



**FUNDAMENTOS DAS ATIVIDADES  
AQUÁTICAS**

Fundamentos das Atividades Aquáticas

**Prof. Dr. Edson Castardeli**

**FUNDAMENTOS DAS ATIVIDADES AQUÁTICAS**

1ª edição

**Vitória  
Edição do Autor  
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS**  
**DEPARTAMENTO DE DESPORTOS**

(Lotação do Autor)

**EDITORAÇÃO**

Edson Castardeli

**Capa e Ilustração**

Edson Castardeli

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

C346f Castardeli, Edson, 1962-  
Fundamentos das atividades aquáticas [recurso eletrônico] /  
Edson Castardeli. - Dados eletrônicos. - Vitória, ES: Ed. do Autor,  
2019.

105 p. : il.

Inclui bibliografia.

ISBN: 9786590066206

Modo de acesso:

<[http://www.cefd.ufes.br/sites/cefd.ufes.br/files/field/anexo/fundamentos\\_das\\_atividades\\_aquaticas.pdf](http://www.cefd.ufes.br/sites/cefd.ufes.br/files/field/anexo/fundamentos_das_atividades_aquaticas.pdf)>

1. Natação. 2. Mergulho. 3. Esportes aquáticos. 4. Apneia. I.  
Título.

CDU: 797.2

Elaborado por Perla Rodrigues Lôbo - CRB-6 ES-000527/O

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
DESAFIOS DO MEIO LÍQUIDO	9
CONCEPÇÃO PEDAGÓGICA GERAL	13
CONTROLE RESPIRATÓRIO	16
SUSTENTAÇÃO DO CORPO NA ÁGUA – FLUTUABILIDADE	18
O APOIO NA ÁGUA PARA O MOVIMENTO – PROPULSÃO	19
ESTRESSE FÍSICO	27
PRESSÃO	28
FLUTUABILIDADE E VISCOSIDADE	39
O FENÔMENO DAS MARÉS E OS ESPORTES AQUÁTICOS	42
CIRCULAÇÃO TERMOALINA	49
PROPRIEDADES TÉRMICAS DA ÁGUA	49
ROUPAS ISOLANTES	51
RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA E PRESSÃO	53
ESTRESSE PSICOLÓGICO	54
OXIGÊNIO	57
DIÓXIDO DE CARBONO	59

Fundamentos das Atividades Aquáticas

NITROGÊNIO	60
ESTRESSE PSICOLÓGICO E ORIENTAÇÃO ESPACIAL	63
OS SENTIDOS	64
LOCOMOÇÃO SUBAQUÁTICA	68
RISCOS OCULTOS SUBAQUÁTICOS	69
CARACTERIZAÇÃO DO DESPORTO DE APNEIA	69
MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS DO AFOGAMENTO	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

## APRESENTAÇÃO

Quantas atividades aquáticas você conhece? Quantas existem? E, quantas dessas atividades você vê sendo praticadas na sua comunidade ou onde você frequenta? As atividades desportivas aquáticas são numerosas e variadas. Com a finalidade de se direcionar as considerações, feitas neste texto, as atividades aquáticas serão separadas em três categorias distintas:

- as atividades aquáticas praticadas acima da linha da água, como, remo, surfe, caiaque, biribol, *stand up paddle* (SUP) ou *kitesurf*;
- as praticadas na linha da água ou superfície, por exemplo, a natação em seus quatro estilos (crawl, peito, costas ou borboleta) ou as competições de travessias em águas abertas (de curta, média e longa distância);
- e, as atividades aquáticas praticadas abaixo da linha da água ou submersas, como, a pesca submarina, o mergulho livre em apneia ou mergulho autônomo (com cilindro), o mergulho autônomo também é conhecido como mergulho *Scuba*, sigla do Inglês - *Self-Contained Underwater Breathing Apparatus* - (Aparelho de respiração autônoma submersa).

Mesmo quando se entra na água para a prática desportiva acima da linha da água, por exemplo, o remo existe o risco real da imersão acidental. Então, podemos dizer que para garantir a prática segura das atividades aquáticas, tanto acima da água, na superfície ou submerso, se faz necessário o domínio de habilidades básicas da natação. Com o domínio do básico da natação, se garante o bom aproveitamento e os benefícios da prática desportiva aquática de sua preferência, com prazer e segurança.

Será que é importante conhecer as propriedades da água, para melhor ajuste da prática desportiva? O entendimento minucioso do elemento água se torna primordial para quem deseja praticar algum tipo de atividade aquática. O meio ambiente líquido possuem propriedades que interferem diretamente na prática desportiva aquática, como, a viscosidade da água, sua pressão ou sua temperatura. Essas propriedades da água são fontes geradoras de estresses para o praticante das atividades aquáticas. Porém, o treinamento se apresenta como alternativa viável para contrapor a esses estresses gerados pela água e suas propriedades, pois a água não se apresenta como nosso ambiente natural de vida cotidiana do ser humano.

Por fim, pode-se afirmar que as práticas desportivas aquáticas além de promoverem benefícios físicos e serem prazerosas, também se constituem como campo de atuação profissional para o profissional/professor de Educação Física.

A esse respeito existe escassez de discussão na literatura Nacional, sobretudo dos componentes científicos do meio líquido. Todavia, quando encontramos literatura em Português sobre os assuntos, essas literaturas se articulam pouco com as questões pedagógicas que necessitamos para o ensino de desportos aquáticos. Mas encontramos com abundância essa temática em literatura estrangeira, especialmente em Inglês. Entretanto, não dispomos de literatura, mesmo na língua Inglesa, que façam as devidas interfaces dos componentes científicos do meio líquido com a pedagogia do ensino de esportes aquáticos de ação. Principalmente, se considerarmos a alta demanda existente de práticas de atividades aquáticas em nossa extensa faixa litorânea e levarmos em conta as quantidades existentes de rios e lagos por este Brasil afora, com plenas possibilidades de se praticar desportos aquáticos.

Pelo exposto, a meta deste compêndio de "Fundamentos das Atividades Aquáticas", é de auxiliar os profissionais do ensino, praticantes de atividades aquáticas e pessoas que de alguma maneira estejam envolvidas com os esportes aquáticos de ação.

Aproveite a leitura e superem os desafios impostos pelo ambiente aquático!



## **DESAFIOS DO MEIO LÍQUIDO**

Precisa-se de pré-requisito para a prática desportiva aquática? Para se tornar um praticante de atividade aquática, a pessoa precisa sentir-se à vontade na água e possuir habilidades básicas da natação. Pelo menos nas atividades aquáticas que necessitam de imersão, querem sejam elas intencionais ou acidentais. Recomenda-se o desenvolvimento das habilidades básicas da natação, com metas que incluem:

- a flutuação na água (flutuabilidade), pelo menos por uns 10 minutos;
- conseguir nadar em torno de 200 metros sem precisar colocar os pés no chão;
- e suportar no mínimo um minuto (1 min.) em apneia estática.

As metas apontadas aqui parecem ser ambiciosas, ao olhar de um iniciante. Porém, perfeitamente possíveis de serem alcançadas com o ensino/treino sistematizado das técnicas adequadas. E, esses números não são aleatórios, mas sim, indicador de boa condição física geral, principalmente o sistema respiratório e circulatório. Assim como, indicador, também de controle mental, para que não

ocorra pânico e ocasione situação que coloque à vida do praticante de atividade aquática em risco ou ocorra o abandono precoce de sua prática desportiva aquática desejada/preferida.

Enquanto uma pessoa está em terra ela quase não sofre estresse, para sua locomoção, ou normalmente são tão mínimos que eles passam despercebidos. Isso devido, ao fato que nós seres humanos estamos muito bem adaptados ao *habitat* terrestre. Os órgãos proprioceptivos, como, o seu ouvido médio lhe proporciona controle de equilíbrio. E, seus sensores articulares existentes nos membros inferiores lhe confere ajuste fino de postura em sua locomoção, no que diz respeito ao grau de inclinação e aceleração. O controle de frequência respiratória se torna naturalmente progressivo de acordo com a sua demanda metabólica, na sua locomoção terrestre.

Isso porque, o andar se trata de atividade nata, a qual não necessita de aprendizado para que uma criança ande, ou seja, não precisa de um *personal training* para acompanhar e ensinar uma criança a andar. O andar ocorrerá naturalmente devido o crescimento e desenvolvimento do ser humano, esse processo é intrínseco da espécie humana. As atividades natas são consideradas **habilidades filogenéticas**, isto é, surgem automaticamente em sequência bem previsível no estágio de maturação nas crianças. Além do andar poderíamos citar

outros exemplos de habilidades filogenéticas locomotoras, como o pular e o correr.

Mas, o que acontece quando entramos na água? Tanto a água como o ar se trata de um fluído, porém a água é mais densa que o ar e o desafio do indivíduo será de se adequar ao meio líquido. A partir dessa adequação que será gerado o aprendizado, pois com o indivíduo dentro da água surgirá novas formas de controle do equilíbrio corporal, da respiração e do deslocamento/propulsão. E com isso, quando o ser humano é exposto ao meio aquático ocorre à geração de estresse. O nadar não se trata da mera inversão das duas primeiras letras da palavra **andar** e se torna **nadar**. O ato de nadar necessita de aprendizado para que possa ocorrer, não surgirá naturalmente como o caso do andar. As atividades que dependem basicamente de aprendizado como o nadar, surfar, mergulhar ou o clássico exemplo de andar de bicicleta, são consideradas **habilidades ontogenéticas**, porque não aparecem automaticamente nos indivíduos. Contudo requer aprendizado, período de prática e experiência. O aprendizado do nado poderá ser empírico ou de forma sistematizada e pedagogizada (os aspectos pedagógicos do nado serão considerados a seguir).

Como o meio aquático não é o nosso ambiente natural de locomoção e sim o meio terrestre, sabemos que ao entrarmos na água iremos nos sentir desconfortáveis e inseguros gerando assim o estresse. O estresse aparece em situações de desafios ou qualquer estímulo que sinalize ao

indivíduo a necessidade de iniciar uma resposta no organismo, para lidar com a nova circunstância. São três as categorias de estresses gerados ao entrarmos na água: o estresse físico, o fisiológico e o psicológico (figura 01).

