra de forma a minimizar os erros de interpretação.

Referências

- Agostinho, N. (2001). *O abandono da prática desportiva na modalidade de natação: estudo realizado em jovens dos 12 aos 14 anos no distrito de Coimbra*. (Dissertação de Licenciatura), Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Andrade, A., Salguero, A., & Márquez, S. (2006). Motivos para a participação esportiva em nadadores brasileiros. *Fitness & performance journal*, 5(6), 363-369. doi: 1676-5133
- Andy, F. (2005). *Discovering statistics using SPSS*: SAGE Publications Ltd, London UK.
- Bengoechea, E., & Streat, W. (2007). On the interpersonal context of adolescents' sport motivation. *Psychology of Sport & Exercise*, 8(2), 195-217. doi: 10.1016/j.psychsport.2006.03.004
- Blanchard, C., Mask, L., Vallerand, R., Sablonnière, R., & Provencher, P. (2007). Reciprocal relationships between contextual and situational motivation in a sports setting. *Psychology of Sport & Exercise*, 8(5), 854-873. doi: 10.1016/j.psychsport.2007.03.004
- Boulgakova N. (1990) *Selection et Preparation des Jeunes Nageurs*. Ed. Vigot. Paris
- Brodtkin, P., & Weiss, M. (1990). Developmental differences in motivation for participating in competitive swimming. *Journal of sport & exercise psychology*, 12(2), 248-263.
- Chase, N., Sui, X., & Blair, S. (2008). Comparison of the health aspects of swimming with other types of physical activity and sedentary lifestyle habits. *International Journal of Aquatic Research & Education*, 2(2), 151-161.
- Chen, G., Kanfer, R., DeShon, R., Mathieu, J., & Kozlowski, S. (2009). The motivating potential of teams: Test and extension of Chen and Kanfer's (2006) cross-level model of motivation in teams. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 110(1), 45-55. doi: 10.1016/j.obhdp.2009.06.006
- Costa, L. (2008). *Motivação para a Participação e Abandono Desportivo de Jovens em Idade Escolar*. (Doutoramento), Universidade do Porto, Porto.
- Deci, E. (1971). Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. *Journal of personality and Social Psychology*, 18(1), 105-115.

- Fraser-Thomas, J., Côté, J., & Deakin, J. (2008). Understanding dropout and prolonged engagement in adolescent competitive sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 9(5), 645-662. doi: 10.1016/j.psychsport.2007.08.003
- Gould, D., Feltz, D., Horn, T., & Weiss, M. (1982). Reasons for attrition in competitive youth swimming. *Journal of Sport Behavior*, 5(3), 155-165.
- INE. (2009). Indicadores Sociais 2008. In I. P. Instituto Nacional de Estatística (Ed.), (pp. 207). Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- Kavussanu, M., Boardley, I., Jutkiewicz, N., Vincent, S., & Ring, C. (2008). Coaching Efficacy and Coaching Effectiveness: Examining Their Predictors and Comparing Coaches' and Athletes' Reports. *Sport Psychologist*, 22(4), 383-404.
- Keegan, R., Harwood, C., Spray, C., & Lavallee, D. (2009). A qualitative investigation exploring the motivational climate in early career sports participants: Coach, parent and peer influences on sport motivation. *Psychology of Sport & Exercise*, 10(3), 361-372. doi: 10.1016/j.psychsport.2008.12.003
- Klint, K., & Weiss, M. (1987). Perceived competence and motives for participating in youth sports: A test of Harter's competence motivation theory. *Journal of sport psychology*, 9(1), 55-65.
- Li, W., & Lee, A. (2004). A Review of Conceptions of Ability and Related Motivational Constructs in Achievement Motivation. *Quest*, 56(4), 439-461.
- Mageau, G. A., & Vallerand, R. J. (2003). The coach-athlete relationship: a motivational model. *Journal of Sports Sciences*, 21(11), 883-904. doi: 10.1080/0264041031000140374
- Marinho, M., Santana, P., Figueiras, T., Marinho, D., & Silva, A. (2009). Causa do Abandono da Prática da Natação Pura Desportiva. *Revista Acqua. Revista Portuguesa de Natação*, 1(1), 36-47.
- Matos, M., & Cruz, J. (1997). Desporto escolar: motivação para a prática e razões para o abandono. *Psicologia: Teoria, Investigac o e Pratica - Centro de Estudos em Educação e Psicologia*, 2(3), 459-490.
- McAuley, E., & Tammen, V. (1989). The effects of subjective and objective competitive outcomes on intrinsic motivation. *Journal of sport & exercise psychology*, 11(1), 84-93.
- Pelletier, L. G., & Vallerand, R. J. (1996). Supervisors' beliefs and subordinates' intrinsic motivation: A behavioral confirmation analysis. *Journal of personality and Social Psychology*, 71(2), 331-340. doi: 10.1037/0022-3514.71.2.331
- Ryska, T., Hohensee, D., Cooley, D., & Jones, C. (2002). Participation motives in predicting sport dropout among Australian youth gymnasts. *North American journal of psychology*, 4(2), 199-210.
- Salguero, A., González-Boto, R., Tuero, C., & Marquez, S. (2004). Relationship between perceived physical ability and sport participation motives in young competitive swimmers. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 44(3), 294-299.
- Santos, S. (2008). A Motivação Subjacente para a Continuidade da Modalidade Desportiva. *Portal dos psic logos*, 1-7.
- Seabra, A., Mendonça, D., Thomis, M., Malina, R., & Maia, J. (2007). Sports participation among Portuguese youth 10 to 18 years. *Journal of physical activity & health*, 4(4), 370-380.
- Spaaij, R. (2009). The social impact of sport: diversities, complexities and contexts. *Sport in Society*, 12(9), 1109-1117. doi: 10.1080/17430430903137746

- Vallerand, R. J. (2004). Intrinsic and extrinsic motivation in Sport. In C. Spielberger (Ed.), *Encyclopedia of Applied Psychology* (Vol. 2, pp. 427-435). Florida: Elsevier.
- Vasconcelos, P. (2003). Abandono da prática desportiva e sucesso na adaptação à vida activa em nadadores portugueses de elite. *Educación Física y Deportes*, 8(58).
- Weiss, M., & Petlichkoff, L. (1989). Children's motivation for participation in and withdrawal from sport: Identifying the missing links. *Pediatric Exercise Science*, 1(3), 195-211.
- Yan, J. H., & McCullagh, P. (2004). Cultural influence on youth's motivation of participation in physical activity. *Journal of Sport Behavior*, 27(4), 378-390.

Associação entre o alelo I do gene da ECA e a velocidade crítica de nado

Aldo Matos da Costa^{1,2,3}, António José Silva^{2,4}, Luiza Breitenfeld Granadeiro^{3,5}

Introdução

Pela importância que terá na regulação fisiológica do sistema renina-angiotensina-aldosterona, o gene da enzima conversora da angiotensina (gene da ECA) tem sido extensivamente estudado. A ECA catalisa a conversão da angiotensina I em angiotensina II, um péptido fisiologicamente activo. Este controla o equilíbrio electrolítico e a pressão sistémica do sangue (Rieder et al., 1999) e está expressa em vários tecidos do organismo, particularmente nas células intestinais, pulmonares, capilares pulmonares e próstata (Danser et al., 1995).

Até à data, mais de 100 polimorfismos foram já reportados ao gene da ECA, embora, na sua maioria, sem aparente efeito funcional (Myerson et al., 2001). Historicamente, os estudos têm sido centrados num polimorfismo identificado em 1990 por Rigat et al. (1990). Este polimorfismo ocorre no cromossoma 17, no intron 16 do gene do ECA e caracteriza-se pela presença ou ausência de um fragmento *Alu* com cerca de 287-pb (Higashimori et al., 1993). O mesmo está presente na variante de inserção (I) e ausente na variante de deleção (D), resultando em três génotipos: II e DD, homocigóticos, e ID, heterocigótico.

Diversas pesquisas evidenciam a sua influência na variação da actividade do ECA no plasma (Rigat et al., 1990), em tecidos (Danser et al., 1995), incluindo o do músculo cardíaco (Danser et al., 1995), em patologias cardiovasculares e outras relacionadas com a sobrecarga oxidante (Langlois et al., 2000). A redução da actividade do ECA, associada ao alelo I, tem vindo a ser relacionada com uma maior eficiência metabólica (Montgomery et al., 1999) e mecânica do músculo-esquelético (Williams et al., 2000), podendo conduzir à presença superior de fibras tipo I (Zang et al., 2003).

1 Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

2 Centro de Investigação em Desporto Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

3 Centro de Investigação em Ciências da Saúde (CICS), Covilhã, Portugal

4 Departamento de Ciências de Desporto, Exercício e Saúde, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

5 Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

Estes efeitos fisiológicos associados ao alelo I poderão ajudar a explicar a razão pela qual os indivíduos portadores do alelo I parecem apresentar uma propensão para resultados superiores em práticas desportivas de domínio aeróbio (Collins et al., 2004). Apesar de alguns estudos sugerirem uma influência significativa do alelo I na variação do consumo máximo de oxigénio ($VO_{2máx}$) (Almeida et al., 2012) a maioria das pesquisas não revela qualquer interação significativa entre o genótipo do ECA e o $VO_{2máx}$ (e.g., Orysiak et al., 2013). Com efeito, é especialmente curioso o facto de escassearem pesquisas sobre os efeitos deste polimorfismo na capacidade aeróbia dos atletas, designadamente ao nível do limiar anaeróbio. Aliás, é ainda pouco clara a resposta do ECA a diferentes intensidades e durações de exercício, nem é conhecido o estímulo interno pelo qual a sua actividade é incrementada (Costa et al., 2009a).

Assim, foi propósito do nosso estudo avaliar as diferenças dos registos da capacidade aeróbia estimada (velocidade crítica de nado), de acordo com o genótipo do gene do ECA, de nadadores portugueses de ambos os géneros e de diferente nível desportivo.

Material e Métodos

Amostra

Foram estudados 71 nadadores portugueses diferenciados com base no seu nível desportivo (elite e médio) e de acordo com o género: 40 nadadores de elite (23 masculinos e 17 femininos, 18.97 ± 3.04 anos), pertencentes ao plano de alta competição da Federação Portuguesa de Natação; 31 nadadores de nível médio (15 masculinos e 16 femininos, 18.9 ± 2.9 anos). Os nadadores foram ainda diferenciados com base na distância de especialidade: nadadores de curta distância (NCD, dos 50m aos 200m) e nadadores de média distância (NMD, dos 400m aos 1500m).

Antes do início da pesquisa, os todos os indivíduos estudados foram convidados a assinar um termo de consentimento livre e esclarecido, contendo todas as informações sobre o estudo, o seu significado e o possível uso dos resultados. A estes coube autorizar ou não o armazenamento dos dados e materiais coletados, que foram mantidos sob a guarda do pesquisador. O presente estudo foi ainda autorizado pelo conselho científico da Universidade da Beira Interior.

Estimação da capacidade aeróbia (velocidade crítica de nado).

Recorremos ao cálculo da velocidade crítica (VCrit) como índice não invasivo do desempenho aeróbio e de predição do limiar anaeróbio dos nadadores estudados (Wakayoshi et al., 1992a,b), independentemente do nível desportivo (Denadai, Greco & Teixeira, 2000). As principais vantagens deste indicador resultam da facilidade de aplicação e análise num elevado número de nadadores, podendo ser realizada durante as sessões de treino ou recorrendo a tempos publicados de competições, sem a necessidade da utilização de equipamentos dispendiosos ou a qualquer colecta de sangue. Tendo isto como pressuposto, optamos pela estimação da VCrit segundo a proposta de Costa et al. (2009b): regressão linear entre a distância e os melhores tempos oficiais da época desportiva nas provas de 100m, 200m e 400m livres, obtidos em eventos competitivos próximos ao registo dos restantes parâmetros avaliados.

Estudo do polimorfismo I/D do gene do ECA

Com o consentimento de cada indivíduo, foi recolhida uma amostra de cerca de 3 gotas de sangue, aplicadas directamente em papel de filtro de análise quantitativa geral (Albet, DP 400200). As amostras de sangue secaram à temperatura ambiente e foram armazenadas em bolsas individuais plastificadas a 4°C, para posterior processamento. O protocolo para extração de ADN com *Chelex 100*[®] (BioRad Laboratories, Hercules, CA) foi baseado no método descrito por Walsh, Metzger, e Higuchi (1991). No sentido de avaliar a técnica de extração do ADN, foi sempre usado um controlo negativo. Os sítios polimórficos do gene do ECA foram ampliados através da técnica modificada da reacção em cadeia da polimerase (PCR), descrita por Turet, Visvikis, Breda e Corvolt (1992). Após a incubação realizada a 4°C, os fragmentos de ADN foram separados por electroforese em gel de agarose a 2%, e visualizados com brometo de etídio. Seguidos de 30 a 35 minutos de electroforese a 110 V, o gel foi fotografado em luz ultravioleta, recorrendo ao *software* de captação de imagem *Biocap*. As “bandas” formadas pelo ADN foram comparadas com as de marcadores e, através de inspecção visual, foi realizada a identificação dos fragmentos: 490pb (I) e 190pb (D).

Tratamento estatístico

Os resultados foram agrupados e analisados estatisticamente, tendo sido considerado significativo um valor de $p < 0.05$. A generalidade dos dados foi descrita com base no valor médio e no res-

pectivo desvio padrão. O tratamento estatístico foi realizado no *software* SPSS® 22.0 for Windows® e no *software* SigmaStat® 5.0 for Windows®. As diferenças dos parâmetros em estudo entre os três grupos genotípicos (DD, ID, II) foram estudadas recorrendo ao teste não paramétrico de *Kruskal Wallis*. Por sua vez, recorreu-se ao teste não paramétrico de *Mann Whitney's U* quando se procedeu ao estudo das diferenças entre os grupos amostrais (nadadores de elite vs. não elite), entre sujeitos homozigóticos (DD vs. II) ou entre grupos genotípicos homozigóticos e portadores de alelos D ou I (DD v.s ID+ID; DD+ID vs. II).

Resultados

Na tabela 1 apresentamos as características gerais dos nadadores de elite estudados, de acordo com o género e o genótipo do gene do ECA. Não foram encontradas diferenças significativas entre as referidas variáveis e o genótipo do gene do ECA em ambos os géneros ($p > 0.05$).

Tabela 1. Características gerais da amostra de nadadores de elite de acordo com o género e genótipo do gene do ECA.

	Masculino (n=23)						Feminino (n=17)					
	DD	(N)	ID	(N)	II	(N)	DD	(N)	ID	(N)	II	(N)
Idade (anos)	20.5 ± 3.2	12	20.7 ± 2.24	9	18.1 ± 1.2	2	17.3 ± 3.2	7	16.5 ± 1.5	7	16.4 ± 1.8	3
Altura (cm)	180.4 ± 6.7	12	183.1 ± 4.7	9	178.1 ± 2.6	2	165.3 ± 3.7	7	164.2 ± 4.5	7	164.5 ± 9.8	3
Peso (kg)	76.5 ± 5.8	12	77.7 ± 6.0	9	68.7 ± 0.5	2	54.9 ± 4.0	7	58.3 ± 5.2	7	56.3 ± 9.3	3

Do mesmo modo, na tabela 2, são apresentadas as características gerais dos nadadores de nível médio estudados, de acordo com o género e a mesma estratificação genotípica anterior. Constatamos, no género feminino, a existência de diferenças significativas para a variável peso corporal ($p = 0.049$).

Tabela 2. Características gerais da amostra de nadadores de nível médio de acordo com o género e genótipo do gene do ECA.

	Masculino (n=15)						Feminino (n=16)					
	DD	(N)	ID	(N)	II	(N)	DD	(N)	ID	(N)	II	(N)
Idade (anos)	19.4 ± 4.1	6	19.0 ± 2.5	7	18.1 ± 0.2	2	15.7 ± 1.1	7	17.6 ± 1.1	6	17.9 ± 3.4	3
Altura (cm)	175.7 ± 6.2	6	176.7 ± 3.5	7	180.3 ± 5.3	2	157.0 ± 4.6	7	163.5 ± 3.7	6	159.0 ± 6.1	3
Peso (kg)	68.7 ± 9.6	6	69.6 ± 8.6	7	65.3 ± 0.4	2	49.6 ± 5.7	7	57.8 ± 2.9	6	55.3 ± 7.0	3

Na tabela 3 comparamos os nadadores de ambos os níveis desportivos relativamente à VCrit e às suas características gerais. Pela análise da referida tabela constatamos que a diferença no nível desportivo entre os dois grupos de nadadores será consequente, também, da existência de diferenças em alguns dos indicadores gerais avaliados e, particularmente, na sua capacidade aeróbia (VCrit). Como tal, a fusão dos grupos numa amostra única de estudo não seria adequada para posterior tratamento estatístico.

Tabela 3. Comparação entre os nadadores de elite e de nível médio, no que se refere aos registos das características gerais e da VC. *p<0.05.

Género	Idade	Peso	Altura	VC
Masculino	P=0.055	P=0.003*	P=0.029*	P=0.048*
Feminino	P=0.719	P=0.260	P=0.027*	P=0.021*

Tendo por base a diferenciação dos nadadores quanto à sua especialização na distância de nado, comparamos na figura 1 e 2 os registos médios da VCrit entre os especialistas em distâncias curtas (NCD, < 200m) e em distâncias médias (NMD, 400 a 1500m). Entre os nadadores de elite de ambos os géneros, podemos constatar que a VCrit é superior nos NMD (p<0.05). No que se refere aos nadadores de nível médio, apenas o género masculino apresenta uma VCrit superior nos NMD (p=0.003).

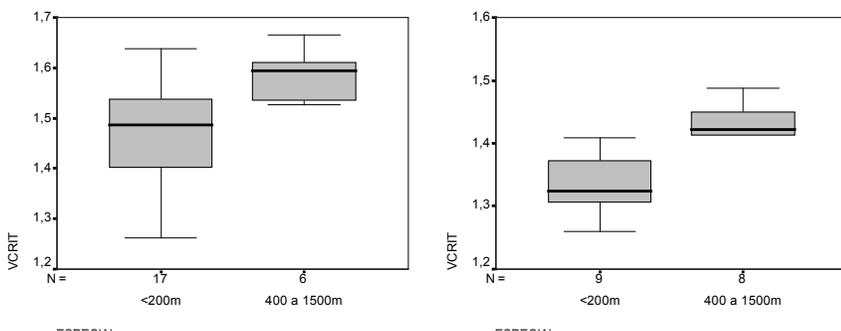


Figura 1. Caixa de bigodes da VC ($m.s^{-1}$) nos nadadores de elite por especialidade de nado (à esquerda o género masculino e à direita o género feminino). * $p<0.05$.

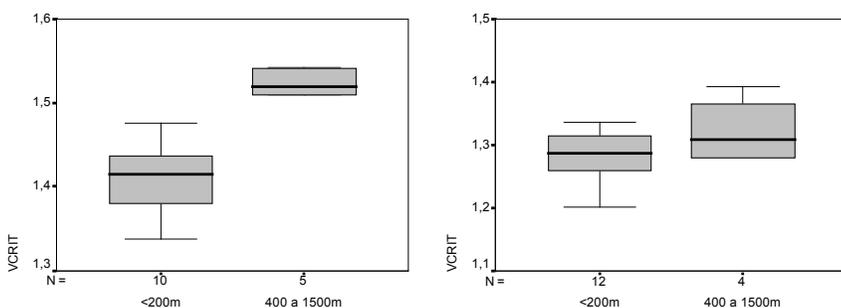


Figura 2. Caixa de bigodes da VC ($m.s^{-1}$) dos nadadores de nível médio por especialidade de nado (à esquerda o género masculino e à direita o género feminino). * $p<0.05$

O reduzido número de sujeitos homocigóticos para o alelo I (II) não permitiu o estudo da amostra no respeito da significância das diferenças médias *intra-grupo* da Vcrit, i.e., a análise isolada pelos dois grupos de especialistas (NCD e NMD). Sendo assim, optamos pelo estudo conjunto dos nadadores, segmentados apenas quanto ao género e nível desportivo.

Na tabela 4 apresentamos os registos da Vcrit nos nadadores estudados, distribuídos por nível desportivo, género e genótipo do gene do ECA. Tal como verificamos, a Vcrit não difere entre o genótipo do gene do ECA ($p>0.05$) em nenhum géneros ou nível desportivo.

Tabela 4. Valores médios da VC nos nadadores de elite e de nível médio, de acordo com o género e o genótipo do gene do ECA.

