

# 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**

—

## **Adaptação ao meio aquático: características, forças e restrições**

**Flávio A. Castro<sup>1</sup>, Ricardo A. Correia<sup>1</sup>, Rossane T. Wizer<sup>1</sup>**

### **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)

---

<sup>1</sup> 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 natacão, 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;  $\rho$  a densidade da água e  $\eta$  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;  $\rho$  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.