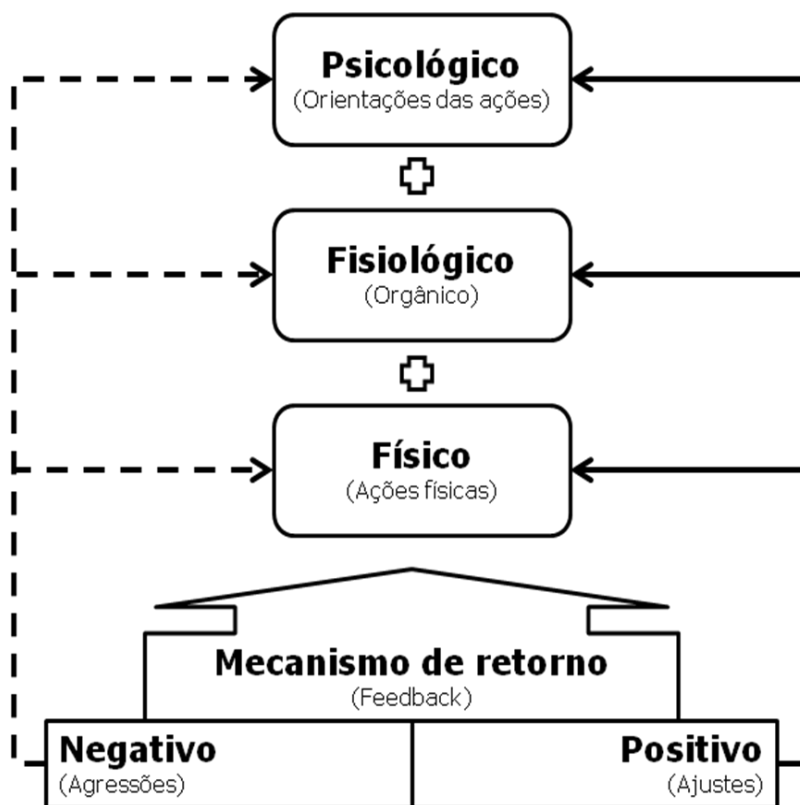


Figura 01 - Estresses no meio aquático (adaptado de Strauss & Aksenov, 2004).

## **CONCEPÇÃO PEDAGÓGICA GERAL**

A Pedagogia é tida como ciência cujo objeto de estudo é a educação, que possui caráter psicossocial e recebe influências da Psicologia, da Sociologia, assim como também de diversas outras ciências, como a Antropologia, a Filosofia, a História, a Medicina e outras. Então, qual referencial teórico utilizar para as considerações da Pedagogia Geral, no que diz respeito ao ensino do nado?

Existem vários referenciais teóricos que poderiam embasar esta discussão de concepção pedagógica. No entanto, não se tem aqui a pretensão de esgotar um tema tão amplo, como esse de concepção pedagógica. Como ponto de partida, a discussão se restringirá ao referencial teórico do relatório apresentado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), a Comissão Internacional sobre Educação destinada para o Século XXI, que foi coordenada por Jacques Delors. O relatório foi elaborado por uma série de pensadores, que incluía filósofos educacionais contemporâneos. Eles estabeleceram que a educação atualmente deve estar apoiada em quatro pilares:

- **aprender a conhecer;**
- **aprender a fazer;**
- **aprender a viver juntos;**
- **aprender a ser".**

**Aprender a conhecer:** visa, não somente, à aquisição de repertórios de saberes codificados, mas antes de tudo o domínio dos próprios instrumentos.

Na prática, isso significa que quando você explica como o praticante da natação tem que fazer a braçada do nado crawl e ele compreende como se deve fazer a braçada, isso não é garantia de que ele conseguirá executar corretamente as braçadas. O fato do praticante da natação **conhecer** como se deve fazer a braçada do nado crawl, isso por si só não é o suficiente para que ele consiga fazer. O **conhecer** é apenas a primeira parte do aprendizado desse gesto técnico específico do nado crawl.

**Aprender a fazer:** a aprendizagem deve evoluir e não é considerada como simples transmissão de práticas ou vivências, entretanto as práticas têm valor formativo que não devemos desprezar. No caso da braçada do nado crawl, o professor terá que criar oportunidades para que os praticantes da natação possam vivenciar/experimentar/fazer várias vezes as braçadas do nado crawl até que eles consigam realizá-la.

**Aprende a viver juntos:** sem sombra de dúvida essa aprendizagem expressa na atualidade um dos maiores desafios da relação ensino/aprendizagem (na educação Brasileira) e se apresenta com destacada relevância. O pilar educacional de **aprender a viver junto** contribui para a construção de uma sociedade mais harmônica, menos violenta e aumenta esperança no progresso da humanidade.

Depois do praticante da natação aprender a **conhecer** e aprender a **fazer** as braçadas do nado crawl será de fundamental importância que ele aprenda a se relacionar com todos os participantes da natação em competições, com a mesa de arbitragem, com torcedores e com os demais envolvidos, num evento esportivo de natação ou em seu cotidiano de treino/aprendizagem.

**Aprender a ser:** a educação deve contribuir para o desenvolvimento global do indivíduo em seu espírito e corpo, inteligência, sensibilidade, sentido estético, responsabilidade pessoal e espiritualidade. Todo ser humano deve ser preparado (orientado), especialmente por meio da educação que recebe em sua tenra idade (infância e juventude), para elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular os seus próprios juízos de valor em sua fase adulta, de modo a poder decidir, por si mesmo, como agir nas diferentes circunstâncias do cotidiano da vida.

Portanto, o ensino da natação terá que ter valores agregados, como respeito mútuo, dignidade, honestidade, solidariedade, entre outros valores.

Deu para perceber claramente que os dois primeiros pilares - aprender a **conhecer** e o aprender a **fazer** - se constitui em duas situações distintas, ou seja, são diferentes. **Conhecer** o que se tem que fazer é bem diferente de saber **fazer**. Saber nadar passa por **conhecer** o que se tem que fazer e depois tentar **fazer**, se faz absolutamente necessário, "**colocar a cara na água**", se

não o aprendizado do nado não ocorrerá e isso dá para garantir. **Não dá para aprender a nadar sem entrar na água!**

Porém, como o meio aquático não é o nosso ambiente natural as pessoas que desejarem aprender a nadar será necessário fazer uma adaptação ao meio líquido. No entanto, de preferência essa **adaptação ao meio líquido** terá que ser direcionada para o aprendizado do nado. Assim como terá que se desenvolver/construir algumas habilidades que serão de fundamental importância para o domínio da competência do nado. As três habilidades primárias a serem desenvolvidas são: o **controle respiratório**; a **sustentação do corpo na água** e o **apoio na água** para movimentar-se (cada uma dessas três habilidades será considerada em separado a seguir).

Somente depois dessas habilidades serem devidamente construídas/desenvolvidas e, o iniciante aprendiz do nado ter adquirido "intimidade" com água, que se começa de fato o trabalho do ensino sistematizado do nado.

### **CONTROLE RESPIRATÓRIO**

A principal regra de quem entra na água é de **nunca se apavorar ou nunca entrar em pânico**, ou seja, essa é a **regra de ouro** para quem entra na água. A pessoa terá que sempre manter a calma. Inicialmente, para que isso seja possível a pessoa terá que aprender a ter **controle respiratório**. Pois, uma das principais causas do



apavoramento na água é sem dúvida a impossibilidade de respirar livremente, “na hora que se bem entende”, mas sim, a pessoa terá que desenvolver a controle de respirar somente nos momentos em que for possível. Essa tarefa para algumas pessoas é especialmente difícil.

Dessa forma, quando se nada a expiração ocorre em baixo da água e a inspiração obedece a uma sequência sistemática, por exemplo, no nado crawl o nadador poderá respirar uma vez a cada ciclo de braçada (2 x 1), duas braçadas para uma respiração, uma braçada com o braço direito e outra braçada com o braço esquerdo. Como também poderá ser uma respiração a cada três braçadas (3 x 1), ou ainda, uma respiração a cada quatro braçadas (4 x 1), ou mais e, sempre a expiração será submersa. Além de que, o ritmo da respiração no nado terá que atender a demanda metabólica por oxigênio e também ser compatível com a remoção do dióxido de carbono para evitar a acidose muscular. Para tanto, os nados de curtas distâncias o ciclo respiratório poderá ser mais braçadas e menos respiração, como, o ciclo de três por um (3 x 1), quatro por um (4 x 1) ou superior a isso. Mas, para os nados de longas distâncias necessita de ciclos de respiração menores, como, o dois por um (2 x 1) ou talvez o três por um (3x1) dependendo do condicionamento do nadador.

Para a fase de adaptação ao meio líquido, no que diz respeito a controle respiratório, uma boa estratégia pedagógica são os exercícios expirações submersos e os

trabalhos leves de bloqueio respiratório (apneia), em imersão estática e/ou dinâmica, em curtos períodos de tempo em bloqueio (ver tópico sobre "**CARACTERIZAÇÃO DO DESPORTO DE APNEIA**" adiante, pág. 69). Vale ressaltar, que evidentemente para atender o desenvolvimento do controle respiratório o trabalho de apneia não se remete aos treinos extremos em bloqueio respiratório. Pois, os bloqueios respiratórios (apneia) extremos poderão levar ao **Samba**, que são espasmos musculares ou **Apagamento**, que é o desmaio propriamente dito, com possibilidades de sérias consequências (afogamento).

Para tanto, a regra de ouro no trabalho em bloqueios respiratórios (apneia) é: **nunca treinar apneia sozinho!** O treino em apneia terá necessariamente que ser assistido, ou seja, **sob rígida supervisão.**

## **SUSTENTAÇÃO DO CORPO NA ÁGUA – FLUTUABILIDADE**

A sustentação do corpo na água, ou seja, a flutuabilidade obedece ao princípio de Arquimedes, de acordo com o esse princípio, a flutuabilidade está na capacidade de um objeto afundar ou flutuar na água e, essa habilidade, pode ser mensurada pela diferença entre o peso do objeto e o peso do volume de água que ele desloca (a consideração detalhada sobre o Princípio de Arquimedes está no tópico "**FLUTUABILIDADE E VISCOSIDADE**", pág. 39).

Para o desenvolvimento da "intimidade" com a água, pelo aprendiz do nado, se faz necessário o domínio da flutuabilidade. Para tanto, a estratégia de vivências de "boiar", em diferentes posições do corpo em relação a água. Como, boiar de frente com o rosto submerso na água (pronada), boiar de costas com o rosto fora da água (supinada), boiar na vertical e boiar sentado.