		Masculinos				Femininos			
		DD	ID	II	p-value	DD	ID	II	p-value
VC (m.s-1)	Elite	1.470 ± 0.110	1.531 ± 0.101	1.565 ± 0.054	0.386	1.389 ± 0.045	1.339 ± 0.081	1.433 ± 0.024	0.082
	Nível médio	1.481 ± 0.061	1.415 ± 0.061	1.433 ± 0.009	0.152	1.301 ± 0.096	1.278 ± 0.017	1.305 ± 0.022	0.290

Ainda a respeito da VCcrit, comparamos na tabela 5 a variação deste indicador entre o nível desportivo e para cada genótipo do gene do ECA. Pela análise da tabela podemos realçar o maior crescimento percentual verificado nos sujeitos com o genótipo II em ambos os géneros, assim como a evolução significativa ($p < 0.05$) nos portadores do alelo I (ID+II).

Tabela 5. Comparação entre os nadadores de elite e de nível médio, no que se refere aos registos da VC, de acordo com o género e o genótipo do gene do ECA.

		Genótipo			Porte do alelo I (ID+II)	
		DD	ID	II		
VC (m.s-1)	Masculino	p-value %	0.925 -0.7%	0.030* +8.1%	0.121 +9.2%	0.006* +8.3%
	Feminino	p-value %	0.035* +6.7%	0.116 +4.7%	0.050* +9.8%	0.027* +6.2%

O valor percentual (%) refere-se à variação da VC entre o nível desportivo. * $p < 0.05$.

Discussão

O propósito central deste estudo foi examinar a influência do genótipo do gene do ECA na capacidade aeróbia num grupo homogéneo de nadadores Portugueses de diferente nível desportivo. Historicamente, a relação do ECA com o desempenho aeróbio emerge pela constatação da eficácia de terapias farmacológicas com inibidores de ECA em indivíduos com insuficiência cardíaca congestiva (Sabah et al., 1996). Todo esse palco de ensaios farmacológicos permitiu conhecer que os seus efeitos serão parcialmente mediados por ação antagonista de angiotensina-2 (Ang2), uma vez que o bloqueio do receptor At1 activa a perfusão do músculo-esquelético implícito

no exercício, conduzindo a uma superior eficiência aeróbia (Schau-felberger et al., 1998). De forma alternativa, esta vantagem aeróbia poderá advir do facto do genótipo II, associado a uma actividade do ECA menos elevada (Danser et al., 1995), induzir por consequência uma menor degradação de bradicinina (Brown et al., 1998) e maior resposta vasodilatadora (Butler et al., 1999). Uma menor degradação de bradicinina em sujeitos com genótipo II poderá alterar favoravelmente o metabolismo energético pela maior disponibilidade de substratos oxidativos e redução da concentração de lactato. Deste modo, é incrementada a eficiência da função contráctil do músculo-esquelético, conduzindo a benefícios evidentes na capacidade aeróbia dos sujeitos.

Os estudos consultados sugerem que o nível sistémico de actividade do ECA aumenta em resposta ao exercício moderado em indivíduos não treinados (Woods et al., 2004). Embora surjam trabalhos divergentes, estes comprometem-se pelo recurso a amostras diminutas, heterogéneas e sob estímulos pouco estandardizados (Fyhrquist et al., 1983). Conhece-se também um aumento da concentração de Ang2 (Fyhrquist et al. 1983), no entanto, a esta intensidade de exercício, parece não existir influência do genótipo do ECA (Woods et al., 2004). Sendo assim, a discussão dos resultados encontrados requer a delimitação da intensidade da zona metabólica à qual a VCrit melhor se associa. Esta é uma preocupação fulcral já que, segundo Woods et al. (2004), a influência do genótipo do ECA é dependente da intensidade do exercício físico implícito, apesar de não ser ainda claro o mecanismo fisiológico associado.

A VCrit é um conceito fisiológico derivado do modelo de “potência crítica” de Monod e Scherrer (1965) para grupos musculares sinergistas, tendo sido mais tarde estendido para grandes grupos musculares por Moritani et al. (1981). De acordo com os autores atrás referenciados, o conceito de potência crítica representa um índice de desempenho aeróbio, relacionado com o VO_{2max} e com o limiar anaeróbio ventilatório. A reconversão deste conceito para a natação foi concretizada por Wakayoshi et al. (1992a), recorrendo a seis velocidades de nado para o cálculo do coeficiente angular entre a distância percorrida e o tempo até à exaustão ($r^2 > 0.998$). Neste primeiro trabalho foi sugerido que a VCrit corresponderia a uma velocidade de nado que, teoricamente, poderia ser mantida por períodos longos de tempo. A VCrit foi depois associada como próxima da velocidade de nado num teste máximo de 30 minutos (Dekerle, Sidney,

Hespel, & Pelayo, 2002), ligeiramente superior ao máximo estado estável de lactato e da velocidade de nado média estimada para concentrações de lactato de 4 m.mol^{-1} (V4) (e.g., Denadai et al., 2000).

Contudo as diferentes combinações de distâncias e coordenadas propostas pela literatura afetaram a reprodutibilidade dos estudos e por consequência o significado fisiológico deste indicador, em particular na natação (Costa, Costa & Marinho, 2015). Merece especial nota a exclusão de distância longas por parte de alguns estudos resultando necessariamente numa sobrestimação da V_{Crit}, para além do facto de não ser recomendado recorrer a distâncias inferiores a 2 minutos dado que o esforço não permite que o $\text{VO}_{2\text{max}}$ seja atingido (Dekerle, Brickley, Sidney, & Pelayo, 2006). Esta é a principal limitação deste estudo (assim como em vários outros) – a ausência de registos competitivos em distâncias longas não permitiu o cálculo da V_{Crit} usando uma combinação de distâncias fisiologicamente mais adequada. Com efeito, a V_{Crit} calculada contém uma considerável participação do metabolismo anaeróbio, embora sempre abaixo de uma intensidade metabólica severa ou submáxima.

A observação descritiva dos resultados apresentados para este indicador sugere uma tendência para os nadadores de elite com o genótipo II (de ambos os géneros) apresentarem valores superiores de V_{Crit}. Contudo, não se identificaram diferenças em nenhum dos géneros, nem quando comparamos a V_{Crit} entre os grupos homozigóticos (DD vs. II) ($p > 0.05$). O facto de existirem poucos sujeitos com o genótipo II, particularmente do género masculino, dificulta a confirmação com robustez dos resultados estatísticos produzidos. De qualquer modo e em suma, os resultados encontrados no que se referem ao grupo de nadadores de elite sugerem que a V_{Crit}, apesar de superior entre os sujeitos com o genótipo II, não varia entre os grupos genotípicos.

Assim, podemos enunciar três ordens de razão para a inexistência de diferenças da V_{Crit} entre o genótipo do ECA em nadadores de elite. A primeira razão atribuir-se-ia, como atrás já foi referido, ao reduzido número de nadadores homozigóticos para o alelo I. A segunda razão poderá prender-se com a intensidade da zona metabólica à qual a V_{Crit} pertence, i.e., a uma velocidade de nado próxima ao máximo estado estável de lactato, sobrestimada pelo facto de não incluir uma distância longa na combinação de coordenadas de cálculo. Está bem documentada a dependência da atividade basal do ECA com o genótipo (Tiret et al., 1992) e a sua relativa estabilidade

no tempo (Ribichini et al., 1998). No entanto, em situação de exercício moderado, a influência do genótipo parece não ser significativa (Woods et al., 2004) nem relacionada com o aumento de atividade do ECA (Woods et al., 2004) ou de concentração de Ang2 (Fyhrquist et al., 1983). Apesar de sabermos que a concentração basal de Ang2 é independente do genótipo do ECA (Woods et al., 2004), tem sido proposto que este exerce um efeito significativo a partir de um certo limiar de aumento de concentração de Ang1.

O exercício está associado ao aumento do nível plasmático de angiotensinogénio (Metsarinne, 1988), que por sua vez será consumido com o aumento consequente de atividade da renina (Fyhrquist et al., 1983), dando origem à subida do nível de Ang1. Com base em alguns estudos (e.g., Brown et al., 1998) sabemos que quando os níveis de Ang1 são elevados de forma artificial (através de infusão), a concentração de Ang2 pode tornar-se dependente do genótipo do ECA. No entanto, Woods et al. (2004) refere que em situação de exercício moderado (a 70% do VO_{2max} determinado previamente) não parece existir qualquer influência do genótipo na síntese de Ang2.

O terceiro motivo para a não variação significativa da V_{Crit} no genótipo do ECA poderá estar relacionado com o carácter individual deste indicador. Relembrando que a V_{Crit} foi estimada com base num modelo de distância-tempo, recorrendo aos tempos oficiais das provas de 100, 200 e 400m livres, será espectável um valor superior deste indicador nos fundistas (NMD) e menor entre os velocistas (NCD), facto este atestado no nosso estudo (ver figura 1). Com efeito, isto pode reverter paralelamente num factor de heterogeneidade, que estará exacerbado quando a distribuição das especialidades não é simétrica, sendo o caso da nossa amostra masculina de nadadores de elite (visto que evidencia um claro enviesamento à esquerda, simetria = 1.467 ± 0.481). Por outro lado, a especialização dos nadadores (NCM e NMD) estará associada a uma orientação particular da preparação desportiva. Apesar do genótipo do ECA parecer induzir originalmente essa especialização (Costa et al., 2009a), o efeito aditivo do treino poderá camuflar a influência genética num indicador altamente treinável como é a capacidade aeróbia (V_{Crit}).

No que se refere aos nadadores de nível médio, constamos que a V_{Crit} não varia em ambos os géneros ($p > 0.05$) entre o genótipo do gene do ECA. Todo o rol de argumentos atrás referidos poderá ser utilizado para justificar este mesmo resultado. Aliás, no que se refere à distribuição do número de especialistas, constatamos igualmente

um desvio à esquerda: entre os 15 nadadores masculinos inserem-se 10 especialistas em provas curtas (simetria = 0.788 ± 0.580); entre as 16 nadadoras estudadas, 13 participam preferencialmente em provas curtas (simetria = 1.772 ± 0.564). No entanto, julgamos que a principal razão para a não significância das diferenças da V_{Crit} entre o genótipo, estará no menor nível de expressão desportiva destes nadadores. Talvez seja por isso que observamos uma V_{Crit} semelhante entre as nadadoras homozigóticas (genótipo DD vs. genótipo II) e, inclusive, superior nos nadadores masculinos com o genótipo DD. Neste sentido, somos levados a propor que o genótipo do gene do ECA não influencia a V_{Crit} (e indiretamente a capacidade aeróbia) em nadadores Portugueses de nível médio.

Complementarmente, será importante realçar que a diferenciação dos nadadores em dois grupos de expressão desportiva (elite e médio) acaba por ser certificada, também, pelas suas diferenças ao nível das características gerais e, particularmente, no valor médio absoluto da V_{Crit} (tabela 3). Pelos dados apresentados na tabela 5, constatamos que a V_{Crit} entre os níveis de expressão desportiva (elite e médio) apresenta aumentos percentuais superiores em ambos os géneros nos sujeitos homozigóticos para o alelo I, sendo inclusivamente significativo para o género feminino. De outro modo, optando pela análise dos sujeitos portadores do alelo I (ID+II), a evolução da V_{Crit} é agora significativa para ambos os géneros ($p < 0.05$). Estes dados indicam que o desenvolvimento da capacidade aeróbia (V_{Crit}) parece estar aumentado nos nadadores portadores do alelo I do gene do ECA. Atrás referimos que a orientação do treino, consequente da especialização dos nadadores, pode esconder a influência do genótipo do ECA na V_{Crit}. No entanto, neste caso particular, o treino parece ser um factor determinante na competência para o desenvolvimento desta capacidade, embora tal facto não sido objeto de análise direta neste estudo. Analisando a V_{Crit} entre indivíduos do género masculino com o genótipo ID (tabela 5), verificamos uma evolução significativa do nível médio para o nível de elite ($p = 0.030$). Tratando-se de nadadores maioritariamente especialistas em eventos de curta distância, este resultado traduz uma propensão para o desenvolvimento desta capacidade independentemente da orientação do treino implícito.

Ainda referente à tabela 5, não podemos deixar de realçar o aumento significativo da V_{Crit} entre as nadadoras com o genótipo DD ($p = 0.035$). Neste grupo genotípico verifica-se uma distribuição distinta no que se refere ao número de especialistas entre as nadado-

ras dos dois níveis desportivos considerados. Nas sete nadadoras de elite (com o genótipo DD), três são especialistas em provas superiores a 400m. Em contraste, verificamos que para o mesmo “N” da amostra, no grupo das nadadoras de nível médio (com o genótipo DD), só uma é especialista neste tipo de prova. Deste modo, o inesperado desenvolvimento da V_{Crit} aqui verificado poderá ser sustentado pela especialização em eventos competitivos mais longos e, consequentemente, pela orientação do treino implícito.

A influência atrás referida para o alelo I é, de certo modo, convergente nos resultados de Montgomery et al. (1998) que referem uma associação entre o genótipo II e melhorias significativamente superiores na capacidade de resistência-força após treino. Do mesmo modo, Williams et al. (2000) associam para o mesmo genótipo incrementos significativos na eficiência contráctil do músculo-esquelético após treino. No complemento dessa eficiência, Zhang et al. (2003) sugerem que sujeitos portadores do alelo I apresentam uma maior proporção de fibras oxidativas. A este respeito, teria sido já demonstrado em pacientes com falência cardíaca congestiva que a redução de fibras tipo 1 representa a principal causa de perda de eficiência muscular (Kemp et al., 1996), reversível pela redução de actividade do ECA, i.e., com a administração de inibidores (Sabbah et al., 1996). Esta variação do rácio de fibras musculares resultará, provavelmente, num aumento do limiar anaeróbio e, por efeito, na capacidade aeróbia do sujeito, mesmo sem variações de VO_{2max} (Coyle et al., 1992). Embora este último pressuposto assente nos resultados de um estudo em ciclistas profissionais, cremos que fará igualmente sentido a sua aplicação na natação competitiva. Em acréscimo, será ainda importante o aumento da densidade de vasos capilares potencialmente associado com a expressão do ECA (Schaufelberger et al., 1998), optimizando por consequência a perfusão muscular e o nível de glicose disponível (Kudoh & Matsuki, 2000). Estudos clínicos em pacientes com doenças respiratórias crónicas convergem no mesmo sentido (Kanazawa et al., 2002), relacionando o genótipo II com a optimização da oxigenação periférica dos tecidos e a menor acumulação de lactato.

Em suma, a presença do alelo I parece estar relacionada com a propensão para o desenvolvimento da capacidade aeróbia (V_{Crit}), embora o genótipo do gene do ECA não seja influente na variação deste indicador entre grupos de nadadores homogéneos, seja qual for o seu *status* desportivo. É ainda pouco clara a resposta do ECA a diferentes intensidades e durações de exercício, nem conhecido

o estímulo interno pelo qual a actividade do ECA é incrementada. Aguardam-se, por isso, estudos neste domínio que melhor elucidem a conversão de Ang1 em Ang2 e o papel deste gene nesse processo durante o exercício.

Conclusão

A capacidade aeróbia estimada, quer nos nadadores de elite, quer nos nadadores de nível médio, não varia de acordo com o genótipo do gene do ECA. No entanto, a presença do alelo I pode estar relacionada com a propensão para o desenvolvimento deste indicador e, eventualmente, na orientação desportiva para eventos competitivos de média ou longa duração.

Referências

- Almeida, J. A., Boullosa, D. A., Pardono, E., Lima, R. M., Morais, P. K., Denadai, B. S., Souza, V. C., Nóbrega, O. T., Campbell, C., Simões, H., G. (2012). The Influence of ACE Genotype on Cardiovascular Fitness of Moderately Active Young Men. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 8(4), 315-20.
- Brown, N. J., Blais, C., Gandhi, S. K., & Adam, A. (1998). ACE insertion/deletion genotype affects bradykinin metabolism. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 32(2), 373-377.
- Butler, R., Morris, A. D., Burchell, B., & Struthers, A. D. (1999). DD angiotensin-converting enzyme gene polymorphism is associated with endothelial dysfunction in normal humans. *Hypertension*, 33, 1164-1168.
- Collins, M., Xenophonos, S., Carilou, M., Mokone, G., Hudson, D., Anastasiades, L., & Noakes, T. (2004). The ACE Gene and Endurance Performance during the South African Ironman Triathlons. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(8), 1314-1320.
- Costa, A. M., Silva, A. J., Oliveira, R. J., Palmeira-de-Oliveira, A., & Granadeiro, L. B. (2009a). A influência do sistema renina-angiotensina-aldosterona e do polimorfismo I/D do gene do ECA no desempenho humano durante o exercício físico. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 31(1), 9-24.
- Costa, A. M., Silva, A. J., Louro, H., Reis, V. R., Garrido, N. D., Marques, M. C., & Marinho, D. A. (2009b). Can the curriculum be used to estimate critical velocity in young competitive swimmers? *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 17-23.
- Costa, A. M., Costa, M. J., & Marinho, D. A. (2015). Velocidade crítica em natação: uma revisão da literatura. *Motricidade*, 11(3), 158-170.
- Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Horowitz, J. F., & Beltz, J. D. (1992). Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24(7), 782-788.
- Danser, A. H. J., & Deinum, J. (2005). Renin, Prorenin and the Putative (Pro)renin Receptor. *Hypertension*, 46, 1069-1076.
- Dekerle, J., Brickley, G., Sidney, M., & Pelayo, P. (2006). Application of the critical power concept in swimming. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 6(supl. 2), 103-105.

- Dekerle, J., Sidney, M., Hespel, J. M., & Pelayo, P. (2002). Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate, and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 93–98.
- Denadai, B. S., Greco, C. C., & Teixeira, M. (2000). Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10-12 years of different standards. *Journal of Sports Sciences*, 18(10), 779–784.
- Fyhrquist, F., Dessypris, A., & Immonen, I. (1983). Marathon run: effects on plasma renin activity, renin substrate, angiotensin converting enzyme, and cortisol. *Hormone and Metabolic Research*, 15(2), 96–99.
- Higashimori, K., Zhao, Y., Higaki, J., Kamitani, A., Katsuya, T., Nakura, J., Miki, T., Mikami, H., & Ogiwara, T. (1993). Association analysis of a polymorphism of the angiotensin converting enzyme gene with essential hypertension in Japanese population. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 191(2), 399–404.
- Kanazawa, H., Otsuka, T., Hirata, K., & Yoshikawa, J. (2002). Association between the angiotensin-converting enzyme gene polymorphisms and tissue oxygenation during exercise in patients with COPD. *Chest*, 121(3), 697–701.
- Kemp, G. J., Thompson, C. H., Stratton, J. R., Brunotte, F., Conway, M., Adamopoulos, S., Arnolda, L., Radda, G. K., & Rajagopalan, B. (1996). Abnormalities in exercising skeletal muscle in congestive heart failure can be explained in terms of decreased mitochondrial ATP synthesis, reduced metabolic efficiency, and increased glycogenolysis. *Heart*, 76, 35–41.
- Kudoh, A., & Matsuki, A. (2000). Effects of angiotensin-converting enzyme inhibitors on glucose uptake. *Hypertension*, 36, 239–244.
- Langlois, M. R., Martin, M. E., Boelaert, J. R., Beaumont, C., Taes, Y. E., de Buyze, M. L., Bernard, D. R., Neels, H. M., & Delanghe, J. R. (2000). The haptoglobin 2-2 phenotype affects serum markers of iron status in healthy males. *Clinical Chemistry*, 46, 1619–1625.
- Metsarinne, K. (1988). Effect of exercise on plasma renin substrate. *International Journal of Sports Medicine*, 9(4), 267–269.
- Monod, H., & Scherrer, J. (1965). The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics*, 8(3), 329–338.
- Montgomery, H., Marshall, R., Hemingway, H., Myerson, S., Clarkson, P., Dollery, C., Hayward, M., Holliman, D., Jubb, M., World, M., Thomas, E., Brynes, A., Saeed, N., Barnard, M., Bell, J., Prasad, K., Rayson, M., Talmud, P., & Humphries, S. (1998). Human gene for physical performance. *Nature*, 393 (Letter), 221–222.
- Montgomery, H., Clarkson, P., Barnard, M., Bell, J., Brynes, A., Dollery, C., Hajnal, J., Hemingway, H., Mercer, D., Jarman, P., Marshall, R., Prasad, K., Rayson, M., Saeed, N., Talmud, P., Thomas, L., Jubb, M., World, M., & Humphries, S. (1999). Angiotensin-converting-enzyme gene insertion/deletion polymorphism and response to physical training. *Lancet*, 353(9152), 541–545.
- Moritani, T. A., Nagata, H. Á., Devries, H. Á., & Muro, M. (1981). Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. *Ergonomics*, 24, 339–350.
- Myerson, S., Montgomery, H., Whittingham, M., World, M., Humphries, S., & Pannell, D. (2001). Left ventricular hypertrophy with exercise and ACE