Nessas vivências se deverá incentivar o aprendiz do nado a insuflar bem os pulmões com ar, com isso eles funcionaram como boia natural, bem como incentivar o relaxamento da musculatura. Com os implementos dessas duas ações, os pulmões cheios de ar e a musculatura relaxada, o deslocamento de água será amplificado. Consequentemente, se deslocará maior peso em água e ocorrerá a sustentação do corpo na água (flutuabilidade), do aprendiz do nado.

### **O APOIO NA ÁGUA PARA O MOVIMENTO – PROPULSÃO**

O apoio na água ou em terra firme com a intenção de produzir movimento, se explica pelas três leis do físico e matemático Isaac Newton. A **primeira lei** está relacionada com a inércia e dispõem que um corpo que se encontra em repouso, se manterá em repouso a não ser que uma força atue sobre esse corpo. A **segunda lei** menciona que a aceleração do corpo será diretamente proporcional às forças exercidas sobre esse corpo. E a **terceira lei** de Newton é conhecida como a lei da "ação e reação", ou seja, para cada

ação exercida sobre um corpo existirá uma reação nesse corpo da mesma intensidade, na mesma direção, mas em sentido oposto.

Quando nós nos movimentamos em terra, encontramos apoio firme para exercermos a força contra o chão, dessa forma, a força nos é devolvida na mesma intensidade, direção e sentido oposto e consequentemente andamos. Temos nessa situação as três leis de Newton em ação. Essa ação (andar) é bem dominada por nós humano, mas quando exercemos a força num apoio menos firme como a água, esta dinâmica muda consideravelmente.

Para o iniciante do aprendizado do nado, necessariamente terá que se adaptar com este apoio menos firme que água proporciona. As melhores estratégias pedagógicas seriam os exercícios de palmateios que, também, servirão para a evolução do aprendizado do agarre para as braçadas e consequente movimentação na água (propulsão). Nos exercícios de palmateios podemos dizer que, em certa medida, está em ação também o princípio proposto pelo físico suíço Daniel Bernoulli. O princípio de Bernoulli estabelece que se a velocidade de um fluido aumenta, sua pressão diminui e esse princípio também é utilizado para explicar a sustentação do avião no ar. Isso na prática implica que os exercícios de palmateios a palma da mão rotaciona entre 30 a 40 graus enquanto acelera o movimento. Ora a borda de ataque da mão será o lado do polegar e a borda de fuga será o lado do dedo mínimo, ora

as bordas das mãos estarão invertidas (ataque lado do dedo mínimo e fuga lado do polegar). A borda de ataque da mão se refere ao lado de entrada do fluxo da água e a borda de fuga se refere ao lado da mão de saída do fluxo da água. Consequentemente, essa ação de rotação das mãos auxilia o apoio do aprendiz do nado na água.

As estratégias pedagógicas para **adaptação ao meio líquido** perpassam por vivências na água, das vivências simples, progredindo para as vivências mais complexas, ou seja, do simples para o complexo. Essas vivências melhorarão a sensibilidade na água pelo aprendiz do nado. Ressalta-se a necessidade de se respeitar o tempo necessário de assimilação dos conteúdos ofertados, nas vivências, por cada um dos aprendizes do nado. Em outras palavras, os conteúdos das vivências de controle respiratório, fluatuabilidade e propulsão terão que ocorrer dos mais fáceis progredindo para os mais difíceis. Sem atropelos de etapas, somente progredir nas vivências quando o aprendiz do nado estiver dominado o conteúdo da vivência proposta.

Somente após o aprendiz do nado ter se adaptado ao meio líquido e passou a ter "intimidade" com a água apresentando desenvoltura e confiança, as ações pedagógicas se concentrarão no desenvolvimento das técnicas do nado propriamente dito. Por exemplo, com trabalhos sem assessórios e/ou com a utilização de

assessório, como pranchinhas, flutuadores, palmares e nadadeiras.

Tão somente com a intenção de exemplificar um modelo clássico de aula/treino, para análise pedagógica será apresentado **um exemplo sucinto** de aula/treino para o desenvolvimento das técnicas do nado. A aula/treino recomenda-se a frequência de três sessões por semana, cada sessão com duração entre 50 minutos a uma hora. A distribuição dos conteúdos de cada sessão será apresentada em percentual para visualização do equilíbrio da aula/treino.

O aquecimento inicial da sessão e o nado de relaxamento no final da sessão somarão 15% do total do tempo da sessão da aula/treino. Mais 15% do tempo da aula/treino será destinado aos exercícios de pernadas, pois as pernadas são fundamentais para a propulsão e a estabilidade do nado. Para buscar a resistência aeróbia no nado, os exercícios com característica aeróbia ocuparão 55% do tempo de duração da aula/treino. Os 15% restante do tempo será preenchido com exercícios de características anaeróbias, logicamente respeitando a individualidade biológica de cada um dos aprendizes do nado. Somando-se os percentuais, temos a distribuição dos conteúdos em 100% do tempo da aula/treino (tabela 01).

Em relação à velocidade do nado na aula/treino anteriormente existia uma dificuldade de comunicação entre professores/treinadores com seus alunos/atletas. Para tanto, a Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos (CBDA)

por meio de comissão técnica estabeleceu nomenclaturas específicas com finalidade de facilitar essa comunicação. Dessa forma, se definiu a letra "A" para os trabalhos aeróbios e as letras "AN" para os trabalhos anaeróbios. Essas nomenclaturas passaram a ser usadas pelos professores/treinadores, nas aulas/treinos em seus cotidianos.

A letra "A", que designa os trabalhos aeróbios foi subdividida em:

- A1 – para trabalho aeróbio de baixa intensidade que, representa até 70% da capacidade de esforço máximo, abaixo do limiar anaeróbio;
- A2 – para trabalho de intensidade média, com 70% a 80% do esforço máximo, sempre próximo do limiar anaeróbio;
- A3 – para trabalho de alta intensidade, com 90% do esforço máximo, trabalho acima do limiar anaeróbio;
- AN – para designar trabalhos anaeróbios, que podem ser láctico, ou seja, com produção de lactato (que pode ser alta produção) – ou trabalho alático, isso é, com quase sem produção de lactato ou com baixa produção de lactato.

Tabela 01 – Distribuição dos conteúdos da sessão para o ensino/treino do nado

Conteúdos	Percentuais
Aquecimento/Relaxamento	15%
Pernadas	15%
Resistência Aeróbia	55%
Resistência Anaeróbio	15%
Total	100%

O exemplo sobre distribuição dos conteúdos da aula/treino trazido pela tabela 01 chama a atenção para o planejamento do ensino/treino. O planejamento se mostra uma potente estratégia pedagógica!

Após o planejamento se segue para a ação, ou seja, colocar em prática o planejado. Entretanto, como o aprendizado do nado se trata de um conteúdo de domínio corporal, quase sempre será necessário correções nos elementos dos movimentos do nado. Isso, porque na água a movimentação do indivíduo terá que ser numa posição hidrodinâmica, para que seja eficiente sua locomoção no meio líquido. Porém, para que se façam os ajustes necessários será de fundamental importância que se observe



e verifique se aprendizado está seguindo o planejado ou se será necessário ajustar.

Se for necessário ajustar os trabalhos, realinha-se o planejamento da aula/treino e repete novamente a sequência: planejamento, ação, verificação e ajustes (figura 02).

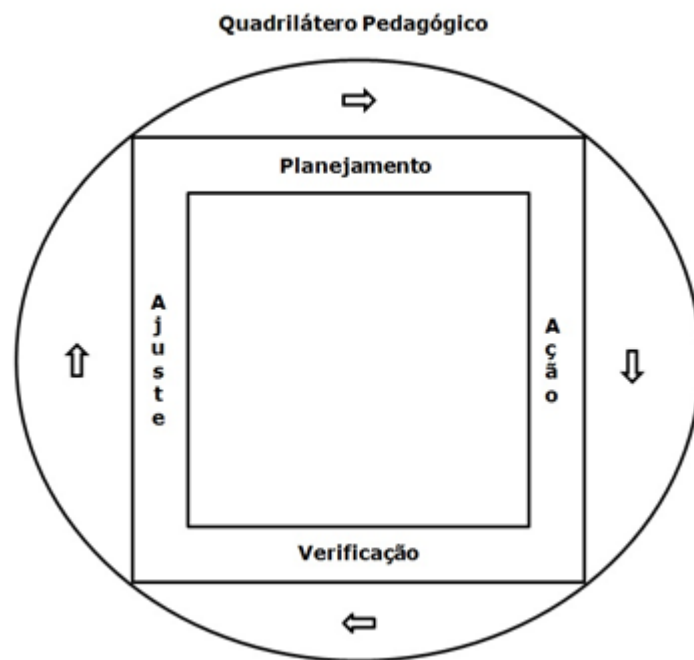


Figura 02 – Sequência pedagógica proposta para aula/treino.

Dessa forma, seguem-se os trabalhos da aula/treino visando o aprendizado do nado e, também, a geração de adaptações de condicionamentos físicos, fisiológicos e psicológicos, específicos para o meio líquido. Embora, as duas situações: o aprendizado e o condicionamento sejam distintos; o binômio aprendizagem/condicionamento estará entrelaçado nas vivências práticas na piscina. Não tem como menosprezar uma em detrimento da outra, se recomenda o trabalho concomitante das duas situações (ensino e condicionamento).

Para as adaptações de condicionamento (física, fisiológica e psicológica), os trabalhos seguem os princípios do treinamento desportivo: princípio da sobrecarga, princípio da progressão e princípio da especificidade. A sobrecarga terá que ser proporcional ao estágio em que o aprendiz se encontra: se for iniciante, intermediário ou avançado. A sobrecarga não poderá passar a capacidade de execução do aprendiz. Porque isso acarretará problemas tanto no aprendizado quanto no condicionamento físico. No aprendizado, essa sobrecarga excessiva produzirá desânimo e conseqüente desistência. A sobrecarga para além de capacidade de execução não produzirá as adaptações desejadas no condicionamento físico e poderá promover lesões.

A sobrecarga administrada ligeiramente acima da zona de conforto do aprendiz gerará as adaptações desejadas. Assim que o aprendiz do nado tiver absorvido essa

sobrecarga e estiver novamente executando o exercício proposto dentro da zona de conforto dele, entra em ação o princípio da progressão. Faz-se a progressão na sobrecarga, fazendo ajuste na sobrecarga e novamente tirando o aprendiz do nado de sua zona de conforto, paulatinamente e aos poucos.