- gene insertion/deletion polymorphism: a randomized controlled trial with losartan. *Circulation*, 103, 226–230.
- Orysiak, J., Zmijewski, P., Klusiewicz, A., Kaliszewski, P., Malczewska-Lenczowska, J., Gajewski, J., & Pokrywka A. (2013). The association between ace gene variation and aerobic capacity in winter endurance disciplines. *Biology of Sport*, 30, 249-253.
- Ribichini, F., Steffenino, G., Dellavalle, A., Matullo, G., Colajanni, E., Vado, A., Benetton, G., Uslenghi, E., & Piazza, A. (1998). Plasma activity and insertion/deletion polymorphism of angiotensin I-converting enzyme: a major risk factor and a marker of risk of coronary stent restenosis. *Circulation*, 97(2), 147–154.
- Rigat, B., Hubert, C., Alhenc-Gelas, F., Cambien, F., Corvol, P., & Soubrier, F. (1990). An insertion/deletion polymorphism in the variance of serum enzyme levels. *Journal of Clinical Investigation*, 86(4), 1343–1346.
- Sabbah, H. N., Shimoyama, H., Sharov, V. G., Kono, T., Gupta, R. C., Lesch, M., Levine, T. B., & Goldstein, S. (1996). Effects of ACE inhibition and beta-blockade on skeletal muscle fibre types in dogs with moderate heart failure. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 270(1), H115–H120.
- Schaufelberger, M., Drexler, H., Schieffer, E., & Swedberg, K. (1998). Angiotensin-converting enzyme gene expression in skeletal muscle in patients with chronic heart failure. *Journal of Cardiac Failure*, 4(3), 185–191.
- Tiret, L., Visvikis, B. R. S., Breda, C., & Corvol, P. (1992). Evidence, from Combined Segregation and Linkage Analysis, That a Variant of the Angiotensin I-converting Enzyme (ACE) Gene Controls Plasma ACE Levels. *American Journal of Human Genetics*, 51(1), 197-205.
- Walsh, P. S., Metzger, D. A., & Higuchi, R. (1991). Chelex 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. *Bio-techniques*, 10(4), 506-513.
- Wakayoshi, K., Ikuta, K., Yoshita, T., Udo, M., Moritani, T., Mutoh, Y., & Miyashita, M. (1992a). Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in competitive swimmer. *European Journal of Applied Physiology*, 64(2), 153–157.
- Wakayoshi, K., Yoshida, T., Udo, M., Kasai, T., Moritani, T., Mutoh, Y., & Miyashita, M. (1992b). A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 13(5), 367–371.
- Williams, A. G., Rayson, M. P., Jubb, M., World, M., Woods, D. R., Hayward, M., Martin, J., Humphries, S. E., & Montgomery, H. E. (2000). The ACE gene and muscle performance. *Nature*, 403, 614.
- Woods, D., Sanders, J., Jones, A., Hawe, E., Gohlke, P., Humphries, S. E., Payne, J., & Montgomery, H. (2004). The serum angiotensin-converting enzyme and angiotensin II response to altered posture and acute exercise, and the influence of ACE genotype. *European Journal of Applied Physiology*, 91(2-3), 342–348.
- Zhang, B., Tanaka, H., Shono, N., Miura, S., Kiyonaga, A., Shindo, M., & Saku, K. (2003). The I allele of the angiotensin-converting enzyme gene is associated with an increased percentage of slow-twitch type I fibers in human skeletal muscle. *Clinical Genetics*, 63(2), 139-144.

Electromiografia na natação: metodologia e aplicações práticas

Ana Conceição^{1,2}, Hugo Louro^{1,2}

Introdução

A Natação Pura Desportiva (NPD) é considerada um dos desportos que se torna desafiante ao nível da realização de investigação científica, uma vez que para realizar estudos no ambiente aquático acaba por ser uma tarefa bastante difícil, não só por não ser o ambiente natural em que as atividades se desenrolam, mas também porque muitas vezes os humanos/atletas não se encontram familiarizados com o meio, e pelo facto de outros ser fundamental ter em conta vários princípios físicos (Barbosa et al., 2010).

Uma prova de natação pura desportiva pode ser decomposta em quatro fases: i) fase da partida; ii) fase de nado; iii) fase de viragem e iv) fase da chegada. Neste sentido, grande parte das análises biomecânicas em NPD tem sido realizadas nas quatro técnicas de nado: i) Crol; ii) Costas; iii) Bruços e iv) Mariposa (Barbosa et al., 2010).

Cada vez mais os testes de avaliação e controlo do treino têm sido utilizados como suporte ao processo de treino. A principal finalidade para a utilização de vários equipamentos passa pelo facto de cada equipamento estar associado a um protocolo que posteriormente causará respostas distintas nos atletas (Türker & Sözen, 2013) nos vários domínios das ciências do desporto, permitindo auxiliar os treinadores e atletas na otimização dos processos de treino e na própria competição.

Desta forma, o recurso a análises electromiográficas tem vindo cada vez mais a ganhar popularidade no contexto desportivo, nomeadamente em NPD. Os determinantes biofísicos do desempenho da natação são um dos temas mais interessantes em NPD (Barbosa et al., 2009), estando na natação competitiva, o desempenho relacionado com a área da energética e da biomecânica.

1 Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Rio Maior, Portugal.

2 Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, CIDESD, Vila Real, Portugal.

A electromiografia (EMG) consiste na medição da atividade eléctrica gerada no músculo e é uma ferramenta útil para obter uma visão sobre a estrutura/intensidade e tempo dos impulsos neuromusculares recebidos no músculo com origem no sistema nervoso central (Basmajian e De Luca, 1985). Na NPD, a EMG permite-nos obter uma expressão do envolvimento dinâmico dos músculos específicos envolvidos na propulsão do corpo em relação à água (Clarys, 1988a).

A EMG tem sido aplicada a vários campos de intervenção que vão desde a reabilitação (Swinnen et al., 2011), fisioterapia (O'Dwyer et al., 2011), terapia ocupacional (Kulin e Reaston, 2011), odontologia (Ardizzone et al., 2010), psicologia (Bornemann et al., 2012), bem como no desporto e na Educação Física (Fujita et al., 2011; Wilderman et al., 2009).

Em termos históricos, o movimento humano é complexo e tem sido estudado com base em diferentes métodos nos quais a EMG é uma das técnicas que tem vindo a ser utilizada nos últimos anos. Desde Jan Swammerdam (1637-1680), que realizou as primeiras experiências de estimulação eléctrica (Medved, 2001; Clarys and Alewaeters, 2003) até Carlo J. De Luca, que alertou contra a incapacidade de compreender as limitações do EMG (De Luca, 1997), esta área tem vindo a ser desenvolvida ao longo dos anos em vários domínios (Basmajian, 1978).

Os desenvolvimentos tecnológicos na aquisição de dados através da EMG tem sido bastante acentuados, desde que Herbert Jasper (1906-1999) construiu o primeiro eletromiógrafo em 1942-1944 (Medved, 2001), passando pela criação de um eletrodo de agulha unipolar (Basmajian, 1978) e, a partir do final de 1960 (Lewille, 1968), com o aparecimento de uma tendência para o desenvolvimento de dispositivos monitorizados, nomeadamente, os sistemas cinesiológicos-biológicos que começaram a ter uma registo por telemetria de dois canais (Clarys, 1985; Clarys et al., 1973-1983; Lewille, 1968), passando para oito canais (Ellis et al., 1984), podendo nos dias de hoje atingir os 12 canais de aquisição ou até mais.

Os estudos de EMG em NPD têm sido orientados principalmente no sentido de compreender a relação entre a atividade neuromuscular e os parâmetros cinemáticos (por exemplo, frequência gestual, distância de ciclo e velocidade de nado) e alguns parâmetros fisiológicos (por exemplo, lactato sanguíneo, consumo de oxigénio), tendo também como objetivo perceber os fenómenos associados à fadiga.

Os objectivos deste capítulo consistem em: i) apresentar os procedimentos metodológicos a ter em conta numa recolha de dados com base na EMG em NPD; ii) apresentar as aplicações práticas com a utilização da EMG em NPD.

Desenvolvimento

A aquisição de dados de EMG no meio aquático, tem vindo a apresentar uma grande panóplia de equipamentos disponíveis no mercado, baseado em variadíssimas marcas com diferentes softwares e hardwares, neste capítulo iremos apresentar as versões de um equipamento de EMG de superfície por telemetria/ Wireless designado Bioplux, desenvolvido por uma empresa Portuguesa- Plux wireless biosignals (Figura 1), que tem vindo a sofrer um conjunto de melhorias ao longo dos últimos anos.

Contudo, existem um conjunto de acessórios fundamentais para complementar o equipamento para o registo dos sinais EMG no meio aquático que são fundamentais: i) bolsa estanque resistente para a colocação do transmissor de dados; ii) eléctrodos bipolares, com reforço para a utilização no meio aquático; iii) pensos à prova de água para isolar os eléctrodos da água, e prevenir a entrada de água; iv) fitas adesivas para fixação dos eléctrodos à pele; v) álcool etílico; vi) gel conductor; vii) silicone.

Para uma preparação adequada da recolha de dado de EMG, esta deverá ser iniciada pela verificação da forma como deve ser colocado o transmissor de EMG no saco resistente à água. Se não for garantido um isolamento adequado da bolsa, os danos poderão vir a atingir grande parte dos canais de EMG, danificando o equipamento na sua totalidade. O isolamento da abertura principal do saco não levanta problemas, mas isolar as aberturas para os cabos dos eléctrodos bipolares torna-se por vezes uma tarefa mais exigente e complicada, uma vez que pode ser um local de entrada de água durante algum tipo de imersão. Neste sentido, é necessário um trabalho suplementar relativamente complexo e preciso, ao qual recomendamos uma preparação e isolamento total de todos os cabos que temos à nossa disposição para o estudo em causa.

No caso de não serem utilizados todos os canais/cabos, deveremos optar por fixar os cabos restantes com fita adesiva resistente à água junto à bolsa, ou adicionar uma bolsa anexa com cabos inutilizados para o estudo. Assim, é fundamental colocar os cabos nas ranhuras já preparadas na vedação de borracha da bolsa, que é

dividida em duas metades e fixada com silicone universal resistente à água. Se o protocolo de estudo envolver tarefas, em que seja necessário imersão total do nadador, sugerimos que seja anexado dentro da bolsa estanque uma segunda bolsa, de forma a anexar um smartphone para que os dados sejam transmitidos por *Bluetooth* e guardados automaticamente no cartão SD do smartphone.

Se utilizarmos a versão mais recente do Bioplux e da sua bolsa estanque, esta preparação será evitada de forma rigorosa, uma vez que o equipamento tem um isolamento fortalecido, com base em cabos estanques, que podem ser utilizados e retirados, consoante o número de músculos em análise, bem como os dados gravados serão guardados directamente no cartão de memória do dispositivo. Desta forma, permitiem recolher dados em grandes profundidades, sem o risco de perder informação, sendo posteriormente importados por *Bluetooth* no final da recolha de dados directamente para o computador.



Figura 1. Exemplo do Equipamento de EMG de Superfície Wireless, com acessórios complementares (Plux wireless biosignals, Portugal).

Para as aplicações dos eléctrodos na pele e para gravar o sinal de EMG no meio aquático recorremos a eléctrodos bipolares específicos para o meio aquático, desenvolvidos pela empresa Plux (Figura 2A). Estes eléctrodos são compostos por um reforço na sua superfície, e já contém gel conductor em cada um dos pólos, mantendo a distân-

cia recomendada entre os eléctrodos de 1 cm (De Luca, 2002). No que concerne à utilização do eléctrodo terra/referência utilizamos os eléctrodos unipolares (Figura 2B).

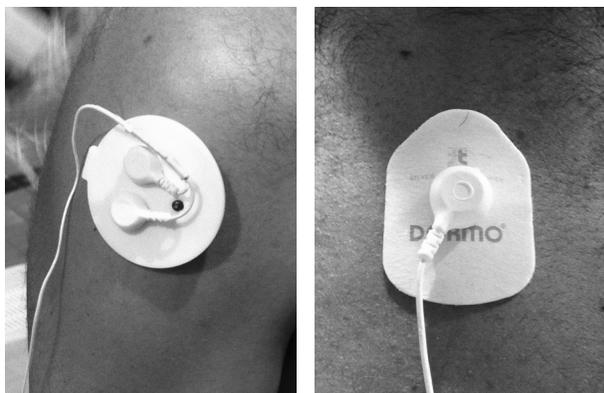
**A****B**

Figura 2. Eléctrodos para recolhas do Sinal EMG (A); Eléctrodos terra/ referência (B)

Uma regra inicial básica consiste em verificar se os eléctrodos estão fixados corretamente e cuidadosamente limpos e desengordurados da pele, neste sentido, utilizamos uma fita e álcool etílico.

Seguidamente, se os eléctrodos já tiverem gel conductor não se justifica acrescentar mais gel conductor, podendo o excesso de gel aumentar significativamente o risco de se soltar do eléctrodo durante o teste (Pánek et al., 2010). É claro que uma pequena quantidade, não garante a aderência adequada do eléctrodo com a pele, aumentando a impedância entre os eléctrodos e a pele, verificando-se um enfraquecimento e interrupção do sinal eléctrico. Se após a fixação e durante o teste no meio aquático tentarmos realizar alguma correção, devido por exemplo, à colocação inadequada dos eléctrodos, esta situação será impossível uma vez que a humidade irá prejudicar este processo. Após a colocação dos eléctrodos na pele, é fundamental efetuar um isolamento com pensos à prova de água e alguma fita de forma a isolar a zona a analisar (Masumoto & Mercer, 2008) (Figura 3).

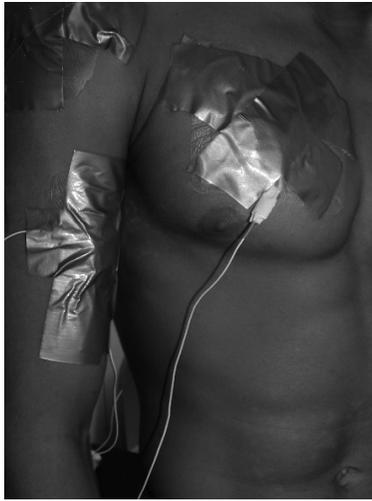


Figura 3. Isolamento dos eléctrodos com pensos á prova de água e fita adesiva.

Após a colocação de todos os eléctrodos sobre a pele, é fundamental avançar com a fixação da bolsa ao corpo do nadador. Neste sentido, dependendo da versão da bolsa estanque em causa (Figura 4A ou 5), os procedimentos na fixação apresentam algumas diferenças que devemos ter em conta.

No caso da utilização da bolsa estanque apresentada na Figura 4A, podemos realizar a fixação em dois locais ou por baixo da toca do nadador (Figura 4B), ou nas costas do nadador (Figura 4C), as diferenças consistem no facto de na situação 1 o equipamento ao ser colocado debaixo da toca do nadador permitir enviar os dados via wireless para o computador através de uma antena, enquanto que na situação 2 o equipamento tem acoplado o smartphone dentro da bolsa estanque que permite a imersão total do corpo, continuando os dados a ser transmitidos por *Bluetooth* e guardados directamente no cartão SD do telemóvel.

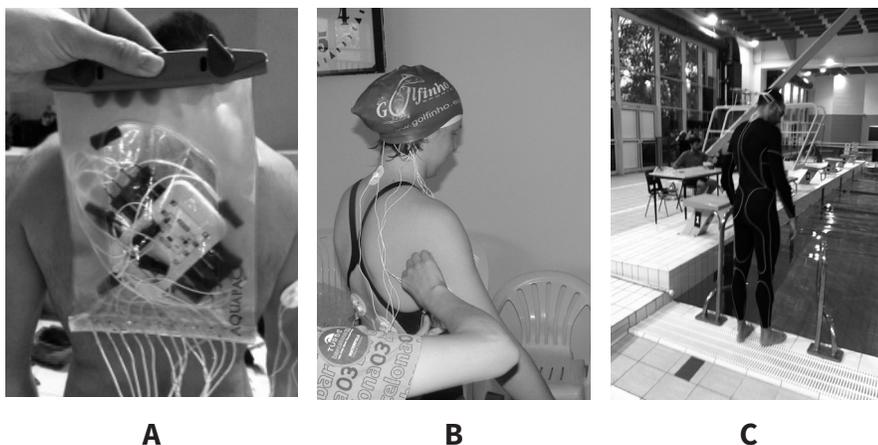


Figura 4. Bolsa estanque versão 1 (A); Bolsa estanque versão 1 fixação por baixo da touca do nadador (B); Bolsa estanque versão 1 fixação nas costas do nadador (C).

Por último, se recorremos à utilização da versão 2 (mais recente) da bolsa estanque, esta é colocada na cintura através de um cinto, devendo o dispositivo ser colocado na zona lombar de forma a minimizar os contrangimentos da mesma (Figura 5). Nesta situação os dados serão guardados directamente no cartão interno do dispositivo (Bioplux), sendo transmitidos posteriormente à recolha de dados por *Bluetooth* para o computador. Neste sentido, é fundamental ter cuidado com a composição da bolsa, uma vez que se influenciar a flutuabilidade, poderá influenciar os dados do estudo em causa.

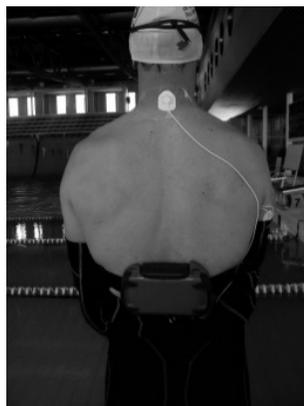


Figura 5. Bolsa estanque versão 2 fixação na zona lombar donador

Assim, é necessário fixar os cabos soltos dos eléctrodos bipolares colocados sobre a pele para o corpo do nadador, porque ambos podem obstruir o movimento e levar ao desprendimento do eléctrodo e a sua livre circulação também pode afectar do sinal de EMG (Rainoldi et al., 2004). Desta forma, a utilização de um fato completo (Fastskin Speedo®, Speedo Aqualab, USA) ajuda a minimizar estes riscos, reduzindo os constrangimentos para o nadador (Figura 6).

Outro aspecto a ter em conta nestas situações será ter em consideração a forma mais adequada para realizar a entrada na água, ou seja, é fundamental utilizar as escadas laterais da piscina para entrada e saída da água, com o apoio de um ajudante que segura o saco ou que confirma se algo estará em contacto directo com a água. Neste sentido é fundamental, iniciar a entrada na piscina pela zona rasa (Figura 6), onde será mais confortável a entrada na piscina. Assim, este procedimento evitará que o nadador danifique os cabos e retire os pensos impermeáveis que se encontram a isolar os eléctrodos. Esta situação é ainda mais útil, quando se utiliza a versão 2 da bolsa estanque (Figura 5), uma vez que se torna necessário assegurar que a bolsa estanque permaneça acima do nível da água durante o decorrer do estudo.



Figura 6. Entrada na água pelas escadas na zona rasa da piscina.

A comparação da EMG por telemetria e a conexão direta do equipamento de EMG com eletrodos por cabos já foi analisada no estudo desenvolvido por Clarys et al. (1985), ao qual verificaram que não existiam diferenças em ambos os métodos no registo do sinal EMG. Neste sentido, devido à manipulação mais vantajosa com o sistema telemétrico, este método é recomendado principalmente para registo da atividade eléctrica dos músculos no meio aquático, permitindo um transfer mais ajustado e completo dos movimentos realizados em NPD.

Através dos estudos que tem sido desenvolvidos de EMG no meio aquático e, especialmente, quando se compara o comportamento motor de um indivíduo na água e em terra, os resultados indicam aspectos relevantes sobre a forma como o meio aquático afeta o sinal de EMG, bem como as mudanças específicas na atividade muscular causada pela mudança na gravidade e pela resistência que o meio aquático oferece (Pánek et al., 2010).

Os estudos originais realizados por Clarys et al. (1985) e Pöyhönen et al. (1999) apontam para a diminuição da amplitude do sinal de EMG no decurso de contração voluntária máxima (CVM) na água comparada com a actividade EMG em terra, não estando totalmente clarificado se esse resultado foi afetado por limitações metodológicas ou por alterações fisiológicas causadas pelo meio aquático. Significando, portanto que em ambos os casos os autores não utilizaram proteções/isolamento à prova de água dos eletrodos, bem como a fita adesiva (Sulková, 2011).