No caso da natação, o princípio da especificidade nos remete, prioritariamente, com trabalhos dentro da água. Os trabalhos de fortalecimento muscular fora da água ocupará a menor parte do tempo do planejamento das aulas/treinos. A maior parte do trabalho com a natação ocorrerá na água (piscina/Mar)!

### **ESTRESSE FÍSICO**

Qual será o desafio físico a ser vencido no meio líquido? O estresse físico advém das propriedades intrínsecas da água. Uma dessas propriedades é sua densidade, maior que a densidade do ar em torno de 775 vezes. Poucos metros de descida na água se equivalem a muitas centenas de metros de subida na atmosfera, no que se refere à pressão atmosférica. Outros estresses físicos relacionados com a densidade da água incluem a correnteza e o próprio movimento em si de locomoção através da água. A propriedade térmica da água é outra fonte de estresse físico significativa para o praticante de atividades aquáticas. Dependendo da temperatura da água se faz necessário o uso

de roupa de exposição ao frio, para amenizar a perda de calor do corpo na água.

## **PRESSÃO**

O que é pressão? Qual seu efeito na atividade aquática? Quando a atividade aquática praticada incluir imersão, como, no mergulho o principal fator de estresse físico do ambiente subaquático passa ser a pressão hidrostática da água (o peso da coluna de água). Pela perspectiva da matemática pressão é definida como a relação entre uma determinada força e sua área de distribuição.

Entretanto, duas observações causam confusões em relação à concepção de pressão. A **primeira** causa de confusão são as múltiplas unidades de medida usadas para quantificar a pressão. Alguns usam libras por polegada quadrada com a sigla PSI, que vem do inglês *Pounds per Square Inch* ou, também, a sigla em português- lb/pol<sup>2</sup> – para libras por polegada quadrada. Por exemplo, aqui no Brasil PSI ou lb/pol<sup>2</sup> é usada para medir a quantidade de pressão de ar na calibragem de pneus. Temos a unidade de medida em milímetros de mercúrio (mmHg), utilizada na aferição da pressão sanguínea (sistólica e diastólica). Existem outras unidades de medidas, como o Quilopascal (KPa; do inglês *kilopascals*), usada na oxigênio terapia em tratamento de algumas doenças e, ainda, temos a unidade Barométrica (BAR), usada em mergulho autônomo, para mensurar quantidade de ar no cilindro.

Como vimos cada unidade de medida de pressão possui uso específico. Porém, para o mergulho além do uso do BAR, para acompanhar o consumo de ar, utiliza-se também a unidade de medida de pressão Atmosfera Absoluta (ATM). Embora a utilização de várias unidades de medidas diferentes para designar a pressão pode ser confuso inicialmente, cada unidade em particular poderá facilmente ser convertida para outro. Na tabela 02 estão enumeradas dez diferentes unidades de medidas para designar pressão e seus respectivos valores de conversão em ATM.

Tabela 02 – Unidades de medidas para pressão

<b>Unidade e Abreviação</b>	<b>Equivalente a 1 ATM</b>
Atmosfera Absoluta (ATM)	1,0; ao nível do mar.
Unidade Barométrica (BAR)	1,0133
Centímetros de coluna água (cm H <sub>2</sub> O)	1005,9
Pés - marítimo (FSW; do inglês <i>Feet of Sea water</i> )	33,07
Polegadas de Mercúrio (mmHg)	29,82
Quilograma força por centímetro quadrado (kgf/cm <sup>2</sup> )	1,033
Quilopascal (KPa; do inglês <i>Kilopascals</i> )	101,327
Metros - marítimo (MSW; do inglês <i>Meters of Sea water</i> )	10,08
Milímetros de Mercúrio (mmHg)	760
Libras por polegada quadrada (lb/pol <sup>2</sup> ; ou PSI em Inglês)	14,696

A **segunda** causa de confusão associada à pressão está na sua distribuição uniforme pelo corpo. A superfície da Terra é cercada por sua atmosfera, a massa gasosa que a envelope e é retida pelo seu campo gravitacional. Em essência, ao nível do mar, nós humanos vivemos no fundo de um "oceano de ar". Dessa forma, essa situação se equivale a uma atmosfera de pressão (1 ATM). À medida que se sobe em altitude, a pressão atmosférica diminui correspondentemente.

Uma vez que a pressão do ar que nos rodeia é essencialmente uniforme, isto é, igual sobre todas as partes do nosso corpo, corresponde a proposição resultante do princípio de Pascal. Quando um fluido como a água ou um gás, circunda e preenche um objeto, a pressão é distribuída de forma igual e não diminuída nas partes do objeto.

A pressão absoluta é o total de pressão em um sistema, levando-se em conta o peso da atmosfera da Terra. Consequentemente, a pressão absoluta ao nível do mar é de 1 ATM (uma Atmosfera). A unidade de medida "ATM" é usada amplamente nas medições de pressão em atividades aquáticas submersas, como o mergulho autônomo ou o mergulho livre (apneia). Um dos equipamentos utilizados nessas medições é o computador de mergulho que monitora profundidades e duração em cada profundidade e, em seguida, calcula tempo de fundo seguro para o mergulho, taxas de subida, e necessidade ou não de parada de descompressão, o computador também pode dar

informações sobre quando é seguro para voar – viajar de avião – após o mergulho. Outro equipamento para esse fim é o profundímetro, que poderá se apresentar na forma de relógio de pulso ou na forma de manômetro de console.

Por exemplo, quando o mergulhador desce em mergulho livre ou autônomo e observa seu computador ou profundímetro marcar a profundidade de 10 metros, essa situação indica que a pressão está em 2 ATM (1 ATM da pressão da coluna de ar + 1 ATM da pressão da coluna de água = 2 ATM). Na prática, a pressão a 10 m de profundidade dobrou em relação à pressão da superfície; acompanhem na tabela 03 as variações pressóricas na atmosfera (ar) e na água.

Tabela 03 – Variação de pressão

Altitude ↑ e Profundidade ↓ (Metros – Pés)	Pressão Atmosférica (ATM – Kgf/cm <sup>2</sup> )
↑8.850 – 20.035	0,25 – 0,24
↑5.486,4 – 18.000	0,5 – 0,48
↑1.524 – 5.000	0,8 – 0,77
↓2 – 6,6	1,2 – 1,16
↓5 – 16,5	1,5 – 1,45
↓10 – 33	2,0 – 1,93
↓20 – 66	3,0 – 2,90
↓30 – 99	4,0 – 3,87
↓40 – 130	5,0 – 4,83

A pressão ambiente, que se refere à pressão que rodeia nosso corpo, decresce à medida que subimos em altitude na atmosfera e aumenta a pressão ambiente quando descemos

em profundidade submersa na água. Esse diferencial de pressão ambiente, da pressão que rodeia um objeto, a pressão em um determinado espaço, na atmosfera ou na água, recebe o nome de **gradiente de pressão**. Na figura 03 encontram-se os gradientes de pressão no mergulhador de acordo com a profundidade alcançada.

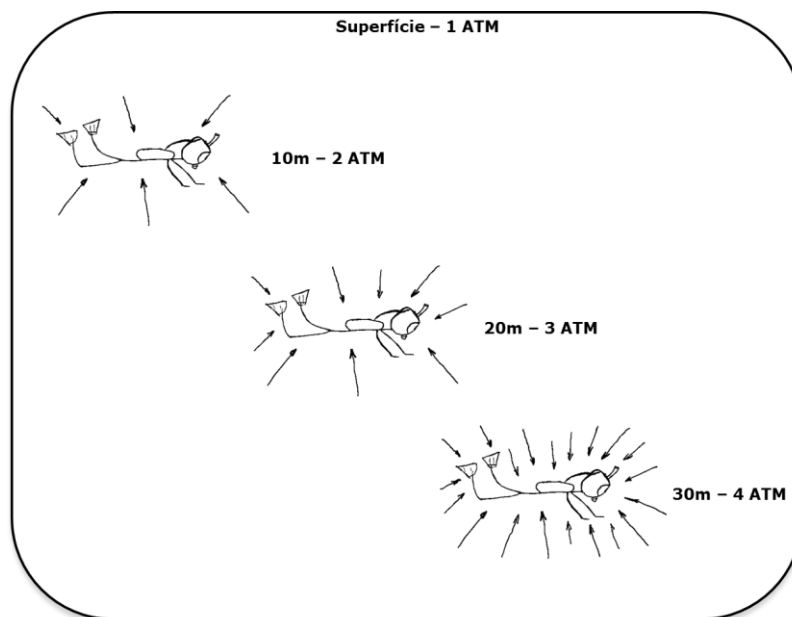


Figura 03 - Alteração do gradiente de pressão com o aumento da profundidade.

O aumento da pressão hidrostática no ambiente subaquático está relacionado com a densidade da água. A



densidade é a massa de um objeto, em comparação com um volume igual de material de referência, geralmente de água destilada. A água possui densidade de aproximadamente 775 vezes maior que o ar. A água salgada, devido seus sais, se constitui mais densa do que a água doce e a densidade da água proporcionam e facilitam uma das habilidades básicas da natação que é a **flutuabilidade**, a capacidade de boiar no meio líquido.

Um mergulhador em flutuação neutra pode pairar submerso semelhante a um balão no ar. Com raras exceções, os mergulhadores quando submersos não sentem diferença pressórica em seus corpos quando submersos a uma profundidade rasa, comparado quando eles estão submersos a maior profundidade. Isso porque, a maior parte do corpo humano se parece a um "saco de água" e podemos nos referir ao corpo humano como sendo um compartimento líquido-sólido, com aproximadamente 70% a 75% de água. Esse comportamento transmite pressão, como descrito pelo princípio de Pascal, igualmente, de maneira uniforme e sem diminuição em todo o seu perímetro.

Ainda, compondo esse compartimento líquido-sólido inclui-se sangue, ossos, músculos, órgãos, pele, gordura e vísceras e, assim, perfaz o total de aproximadamente 95% do corpo. Há outros dois compartimentos no corpo além do compartimento líquido/sólido: as cavidades aéreas com paredes flexíveis e as cavidades aéreas com paredes rígidas.







Existe também, espaço aéreo em equipamento utilizado por mergulhadores. Por exemplo, a máscara de mergulho que confina ar no seu interior, entre os olhos e o visor que geralmente é confeccionado em vidro temperado. Os conceitos dos três compartimentos do corpo, mais o equipamento (máscara) e o efeito da pressão em cada um deles se encontram na tabela 04 (pág. 35).

Tabela 04 – Compartimentos corporais, equipamento e suas respostas ao gradiente de pressão

Compartimentos	Estruturas	Efeito com o aumento da pressão ambiente
Líquido/Sólido	Sangue; Ossos; Articulações; Dentes; Músculos; Tendões; Órgãos; Pele; Gordura; Glândulas; Órgãos sexuais; Tecidos conjuntivos; Nervos; Sensores articulares.	Pressão transmitida igualmente sem provocar grandes alterações, conseqüentemente, a pressão é bem tolerada com o aumento da profundidade.
Cavidade aérea com parede flexível	Pulmões; intestino.	Aumenta a compressão com o aumento da pressão; não é conveniente a compressão dos pulmões além de certo ponto.
Cavidade aérea com parede rígida	Espaço aéreo no ouvido médio; cavidades aéreas nos seios faciais.	Com a submersão ocorre diferencial de pressão, se faz necessário a equalização para que não haja dano nas estruturas.
Equipamento	Espaço aéreo na máscara de mergulho	O aumento da pressão comprime a máscara na face do mergulhador, semelhante a ventosa.

Com o aumento da pressão ocorre a diminuição do volume, das cavidades aéreas com parede flexível e das cavidades aéreas com parede rígida. Efeito descrito com **lei de Boyle-Mariotte**, quando a pressão exercida em um gás aumenta seu volume diminui. Os efeitos da pressão no volume das cavidades aéreas estão apresentados na tabela 05.

Tabela 05 – Efeito do aumento da pressão no volume do gás

Profundidade em metros	Atmosfera Absoluta (ATM)	Volume	Percentual do volume original	Representação simbólica da proporção do volume
Superfície	1	1	100	
10	2	1/2	50	
20	3	1/3	33,33	
30	4	1/4	25	
40	5	1/5	20	
50	6	1/6	16,66	

Com cada sucessivo incremento da pressão atmosférica (aumento), proporciona diminuição do volume dos gases. Quanto mais se desce em profundidade na água, proporcionalmente se reduz o volume dos gases, ou seja, com a descida na água se aumenta a pressão e, inversamente, o volume dos gases reduz. Matematicamente a lei de Boyle-Mariotte se expressa na fórmula  $V_1 \times P_1 = V_2 \times P_2$ , a esquerda do sinal de igual da equação representa o volume e a pressão inicial e a direita o volume e a pressão final (figura 04).

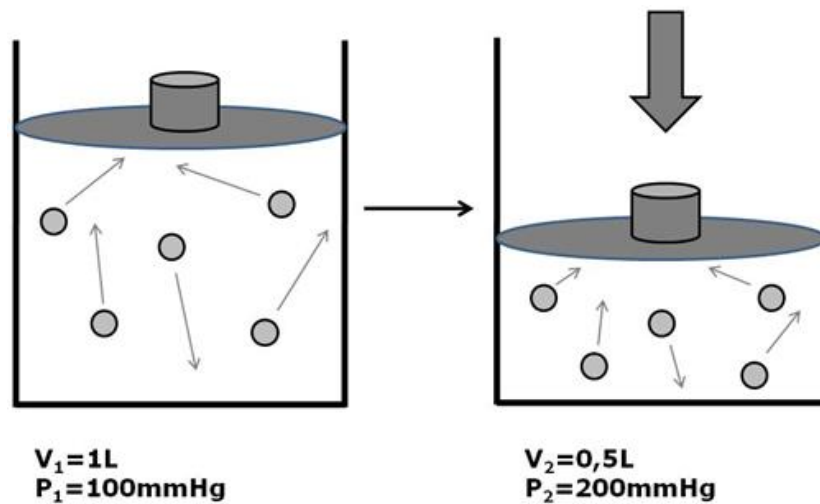


Figura 04 – Aplicação da Lei de Boyle-Mariotte.

Em regra as cavidades aéreas, tanto as de paredes flexíveis ou de paredes rígidas, suas estruturas sofrem o efeito da lei de Boyle-Mariotte, isso é, quando aumenta o gradiente de pressão devido o aumento da coluna de água, conseqüentemente, ocorre à redução do volume dos gases no interior das cavidades aéreas do corpo, afetando suas estruturas. De forma análoga a um balão, que ao descer em profundidade seu volume reduzirá proporcionalmente à metragem da sua descida.

As cavidades aéreas influenciam na flutuabilidade, por exemplo, quando na superfície e com os pulmões cheios de ar tende-se a produzir flutuabilidade positiva (boiar). Mas, quando se desce em profundidade o volume do ar dos pulmões reduz e produz flutuabilidade neutra (plainar) e, se descer mais, a flutuabilidade passa a ser negativa (afundar). Os espaços aéreos não se limitam aos pulmões, ouvido médio e seios faciais, mas também, aos equipamentos de mergulho como máscara, roupa de exposição (ex.: roupa de neoprene) ou qualquer acessório que retenha ar.

Por exemplo, no mergulho com a mudança da pressão ocorre diferencial de pressão do meio ambiente em relação ao ouvido médio ou em relação à máscara de mergulho. Nesse caso se faz necessário equalizar a pressão tanto do ouvido quanto da máscara, caso contrário poderá ocasionar um **barotrauma** (agressão por diferencial de pressão). A máscara grudará no rosto como uma ventosa e, no caso dos ouvidos, como são mais sensíveis acarretará dor. Adiante

consideraremos as técnicas de equalização, para evitar o barotrauma.

### **FLUTUABILIDADE E VISCOSIDADE**

Além dos efeitos da pressão da água que é consequência de sua densidade existem outras considerações relacionadas a flutuabilidade e viscosidade.

A flutuabilidade consiste na capacidade de um objeto flutuar ou boiar. Arquimedes descreveu, a mais de 2.000 anos atrás, o princípio da flutuabilidade e esse princípio continua atual. De acordo com o princípio de Arquimedes, a flutuabilidade de um determinado objeto está na sua capacidade de afundar ou flutuar na água e, essa habilidade, pode ser mensurada pela diferença entre o peso do objeto e o peso do volume de água que ele desloca. Pois, o objeto sofre ação de uma força (empuxo) verticalmente para superfície, cuja intensidade é igual ao peso do volume de água deslocado pelo objeto (figuras 05 e 06).

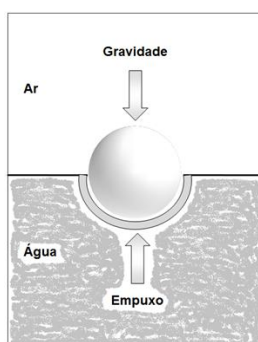


Figura 05 – Representação gráfica, das forças atuantes no princípio de Arquimedes na esfera em contato com a água.

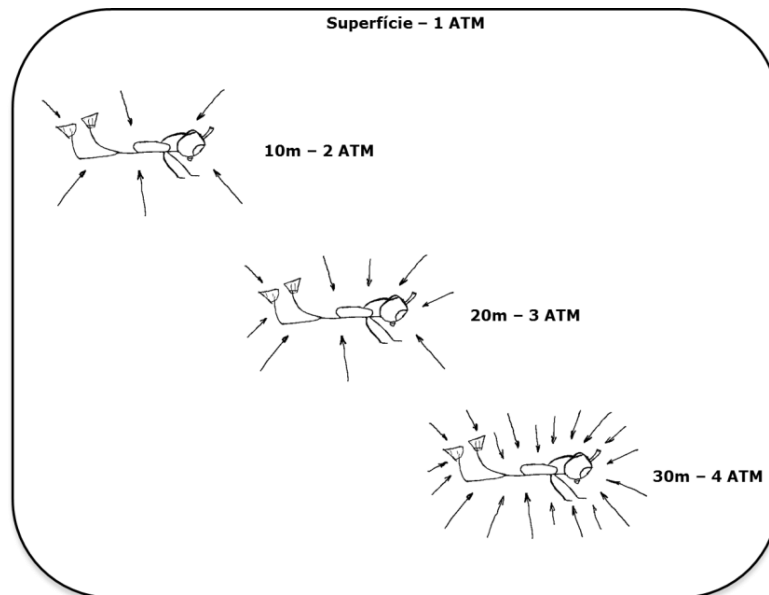


Figura 06 – Mergulhador mais leve do que o volume de água que se desloca, ele flutua; mergulhador com o mesmo peso em relação ao peso da água que se desloca, ele paira; mergulhador mais pesado que o volume de água que se desloca, ele afunda.

A água salgada (do Mar) oferece maior flutuabilidade do que a água doce (de rio), pois a água do Mar é mais densa quando comparada com a água de rio (água salgada=64 lb/pol<sup>2</sup> - água doce=62,4 lb/pol<sup>2</sup>). O princípio da flutuabilidade rege, ou se ramifica, em diversos esportes aquáticos. Por exemplo, na pesca submarina ou mergulho livre se faz necessário o uso de lastros (cinto com chumbo) para ajustar a flutuabilidade desejada (positiva, neutra ou negativa).



Enquanto, a densidade da água é providencial para a flutuabilidade, ela também interfere no deslocamento, ou seja, quanto mais densa for a água mais difícil fica o deslocamento através dela. A viscosidade causa resistência ao deslocamento através da água. Para algumas modalidades esportivas recomenda-se o uso de nadadeiras ou quilhas para melhorar a propulsão e conseqüentemente o rendimento no deslocamento (ex.: o *Bodyboard* e o surfe).

A viscosidade da água, trás outros desafios para os praticantes de atividades aquáticas, que incluem correnteza, ondas, ondulações causadas pelo vento, vaga entre ondas ou turbulências.

- **Correnteza** é o fluxo da massa de água em curso, que poderá ser medido em nós (um nó=um milha náutica por hora=1,852Km/h). A velocidade 1,852Km/h é bem baixa e quase passa despercebida no deslocamento de um barco ou uma lancha (motorizada);
- **Ondas** (arrebentação) são formadas quando a ação do vento empurra a massa de água em direção da costa e, ao chocar-se com o fundo mais raso, levanta-se em protuberância oscilatória. A conformação da onda depende diretamente da conformação do fundo marinho da praia, fundo levemente inclinado produz ondas suaves e planas;

ao contrário, uma praia com um fundo profundo e abruptamente passa para fundo raso produzirá ondas cavadas (ocas) e com dispersão de muita energia (fortes);

- **Ondulação** (*Swells, em Inglês*) são os movimentos para cima e para baixo da água, gerado e impulsionado pelo vento ou movimento de vai e vem da água entre as ondas;
- **Turbulências** é o efeito ocasionado pelo desvio de uma corrente de água por um objeto. Por exemplo, quando a onda rompe nas pedras e fluxo de água desloca-se para as laterais ou forma um redemoinho com fluxo turbulento de água que circula sobre si mesmo.