Uma contribuição significativa para a solução deste problema é o estudo realizado por Rainoldi et al. (2004), que ao monitorizar a atividade EMG do músculo *bíceps brachii* durante a CVM em terra e na água a 25 ° C, através da comparação dos parâmetros individuais do sinal EMG (valor médio retificado, *root mean square*, frequência, frequência mediana) durante a CVM com e sem fixação de eletrodos por meio de fita adesiva resistente à água e com fixação dos cabos, verificaram que sem a fita adesiva de cobertura nos eléctrodos, a amplitude do sinal é menor na água do que em terra. A alteração mais relevante surgiu durante contrações isométricas em água corrente, sem a fita de cobertura, quando houve um aumento significativo da componente de frequência na faixa de frequência baixa de 0-20Hz, que afetou todos os parâmetros registrados. A incidência deste artefacto foi causada pelo movimento de cabos livres. Através deste estudo concluiu-se que é fundamental a utilização de fita ade-

siva para registrar a atividade EMG na água, evitando a ocorrência de artefatos mecânicos, assegurando condições constantes no decorrer de todo o teste.

Da mesma forma, Veneziano et al. (2006) também recomenda a utilização de fita adesiva isolando na água e em terra os eléctrodos, uma vez que entre outras coisas, a fita de cobertura também desenvolve uma certa pressão sobre a pele e o tecido muscular debaixo do eléctrodo.

Após a aquisição do sinal EMG com base em procedimentos de recolha de EMG no meio aquático, a próxima fase consiste na aplicação do processamento de sinal, que pode ser realizado com base em dois domínios: domínio temporal e/ ou no domínio da frequência.

O processamento do sinal no domínio temporal consiste na preparação do sinal de forma a avaliar qualitativa e quantitativamente a forma como a sua amplitude varia no decurso do tempo (Correia & Santos, 2004). Segundo estes autores, a análise qualitativa do sinal EMG poderá ser bastante útil na avaliação da qualidade do sinal e despiste de artefactos, pois possibilita a determinação do padrão de atividade dos músculos envolvidos através da análise dos períodos de atividade e silêncio.

Em NPD a reprodutibilidade dos sinais do ciclo da braçada e o padrão de um ou mais ciclos de nado precisam ser avaliados qualitativamente por exemplo, para verificar a sincronização e especificidade. Clarys (1983) desenvolveu um sistema de avaliação qualitativa, quantificada com base em critérios simples. A técnica foi designada de “sistema IDANCO” (idêntico, análogo, e conforma-se), e permitiu a comparação das várias técnicas de natação, treino em seco e na água, verificando as diferenças inter e intra individuais ao nível do comportamento muscular. Todo o sistema é baseado nas semelhanças do tempo e amplitude e as diferenças do *linear envelope*.

Relativamente ao processamento de sinal no domínio da frequência, um electromiograma (ou seus derivados) é a expressão do envolvimento dinâmico dos músculos específicos dentro de um determinado intervalo de movimento. Os sinais de EMG podem ser tratados, quer em amplitude ou em frequência para obter a informação de natureza quantitativa (Clarys & Rouard, 2010).

Por outro lado, a análise quantitativa do sinal EMG pode ser realizada tendo em conta três tipos de variáveis (Basmajian and De Luca, 1985; Correia & Santos, 2004): (i) de estrutura temporal, determinando-se os tempos de ocorrência dos fenómenos mais relevantes, no-

meadamente o início e final das ativações ou o momento correspondente ao pico máximo de atividade; (ii) de amplitude, expressando o nível de atividade do músculo, existindo diferentes formas de quantificar a sua intensidade (pico máximo de atividade, valor absoluto médio, valor do integral — iEMG — ou da raiz quadrada média do sinal EMG) e (iii) de frequência, consistem em variáveis que se devem a múltiplos fatores (e.g., composição muscular, intensidade de contração, duração da contração, fadiga, características do potencial de acção das fibras musculares ativas, processos de coordenação intra muscular propriedades dos eléctrodos e respetiva colocação), (Fernandes et al., 2010).

O processo de amplitude inicia-se com a rectificação de onda completa do sinal (isto é, a obtenção dos valores absolutos do sinal), seguido por uma média de uma representação linear gráfica (envelope linear). Todos os sinais precisam de ser filtrados, de forma a eliminar interferências (por exemplo, o ruído, os desvios da linha de base, batimento cardíaco, etc), (Clarys & Rouard, 2010).

No entanto, a intensidade do músculo medido como EMG integral não é, de facto, linearmente relacionada com a força. Diferentes factores afectam o sinal EMG, tais como o tamanho do músculo, do tipo de fibras, a natureza da interface entre a pele e os eléctrodos, a colocação dos eléctrodos e o padrão do tecido adiposo (Solomonow et al., 1988; DeLuca & Knaflitz, 1990; Hermens & Freriks, 1997). Além disso todos e cada indivíduo tem um tónus muscular diferente e por todas estas razões, o sinal tem que ser normalizado para permitir a comparação entre nadadores (por exemplo elite contra iniciantes), bem como para comparar os mesmos indivíduos em situações diferentes (por exemplo, sem fadiga e com fadiga). Geralmente, a EMG de um esforço máximo ou o valor mais alto de EMG é selecionado como o factor de normalização permitindo comparação entre indivíduos. O sujeito é solicitado a realizar uma contração voluntária máxima dos músculos em estudo. O iEMG do CVM é então utilizado como um valor de referência (por exemplo, 100%). A utilização da referência CVM torna-se perfeita em todos os movimentos estáticos, por exemplo, aplicações isométricas. Para todas as atividades dinâmicas, como a natação, o uso de uma referência isométrica é discutível (Clarys, 2000; Clarys 2002). Vários investigadores encontraram atividades dinâmicas que excederam o esforço isométrico máximo do músculo durante atividades dinâmicas, por exemplo Lewillie (1973) e Clarys (1983) encontraram percentuais dinâmicos na natação até 160%.

Claramente os indivíduos são capazes de ultrapassar os valores estáticos de 100% durante um movimento dinâmico, não podendo ser considerado correto. Portanto, outras técnicas de normalização foram desenvolvidas especificamente para EMG em cinesiologia, por exemplo, normalização para o mais alto pico de atividade em condições dinâmicas, para significar EMG integral e para EMG por unidade de força medida (momento net) (Clarys & Reily, 2002).

Mas existe uma questão que tem vindo a ser discutida na literatura, que consiste em verificar se devemos normalizar os dados EMG para a CVM na água ou em terra. Masumoto e Mercer (2008) recomendam que tudo deve ser normalizado para CVM em terra, porque a maioria dos estudos anteriores foram realizados neste meio. Silvers e Dolny (2001) testaram a CVM em terra e na água em 12 indivíduos, concluindo que não houve diferença significativa entre os valores individuais CVM em terra e na água, recomendando a normalização dos valores registados na CVM em terra.

O sinal é decomposto em janelas de tempo curtas (10 ms), a iEMG máxima em todas as janelas de 10ms foi então utilizado como 100% de activação de referência. Resumindo, o esforço passivo é normalizado contra CVM, um esforço dinâmico é normalizado em relação ao pico mais alto da atividade muscular em movimento.

Para completar a quantificação do sinal de EMG, o processamento da frequência pode ser aplicado ao sinal bruto. O processo baseia-se na frequência através da transformada de Fourier que se decompõe o sinal bruto numa soma das diferentes frequências que compõem o sinal. A partir da decomposição de frequência, diferentes parâmetros podem ser calculados como o espectro de potência, a frequência média (MPF) e a frequência mediana (MF) (Clarys & Rouard, 2010).

Conclusões

O conhecimento da atividade muscular com recurso à EMG no meio aquático permite aos investigadores, treinadores e nadadores conhecer e perceber quais os músculos mais envolvidos nas ações técnicas, qual a sua cronologia ao nível da participação, se existem padrões musculares em situações de aprendizagem, aperfeiçoamento e treino, tal como informações ao nível da fadiga muscular.

Neste sentido, a EMG apresenta um papel fundamental tanto ao nível da melhoria da exatidão dos feedbacks entre treinadores e nadadores, bem como na prescrição e planeamento do processo de treino.

Referências

- Ardizzone, I., Celemín, A., Aneiros, F., de Rio J, Sanchez T., Moreino I., (2010). Electromyographic study of activity of the masseter and anterior temporalis muscles in patients with temporomandibular joint (TMJ) dysfunction: comparison with the clinical dysfunction index. *Medicina Oral, Patología Oral y Cir Bucal* 15(1): 14-9.
- Barbosa, T., Marinho, D., Reis, V., Silva, A. and Bragada, J. (2009). Physiological assessment of head-out aquatic exercises in healthy subjects: a qualitative review. *Journal of Sports Science and Medicine* 8(2): 179-189.
- Barbosa, T.M., Marinho, D.A., Costa, M., Silva, A.J. (2010). Biomechanics of Competitive Swimming Strokes. In: *Biomechanics in Applications*, Rijeka: In Tech 2011; 367-388.
- Basmajian, J.V. & De Luca, C.J. (1985). *Muscles Alive*, 5th edn, Baltimore, MD:Williams & Wilkins
- Basmajian, J. V. (1978). *Muscles alive: Their functions revealed by electromyography*. 4th^{ed} Baltimore: Williams and Wilkins.
- Bornemann, B., P. Winkelman, Van der Meer E. (2012). Can you feel what you do not see? Using internal feedback to detect briefly presented emotional stimuli. *International Journal of Psychophysiology* 85, 116-124.
- Clarys, J.P. & Reilly, T. (2002). Electromyography in occupational activities. In Reilly T. (ed.) *Musculoskeletal Disorders in Health-related Occupations - Biomedical and Health Research*. vol. 49, pp 85-95, Amsterdam - Oxford, IOS Press – Ohmsha.
- Clarys, J.P. (1983). A review of EMG in Swimming: explanation of Facts and/ or feedback Information. In: *Biomechanics and Medicine in Swimming*. Baltimore: University Park Press, 123-135.
- Clarys, J.P. (1988a). The Brussels Swimming EMG Project. In: Ungerechts B., Wilke K and Reischle K(eds) *Swimming Science V*. International series on on sport sciences, volume 18. Human Kinetic Publishers, Champaign, pp. 157-172
- Clarys, J.P., Jiskoot, J., Lewillie, L. (1973). L'emploi des traces lumineuses dans l'analyse biomécanique de different styles de notation. *Kinantropologie*, 5(2), 123-144.
- Clarys, J.P., Massez, C., Van der Broeck, M., Piette, G., Robeaux, R. (1983). Total telemetric surface EMG of the front crawl. In: Matsui H, Kobayashi K(eds) *Biomechanics VIII-B*. International series on biomechanics, 4B. Human Kinetic Publishers, Champaign.
- Clarys, J.P. (2000). Electromyography in sports and occupational settings: an update of its limits and possibilities. *Ergonomics*, 43, 10, 1750-1762.
- Clarys, J.P. & Alewaeters K. (2003). Science and sports: a brief history of muscle, motion and ad hoc organizations. *Journal of Sport Sciences*, 21: 669-677.
- Clarys, J.P. (1979). Human morphology and hydrodynamics. In J. Terauds & E.W.Bednfield(Eds.), *Swimming III*(pp.3-41). Baltimore:University Park Press.
- Clarys, J.P. (1985). Hydrodynamics and electromyography: Ergonomics aspects in aquatics. *Applied Ergonomics*, 1, 6, 11-24.
- Clarys, J.P., & Rouard, A. (2010). The swimming muscle: history, methodology and applications of electromyography in swimming. In L. Seifert, D. Chollet,

- & I. Mujika (Eds.), *World Book of Swimming - From Science to Performance*. (pp. 43-68). Nova Science Publishers.
- Correia, P.P., Santos, P.M-H (2004). Introdução. In: Correia PP, Mil-Homens P (eds.), *A Electromiografia no estudo do movimento humano*. Lisboa: FMH edições, 13-21.
- De Luca, C. J. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 135-163.
- DeLuca, C. (2002). Surface Electromyography: Detection and Recording. In: Delsys, 2.3.2006, Available from <http://delsys.com/KnowledgeCenter/Tutorials.html>.
- DeLuca, C.J. & Knaflitz, M. (1990). *Surface electromyography : what's new?* Monograph of the Neuromuscular Research Center, Boston University, Boston, MA 02215 USA.
- Ellis, M.I., Seedhom, B.B., Wright, V., (1984). Forces in the knee joint whilst rising from a seated position. *Journal Biomedical Engineering* 6, 113-120.
- Fernandes, R., Figueiredo P., Vilar, S., Sousa, A., Gonçalves, P. e Vilas-Boas, JP. (2010). Avaliação da atividade eléctrica muscular em natação. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 10(3), 121-141.
- Fujita, E., Knaehisa, H., Yoshitake, Y., Fukunaga, T., Nishizono, H. (2011). Association Between Knee Extensor Strength and EMG activities during squat movement. *Medicine and Science in Sports Exercise* 43, 2328-34.
- Hermens, H.J. & Freriks, B. (1997). The state of the art on sensors and sensor placement procedures for surface EMG. The SENIAM EC-project. Roessingh Research and Development BV, Enschede, the Netherlands
- Kulin, J. & M. Reaston (2011). Musculoskeletal disorders early diagnosis: A retrospective study in the occupational medicine setting. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 6(1): 1
- Lewillie, L. & Sneppe R (1968). Telemetric measurement of the respiratory function, *Ergonomics*, 11(1), 77-81.
- Lewillie, L. (1973). Muscular activity in swimming. In S. Cerquiglini, A. Venerando, & J. Wartenweiler (eds.) *Biomechanics III*, Karger Verlag, Basel, 440-445.
- Masumoto, K. & Mercer, J. (2008). *Biomechanics of Human Locomotion in Water: An Electromyographic Analysis: Methodological Considerations for Quantifying Muscle Activity During Water Locomotion*. Exercise and Sport Sciences Reviews., Vol. 36, No.3, (2008), pp.160-169, ISSN 0091-6331.
- Medved, V. (2001). *Measurement of human locomotion*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- O'Dwyer C, Sainsbury D, O'Sullivan K. (2011). Gluteus medius muscle activation during isometric muscle contractions. *Journal of Sport Rehabilitation* 20(2):174-86.
- Pánek, D., Jurák, D., Pavlů, D., Krajča, V., Čemusová, J. (2010). Water Surface Electromyography –WaS-EMG. *Rehabilitation and Physical Medicine*. Vol. 17, No. 1,
- Pöyhönen, T., Kyrolainen, H., Keskinen, K., Hautala, A., Savolainen, J., Mälkiä, E. (1999). Isometric force production and electromyogram activity of knee extensor muscles in water and on dry land. *European Journal of Applied Physiology and Occupation Physiology* 80(1): 52-56.
- Rainoldi, A., Cescon, C., Bottin, A., Casale, R., Caruso, I. (2004). Surface EMG al-

- teration induced by undewater recording. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 14(3): 325-331.
- Silvers, W. & Dolny, D. (2001). Comparison and reproducibility of sEMG during manual muscle testing on land and in water. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 21(1):95-101.
- Solomonow, M., Barrata, R., Zhou, B.H., & D'Ambrosia, R. (1988). Electromyogram co-activation patterns of the elbow antagonist muscles during slow isokinetic movement. *Experimental Neurology*, 100, 470-477.
- Sulková, I. (2011). Possibility of using Aquatherapy for shoulder stabilization. Diploma thesis. Department of Physiotherapy, Faculty of Physical Education and Sport, Charles University, Prague, Czech Republic, 2011 (in Czech).
- Swinnen, E., Baeyens, J.P., Meeusen R, Kerckhofs E. (2012). Methodology of electromyographic analysis of the trunk muscles during walking in healthy subjects: A literature review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 22, 1-12.
- Türker, H. & Sözen, H. (2013). Surface electromyography in sports and exercise. *Electrodiagnosis in New Frontiers of Clinical Research*, 175-194.
- Veneziano, W., da Rocha, A., Goncalves, C., Pena, A., Carmo J., Nascimento, F. & Rainoldi, A. (2006). Confounding factors in water EMG recordings: an approach to a definitive standard. *Medical & Biological Engineering & Computing*. 44(4)348-351.
- Wilderman, D. R., S. E. Ross, et al. (2009). Thigh muscle activity, knee motion, and impact force during side-step pivoting in agility-trained female basketball players. *Journal of Athletic Training* 44(1): 14-25.

Existe alguma relação entre força isocinética, força em situação de nado amarrado e performance? Um estudo piloto em jovens nadadores.

João Peixe¹, Pedro Morouço^{2,4}, Nuno Amaro^{2,5}, Daniel A. Marinho^{3,5}, Nuno Batalha^{1,5}

Introdução

A natação está entre as modalidades desportivas mais difundidas e populares do mundo (Platonov, 2005). O tema da capacidade de produção de força e equilíbrio muscular está presente em qualquer modalidade desportiva. Para tal, a investigação científica tem ido ao encontro deste tema, com o intuito de perceber a importância de um bom equilíbrio muscular na prevenção de lesões (Ellenbecker et al., 2003; Batalha et al., 2012; Batalha et al., 2013; Evershed et al., 2013), que frequentemente surgem no desempenho das modalidades desportivas e que deitam por terra objetivos e trabalhos realizados em prol desses fins.

Na Natação Pura Desportiva este tema tem sido bastante investigado e debatido, com grande incidência ao nível dos rotadores do ombro (Batalha et al., 2015; Yanai & Hay, 2012). Na natação o complexo articular do ombro é frequentemente solicitado aquando da realização das técnicas de nado, dando origem a lesões de sobrecarga (Ebaugh, McClure, & Karduna, 2006). Por outro lado, existem evidências que comprovam que o treino aquático promove desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros (Batalha et al., 2015) e que este desequilíbrio poderá estar associado a futuras lesões na articulação (Byram et al., 2010) Parece assim ser determinante promover o equilíbrio na relação entre agonistas e antagonistas.

1 Departamento de Desporto e Saúde, Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora

2 Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, Leiria

3 Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto, Covilhã

4 Instituto Politécnico de Leiria, Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado do Produto (CDRsp)

5 Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

A literatura, na sua maioria, apenas estuda a relação entre os rotadores internos (RI) e rotadores externos (RE) e a produção de força dos mesmos através de aparelhos isocinéticos (que medem o momento de força a uma velocidade angular constante). Contudo, este método de avaliação é **realizado fora do ambiente específico de atuação do nadador**, isto é, fora de água, sendo realizado em ambiente controlado, no laboratório. Com vista a tentar ultrapassar esta limitação, propomo-nos abordar ao longo deste estudo uma metodologia que nos permite realizar uma avaliação de forças numa situação de nado real, o designado nado amarrado. O nado amarrado começou a ser utilizado no início dos anos 70 (Magel, 1970), tendo como objetivo medir a força propulsiva nas quatro técnicas de nado. Esta metodologia, recorrendo a um planímetro, permitia medir a força máxima que o atleta realiza dentro de água. Teoricamente, esta força corresponde à força propulsiva necessária para que o atleta consiga vencer a resistência da água durante o seu nado (Morouço et al., 2011; Morouço et al., 2014). Mais, o nado amarrado é considerado um teste ergométrico (que controla e quantifica a carga de trabalho a ser exercida pelo indivíduo sob teste), bastante fiável uma vez que todo o protocolo é realizado no ambiente específico (água) e não manipulado (laboratório) (Filho & Denadai, 2008).

Desta forma, considerando o que foi exposto anteriormente, o objetivo do presente estudo foi verificar se existe uma relação entre a força realizada fora de água (força isocinética), a força realizada na água (nado amarrado) e a performance de nado. Adicionalmente, pretendeu-se realizar uma caracterização da amostra por género nas variáveis em estudo. Uma vez que não temos conhecimento de qualquer estudo que tenha abordado este tema, foi levantada a hipótese de que a força isocinética se correlaciona quer com a força realizada na situação de nado amarrado, quer com a performance nos 50m crol.

Material e métodos

Amostra

Vinte e dois jovens nadadores (Tabela 1), divididos em masculinos (N=14) e femininos (N=8), foram avaliados no início de época ao nível da força isocinética, nado amarrado e prestação nos 50m crol. Todos os participantes neste estudo e respetivos encarregados de educação foram informados sobre os objetivos das avaliações e proto-

colos a que foram submetidos, tendo posteriormente assinado uma declaração na qual era cedida a autorização para realizar o estudo. Todos os procedimentos foram previamente aprovados pela comissão de ética da área de saúde e bem-estar da Universidade de Évora (processo: GD/41657) e estiveram de acordo com a declaração de Helsínquia de 1975.

Tabela 1. Caracterização da amostra.

	Nadadores (N=22)	Masculinos (N=14)	Femininos (N=8)	<i>p</i>
Idade (anos)	13.82 ± 1.53	14.07±1.20	13.82±1.53	.317
Massa corporal (kg)	50.7 ± 9.52	53.17±9.06	46.37±9.27	.108
Altura (cm)	163.31 ± 8.58	166.36±7.00	157.98±8.87	.023
Envergadura (cm)	165.62 ± 9.93	169.41±7.60	159.00±10.46	.014
Anos de prática	5.64±1.21	6.14±1.23	4.75±.463	.028

P – Valores de comparação entre género – Teste *T* para amostras independentes

Procedimentos

A força isocinética foi avaliada no dinamómetro isocinético (Biodex System 3 – Biodex Corp., Shirley, NY, USA), considerado um dos instrumentos mais fiáveis para essa avaliação (Edouard et al., 2013). Para realizar as avaliações os atletas foram colocados, sentados no banco, com o braço a 90° de abdução e 90° de flexão do cotovelo, sendo considerada a posição inicial ou neutra (figura 1), tal como proposto pela literatura (Batalha et al., 2013). Antes de realizar o protocolo foi efetuada a correção do “efeito da gravidade” sobre o qual todos os movimentos verticais estão propensos.



Figura 1. Posição inicial na avaliação isocinética

À semelhança da metodologia seguida por outros autores (Batalha et al., 2015; Saccol et al., 2010), optou-se por realizar 2 protocolos: (i) protocolo 1 – realização de 3 repetições (ações concêntricas) a 60°/s; o incentivo verbal por parte do avaliador foi uma constante; e (ii) protocolo 2 – realização de 20 repetições (ações concêntricas) a 180°/s; a esta velocidade determinou-se que o incentivo verbal por parte do avaliador ocorreria à 5ª e 10ª repetição, tornando a ocorrer nas últimas 5, de forma a uniformizar este procedimento à totalidade da amostra.

Foram consideradas como variáveis de estudo: o *Peak Torque* (PT), Momento de força Máximo – o qual representa o valor mais elevado de Torque produzido pelo músculo, isto é, indica a maior capacidade de produção de força. Pode ser avaliado em relação a um tempo específico e a uma amplitude específica. Pode ser comparado bilateralmente relativamente a valores padrão (Carvalho & Puga, 2010).

Os rácios RI/RE - são utilizados com o objetivo de se conseguir caracterizar a qualidade da relação entre os RI e RE do ombro. O cálculo dos rácios é realizado através da seguinte fórmula (Ellenbecker & Davies, 2000):

$$(i) \quad (PT\ RE/PT\ RI) \times 100$$

Onde, PT RE é o *peak torque* dos RE e PT RI é o *peak torque* dos RI. O Índice de fadiga, foi calculado através da equação descrita no manual de utilizador (Biodex corporation, 1995) utilizando a seguinte equação:

$$(i) \quad [(W1/W2)/W1] \times 100$$

Sendo (W1) o Trabalho realizado no 1º terço das repetições e (W2) o Trabalho realizado no último terço das mesmas. O Trabalho Total é a quantidade de trabalho muscular realizado na velocidade avaliada em todas as repetições efetuadas (Carvalho & Puga, 2010).

Para a avaliação do nado amarrado foi utilizado o equipamento Globus Ergometer data acquisition system (GlobusTM, Italy). Este aparelho é constituído por uma célula de carga que regista a força que está a ser efetuada pelo nadador a ser avaliado. Por sua vez,

esta célula de carga está ligada a um computador (AcqKnowledge v.3.7, Biopac Systems, Santa Barbara, USA) onde são registados em tempo real a curva força (Newton) - tempo (segundos) para posteriormente ser analisada.

De modo a perceber o momento em que o nadador estava a realizar força com o membro dominante e membro não-dominante, foi realizada uma análise cinemática, com recurso a imagem-vídeo (Sony HandyCam HDR-CX240E), sendo posteriormente feita uma sincronização entre a curva força-tempo e a imagem.

Em relação ao protocolo utilizado, este foi dividido em 2 momentos: (i) dia 1 – familiarização com o protocolo e material a ser utilizado; e (ii) dia 2 – avaliação efetiva, que consistiu na realização de nado de crol durante 30s à máxima intensidade. Inicialmente os nadadores começavam o nado lentamente até o cabo estar em extensão total, de modo a evitar movimentos bruscos e valores enviesados de força. A partir deste momento o avaliador emitia um sinal sonoro para início do nado à intensidade máxima o qual terminava após 30s; procedimento previamente utilizado por outros investigadores (Reilly et al., 1990; Morouço et al., 2011) (Figura 2).

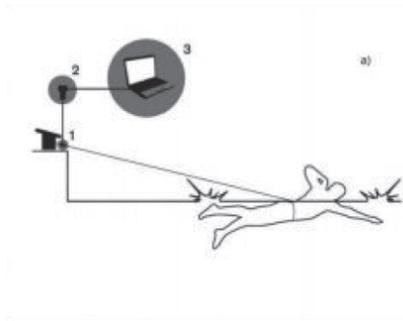


Figura 2. Protocolo utilizado para avaliar a força específica: (a) nado completo (crol); 1 – Célula de Carga; 2 – Registo de dados; 3 – Computador Portátil

As variáveis selecionadas para análise foram: (i) a força máxima (F.máx); (ii) a força mínima (F.min) como o valor mínimo de força obtida durante a realização do protocolo; e (iii) o índice de fadiga, calculado através da equação:

$$FI(\%) = \left(\frac{F.max - F.min}{F.max} \right) \times 100$$

A Performance foi calculada através do registo do tempo após um *sprint* de 50m crol, em piscina de 25m coberta (27°C), em situação de nado real. O tempo foi cronometrado sempre pelo mesmo indivíduo (treinador) recorrendo a um cronómetro manual (Interval 2000®).

Análise estatística

Na análise estatística foram utilizados as médias e desvios-padrão. A normalidade dos dados foi inicialmente testada usando o teste Shapiro-Wilk, verificando dessa forma a homogeneidade da amostra. Foi utilizada o teste *T* para amostras independentes na comparação entre géneros. No que diz respeito aos Coeficientes de Correlação *r* – produto-momento de Pearson, foram utilizados para verificar a existência de possíveis relações entre as variáveis de força isocinéctica, do nado amarrado e da performance de nado. Para todas as análises efetuadas foi adotado o nível de significância de $p \leq 0,05$.

Resultados

Como podemos verificar nas tabelas seguintes, os valores de PT e de rácio são superiores no género masculino. Contudo, o género feminino apresenta valores de índice de fadiga (tabela 3) no membro dominante inferiores ao género masculino, mas sem diferenças significativas. Também encontramos diferenças significativas nos valores de PT-RE entre géneros no teste de avaliação a 180°/s.

Tabela 2. Avaliação dos Peak-Torques (Nm), Rácios (%) e Trabalho Total (Wt) por género.

Avaliação de 3 repetições a 60°/s						
		Nadadores(N=22)	Masculinos(N=14)	Femininos (N=8)		
		Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	<i>p</i>	
Membro Dominante	PT-RI	34.01±11.12	36.90±12.37	28.97±6.39	.109	
	PT-RE	17.19±6.82	18.87±5.86	14.25±7.76	.129	
	Rácio	55.70±28.50	56.69±23.78	53.95±37.17	.835	
	Wt-RI	124.75±41.78	135.06±46.61	106.72±24.84	.129	
	Wt-RE	54.71±31.72	63.62±25.74	39.12±36.75	.081	
Membro Não-Dominante	PT-RI	32.70±9.90	34.52±11.11	29.50±6.83	.262	
	PT-RE	15.22±6.78	17.00±6.06	12.10±7.21	.104	
	Rácio	49.93±25.62	52.60±20.80	45.26±33.56	.531	
	Wt-RI	121.71±39.46	128.37±45.83	110.06±22.96	.306	
	Wt-RE	46.77±30.12	54.52±26.37	33.22±33.17	.112	

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa; Rácio entre musculo antagonista e agonista [(PT RE/PT RI)x100]; Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa.

p- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

Tabela 3. Avaliação dos Peak-Torques (N), Rácios (%), Índices de Fadiga (%) e Trabalho Total (Wt) por género.

Avaliação 20 repetições a 180°/s					
	Nadadores (N=22)	Masculinos (N=14)	Femininos (N=8)		
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	<i>p</i>	
Membro Dominante	PT-RI	30.01±10.58	32.70±11.52	25.32±7.05	.118
	PT-RE	12.94±6.47	15.17±5.39	9.02±6.66	.028
	Rácio	47.38±28.20	52.33±25.14	38.71±32.83	.287
	IF-RI	11.64±16.68	15.51±14.27	4.86±19.34	.154
	IF-RE	50.12±22.52	52.50±18.20	45.96±29.59	.526
	Wt-RI	577.99±262.82	641.92±286.32	466.11±180.27	.134
	Wt-RE	172.68±128.42	205.75±122.41	114.81±125.03	.112
Membro Não-Dominante	PT-RI	29.86±9.62	32.14±10.51	25.87±6.64	.146
	PT-RE	11.55±7.04	13.15±6.22	8.75±7.91	.163
	Rácio	41.56±27.34	44.27±21.56	36.81±36.60	.551
	IF-RI	13.84±16.21	12.00±11.00	17.05±23.35	.496
	IF-RE	53.93±22.26	53.56±21.47	54.57±25.09	.922
	Wt-RI	566.90±233.01	618.90±259.74	475.90±150.72	.172
	Wt-RE	144.77±129.72	162.35±121.79	114.00±145.73	.414

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa; Rácio, relação entre musculo antagonista e agonista [(PT RE/PT RI)x100]; IF-RI, Índice de fadiga do rotador interno; IF-RE, Índice de fadiga do rotador externo; Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa.

p- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

Apresentamos na tabela 4 os valores referentes ao protocolo no nado amarrado. Como podemos verificar, quer a força máxima quer a força mínima foram significativamente superiores no género masculino. Ainda assim, voltou-se a verificar menores valores de IF no género feminino, embora sem valores significativos.

Tabela 4. Avaliação da Força Máxima (N), Força Mínima (N) e Índices de Fadiga (%) por género, em situação de nado amarrado.

Avaliação 30 segundos à máxima velocidade					
		Nadadores (N=22)	Masculinos (N=14)	Femininos (N=8)	
		Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	<i>p</i>
Membro Dominante	F. máx	181.07±63.40	205.79±61.97	137.79±39.56	.012
	F min.	137.61±41.70	152.65±39.14	111.29±33.59	.021
	IF (%)	22.33±12.32	23.97±13.87	19.45±9.11	.421
Membro Não-Dominante	F. máx	138.20±54.27	160.81±53.46	98.63±26.74	.006
	F. min	94.40±29.99	107.41±27.05	71.63±20.20	.004
	IF	29.26±13.42	31.14±12.00	25.98±15.94	.399

F.máx, Força máxima absoluta; F.min, Força mínima absoluta; IF, índice de fadiga.
p- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

Na tabela 5 apresentamos os resultados obtidos na variável utilizada para medir a performance, o melhor tempo aos 50m.

Tabela 5. Melhor tempo em segundos, por género.

Nadadores (N=22)	Masculinos (N=14)	Femininos (N=8)	
Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	<i>P</i>
30.91±2.76	29.71±1.94	33.02±2.83	.004

p- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

Como podemos verificar, e tal como seria de esperar, o tempo médio é significativamente inferior no género masculino.

Nos quadros seguintes são apresentados os valores com significado estatístico relativos às correlações entre as diferentes variáveis em análise. Foram encontradas correlações moderadas e fortes em todas as variáveis à exceção das variáveis de Wt-RI/F.min (entre Membro Dominante e Não-Dominante) e Wt-RE/F.máx (Membro Não Dominante) no protocolo de 180°/s.

Tabela 6. Relação entre variáveis de força isocinética a 60°/s (PT-RI, PT-RE e Wt) e nado amarrado (F.máx e F.min).

		Nado Amarrado				
		Membro Dominante		Membro Não-Dominante		
		F.máx	F.min	F.máx	F.min	
Força Isocinética	Membro Dominante	PT-RI	.567**	.516*	.590**	.471*
		PT-RE	.613**	.658**	.564**	.702**
		Wt-RI	.587**	.531*	.602**	.463*
		Wt-RE	.650**	.685**	.569**	.681**
	Membro Não-Dominante	PT-RI	.526*	.496*	.536*	.421
		PT-RE	.614**	.625**	.480*	.667**
		Wt-RI	.553**	.508*	.532*	.426*
		Wt-RE	.623**	.602**	.456*	.597**

PT-RI- Peak-Torque RI; PT-RE- Peak-Torque RE; Wt-RI- Trabalho total rotação interna; Wt-RE- Trabalho total rotação externa; F.máx- Força máxima; F.min- Força mínima. **- p < 0.01 *- p < 0.05

Tabela 7. Relação entre variáveis de força isocinética a 180°/s (PT-RI, PT-RE e Wt) e nado amarrado (F.máx e F.min).

		Nado Amarrado				
		Membro Dominante		Membro Não-Dominante		
		F.máx	F.min	F.máx	F.min	
Força Isocinética	Membro Dominante	PT-RI	.557**	.525*	.550**	.426*
		PT-RE	.688**	.717**	.605**	.716**
		Wt-RI	.525*	.495*	.495*	.392
		Wt-RE	.656**	.700**	.585**	.644**
	Membro Não-Dominante	PT-RI	.597**	.538**	.566**	.472*
		PT-RE	.608**	.583**	.438*	.603*
		Wt-RI	.614**	.511*	.550**	.485*
		Wt-RE	.519*	.507*	.377	.495*

PT-RI- Peak-Torque RI; PT-RE- Peak-Torque RE; Wt-RI- Trabalho total rotação interna; Wt-RE- Trabalho total rotação externa; F.máx- Força máxima; F.min- Força mínima. **- p < 0.01 *- p < 0.05

Pela análise das tabelas 8 e 9 verificamos que existe uma correlação entre as variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) e a vari-

ável de performance (Melhor tempo 50m). Contudo, o protocolo de 180°/s parece ser mais apropriado para avaliar a prestação dos atletas, uma vez que, o protocolo tem um maior número de repetições.

Tabela 8. Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 60°/s e performance (melhor tempo 50m)

	Força Isocinética			
	Membro Dominante		Membro Não-Dominante	
	PT-RI	PT-RE	PT-RI	PT-RE
Melhor tempo 50m	-.532*	-.620**	-.468*	-.621**

PT-RI, Peak-torque rotação interna; PT-RE, Peak-torque rotação externa. **- $p < 0.01$
*- $p < 0.05$

Tabela 9. Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 180°/s e performance (melhor tempo 50m).

	Força Isocinética			
	Membro Dominante		Membro Não-Dominante	
	PT-RI	PT-RE	PT-RI	PT-RE
Melhor tempo 50m	-.563**	-.652**	-.586**	-.585**

PT-RI, Peak-torque rotação interna; PT-RE, Peak-torque rotação externa. **- $p < 0.01$ *- $p < 0.05$

Na tabela 10 estão apresentados valores de correlação entre a força em situação de nado amarrado e o melhor tempo aos 50 metros crol (performance). É perceptível que existem correlações fortes em todas as variáveis utilizadas, demonstrando que o nado amarrado é um protocolo de avaliação fiável para verificar a performance dos atletas.

Tabela 10. Relação entre variáveis do nado amarrado (F.máx e F.min) e performance (melhor tempo 50m).

	Nado Amarrado			
	Membro Dominante		Membro Não-Dominante	
	F.máx	F.min	F.máx	F.min
Melhor tempo 50m	-.769**	-.734**	-.683**	-.761**

F.máx, Força máxima; F.min, Força mínima. **- $p < 0.01$ *- $p < 0.05$

Discussão

O objetivo do presente trabalho foi verificar a existência de possíveis relações entre a força isocinética, a produção de força na água e a performance nos 50m crol, em jovens nadadores. Os resultados revelam que, de uma forma geral, estas variáveis estão relacionadas, demonstrando que o controlo e avaliação do processo de treino, poderá reunir informações importantes para a performance em distância de 50m recorrendo às metodologias apresentadas.

Começando pelas variáveis isocinéticas, a capacidade de produção de força dos RI é invariavelmente superior à dos RE, seus antagonistas, traduzindo-se por valores de *PT* superiores (Tabelas 2 e 3), o que vem comprovar dados de estudos anteriores (Ellenbecker & Roetert, 2003; Batalha et al., 2013). Poderemos indicar como principal razão para esta constatação o facto de os grupos musculares que realizam a RI da articulação glenoumeral não só serem em maior número como também serem anatomicamente maiores e naturalmente com uma capacidade superior de produção de força (Dark et al., 2007).

No que respeita às correlações entre força isocinética e nado amarrado, atendendo a que a descrição biomecânica das técnicas de nado (especialmente no crol e mariposa) aponta para uma predominância dos RI na realização de força dos membros superiores (Yanai et al., 2000), seria expectável encontrarmos correlação entre os valores de força no nado amarrado e a força dos RI. No entanto, para além da correlação expectável, obtivemos também fortes correlações com os RE, sugerindo que ambos os rotadores dos ombros são efetivamente importantes na produção de força na água.

Relativamente às variáveis do nado amarrado (Tabela 4), os resultados de *F.máx* foram superiores no género masculino, uma vez que o género masculino possui uma capacidade muscular superior à do género feminino (Salvador et al., 2005). No que respeita ao Índice de Fadiga, através da análise dos dados obtidos, voltamos a verificar que os valores são superiores no género masculino (MD: 23.97 ± 13.87 ; MND: 31.14 ± 12.00) comparativamente ao feminino (MD: 19.45 ± 9.11 ; MND: 25.98 ± 15.94), à semelhança dos resultados obtidos na avaliação isocinética, como foi explicado anteriormente através da análise do estudo de Salvador et al. (2005).

Nas variáveis de performance (Tabela 5) comparando os resultados obtidos no estudo realizado por Loturco et al. (2015), verificamos que o melhor tempo aos 50m da amostra por nós utilizada, apresenta um valor muito superior, isto é, os atletas demoram mais tempo

a realizar os 50m crol (+5.89 seg.). Existiram diferenças significativas entre géneros, sendo, como esperado, os melhores resultados associados ao género masculino.

Relativamente às correlações entre variáveis de força isocinética e nado amarrado (Tabelas 6 e 7), foram obtidas correlações fortes e moderadas entre as variáveis de PT (RI e RE) e de Wt (Wt-RI e Wt-RE) com as variáveis de F.máx e F.min no nado amarrado, no membro dominante e não dominante, contrariando os resultados obtidos em investigações anteriores (Reilly et al., 1990). Num outro estudo (Loturco et al., 2015), também foram encontradas correlações entre variáveis de força fora de água (supino e agachamento) e variáveis de força dentro de água (nado amarrado) reforçando que efetivamente a força realizada nos exercícios feitos fora de água parecem ter um transfere positivo para a força realizada dentro de água. Provavelmente isto poderá significar que ao trabalharmos a força “em seco” possivelmente iremos obter melhorias nos valores de força realizada dentro de água, pelo menos na força isocinética. Contudo, após a análise dos resultados nas tabelas 6 e 7 os valores de correlação entre a variável Wt e as variáveis de F.máx e F.min surgiram-nos uma questão: Será que na avaliação de um nadador devemos utilizar o Wt em vez do PT? Isto porque o Wt poderá discriminar de forma mais fidedigna a execução do nado na natação, uma vez que o PT corresponde apenas ao valor máximo de força no total das repetições. Já o Wt é referente à quantidade de trabalho de todas as repetições (Edouard et al. 2013), ou seja, representa melhor o trabalho realizado na água.

Podemos verificar na tabela 6, no membro dominante a uma velocidade de 60°/s, o Wt-RI correlaciona-se com a F.máx ($r=.587;p=.004$) e com a F.min ($r=.531;p=.011$), caso que também se verifica no Wt-RE (F.máx: $r=.650;p=.001$; F.min: $r=.685;p=.000$). Mais, o Wt-RI do membro dominante correlaciona-se com a F.máx ($r=.602;p=.003$) e a F.min ($r=.463;p=.030$) do membro não dominante. Este facto também se verifica no Wt-RE (F.máx: $r=.569;p=.006$ / F.min: $r=.681;p=.000$). Contudo, não foram encontrados estudos na bibliografia publicada até à data, para assim realizar uma comparação entre resultados, demonstrando assim, que este estudo traz resultados inovadores para a comunidade científica. Após a análise dos dados verificamos, que o Wt parece ser uma variável importante na avaliação da Força realizada na água, deixando esta situação em aberto para futuras investigações.

Foram igualmente encontradas correlações moderadas a fortes entre as variáveis de PT (RI e RE) e o melhor tempo aos 50m

crol (Tabela 8 e 9). Tal como seria esperado, todas as correlações encontradas são negativas, uma vez que a variável de performance é em função de um tempo. No entanto, parece haver uma correlação mais forte nos valores obtidos no teste isocinético a 180°/s. A explicação para esta situação poderá dever-se ao facto de a natação ser uma modalidade maioritariamente de força resistente (Vasile et al., 2014), a qual terá um maior enquadramento no protocolo realizado a 180°/s. Poderemos estabelecer algum paralelismo entre estes resultados e os encontrados por Morouço et al. (2011), no qual também foram relatadas relações entre variáveis de força realizadas fora de água (neste caso, o salto com contra movimento) com a performance em nado real (velocidade de nado aos 50m crol) ($p=0.92$).