### **O FENÔMENO DAS MARÉS E OS ESPORTES AQUÁTICOS**

O entendimento dos movimentos das marés pode auxiliar na prática esportiva aquática. Pois, as superfícies dos Mares não permanecem paradas ou estacionárias. Principalmente, devido às atrações que a Lua e o Sol, exercem na massa da água, que por sua vez se movimenta no sentido vertical, dando origem às marés e, também, horizontalmente, provocando as correntes de maré. Somando-se ainda, o aquecimento desigual dos diferentes

pontos da Terra pelo Sol e os grandes sistemas de vento que resultam e dão origem às correntes oceânicas.

Por exemplo, quando um nadador que pretende nadar em trajeto próximo as pedras ou em local com fundo de recifes ou pedras, ou seja, em locais de águas rasas (pouca profundidade), o conhecimento preciso da altura da água em relação ao fundo do Mar tem maior significado. Em águas rasas, esse conhecimento é que permitirá definir em que ocasiões e quais as áreas são melhores para nadar com segurança.

Não apenas a altura da maré deverá fazer parte do planejamento da nadada. Mas também, as correntes de maré deverão ser levadas em conta quando se nada em águas rasas, para que não ocorra afastamento do trajeto previsto, ou se gaste mais energia do que o necessário no nado. O conhecimento antecipado da direção e velocidade desta corrente facilitará o planejamento da nadada, ou dos horários mais convenientes para o nado.

A maré é tida como a oscilação vertical da superfície do Mar ou de outra grande massa de água na superfície terrestre, causada prioritariamente pelas diferenças na atração gravitacional da Lua e do Sol sobre os diversos pontos da Terra. Com menor destaque ou extensão do Sol nessa atração.

Para explicar melhor as marés teremos que observar a Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton, que propõem: "A força da atração entre dois corpos (celestes) será

proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separam”. A influência da Lua nas marés é maior, devido à sua proximidade com a Terra, seguindo-se o Sol, por força de sua enorme massa. E, a influência dos demais planetas e estrelas é bem menos significativa nas marés. Nesse sentido, mesmo o Sol tendo sua massa com milhares de vezes maiores, quando comparada com a massa da Lua; a Lua está muito mais próxima da Terra que o Sol, portanto o efeito de sua força gravitacional é cerca de 2,25 vezes mais pronunciado que a do Sol, nas maré.

Os oceanos e as grandes massas de água na superfície da Terra são afetados pela atração gravitacional do sistema Terra-Lua e pelas forças centrífugas resultantes de seu movimento em torno de um centro comum, chamado de **baricentro** (centro de massa do sistema Terra-Lua), constituído por um ponto localizado no interior da Terra, de aproximadamente cerca de 1.500 km abaixo de sua superfície. A força gravitacional e a força centrífuga estão em equilíbrio e como resultado a Terra e a Lua nem colidem nem se afastam uma da outra, no espaço.

Porém, a força gravitacional não se apresenta da mesma maneira em todos os lugares da Terra; as águas mais próximas da Lua sofrem uma força gravitacional maior, comparada com aquelas localizadas no lado mais afastado da Terra em relação à Lua. Ademais, essas forças não são paralelas, mas sim radiais, com isso teremos cada força

direcionada de seu local de origem em linha reta que a une a ao centro da Lua.

Dessa forma, as forças resultantes do sistema Terra-Lua, somadas a força centrífuga produzida pela rotação terrestre levarão a água da superfície a fluir em direção aos pontos da superfície da Terra mais próximo e mais afastado da Lua. Este fluxo causa níveis de água mais altos que o normal nos pontos mais próximos da Lua e níveis mais baixos que o normal nos pontos mais afastados.

Sabemos que a Terra gira em torno de seu eixo, de Oeste para Leste, completando uma rotação a cada 24 horas. Portanto, o ponto da superfície da Terra que fica na direção da Lua muda e produz teoricamente, em cada ponto na Terra, duas preamares (maré alta) e duas baixa-mares (maré baixa) no período de 24 horas. Entretanto, como a Lua gira em torno da Terra no mesmo sentido em que a Terra gira em torno de seu eixo, o tempo que a Terra leva para efetuar uma rotação completa com relação à Lua é de aproximadamente 24:50 horas, período conhecido como um dia lunar. Ademais, como resultado da inclinação do eixo da Terra, as PREAMARES e as BAIXA-MARES sucessivas não são normalmente de níveis iguais. Em outras palavras, os níveis das marés não são iguais todos os dias, a cada dia teremos níveis diferentes.

As forças de **atração** da Lua e do Sol sobre a Terra **se somam** duas vezes em cada lunação, no mês (intervalo médio de 29,530588 dias). Nesse período, por ocasião da

Lua Nova e da Lua Cheia, se produz **marés de sizígia** (ou maré de águas vivas), com preamares muito altas e baixa-mares muito baixas.

Quando as forças de atração do Sol e da Lua **se opõem** a Terra, se produz e as **marés de quadratura** (ou maré de águas mortas), que também, acontece duas vezes em cada lunação, a cada mês, por ocasião da Lua de quarto crescente e da Lua de quarto minguante, com preamares mais baixas e baixa-mares mais altas (figura 07).

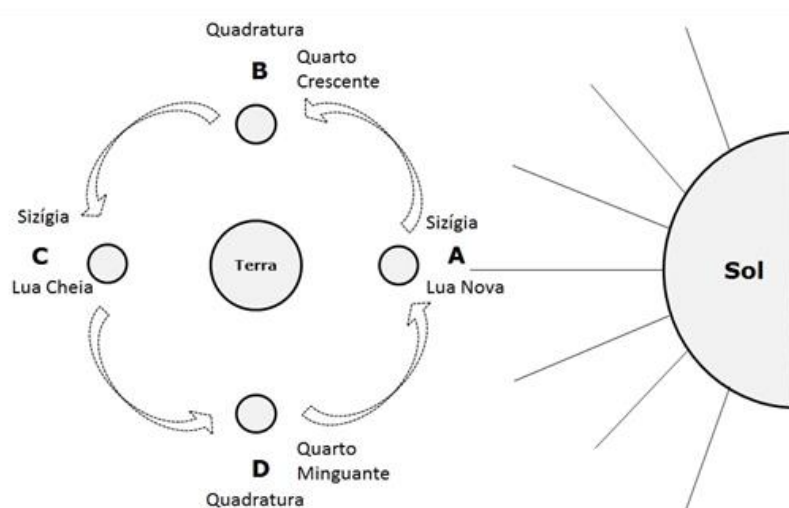


Figura 07 – Marés de Sizígia e Marés de Quadratura.

O conhecimento em relação às marés, sem dúvida, poderá auxiliar os praticantes de esportes náuticos/aquáticos. No sítio eletrônico da Marinha do Brasil

podemos encontrar disponível a **Tábua de Marés**, que traz detalhadamente os níveis diários das marés por regiões, em especial as regiões de portos. Tal “ferramenta” se mostra de grande valia na prática de vários esportes náuticos/aquáticos, por exemplo, o surfe, os esportes de vela, as travessias em águas abertas e muito mais, vale a pena conhecer!

Os elementos das marés quando observado em um determinado local, a oscilação rítmicas das águas, verifica-se que:

- o período da subida do nível da água durante algum tempo, denomina-se “**enchente**”;
- ao se atingir o nível máximo, denomina-se “**preamar**”;
- quando o nível da água na enchente, fica um certo tempo estacionado, denomina-se período de “**estofo de enchente**”;
- quando o nível da água baixa durante um certo tempo, denomina-se período da “**vazante**”;
- ao se alcança o nível mínimo, denomina-se “**baixamar**”;

- quando o nível da água na vazante fica estacionado algum tempo, denomina-se período de “**estofa de vazante**”;
- e com o recomeço da subida do nível da água, se inicia novamente o ciclo, se repete o movimento de “**enchente**”.

Com esse movimento rítmico da maré é possível de se representar por meio de função periódica do tempo e da altura da maré, no formato de gráfico. Como mostrado na Figura 08, o eixo vertical indica a altura da maré e o eixo horizontal o instante do tempo em que ocorre determinada altura da maré.

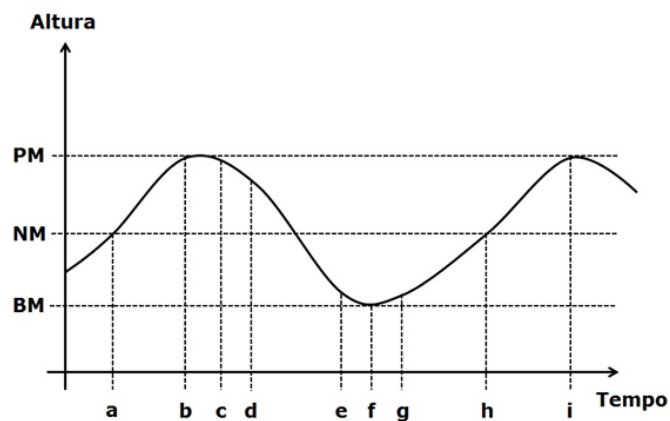


Figura 08 – Representação gráfica do movimento da maré no tempo. PM = Preamar; NM = Nível Médio; BM = Baixa-mar; As letras (a, b, c, d, e, f, g, h, i) simbolizam os instantes temporais do período observado.



Lembrar que outros conceitos também estão relacionados com a maré, como a **idade da Lua**, que representa o intervalo de tempo decorrido entre a última Lua Nova e a Lua na data atual a ser considerada, normalmente expressa em dias, que vai do zero a 29, período de duração de uma lunação e, quando necessário, aproximada a décimos. Assim como já vimos as marés de águas vivas (sizíguas) ocorrem quando a Idade da Lua for zero (Lua Nova), 14 (Lua Cheia) e 28 ou 29 (Lua Nova). Da mesma forma, as marés de águas mortas (quadraturas) ocorrem quando a Idade da Lua for 7 e 21, com a Lua em quarto crescente (idade: 7) ou em quarto minguante (idade: 21).

### **CIRCULAÇÃO TERMOALINA**

A circulação termoalina é a denominação para o deslocamento das massas de águas oceânicas causado pelas variações da densidade da água do Mar. A origem da corrente termoalina está ligada ao aumento da salinidade e da diminuição da temperatura da água do Mar, mas não são correntes geradas pelo vento.