Por último, após analisarmos a tabela 10 confirmamos que essa correlação (nado amarrado e a performance) existe no membro dominante (F.máx: $r=-.769$; $p=.000$ / F.min: $r=-.734$; $p=.000$) e no membro não dominante (F.máx: $r=-.683$; $p=.000$ / F.min: $r=-.761$; $p=.000$). Neste caso era esperado apenas encontrar relação entre a F.máx e a performance, isto é, quanto mais força é aplicada durante o nado maior será a performance do nadador. No entanto, também verificamos que existe uma relação entre a F.min e performance, não tendo neste caso uma explicação possível para este resultado, a não ser a que poderá ser consequência dos nadadores que apresentam um valor de F.min superior serem aqueles que também conseguem obter performances superiores; valores mínimos superiores permitem que a produção de força se encontre mais próxima dos valores médios, permitindo uma menor oscilação da força produzida. Num outro estudo realizado por Morouço et al. (2011), os autores relatam que o nado amarrado parece ser um instrumento fiável para avaliar a performance dos nadadores de distâncias curtas (50m, 100m e 200m). Neste caso, também foram encontradas correlações entre a F.máx e o tempo aos 50m crol ($p=-.077$). Comparando com os resultados obtidos no presente estudo, verificamos que o valor de p é muito aproximado ao encontrado no estudo anterior. Assim, podemos afirmar que o protocolo utilizado no nado amarrado tem uma grande semelhança a um *sprint* de 50m e que pode ser utilizado como uma ferramenta de avaliação da performance dos nadadores. Para além disso, permite também avaliar a força propulsiva realizada dentro de água e assim saber se a F.máx do nadador está a aumentar ou a diminuir.

Conclusões

Com base nos resultados apresentados, podemos concluir que: (i) os níveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) e Wt (RE e RI) relacionam-se fortemente com a força em situação de nado amarrado; (ii) existe uma relação inversa entre a força isocinética e o tempo aos 50m crol, sendo que quanto maior é a força produzida menor será o tempo; (iii) a força produzida em situação de nado amarrado tem uma forte relação com a performance de nado em 50m crol.

Referências

- Batalha, N., Marmeleira, J., Garrido, N., & Silva, A. J. (2015). Does a water-training macrocycle really create imbalances in swimmers' shoulder rotator muscles? *European Journal of Sport Science*, 15(2), 167-172.
- Batalha, N., Raimundo, A., Tomas-Carus, P., Barbosa, T., & Silva, A. (2013). Shoulder Rotator Cuff Balance, Strength and Endurance in Young Swimmers During A Competitive Season. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2562-2568.
- Batalha, N., Raimundo, A., Tomas-carus, P., Jesus, O. De, & Mendes, S. (2012). Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 14(5), 545-553.
- Byram, I. R., Bushnell, B. D., Dugger, K., Charron, K., Harrell, F. E., & Noonan, T. J. (2010). Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury. *The American journal of sports medicine*, 38(7), 1375-82.
- Carvalho, P., Puga, N. (2010). A avaliação isocinética - joelho. *Revista de Medicina Desportiva In Forma*, 1(4), 26-28.
- Dark, A., Ginn, K. A., & Halaki, M. (2007). Shoulder muscle recruitment patterns during commonly used rotator cuff exercises: an electromyographic study. *Physical Therapy*, 87 (8), 1039-1046.
- Ebaugh, D. D., McClure, P. W., & Karduna, A. R. (2006). Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *Journal of electromyography and kinesiology*, 16(3), 224-235.
- Edouard, P., Codine, P., Samozino, P., Bernard, P.-L., Hérisson, C., & Gremeaux, V. (2013). Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 16(2), 162-165
- Ellenbecker, T., & Roetert, E. P. (2003). Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 6(1), 63-70.
- Evershed, J., Burkett, B., & Mellifont, R. (2014). Physical Therapy in Sport Musculoskeletal screening to detect asymmetry in swimming. *Physical Therapy in Sport*, 15(1), 33-38.
- Loturco, I., Barbosa, AC., Nocentini RK., Pereira, LA., Kobal, R., Kitamura, K., Abad, CCC., Figueiredo, P., Nakamura, FY. (2015). A correlational analysis of

- tethered swimming, swim sprint performance and dry-land power assessments. *International Journal of Sports Medicine*, In press.
- Morouço P, Keskinen KL, Vilas-Boas JP, & Fernandes RJ. (2011). Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27(2), 161-169.
- Morouço, P., Neiva, H., González-Badillo, J. J., Garrido, N., Marinho, D. a., & Marques, M. C. (2011). Associations Between Dry Land Strength and Power Measurements with Swimming Performance in Elite Athletes: a Pilot Study. *Journal of Human Kinetics*, 29(Special Issue), 105–112.
- Morouço Pedro G, Marinho Daniel A, Keskinen Kari L, Badillo Juan J, Marques Mário C. (2014). Tethered swimming can be used to evaluate force contribution for short-distance swimming performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3093-3099.
- Papoti, M., da Silva, A. S. R., Araujo, G. G., Santiago, V., Martins, L. E. B., Cunha, S. A., & Gobatto, C. A. (2013). Aerobic and anaerobic performances in tethered swimming. *International journal of sports medicine*, 34(8), 712-719.
- Pessoa Filho, D. M., & Denadai, B. S. (2008). Mathematical Basis for Modeling Swimmer Power Output in the Front Crawl Tethered Swimming: An Application to Aerobic Evaluation. *The Open Sports Sciences Journal*, 1(7), 31–37.
- Platonov, V. N. *Treinamento Desportivo para Nadadores de Alto Nivel.*, 1 ed., São Paulo: Phorte, 2005.
- Reilly, M. F., Kame, V. D., Termin, B., Tedesco, M. E., & Pendergast, D. R. (1990). Relationship between freestyle swimming speed and stroke mechanics to isokinetic muscle function. *Journal of swimming research*, 6(3), 16-21.
- Saccol, M. F., Gracitelli, G. C., da Silva, R. T., Laurino, C. F. D. S., Fleury, A. M., Andrade, M. D. S., & da Silva, A. C. (2010). Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. *Physical Therapy in Sport : Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 11(1), 8–11.
- Vasile, L. (2014). Endurance Training in Performance Swimming. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 117(39), 232–237.
- Wanivenhaus, F., Fox, A. J., Chaudhury, S., & Rodeo, S. A. (2012). Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 4(3), 246-251.
- Yanai, T., & Hay, J. G. (2012). Shoulder impingement in front-crawl swimming: II. Analysis of stroking technique. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 32(1), 30-40.

Variantes da hidrogenástica: contributo técnico-científico para uma prescrição individualizada

Mário J. Costa^{1,3}, Tiago M. Barbosa^{2,3}

Introdução

Nas últimas décadas, os programas aquáticos tornaram-se uma das mais importantes atividades físicas, principalmente no âmbito do sistema primário de prevenção da saúde - no contexto de *fitness* (i.e. aptidão física) e no terceiro sistema de prevenção de saúde - o contexto da terapia e reabilitação. Das atividades físicas orientadas para a saúde, as que são praticadas no meio aquático têm vindo a apresentar uma forte expansão pelos benefícios que lhe estão associados. Este é o caso da hidrogenástica, uma atividade aquática que decorre de uma crescente consciencialização dos benefícios que a água possui para efeitos de trabalho das cinco principais componentes da aptidão física: resistência cardiorespiratória, resistência e força muscular, flexibilidade e composição corporal. A hidrogenástica enquadra-se no âmbito da promoção da aptidão física e de prevenção primária da saúde e constitui um caso paradigmático, dado o elevado número de novas adesões que se verificam anualmente. Esta adesão parece dever-se aos benefícios especialmente do ponto de vista fisiológico e biomecânico que esta acarreta. Deste modo, compete aos instrutores reterem um conhecimento o tão alargado quanto possível nestes domínios, por forma a poderem realizar uma prescrição mais individualizada.

Nos últimos anos assistiu-se a uma crescente inovação nos programas aquáticos com o surgimento de novas variantes da hidrogenástica. Em termos técnicos, considera-se uma variante da hidrogenástica, uma aula deste âmbito, mas que apresenta um formato diferente no uso das propriedades físicas da água (Sova, 1993; Barbosa, 1999) e que poderá em certos casos recorrer a equipamentos

1 Instituto Politécnico da Guarda, Portugal

2 Nanyang Technological University, Singapura

3 Centro de Investigação em Ciências do Desporto, Ciências da Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Portugal

específicos. Este fenómeno deveu-se: (i) à necessidade de diversificar os programas aquáticos como forma de quebrar a monotonia dos utentes já fidelizados, e; (ii) à tentativa de alcançar novo público-alvo dada a similitude destas novas atividades aquáticas com outras já praticadas no meio terrestre. Por meio desta abordagem, deu-se a criação de novas atividades como a deepwater, o hidrojumps, a hidrobike, a hidrostep, o hidrocombat, o aquazumba, etc. Umhas variantes são exclusivas do meio aquático, enquanto outras são adaptações de programas já existentes no meio terrestre. Note-se que as terminologias adotadas não se circunscreveram às em cima reportadas, podendo desta forma variar de um espaço aquático para outro. Embora na essência estes programas recorram aos conceitos básicos da hidrogenástica, a sua diversidade assenta em características próprias tais como: (i) os objetivos a atingir (componente do fitness a ser trabalhada); (ii) os meios de treino (equipamentos principais e secundários) e; (iii) os métodos de trabalho (posturas específicas, gestos básicos e ritmos de execução).

Assim, a presente revisão pretende descrever o estado da arte ao nível dos efeitos induzidos por este tipo de programas subjugando-se o tanto quanto possível à ideia de prescrição individualizada.

Desenvolvimento

A literatura atual não apresenta um número equilibrado de estudos que reportem efeitos agudos e/ou crónicos promovidos por todas as variantes. A frequência de evidências aqui apresentada é proporcional ao exposto na literatura, dando obviamente ênfase às variantes mais estudadas até ao momento.

Deepwater

A deepwater (DW) é uma variante da hidrogenástica que recorre ao uso de um colete flutuante permitindo a execução de movimentos básicos em águas profundas. Este equipamento permite aos sujeitos a imersão parcial do corpo com o mínimo de exigência motora e a manutenção de uma postura vertical facilitada. Embora numa mesma sessão todos os praticantes utilizem os mesmos tipos de colete, a verdade é que o seu desenho varia consoante o género e o nível atlético do sujeito, havendo por isso diferentes modelos atualmente a serem comercializados. De facto, as características cineantropométricas relacionadas com a flutuação (p.e. massa gorda), o peso corporal e a capacidade de gerar força propulsiva foram

as variáveis que melhor determinaram ($R^2 = 0,57$) a capacidade de exercitação (Vila-Chã et al., 2007). Deste modo, a escolha de um colete adequado e ajustados às características do sujeito poderá ser condição essencial para ter uma aula mais ou menos vigorosa. Em casos mais extremos, será possível a realização da sessão sem colete, maximizando a intensidade da aula, pelo menos com base no senso comum.

Os exercícios usados nas aulas de DW são, em parte, semelhantes aos aplicados em aulas de hidroginástica convencional. No entanto, a sua transcrição não é feita na íntegra pelo facto de não existir qualquer tipo de apoio no solo, e assim não permitir uma posição de ressalto. Deste modo, a prescrição deverá ser feita cuidadosamente e sustentada em exercícios apropriados explanados na literatura técnica (p.e. Adami, 2002).

As adaptações agudas que se possam promover neste tipo de programas parecem ser menos vigorosas do que numa aula de hidroginástica. Marinho et al., (2014) verificaram valores de frequência cardíaca mais reduzidas em DW comparativamente a hidroginástica praticada em água rasa aquando a execução de exercícios apenas com os membros inferiores (144 vs 154 bpm) ou envolvendo a totalidade dos segmentos (138 vs 144 bpm). A mesma tendência parece observar-se quer para o consumo de oxigénio (Dowzer et al., 1999) quer para concentração de lactato sanguíneo (Benelli et al., 2004). A diferença de estímulo entre ambas as condições de exercitação pode ser justificada pelo nível de imersão. Barbosa et al., (2007) reportaram uma resposta fisiológica mais vigorosa em sujeitos a exercitarem-se em meio terrestre, seguidamente com imersão ao nível da bacia e por fim com imersão ao nível do peito. O facto de o sujeito estar parcialmente imerso promove uma facilitação do retorno venoso e conseqüentemente uma redução da frequência cardíaca com repercussão do consumo de oxigénio, culminando com menores valores de dispêndio energético (Wilmore e Costil, 1994).

Todavia, a questão principal prende-se com o efeito global de um programa a médio-prazo. Os programas de DW parecem ter o efeito crónico desejado tendo em conta o nível de aptidão física dos sujeitos. Melhorias significativas ao nível do consumo de oxigénio máximo foram detetadas após várias semanas de trabalho em DW em sujeitos sedentários (Michaud et al., 1995) mas não em sujeitos treinados (Eyestone et al., 1993; Bushman et al., 1997; Wilber et al., 1996).

Importa referir que as evidências reportadas ficaram circunscritas a programas de exercitação exclusivamente com o colete flutuante. É sabido que sem colete flutuante a exercitação assenta na qualidade dos movimentos e na capacidade dos sujeitos em promoverem flutuação o que obviamente terá impacto na resposta fisiológica aguda. Gehring et al. (1997) verificaram uma tendência para aumento do consumo de oxigénio, da frequência cardíaca e da perceção subjetiva de esforço aquando a execução de DW sem colete, comparativamente com o uso de colete, tanto em sujeitos sedentários como sujeitos treinados. Deste modo, a prescrição no âmbito da DW deverá ter em consideração este pressuposto, podendo cada sujeito esporadicamente ou na totalidade da aula libertar-se do colete objetivando um incremento na intensidade de exercitação e um benefício crónico prologado.

Hidrobike

Outra variante em crescente desenvolvimento é a hidrobike. Trata-se de uma variante da hidroginástica que emergiu de noções do ciclismo terrestre para captar o público que lhe estava subjacente. Utilizando uma bicicleta na água e, através de algumas manobras semelhantes ao ciclismo praticado no meio terrestre, é possível realizar treino personalizado e/ou uma aula em grupo focada maioritariamente nos membros inferiores. Apesar de despertar um novo interesse ao nível do desenvolvimento de competências na água, este tipo de exercício não é novidade no contexto aquático. Desde há três décadas existem evidências sobre a modificação das bicicletas padrão para realizar os programas aquáticos (Morlok e Dressendorfer, 1974). As bicicletas usadas atualmente pesam cerca de 25 kg e ao contrário das bicicletas usadas em meio terrestre não possuem manípulo de carga, visto que a resistência ao exercício é oferecida pela resistência da água que pode ser incrementada pela velocidade da pedalada. A literatura científica sugere que os diferentes modelos disponíveis, parecem despoletar respostas fisiológicas agudas variadas por possuírem diferentes desenhos ao nível a resistência na pedaleira, (Giacomini et al., 2007). Pelo que, há necessidade de homogeneizar equipamentos com o intuito de obter respostas fisiológicas aproximadas em sujeitos com condição física semelhante.

As posições para a prática deste tipo de programas vão desde as tradicionais pedaladas em diferentes ritmos e velocidades até

pedalar em pé ou atrás da bicicleta em flutuação. No entanto, do nosso conhecimento nenhum estudo se centrou em comparar o efeito da adoção de diferentes posições na resposta aguda ao exercício. As totalidades das evidências emergem da posição sentada e por vezes apresentam-se contraditórias. Dressendorfer et al., (1976), após análise de um exercício máximo, observaram uma diminuição da frequência cardíaca e da ventilação durante a condição imersa comparativamente à condição terrestre. Já Bréchat et al., (1999) reportaram valores mais elevados de consumo de oxigénio, concentração de lactato e frequência respiratória no ciclismo aquático do que para a mesma carga no ciclismo terrestre. Por sua vez, Di Masi et al. (2007) apesar de terem registado uma maior capacidade de remoção de lactato em imersão, verificaram valores semelhantes de concentração de lactato em exercício submáximo quer em meio terrestre quer em meio aquático. A divergência entre observações pode tão simplesmente dever-se às diferentes características dos protocolos implementados. Deste modo espera-se que no futuro haja uma homogeneização na abordagem experimental por forma a poder-se chegar a resultados mais robustos para definir meios de prescrição mais objetivos.

As intervenções mais recentes procuraram clarificar o efeito que algumas das estratégias de manipulação de intensidade, já usadas na hidroginástica convencional poderiam também ter no âmbito da hidrobike. Brasil et al., (2011) observaram uma manutenção da frequência cardíaca, pressão arterial e concentração de lactato quando comparados dois métodos de excitação (contínuo vs intervalado). Contudo, com valores mais elevados de percepção subjetiva de esforço após o exercício contínuo. Yazigi et al., (2013) reportaram valores mais elevados de consumo de oxigénio, ventilação, frequência cardíaca e concentração de lactato com incrementos de cadências entre os 120 e os 180 bpm focando os 160 bpm como um ponto de transição. No entanto importa referir que estes valores não diferiram do meio terrestre para meio aquático, com exceção da concentração de lactato sanguíneo. Tendo em conta o exposto, o uso de um método de excitação contínuo parece despoletar um estímulo mais vigoroso acompanhado de cadências em torno dos 160 bpm (entenda-se 80 rotações por minuto).

A literatura parece ser omissa no que se refere as adaptações crónicas nestes programas. Ou seja, qual o efeito de um programa de hidrobike na aptidão física dos praticantes.

Hidrostep

O Hidrostep ou step aquático é uma variante cujo início remonta aos anos 90 e que se aproxima muito do step praticado em meio terrestre. Pela sua definição, é uma variante que requer um equipamento (e.g degrau) fixo no fundo da piscina e que solicita particularmente a componente dos membros inferiores para seu uso. A essência na construção dos steps para o meio aquático tem sofrido mutações ao longo do tempo. Atualmente o step profissional para a água é fabricado em resina plástica de modo a promover alta resistência e durabilidade à água. A estabilidade é assegurada por ventosas de sucção que se fixam diretamente no solo por lastros que evitam oscilações laterais. Mesmo assim, a multiplicidade de modelos pode ser verificada com diferenças maioritariamente ao nível do desenho, dimensão e a presença de bases de elevação tendo em vista o aumento do impacto.

Wieczorek et al., (1996) observaram em meio aquático que o movimento de subida e descida do step a uma cadência de 90 bpm apenas despoletou valores de frequência cardíaca a 40% do máximo (muito abaixo dos 60-80% sugeridos pelo American College of Sports Medicine para melhoria cardiorrespiratória). Evans e Cureton (1996) tentaram verificar a resposta fisiológica aguda na execução de vários exercícios padrão de step em meio terrestre e meio aquático à mesma cadência musical (116bpm). Embora tenha existido uma redução do consumo de oxigénio e da frequência cardíaca durante a execução no meio aquático, a percepção subjetiva de esforço permaneceu inalterada entre as duas condições (Evans e Cureton, 1996), sustentando que provavelmente a transcrição dos 116 bpm de cadência poderão não promover a mesma intensidade em ambos os meios. Numa abordagem semelhante os mesmos autores tentaram verificar o efeito que diferentes alturas do step (0,18 e 0,33 cm) poderiam promover na resposta fisiológica aguda (Evans e Cureton, 1998). Não foram verificadas diferenças entre as duas condições de exercitação induzindo ambas uma intensidade abaixo ou igual a 50% do consumo máximo de oxigénio tal como sugerido nas linhas orientadoras recomendadas pelo American College of Sports Medicine (2000). Mais ainda, Seefeldt e Abraham (1997) verificaram que um programa de 11 semanas de hidrostep com passos básicos transcritos do step em meio terrestre, a cadências entre 80-120 bpm, não promoveram alterações cardiorrespiratórias e na composição corporal em mulheres jovens adultas.

Esta menor estimulação do exercício de hidrostep pode estar relacionada com a característica dos movimentos. Na sua essência os movimentos são executados maioritariamente na direção vertical auxiliados na fase ascendente pela força de impulsão hidrostática. É sabido que se observa um aumento da força de reação ao solo e uma redução do efeito da força de impulsão quanto mais superfície corporal estiver exposta (Nakazawa et al., 1994). No entanto este é um facto que requer sustentação científica aprofundada e que deverá ser colmatado no futuro. Provavelmente, com intuito de obtermos uma exercitação mais vigorosa em hidrostep, será necessário aumentar ainda mais a altura do equipamento de modo a reduzir a superfície corporal imersa e potenciar o exercício pliométrico.

Conclusão

Novas variantes vão surgindo ao longo do tempo e outras tendem a desaparecer, isto tendo em consideração o que foi reportado há mais de 10 anos (Barbosa, 1999). As novas variantes visam manter a premissa de objetivar a procura por parte de novos praticantes e a retenção dos já existentes. Algumas variantes são exclusivas do meio aquático, enquanto outras são adaptação de conceitos de programas existentes no meio terrestre. Deste modo requer-se um esclarecimento tão alargado quanto possível dos efeitos das restantes variantes na aptidão física e saúde dos sujeitos que as frequentam. Mais ainda, o corpo de conhecimento tem-se centrado fundamentalmente nas adaptações agudas destes programas, faltando na generalidade dos casos evidência sobre a eficácia dos mesmos a curto, médio e a longo prazo (ou seja, das adaptações crónicas).

Referências

- Admi, M. (2002). Aquafitness. Civilização Editores. Porto.
- American College of Sports Medicine. (2000). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland.
- Barbosa, T. (1999). As variantes da Hidroginástica enquanto forma de diversificar as aulas de actividades aquáticas. *Horizonte*, 15(89), 14-17.
- Barbosa, T.M., Garrido, M.F., Bragada, J. (2007). Physiological adaptations to head-out aquatic exercises with different levels of body immersion. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1255-9.
- Benelli, P., Ditroilo, M. and de Vito, G. (2004). Physiological responses to fitness activities: a comparison between land-based and water aerobics exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 719-722.
- Brasil, R.M., Barreto, A.C., Nogueira, L., Santos, E., Novaes, J.S., Reis, V.M. (2011). Comparison of physiological and perceptual responses between continu-

- ous and intermittent cycling. *Journal of Human Kinetics*, 29A, 59-68.
- Bréchat, P.H., Wolf, J.P., Simon-Rigaud, M.L., Brechat, N., Kantelip, J.P., Berthelay, S. and Regnard, J. (1999). Influence of immersion on respiratory requirements during 30-min cycling exercise. *European Respiratory Journal*, 13, 860-866.
- Bushman, B., Flynn, M., Andres, F., Lambert, C., Taylor, M. and Braun, W. (1997). Effect of 4 wk of deep water run training on running performance. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 29, 694-699.
- Di Masi, F., Vale, R.V., Dantas, E.H., Barreto, A.C., Novaes, J.S. and Reis, V.M. (2007) Is blood lactate removal during water immersed cycling faster than during cycling on land? *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 188-192.
- Dowzer, C.N., Reilly, T., Cable, N.T. and Nevill, A. (1999) Maximal physiological responses to deep and shallow water running. *Ergonomics*, 42, 275-281.
- Dressendorfer, R.H., Morlock, J.F., Baker, D.G. and Hong, S.K. (1976). Effects of head-out water immersion on cardiorespiratory responses to maximal cycling exercise. *Undersea Biomedical Research*, 3, 177-187.
- Evans, F., Cureton, K. (1996). Metabolic, circulatory and perceptual responses to bench stepping in water. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 28, S210.
- Evans, E.M. and Cureton, K.J. (1998). Metabolic, circulatory, and perceptual responses to bench stepping in water. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 12, 95-100.
- Eyestone, E.D., Fellingham, G., George, J., Fisher, A.G. (1993). Effect of water running and cycling on maximum oxygen consumption and 2-mile run performance. *American Journal of Sports Medicine*, 21(1), 41-44.
- Gehring, M., Keller, B., Brehm, B. (1997). Water running with and without a flotation vest in competitive and recreational runners. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 29, 1374-1378.
- Giacomini, F., Benelli, P., Massimiliano, D., Giorgio, G., Eneko, F.P., Francesco, L., Francesca, D.L., Sal Marta, D., Gabriella, T. and Viberto, S. (2007). Physiological responses to water fitness activity: a comparison between the effects of exercise on different water bikes. In: *Book of Abstracts of the 12th Annual Congress of the European College of Sport Science*. Eds: Kallio, J., Komi, P.V., Komulainen, J. and Avela, J. Jyväskylä: University of Jyväskylä. 512.
- Marinho, D.A., Lima, M.J., Barbosa, T.M., Costa, A.M., Neiva, H.P. (2014). Acute responses to aquatic fitness activities: A comparison between shallow and deep-water lesson. *International SportMed Journal*, 15(4), 466-473.
- Michaud, T.J., Brennan, D.K., Wilder, R.P. and Sherman, N.W. (1995). Aquarunning and gains in cardiorespiratory fitness. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 9, 78-84.
- Morlock, J.F., Dressendorfer, R.H. (1974). Modification of a standard bicycle ergometer for underwater use. *Undersea Biomedical Research*, 1, 335-342.
- Nakazawa, K., Yano, H. and Miyashita, M. (1994). Ground reaction forces during walking in water. In: *Medicine and Science in Aquatic Sports*. Eds: Miyashita, M., Mutoh, Y. and Richardson, A. Basel: Karger. 28-34.
- Seefeldt, L., Abraham, A. (1997). The effects of an 11-week aqua step exercise program on maximum oxygen consumption, body composition and flexibility in college-age women. AKWA letter.

- Sova, R. (1993). Ejercicios acuáticos. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- Vila-Chã, C.J., Morais, J.F. and Barbosa, T.M. (2007). **The influence of kineanthropometrical profile in deep-water tethered running.** In: Book of Abstracts of the 12th Annual Congress of the European College of Sport Science. Eds: Kallio, J., Komi, P.V., Komulainen, J. and Avela, J. Jyväskylä: University of Jyväskylä. 592.
- Wieczorek et al (1996). Comparison of heart rate, blood pressure and rate of perceived exertion on land versus in water with aerobic stepping. *Journal of Aquatic Physical Therapy*, 4 (5), 4-10.
- Wilber, R., Moffatt, R., Scott, B., Lee, D., Cucuzzo, N. (1996). Influence of water run training on the maintenance of aerobic performance. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 28, 1056-1062.
- Wilmore, J., and Costill, D. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics, Champaign, IL.
- Yazigi, F., Pinto, S., Colado, J., Escalante, Y., Armada-da-Silva, P.A., Brasil, R., Alves, F. (2013). **The cadence and water temperature effect on physiological responses during water cycling.** *European Journal of Sport Science*, 13(6), 659-65.

Efeitos de um programa de 12 semanas de Hidroginástica na postura corporal de mulheres de meia-idade

**Paula Matias¹, Jorge E. Morais^{1,4}, Mário J. Costa^{2,4},
Tiago M. Barbosa^{3,4}**

Introdução

À medida que a população mundial envelhece, sérias preocupações são levantadas sobre o efeito do exercício físico e de aptidão física para a saúde pública, especialmente na meia e terceira idade (Cruz-Ferreira et al., 2011). Os programas de exercícios aquáticos ganharam popularidade devido à diminuição de hipotéticos pacientes (i.e. ajudam na prevenção de patologias), e até mesmo entre indivíduos saudáveis (Costa et al., 2011). Ambos os programas, terrestres e aquáticos, baseiam-se no objetivo de alcançar e manter um nível adequado de aptidão física (incluindo a postura corporal) e, portanto, melhorar a qualidade de vida.

A postura corporal tem em consideração a oscilação e/ou o alinhamento do corpo. O alinhamento do corpo representa a posição do corpo e a relação espacial entre os seus segmentos anatómicos para manter o equilíbrio, em condições estáticas ou dinâmicas, de acordo com os requisitos do ambiente e da tarefa motora. Um alinhamento adequado do corpo envolve o menor esforço (i.e. gasto energético) e sobrecarga mecânica, para otimizar a eficiência do sistema biológico. Uma postura corporal incorreta pode estar relacionada com alguma desordem a nível ortopédico (Kristensen, Bandholm, Holm, Ekdahl, & Kehlet, 2009), músculo-esquelético (Oyarzo, Villagrán, Silvestre, Carpintero, & Berral, 2013) ou neurológico (Busse, Zimdars, Zalewski, & Steffen, 2005), mas também associada com uma maior probabilidade de quedas (Sakamoto et al., 2006).

1 Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

2 Instituto Politécnico da Guarda, Guarda, Portugal

3 Universidade Tecnológica de Nanyang, Instituto de Educação Nacional, Singapura

4 Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

A literatura reporta evidências empíricas sobre o efeito dos programas de exercícios terrestres para melhorar a postura corporal (Seidler & Martin, 1997; Steadman, Donaldson, & Kalra, 2003). No entanto, evidências sobre o efeito de programas de exercícios aquáticos são limitados, controversos e principalmente baseados em reivindicações. A maioria dos estudos existentes avaliaram a postura em mulheres com patologias (Suomi & Koceja, 2000; Zameni & Haghighi, 2011). Por exemplo, Suomi & Koceja (2000) avaliaram mulheres com artrite no trem inferior durante um período de 6 semanas, e verificaram uma melhoria na postura corporal. No entanto, de acordo com a literatura existente, um único estudo analisou o efeito de um programa de treino aquático sobre a postura de doze mulheres de meia-idade saudáveis (Douris et al., 2007). Os mesmos constataram melhorias na postura corporal, após 6 semanas de intervenção.

A mobilidade, postura e equilíbrio são avaliados quer através de testes clínicos quer laboratoriais. Durante a última década, testes clínicos observacionais semi-quantitativos (p.e. Romberg Test, Functional Reaching, One-leg Stance, Time Up & Go, e Berg Balance Scale) tornaram-se populares em ambientes clínicos (Berg, Maki, Williams, Holliday, & Wood-Dauphinee, 1992; Kristensen et al., 2009). Estabilometria e fotogrametria são técnicas utilizadas em testes laboratoriais para a avaliação do alinhamento segmentar, posição segmentar e centro de massa. Assim, ambos os tipos de testes, clínicos e laboratoriais, devem ser selecionados e utilizados para realizar este tipo de pesquisa, devido ao facto de fornecerem detalhes complementares sobre a postura corporal.

O objetivo deste estudo foi determinar o efeito de um programa de exercícios aquáticos de 12 semanas na postura corporal de mulheres de meia-idade. Foi colocada a hipótese de que, após o programa aquático, registar-se-ia uma melhoria na postura corporal (i.e. efeito do tempo) nas mulheres envolvidas no programa aquático (i.e. efeito do grupo).

Material e Métodos

Desenho do estudo

O estudo avaliou: (i) o efeito do tempo (i.e. comparação intra-individual) no grupo experimental (GE) (i.e. programa de intervenção) e no grupo de controlo (GC); (ii) o efeito do exercício / grupo (i.e. compara-

ção inter-individual) antes (pré-teste) e imediatamente após (pós-teste) 12 semanas de um programa de exercícios aquáticos; (iii) a interação tempo X grupo. Dada a existência de evidências sobre o efeito do índice de massa corporal (IMC) e a idade na postura, o efeito de ambos os fatores foi incluído na análise multivariada para reter potenciais fatores de confusão. Os avaliadores não tinham qualquer informação sobre a que grupo (teste ou controlo) cada indivíduo pertencia.

A postura foi avaliada como variável dependente em ambos os momentos (i.e. pré e pós-teste) com: (i) testes clínicos (One-leg Stance, Functional Reaching, Romberg Test, Time Up & Go, Berg Balance Scale) e; (ii) teste de laboratório (i.e. fotogrametria).

Amostra

Para o estudo foram recrutadas mulheres de meia-idade, a residir no norte de Portugal, através de anúncios detalhados na comunicação social, em instalações desportivas e através de “passar a palavra” (i.e. abordagem realizada pelos avaliadores ou entre potenciais participantes). Cento e setenta e três mulheres responderam e foram avaliadas para uma potencial seleção. Foram utilizados os seguintes critérios de seleção: (i) mulheres de meia-idade; (ii) não participantes em qualquer tipo de programa de exercício físico sistemático; (iii) saudáveis (i.e. sem histórico de doenças ortopédicas, músculo-esqueléticas ou neurológicas, diagnosticadas ao longo dos últimos seis meses); (iv) com uma boa adaptação ao meio aquático. Cento e cinquenta mulheres que preencheram os critérios de inclusão foram divididos em GE e GC (Figura 1). Os indivíduos foram agrupados aleatoriamente para um dos dois grupos pelo avaliador principal. Os participantes agrupados no GE, tinham de conseguir participar num programa de exercícios aquáticos (em piscina de água rasa) durante 12 semanas, e comparecer a pelo menos 90% das sessões. Quem não conseguisse participar nessa percentagem de sessões (i.e. 90%) seria considerada como uma desistência, e, por conseguinte, não incluída na avaliação do pós-teste. Depois das 12 semanas de intervenção, o GE e o GC incluíram 73 e 42 mulheres, respetivamente (Figura 1).

Todos os procedimentos estavam de acordo com a Declaração de Helsínquia relativamente à investigação em Seres Humanos. O Comité de Ética local aprovou o estudo. Os participantes foram informados sobre o estudo e assinaram um termo de responsabilidade e consentimento antes do estudo. Além disso, o estudo foi realizado de acordo com as normas éticas propostas por Harris e Atkinson (2013).

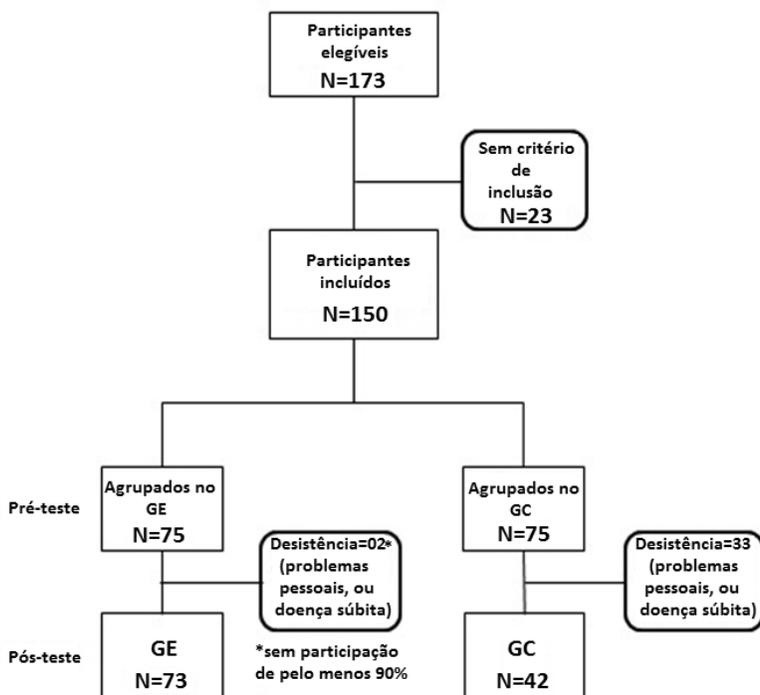


Figura 1. Esquema de agrupamento dos participantes ao longo do estudo.

Programa de exercícios aquáticos em piscina de água rasa

O programa de exercícios aquáticos em piscina de água rasa consistiu em de 12 semanas de intervenção e seguiu as principais diretrizes da Aquatic Exercise Association (2008). O programa incluiu duas sessões por semana, com a duração de 40 minutos / sessão.

Todas as sessões foram realizadas em piscina de água rasa, com os participantes submersos até ao apêndice xifóide (Barbosa, Garrido, & Bragada, 2007). A cadência musical variou entre os 125 e os 150 bpm (Barbosa et al., 2010), e os exercícios foram delineados para serem realizados, na maioria das vezes, com tempos de água (Oliveira et al., 2011). Em algumas sessões, elásticos e equipamentos de flutuabilidade e arrasto foram utilizados. As sessões iniciaram com um aquecimento (5 minutos), seguido pelo condicionamento cardio-respiratório (20 minutos), condicionamento muscular (10 minutos) e alongamentos e / ou retorno à calma (5 minutos).

Antropometria

A massa corporal (MC, em kg) foi medida com uma balança digital (SECA, 884, Hamburgo, Alemanha). A estatura (em m) foi medida com um estadiômetro digital (SECA, 242, Hamburgo, Alemanha). Todas as medidas antropométricas foram recolhidas de acordo com procedimentos padronizados na posição vertical, com os pés descalços e usando apenas o fato de banho. O IMC foi calculado como: $IMC = MC/estatura^2$.

Testes clínicos

One-Leg Stance (UST): Foi executado um exercício de equilíbrio unipodal com os olhos abertos e com os pés descalços (Tomomitsu, Alonso, Morimoto, Bobbio, & Greve, 2013). Os indivíduos foram instruídos a ficar em apoio com o seu membro inferior dominante durante 30 segundos, com as mãos nos quadris (Gustafson, Noaksson, Kronhed, Moller, & Moller, 2000). Foi utilizado um cronômetro para medir o tempo que o indivíduo foi capaz de ficar numa posição sem qualquer desequilíbrio corporal evidente.

Functional Reaching (FRT): Uma fita de medição (RossCraft, Canada) foi aplicada numa parede ao nível dos ombros dos participantes. Os mesmos foram instruídos a levantar o membro superior dominante à altura do ombro e formar um punho. De seguida, tentar chegar o máximo possível à frente sem mover os pés e sem perder o equilíbrio (Duncan, Studenski, Chandler, & Brescott, 1992). O membro superior deveria ser mantido à altura aquando do movimento para a frente. Considerou-se como perda de equilíbrio quando o indivíduo levantasse os calcanhares do chão ou desse um passo em qualquer direção. Foi medida a distância alcançada.

Romberg Test (RT): Os indivíduos foram instruídos a manter uma posição ereta, com os pés descalços, membros superiores pendentes (ao longo do tronco) e olhos abertos (Lemay et al., 2012). O teste foi realizado nas posições semi-tandem e tandem. Foi medido com um cronômetro o tempo que o indivíduo foi capaz de se manter na posição, sem qualquer evidência de desequilíbrio.

Time Up & Go (TUG): Os indivíduos foram instruídos a levantarem-se de uma cadeira, andar 3 m, virarem-se, caminhar de volta e sentarem-se novamente (Podsiadlo & Richardson, 1991). O teste começou e terminou com o indivíduo sentado numa cadeira sem apoios, o assento com uma altura de 43 cm, e mantendo os joelhos fletidos a 90 ° e os membros superiores ao lado. Não foi permitida a

utilização das mãos para auxiliar a levantar e a sentar. O tempo do percurso completo foi medido com um cronómetro.

Berg Balance Scale (BBS): A escala de equilíbrio de Berg é baseada em 14 itens relacionados com atividades de vida diária e utilizados para avaliar o equilíbrio funcional (Berg et al., 1992). Uma pontuação de 0 (zero) é dada se o indivíduo é incapaz de fazer a tarefa, e uma pontuação de 4 (quatro) se é capaz de completar a tarefa com base no critério previamente estabelecido. A pontuação máxima que pode ser obtida é 56. Os itens incluem tarefas de mobilidade simples (p.e. transferências, em pé sem apoio, sentar e levantar) e tarefas mais complexas (p.e. posição tandem em pé, rotações de 360 °, postura com um apoio) (Whitney, Poole, & Cass, 1998).

Testes de laboratório

A projeção vertical do centro de massa na base de sustentação (CoM) foi avaliada através de fotogrametria (Ferreira, Duarte, Maldonado, Burke, & Marques, 2010). Os indivíduos estavam descalços, e vestidos para permitir a visualização dos 32 pontos anatómicos. Bolas de isopor com 15 mm de circunferência foram colocados nesses pontos anatómicos com fita adesiva de dupla face. Foram tiradas fotografias digitais nos planos anterior, posterior, lado esquerdo e direito (Sony, Cyber-shot, 12.1MP) com os indivíduos numa posição em pé, bípede e ortostática. No plano de captura da câmara, ao lado do indivíduo, encontrava-se um objeto de calibração 2D (0.945 x 1.040 m).

A localização do CoM foi avaliada com um software específico para a análise da postura corporal (PAS / Sapo, v. 0.68, da Universidade de São Paulo, Brasil). Após a digitalização manual de todos os pontos anatómicos, nos quatro planos, tendo em consideração as propriedades antropométricas e inerciais de Zatsiorsky & Seluyanov (1983), a localização do CoM em 2D foi calculada pelo método de segmentação como:

$$X_{\text{CoM}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (1)$$

e,

$$Y_{CoM} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (2)$$

Em que X_{CoM} e Y_{CoM} são as coordenadas do CoM geral do corpo, x_i and y_i são as coordenadas do CoM parcial dos segmentos e m_i as massas parciais dos membros. A projeção vertical da assimetria do CoM nos planos sagital e frontal foram calculados, considerando a interceção de ambos os planos como a origem de um sistema cartesiano. As coordenadas da posição do CoM foram definidas como:

$$\text{CoM} \quad (X_{CoM}, Y_{CoM}) \quad (3)$$


Em que CoM é o centro de massa, X_{CoM} a assimetria no plano sagital (i.e. posição horizontal do vetor da linha de gravidade na base de sustentação) e Y_{CoM} a assimetria no plano frontal (i.e. posição lateral do vetor da linha da gravidade na base de sustentação). Depois, foi calculado o vetor resultante (R_{CoM}) de X_{CoM} e Y_{CoM} com pontos de aplicação na origem do Sistema Cartesiano:

$$R_{CoM} = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \right)^2 + \left(\frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \right)^2} \quad (4)$$

Em que R_{CoM} é o vetor resultante, X_{CoM} and Y_{CoM} são as coordenadas da projeção vertical do CoM do corpo, x_i e y_i são as coordenadas do CoM parcial dos segmentos e m_i as massas dos segmentos. Quanto maior o valor de R_{CoM} , mais distante é a projeção vertical do CoM da origem do Sistema Cartesiano, e deste modo, mais próximo dos limites da base de sustentação. Assim, quanto mais próximo está o R_{CoM} dos limites da base de sustentação, pior é o equilíbrio corporal.