### **PROPRIEDADES TÉRMICAS DA ÁGUA**

Outra fonte de estresse associado à água é sua propriedade térmica. Esse estresse está presente e, é significativo, para prática desportiva aquática com submersão e costuma afastar alguns pretendentes. Pois, a variação térmica da água ao receber determinada

quantidade de calor (**calor específico da água**) é 1000 vezes maior do que o do ar, isto significa que são necessários cerca de 1000 vezes mais energia térmica, para aquecer em um grau Celsius ( $1^{\circ}\text{C}$ ) um dado volume de água do que aquecer um volume igual de ar. Além disso, a água conduz o calor de um objeto cerca de 250 vezes mais rápido do que se esse objeto estivesse no ar atmosférico. A combinação dessas duas propriedades da água explica o mecanismo pelo qual o corpo humano perde calor quando imerso em água fria e, essa situação, gerar desconforto para alguns praticantes.

A temperatura da água, também, pode mudar com a profundidade, geralmente fica mais fria com o aumento da profundidade, ou seja, em águas calmas podemos encontrar faixa de água morna e de repente ficar fria com diferenças de 10 graus Celsius ou mais de uma faixa para outra. Esse fenômeno de mudança repentina na temperatura da água com o incremento da profundidade denomina-se **termoclina**. Conforme a estação do ano (em especial as estações quentes) as termoclinas podem descer ou subir e são encontradas em água salgada e doce, podem ocorrer mais abruptamente em rios, lagos, represas e pedreiras.

Caso não se tome nenhuma providência, a perda de calor poderá ocorrer de forma importante e causar hipotermia. Uma condição grave na qual o corpo esfria ao ponto de não conseguir manter as funções metabólicas normais para o bom funcionamento corporal. Para evitar a

hipotermia recomenda-se o uso de roupa isolante que são apropriadas para exposição à água fria, principalmente, na prática de atividades aquáticas que exijam imersão.

### **ROUPAS ISOLANTES**

Pelo fato, de se perder calor corporal muito rápido quando imerso na água gerar desconforto e conseqüentemente tal situação inibe a adesão às práticas aquáticas. Essa situação se constitui em umas das principais causas para a não adesão, por parte de algumas pessoas para às práticas de atividades aquáticas.

Porém, há grande número de roupas de material isolante e fornecido por diferentes fabricantes, mas com o mesmo objetivo de prover isolamento térmico ao seu usuário, assim evita o desconforto ou a hipotermia. Com essa medida, ajuda bastante a questão da adesão às práticas de atividades aquáticas, pois confere conforto ao praticamente.

Essas roupas isolantes (em Inglês: *wetsuit*) geralmente são fabricadas de neoprene ou material similar, por exemplo, o neoflex que aparece no mercado de material esportivo como nova alternativa. Pois, são mais flexíveis e, com isso, se modela melhor ao corpo e confere maior mobilidade, sem perder as suas propriedades isolantes.

As roupas isolantes, também se apresentam com diferentes modelos:

- no formato de macacão que cobre o corpo todo, com calça comprida e com as mangas compridas;
- no formato de macacão com calça comprida e com as mangas curtas ou regata;
- no formato de macacão com *shorts* e com as mangas longas;
- no formato de macacão com *shorts* e com as mangas curtas ou regata.

Esses modelos, também são específicos no que diz respeito ao gênero, têm os modelos masculinos e os modelos femininos. As cores são variadas, entretanto, a cor preta no geral predomina; devido sua maior absorção do calor da luz solar. Essa propriedade favorece o equilíbrio térmico do praticante de atividade aquática, isto é, ele consegue ficar mais tempo dentro da água praticando sua atividade preferida.

Por exemplo, em competições internacionais de triatlo o uso de roupa isolante (*wetsuit*) é regulamentado pela União Internacional de Triatlo. A principal justificativa para permitir o uso de roupa isolante é proteger os triatletas contra a hipotermia. No entanto, o uso de roupas isolantes tem sido amplamente demonstrado em artigos científicos que promove melhora no desempenho da natação. Os triatletas quando vestidos com uma roupa de material isolante, como o neoprene, eles são capazes de manter seus corpos em posição horizontal com mais facilidade, por causa do

aumento da flutuabilidade que a roupa proporciona. Dessa forma, a maioria dos triatletas tende a utilizar roupa isolante (*wetsuit*) em competições, a menos que o regulamento da competição em questão proíba o seu uso. Pois, algumas regiões possuem águas mornas, dispensando assim o uso de roupa isolante para proteção contra o frio. Por outro lado, existem locais que as competições de triatlo têm o traje de borracha como obrigatório, ou seja, o atleta não participa de determinada competição sem estar trajado com a roupa de borracha.

Nas modalidades esportivas, como o surfe, a roupa de exposição contra o frio serve também como barreira física de proteção contra esbarrões em corais ou na própria quilha da prancha. A barreira física oferece proteção contra possíveis contatos com águas-vivas, se a atividade for no mar. O contato com a água-viva se for leve poderá causar sintomas breves de dor localizada e de inflamação, porém em casos graves poderá causar náusea e vômito, estado alterado de consciência e, até mesmo, parada cardiorrespiratória.

Em locais com possibilidade de contato com água-viva, se recomenda o uso de roupa de exposição como barreira física de proteção.

### **RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA E PRESSÃO**

A lei de Charles define o relacionamento entre temperatura e pressão de um determinado gás, isso é, em um sistema fechado a pressão de um gás está diretamente

relacionada com sua temperatura. A lei de Charles se aplica no mergulho autônomo, pois existe uma diferença de temperatura entre o ar do cilindro do mergulhador em relação à temperatura de sua respiração. Embora, essa diferença seja imperceptível para o mergulhador, na prática, isso significa que a duração (tempo de fundo) do mergulho poderá ser reduzida entre 10 a 15 minutos quando o mergulho for feito em água fria. A equação matemática para lei de Charles se apresenta em:  $P_1/T_1 = P_2/T_2$ . A esquerda do sinal de igual está a pressão inicial ( $P_1$ ) e a temperatura inicial ( $T_1$ ) e a direita a pressão final ( $P_2$ ) e a temperatura final ( $T_2$ ).

A combinação da lei de Boyle-Mariotte e a lei de Charles (volume, pressão e temperatura), interferem diretamente na duração do ar do cilindro do mergulhador. O mergulho profundo em água fria o consumo de ar do cilindro é maior (acaba mais rápido,  $\pm 20$  min.) e mergulho feito em água rasa e morna o ar do cilindro demora mais tempo para acabar (mergulho mais prolongado,  $\pm 55$  min.).

### **ESTRESSE PSICOLÓGICO**

O estresse psicológico está associado com as funções normais do corpo. A fonte primária de estresse psicológico nas práticas aquáticas com imersão está relacionada à **ventilação**, pois inalamos oxigênio e exalamos dióxido de carbono. Além do nitrogênio, que é um **gás inerte** e que compreende aproximadamente 79% do ar que respiramos e

esta porcentagem que respiramos está em equilíbrio com o nitrogênio encontrado em nossos tecidos (79%, também).

O oxigênio deve estar disponível para todos os tecidos do corpo, para que eles permaneçam vivos e exerçam as suas funções. O oxigênio é captado nos pulmões durante a inalação, em seguida, transferido para o sangue e carreado para todos os tecidos do corpo. É bastante óbvio que os seres humanos não conseguem captar oxigênio da água, assim como fazem os peixes. A água do Mar possui oxigênio em 1/40, sendo assim, uma molécula de oxigênio para 40 moléculas de água.

O equilíbrio ventilatório, para atender a demanda metabólica do organismo, se constitui no ponto crucial da geração de estresse na água, quer no nado crawl na superfície (nº de braçadas versus nº de respirações), no mergulho livre (apneia) ou no mergulho autônomo (com cilindro). Entretanto, com o treinamento é possível encontrar esse equilíbrio ventilatório e, conseqüentemente, manter a homeostase do organismo, ou seja, conseguir gerar trabalho em consonância com a captação de oxigênio. Assim, o estresse será minimizado a ponto quase nulo.

Quando respiramos o ar ambiente (ao nível do Mar), a concentração de oxigênio e nitrogênio é a mesma existente em nossos tecidos. A lei de Dalton descreve sobre a pressão individual de um gás exercida em mistura gasosa e as suas mudanças com a alteração da pressão. De acordo com a lei de Dalton, o total da pressão de uma mistura de gases em

um sistema fechado é igual à soma da pressão parcial de cada gás que compõem a mistura. A equação é muito simples,  $P_{(total)}=P_1+P_2+P_3+...$ , seu uso também,  $2=1+1$ . Por exemplo, ao nível do Mar a pressão total do ar ambiente é igual a 1 ATM ou 760 mmHg, que é a soma da pressão parcial do nitrogênio (0,79 ATM – 593 mmHg) e do oxigênio (0,21 ATM – 160 mmHg). Para simplificar, exclui-se do exemplo o argônio, o dióxido de carbono, o vapor de água e outros gases que estão presentes minimamente no ar atmosférico. Na tabela 6 apresenta-se a pressão parcial de cada gás que compõem o ar ambiente ao nível do Mar.

Tabela 6 – Pressão parcial no ar seco e úmido

<b>Gás</b>	<b>Pressão parcial no ar atmosférico seco</b>	<b>Pressão parcial no ar atmosférico, 100% de umidade</b>
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	593 mmHg	575 mmHg
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	160 mmHg	152 mmHg
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0,25 mmHg	0,24 mmHg
Vapor de água	0,0 mmHg	23,8mmHg



## **OXIGÊNIO**

O desafio fisiológico, nas atividades aquáticas com imersão é de manter a concentração de oxigênio o suficiente para atender a necessidade do corpo. Em caso contrário poderá aparecer à falta de ar (com vontade imensa de aumentar a frequência respiratória), tontura e perda de consciência.

Enquanto a pressão do oxigênio no gás inalado permanecer na faixa de 120 mmHg (0,158 ATM) à 1520 mmHg (2 ATM), os pulmões podem extrair quantidades adequadas e seguras de oxigênio, para atender as necessidades de oxigênio do organismo. Com o aumento da altitude ocorre progressiva diminuição da pressão ambiente. A 5.500 metros de altitude, a pressão atmosférica cai pela metade em comparação à pressão ao nível do Mar. Aplicando-se a lei de Dalton teremos uma pressão parcial de oxigênio de 80 mmHg, abaixo do necessário para os pulmões extraírem oxigênio adequadamente para o corpo e o efeito será hipóxia grave. Por esse motivo, que escaladores utilizam oxigênio suplementar em suas escaladas. Por curiosidade, uma chama não poderá ser acesa caso o percentual de oxigênio for de 18% na atmosfera.