Procedimentos estatísticos

A potência da amostra foi calculada para uma probabilidade de erro de 0.05, efeito prático de 0.3 e uma potência de $(1-\beta)$ de 0.95 para os 2 grupos e as 2 medidas, o que sugere um tamanho de amostra total de 147 indivíduos a serem recrutados.

O teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, com correção de Lilliefors, foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados. Para a análise descritiva, a média e um desvio-padrão foram calculados como medidas de tendência central e dispersão, respetivamente. A diferença entre o pré-teste e o pós-teste foi descrita em percentagem, considerando o pré-teste como valor de base.

A variação dos dados foi analisada com a ANOVA (grupo X tempo, controlando o efeito da idade e IMC como possíveis fatores de confusão) para todas as variáveis dependentes selecionadas ($P \leq 0.05$). Sempre que apropriado, foram calculados Testes-t student ($P \leq 0.05$) para comparar os grupos em cada momento.

Resultados

Não se verificaram diferenças significativas na média de idades ($GE=58.89 \pm 10.53$ anos, $GC=61.02 \pm 13.44$ anos, $P=0.37$), estatura ($GE=159.2 \pm 5.5$ cm, $GC=158.2 \pm 4.6$ cm, $P=0.90$), MC ($GE=65.97 \pm 8.64$ kg, $GC=63.71 \pm 8.69$ kg, $P=0.18$) e IMC ($GE=25.84 \pm 3.33$ kg·m⁻², $GC=25.20 \pm 3.31$ kg·m⁻², $P=0.35$) entre os grupos.

Efeito do tempo. A maioria dos testes apresentou um efeito significativo do tempo (Tabela 1). Foram observadas exceções para os testes de laboratório: X_{CoM} , Y_{CoM} e R_{CoM} . No entanto, de uma forma geral, verificou-se uma melhoria do equilíbrio e postura corporais entre o pré-teste e o pós-teste.

Efeito do grupo. As variáveis, principalmente aquelas relacionadas com a postura funcional e dinâmica (Time Up & Go, Berg Balance Scale), revelaram um efeito significativo do grupo (Tabela 1). Sendo que o GE apresentou uma melhoria na postura corporal e equilíbrio do corpo, nomeadamente no pós-teste. Não foram verificados efeitos significativos nas variáveis de laboratório: coordenadas (X_{CoM} , Y_{CoM}) e vetor resultante (R_{CoM}).

Interação tempo X grupo. As interações entre o tempo e grupo foram significativas nos testes em todos os testes clínicos (One-Leg Stance, Functional Reaching Test, Romberg Test na posição semi-tandem, Romberg Test na posição tandem e Berg Balance Scale), à exceção do Time Up & Go. Mas para este teste (Time Up & Go) verifi-

Tabela 1. Dados descritivos e análise de variações para a postura corporal, após um programa de 12 semanas de exercícios aquáticos, de acordo com o efeito tempo (pré e pós-teste) e efeito grupo (GC vs GE), e as suas interações.

	Estatística descritiva			Efeito tempo			Efeito grupo			Interação tempo X grupo			Interação tempo X idade			Interação tempo X IMC			
	Pré-teste	Pós-teste	Delta	Δ Wilks	F	P	Δ Wilks	F	P	Δ Wilks	F	P	Δ Wilks	F	P	Δ Wilks	F	P	
UST	GC	25.02±8.80	25.03±8.69	0.03	0.097	12.181	<0.001	0.919	1.299	0.25	0.031	3.469	0.05	0.925	9.001	0.01	0.991	0.996	0.32
[seg]	GE	26.06±7.63	28.51±4.68	9.40															
FRT	GC	31.07±7.01	32.32±7.30	4.02	0.734	41.759	<0.001	0.925	3.503	0.06	0.956	5.253	0.02	0.985	1.725	0.19	0.998	0.187	0.67
[cm]	GE	32.87±8.91	36.28±8.51	10.37															
RTsemi-tandem	GC	57.07±9.93	58.81±7.30	3.04	0.959	4.947	0.02	0.951	0.375	0.21	0.956	5.290	0.02	0.974	2.998	0.09	0.997	0.356	0.55
[seg]	GE	54.70±14.07	59.28±3.63	8.37															
RT tandem	GC	34.13±23.42	36.92±23.22	8.17	0.817	25.843	<0.001	0.834	4.110	0.52	0.856	19.414	<0.001	0.999	0.137	0.71	0.994	0.668	0.42
[seg]	GE	33.69±23.63	45.95±18.30	36.39															
TUG	GC	9.55±2.11	9.02±1.78	-5.54	0.593	78.246	<0.001	0.943	4.349	0.03	1.000	0.039	0.84	0.966	3.929	0.06	0.994	0.719	0.39
[seg]	GE	8.82±1.84	8.00±1.33	-9.29															
BBS	GC	52.39±3.93	52.47±4.03	0.15	0.909	11.326	<0.001	0.875	6.323	0.01	0.956	5.180	0.03	0.880	15.113	0.34	0.992	0.898	<0.001
[a.u.]	GE	53.45±2.80	54.06±1.80	1.14															
YCoM	GC	24.25±14.36	23.06±9.61	-2.52	1.000	0.046	0.83	0.994	0.094	0.76	0.980	2.204	0.14	0.995	0.469	0.50	0.996	0.405	0.53
[a.u.]	GE	22.04±14.25	25.11±11.05	1.11															
XCoM	GC	5.41±17.83	9.52±20.6	15.2	0.995	0.567	0.45	0.974	0.320	0.57	0.996	0.444	0.50	0.980	2.146	0.15	0.973	0.333	0.57
[a.u.]	GE	8.57±19.60	5.57±15.5	-18.3															
RCoM	GC	29.87±14.66	31.93±12.69	6.89	0.998	0.243	0.62	0.992	0.001	0.98	0.992	0.904	0.34	0.981	1.057	0.35	0.931	4.090	0.02
[a.u.]	GE	30.04±15.50	30.30±12.12	0.86															

GC - grupo de controlo; GE - grupo experimental; IMC - índice de massa corporal; Delta - diferença entre pré-teste e pós-teste (em percentage); UST - One-Leg Stance; FRT - teste Functional Reaching; RT - teste de Romberg; TUG - teste Time Up & Go teste; BBS - teste Berg Balance Scale; XCoM - coordenada x (abscissa) da localização do centro de massa; YCoM - y coordenada (ordenadas) da localização do centro de massa; RCoM - projeção vertical do centro de massa.

cou-se uma melhoria do desempenho do pré-teste para o pós-teste para o GC ($P < 0.001$) e para o GE ($P < 0.001$). No entanto, a melhoria foi superior no GE (-9.29%) em comparação com o GC (-5.54%).

Interação tempo X idade ou IMC. No geral não se verificaram interações significativas tempo X idade e tempo X IMC. Registou-se apenas uma interação tempo X idade no teste One-Leg Stance (UST), e tempo X IMC nos testes Berg Balance Scale (BBS) e vetor resultante da projeção do centro de massa (R_{CoM}). As mulheres com mais idade ou com maior IMC foram as que apresentaram um aumento superior nessas três variáveis.

Discussão

Este estudo é uma das primeiras tentativas para reunir um conhecimento mais profundo sobre o efeito de um programa de exercícios aquáticos na postura corporal. As mulheres que participaram no programa apresentaram uma melhoria da postura corporal. Foram verificados efeitos gerais na postura funcional, que está relacionada com rotinas diárias.

A maioria dos testes selecionados teve um efeito significativo do tempo. Isso ficou evidente nos testes: (i) que impunham uma base de suporte reduzida numa postura estática (i.e. One-Leg Stance, Romberg Test na posição semi-tandem, Romberg Test na posição tandem); (ii) promoviam uma postura dinâmica (i.e. Functional Reaching Test e Time Up & Go); (iii) relacionados com a postura funcional (p.e. Berg Balance Scale). Assim, depois de 12 semanas de intervenção foi observada uma melhoria nas posturas estática, dinâmica e funcional. Estes resultados são consistentes com a literatura, pelo menos na investigação em programas de exercícios terrestres (Seidler & Martin, 1997; Steadman et al., 2003), apesar de persistirem limitações evidentes sobre o efeito de programas aquáticos. Um único estudo relatou que após 6 semanas de treino aquático, foram verificadas melhorias de aproximadamente 19% na postura corporal, avaliada com o teste Berg Balance Scale (Douris et al., 2007). No entanto, a amostra foi composta por apenas doze indivíduos, divididos em dois grupos (enquanto que o presente estudo inclui 115 mulheres), podendo assim comprometer a sua validade.

As únicas exceções relativamente às melhorias significativas registadas no efeito do tempo foram as variáveis de laboratório (coordenadas da projeção do centro de massa: X_{CoM} e Y_{CoM} ; e o vetor

resultante: R_{COM}). Ainda assim, a coordenada da projeção do centro de massa na abcissa (X_{COM}) registou uma melhoria de 18.3% no GE entre o pré e o pós-teste. Este teste está relacionado com a postura estática na posição vertical e ortostática. Pelo menos para os programas de intervenção no meio terrestre, foi relatado uma melhoria baixa-moderada da postura estática (i.e. oscilação postural) na posição vertical em idosos (Lelard, Doutrelot, David, & Ahmaidi, 2010) e em mulheres de meia-idade com alguma condição ou síndrome (Hourigan et al., 2008). A técnica fotogramétrica utilizada não permite a avaliação da oscilação do corpo. No entanto, as oscilações do corpo correlacionam-se de forma satisfatória com alguns testes clínicos, tal como com o teste Berg Balance Scale (Berg, Wood-Dauphinee, Williams, & Maki, 1991), que também é reportado no presente estudo.

Vários resultados, principalmente aqueles relacionados com dinâmica (p.e. Time Up & Go) e postura funcional (p.e. Berg Balance Scale), revelaram um efeito significativo do grupo. Foi verificada a mesma tendência, mas com variações menos evidentes do ponto de vista estatístico, para o Functional Reaching Test. O GE apresentou uma melhoria da postura corporal no pós-teste. No que diz respeito às relações entre o tempo e grupo, foram verificadas interações significativas nos testes One-Leg Stance, Functional Reaching Test, Romberg Test na posição semi-tandem, Romberg Test na posição tandem e Berg Balance Scale. O teste Time Up & Go não apresentou uma interação significativa, mas efeitos significativos do tempo e grupo foram obtidos. Além disso, o Teste-t student revelou uma melhoria superior para o GE em comparação com o GC.

Para as variáveis com interações tempo X grupo significativas, o GE apresentou melhorias superiores em comparação com o GC. No entanto, essas melhorias podem ser consideradas como moderadas (p.e. pré-teste vs pós-teste: One-Leg Stance=9.40%; Functional Reaching=10.37%; Romberg Test na posição semi-tandem=8.37%; Time Up & Go=-9.29%; Berg Balance Scale=1.14%). A hipótese de relatar variações mais elevadas poderia acontecer se: (i) o programa de exercícios aquáticos fosse prolongado por um período de tempo mais extenso (p.e. 6 meses ou 1 ano); (ii) ter avaliado mulheres com alguma patologia (dados que os seus valores de base seriam menores do que os verificados em mulheres saudáveis) (Escalante, Saavedra, García-Hermoso, Silva, & Barbosa, 2010); (iii) o progra-

ma de exercícios aquáticos teve o objetivo exclusivo de melhorar o equilíbrio e a postura (em vez de ter um foco na aptidão física geral, ou seja, aptidão cardio-respiratória, força muscular, flexibilidade, composição corporal e componentes secundários do fitness) (Barbosa, Marinho, Reis, Silva & Bragada, 2009). Nesse sentido, os dados reportados podem ser considerados como ecologicamente válidos, uma vez que o programa de treino replica o que acontece na maioria dos centros aquáticos (i.e. o perfil dos participantes, os principais objetivos do programa de intervenção, as instalações e equipamentos utilizados, estrutura das sessões, e o número de sessões por semana).

É sugerida uma associação entre o teste **Berg Balance Scale** (e outros testes de postura) com a qualidade de vida, especialmente para indivíduos com patologias (Aprile et al, 2013; Bronstein & Pavlo, 2012; Macko et al, 2008). Há um crescente conjunto de evidências sobre o efeito positivo que a reabilitação postural tem sobre os sintomas, função e qualidade de vida nos indivíduos afetados por alguns problemas incapacitantes (Whitney et al., 1998). Neste sentido, pode-se especular que indivíduos saudáveis, inseridos em programas de exercícios aquáticos (que melhoram a postura corporal), também melhoram a sua qualidade de vida. Estes resultados devem, pelo menos, encorajar os investigadores a estudar num futuro próximo essas relações em indivíduos saudáveis.

Conclusões

Como conclusão, efeitos significativos do tempo, grupo e respetivas interações foram verificados na maioria das variáveis. Registou-se uma melhoria na postura corporal após 12 semanas de participação num programa de exercícios aquáticos em piscina de água rasa. Assim, esta pesquisa sugere que de 12 semanas de exercícios aquáticos são suficientes para proporcionar uma melhoria na postura corporal em mulheres saudáveis. A maioria das variáveis com efeitos significativos e interações estão relacionadas com a postura funcional, e portanto com as rotinas diárias.

Referências

- Aprile, I., Bordieri, C., Gilardi, A., Russo, G., De Santis, F., Frusciante, R., Iannaccone, E., Erra, C., Ricci, E., & Padua, L. (2013). Balance and walking involvement in facioscapulohumeral dystrophy: a pilot study on the effects of custom lower limb orthoses. *European Journal of Physical Rehabilitation and Medicine*, 49, 169-178.
- Aquatic Exercise Association. (2008). *Standards and guidelines for aquatic fitness programming*. Nokomis FL, USA: Aquatic Exercise Association.
- Barbosa, T.M., Garrido, M.F., & Bragada, J.A. (2007). Physiological adaptations to head-out aquatic exercises with different levels of body immersion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 1255-1259.
- Barbosa, T.M., Marinho, D.A., Reis, V.M., Silva, A.J., & Bragada, J.A. (2009). Physiological assessment of head-out aquatic exercises in healthy subjects: a qualitative review. *Journal of Sport Science and Medicine*, 8, 179-189.
- Barbosa, T.M., Sousa, V.F., Silva, A.J., Reis, V.M., Marinho, D.A., & Bragada, J.A. (2010). Effects of musical cadence in the acute physiologic adaptations to head-out aquatic exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 244-250.
- Berg, K.O., Maki, B.E., Williams, J.I., Holliday, P.J., & Wood-Dauphinee, S.L. (1992). Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 73, 1073-1080.
- Berg, K.O., Wood-Dauphinee, S.L., Williams, J.I., & Maki, B. (1991). Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian Journal of Public Health*, 83, S7-11.
- Bronstein, A.M., & Pavlo, M. (2012). Balance. *Handbook of Clinical Neurology*, 110, 189-208.
- Bruse, K.J., Zimdars, S., Zalewski, K.R., & Steffen, T.M. (2005). Testing functional performance in people with Parkinson disease. *Physical Therapy*, 85, 134-141.
- Costa, M.J., Oliveira, C., Teixeira, G., Marinho, D.A., Silva, A.J., & Barbosa, T.M. (2011). The influence of musical cadence into aquatic jumping jacks kinematics. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 607-615.
- Cruz-Ferreira, A., Fernandes, J., Gomes, D., Bernardo, L.M., Kirkcaldy, B.D., Barbosa, T.M., & Silva, A.J. (2011). Effects of Pilates-based exercise on life satisfaction, physical self-concept and health status in adult women. *Women & Health*, 3, 240-255.
- Douris, P., Southard, V., Varga, C., Schauss, W., Gennaro, C., & Reiss, A. (2007). The effect of land and aquatic exercise on balance scores in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 26, 3-6.
- Duncan, P.W., Studenski, S., Chandler, J., & Brescott, B. (1992). Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *Journal of Gerontology*, 47, M93-M98.
- Escalante, Y., Saavedra, J.M., García-Hermoso, A., Silva, A.J., & Barbosa, T.M. (2010). Physical exercise and reduction of pain in adults with lower limb osteoarthritis: a systematic review. *Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation*, 23, 175-186.
- Ferreira, E.A.G., Duarte, M., Maldonado, E.P., Burke, T.N., & Marques, A.P. (2010). Postural assessment software (PAS/SAPO): validation and reliability. *Clinics*, 65, 675-681.

- Gustafson, A.S., Noaksson, L., Kronhed, A.C., Moller, M., & Moller, C. (2000). Changes in balance performance in physically active elderly people aged 73-80. *Scandinavian Journal of Rehabilitation and Medicine*, 32, 168-172.
- Harriss, D.J., & Atkinson, G. (2013). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2014 update. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 1025-1028.
- Hourigan, S.R., Nitz, J.C., Brauer, S.G., O'Neill, S., Wong, J., & Richardson, C.A. (2008). Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. *Osteoporosis International*, 19, 1077-1086.
- Kristensen, M.T., Bandholm, T., Holm, B., Ekdahl, C., & Kehlet, H. (2009). Timed up & go test score in patients with hip fracture is related to the type of walking aid. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90, 1760-1765.
- Lelard, T., Doutrelot, P.L., David, P., & Ahmaidi, S. (2010). Effects of a 12-week Tai Chi Chuan program versus a balance training program on postural control and walking ability in older people. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 91, 9-14.
- Lemay, J.F., Gagnon, D., Duclos, C., Grangeon, M., Gauthie, C., & Nadeau, S. (2013). Influence of visual inputs on quasi-static standing postural steadiness in individuals with spinal cord injury. *Gait & Posture*, 38, 357-360.
- Macko, R.F., Benvenuti, F., Stanhope, S., Macellari, V., Taviani, A., Nesi, B., & Weinrich, M., (2008). Stuart, M. Adaptive physical activity improves mobility function and quality of life in chronic hemiparesis. *Journal of Rehabilitation and Research Development*, 45, 323-328.
- Oliveira, C., Teixeira, G., Costa, M.J., Marinho, D.A., Silva, A.J., & Barbosa, T.M. (2011). Relationships between head-out aquatic exercise kinematics and musical cadence: analysis of the side kick. *International Sports Medicine Journal*, 12, 39-52.
- Oyarzo, C.A., Villagrán, C.R., Silvestre, R.E., Carpintero, P., & Berral, F.J. (2014). Postural control and low back pain in elite athletes comparison of static balance in elite athletes with and without low back pain. *Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(2), 141-146.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39, 142-148.
- Sakamoto, K., Nakamura, T., Hagino, H., Endo, N., Mori, S., & Muto, Y. (2006). Effects of unipedal standing balance exercise on the prevention of falls and hip fracture among clinically defined high-risk elderly individuals: a randomized controlled trial. *Journal of Orthopedic Science*, 11, 467-472.
- Seidler, R.D., & Martin, P.E. (1997). The effects of short term balance training on the postural control of older adults. *Gait & Posture*, 6, 224-236.
- Steadman, J., Donaldson, N., & Kalra, L. (2003). A randomized controlled trial of an enhanced balance training program to improve mobility and reduce falls in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51, 847-852.
- Suomi, R., & Kocejka, D.M. (2000). Postural sway characteristics in women with lower extremity arthritis before and after an aquatic exercise intervention. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81, 780-785.
- Tomomitsu, M.S., Alonso, A.C., Morimoto, E., Bobbio, T.G., & Greve, J.M. (2013).

- Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics*, 68, 517-521.
- Whitney, S.L., Poole, J.L., & Cass, S.P. (1998). A review of balance instruments for older adults. *American Journal of Occupational Therapy*, 52, 666-671.
- Zameni, L., & Haghighi, M. (2011). The effect of aquatic exercise on pain and postural control in women with low back pain. *International Journal of Sport Studies*, 1(4), 152-156.
- Zatsiorsky, V., & Seluyanov, V. (1983). The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. In H. Matsoi, & K. Koraiashi (Eds), *Biomechanics VIII-B* (pp. 1152-1159). Champaign, IL: Human Kinetics.