Em aviões comerciais, os voos em altitude a partir de 2.500 metros, a cabine começa ser pressurizada. Entretanto, por questões econômicas a pressurização se dá um pouco abaixo da pressão atmosférica (1 ATM ou 760 mmHg). Por

consequência, a pressão parcial de oxigênio nos pulmões fica aproximadamente em 114 mmHg (0,15 ATM), causando hipóxia leve. Por isso, mulheres grávidas e pacientes com doenças cardíacas e pulmonares são advertidas a não voarem.

Em mergulhos profundos a pressão parcial do oxigênio aumenta, em excesso ocorre à aceleração do metabolismo com diminuição do ritmo respiratório e eliminação do CO<sub>2</sub>, o que poderá provocar o envenenamento do mergulhador. Em paralelo, provocar o aumento da pressão parcial do nitrogênio causa narcose que se assemelha a embriaguez alcoólica, faz com que o mergulhador perca o bom senso.

Porém, não haverá problemas de toxicidade ou de narcose se o mergulhador não extrapolar os limites máximos de profundidades e seus respectivos tempos de fundo, estabelecidos para o mergulho recreativo. Os gradientes de pressões, para que ocorra a troca gasosa no corpo humano estão ilustrados na figura 09 (pág. 59).

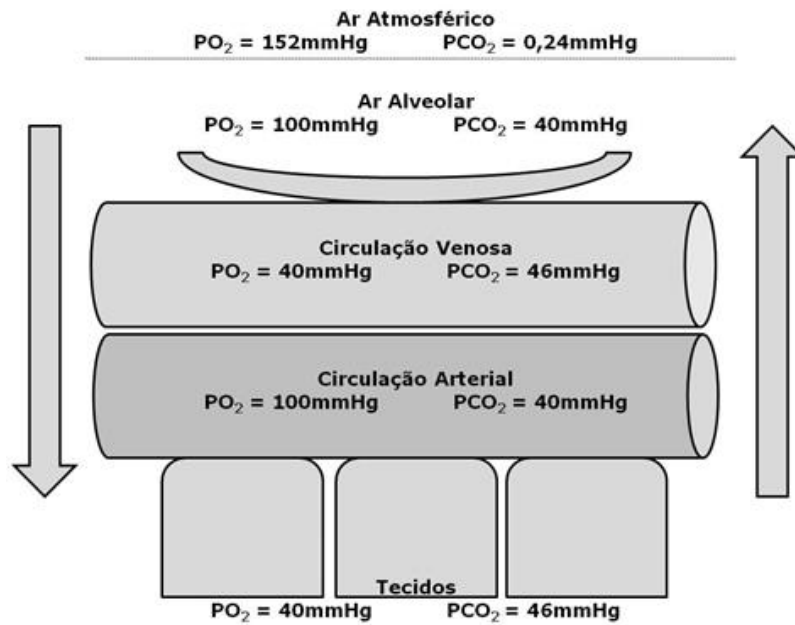


Figura 09 – Troca gasosa por diferencial de pressão.

## DIÓXIDO DE CARBONO

O dióxido de carbono ( $CO_2$ ) é um subproduto de nosso metabolismo energético aeróbio, que são as transformações ocorridas da interação do oxigênio com os substratos energéticos advindos de nossa alimentação. Mais especificamente, a geração de energia se dá nas mitocôndrias que é uma organela intracelular. O  $CO_2$  do meio intracelular se difunde para o sangue, que é carregado para os pulmões e exalado para o meio ambiente.

No entanto, ao passo que o oxigênio ( $O_2$ ) é vital para a sustentação da vida, o maior responsável pelo estímulo da respiração é a elevação da concentração sanguínea do  $CO_2$  e não a baixa concentração de  $O_2$  no sangue. A elevação da concentração de  $CO_2$  sanguínea causa uma vontade quase que incontrolável de respirar, termo que encontramos em literatura americana da área, como "fome de ar".

### **NITROGÊNIO**

Outra fonte de estresse fisiológico advém do aumento da pressão atmosférica do gás inerte nitrogênio ( $N_2$ ). Observamos aumento da pressão do  $N_2$ , principalmente, nas práticas aquáticas abaixo da linha da água, ou seja, nas atividades submersas como os mergulhos livres ou autônomos. Como o  $N_2$  não participa do metabolismo energético corporal, ele é exalado na mesma quantidade em que foi inalado, por isso é considerado um gás inerte. Entretanto, os tecidos do corpo são saturados, com o gás inerte, em função do tempo de exposição e sua concentração no ambiente. Ao nível do Mar, a concentração de  $N_2$  está em 79% e sua pressão em 0,79 ATM ou 575 mmHg. A pressão parcial do  $N_2$  aumentará conforme descemos em profundidade na água, fornecendo um novo ambiente de pressão para o corpo (figura 03) ou diminui de acordo com que subimos uma montanha (tabela 03). Essas condições são explicadas pela **lei de Henry** que nos diz: que a solubilidade de um gás em um líquido a determinada

temperatura é diretamente proporcional à pressão parcial que o gás exerce sobre o líquido.

Os efeitos do aumento da pressão parcial do  $N_2$ , no mergulho, estão resumidos na figura 10.

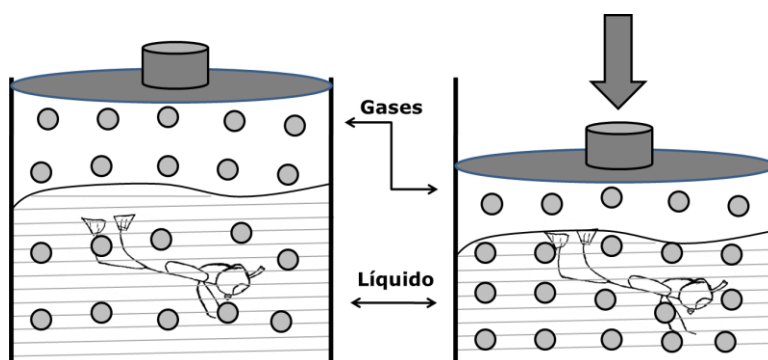


Figura 10 - Difusão dos gases no meio líquido, pelo aumento da pressão.

O aumento da pressão parcial do  $N_2$ , afeta a prática esportiva do mergulho em três formas, causa **saturação dos tecidos**, produz a **narcole** e aumenta a **densidade do ar**. A saturação dos tecidos acontece em consequência à reação de equilíbrio provocado pelo gás inerte. Ao nível do Mar, todos os tecidos do corpo ficam saturados com  $N_2$  em aproximadamente em 0,79 ATM de pressão. Quando descemos 10 metros de profundidade a pressão se equivale a 2 ATM, a pressão parcial de  $N_2$ , dobra.

Alguns tecidos do corpo, como os dos pulmões e sangue, equilibram a concentração do gás inerte muito rapidamente com o novo ambiente de pressão; outros tecidos corporais como os ligamentos e cápsulas articulares, a saturação com o gás inerte demora mais tempo. A saturação é tempo dependente, ou seja, para que todos os tecidos se equilibrem com o gás inerte o mergulhador terá que permanecer tempo suficiente de exposição em novo ambiente de pressão.

Durante a subida do mergulhador, a pressão ambiente reduz gerando novo ambiente pressórico, o gás inerte dos tecidos passa para o sangue e são carreados para os pulmões para serem exalados para o ar ambiente. Entretanto, se o gradiente de pressão for grande poderá causar bolhas do gás inerte, isso é, provoca expansão do  $N_2$  nos tecidos e no sangue, causando lesões em graus variáveis, conhecida como doença descompressiva.

Outra situação problema, associada ao aumento da pressão parcial de  $N_2$  no mergulho é o aparecimento da narcose. A causa exata da narcose ainda deixa dúvidas entre os fisiologistas. Porém, a teoria que melhor é aceita para explicar o mecanismo da narcose é a interação do gás inerte ( $N_2$ ) com o material gorduroso das membranas das células nervosas, interferindo na transmissão dos impulsos nervosos. Quanto maior for a pressão maior será o efeito da narcose por  $N_2$ , que poderá variar de um indivíduo para o

outro. A maioria dos mergulhadores sentirá os efeitos da narcose entre 24 metros a 40 metros de profundidade.

Em mergulho muito profundo o N<sub>2</sub> do cilindro do mergulhador é substituído com o gás inerte hélio. O hélio é o gás inerte usado em mergulhos profundos por não causar os efeitos da narcose. Mas, em alta pressão o hélio poderá causar tremores, efeito conhecido como síndrome do sistema nervoso.

Por fim, temos os efeitos fisiológicos associados ao aumento da pressão e seu conseqüente aumento do esforço para a realização da respiração. Por exemplo, na profundidade de 50 metros o ar fica seis vezes mais denso do que na superfície, exigindo do mergulhador esforço maior para respirar devido à maior densidade do ar. Além, do aumento da pressão provocar aumento na densidade, causa também, o resfriamento rápido do ar do cilindro e o gás respirado pelo mergulhador passa a funcionar como um radiador e por conseqüência abaixar sua temperatura corporal.

### **ESTRESSE PSICOLÓGICO E ORIENTAÇÃO ESPACIAL**

No meio ambiente aquático, o desportista tem que mobilizar rapidamente seus cinco sentidos ao seu favor. Entretanto, a visão e a audição são os dois sentidos notavelmente afetados. O tato, no caso do mergulho estará afetado, pois o mergulhador quase sempre está vestindo roupa de exposição ao frio (neoprene), com luvas e capuz. O

paladar e o olfato nas práticas desportivas aquáticas, principalmente nas submersas são de pouca valia.

Pela visão limitada, impossibilidade de se comunicar por meio da voz, o tato estar comprometido, o paladar e olfato auxiliarem quase nada o meio ambiente aquático se constitui em causador de estresse psicológico, pois prejudica na orientação espacial.

### **OS SENTIDOS**

A visão, assim como em terra, na água também é a fonte primária de orientação durante a prática desportiva aquática, inclusive o mergulho. Todavia, a visão sofre distorções em baixo da água por causa do índice refrativo da córnea na água. A velocidade da luz se comporta de maneira diferente na atmosfera terrestre e, sob a água, a velocidade da luz reduz ao penetrar à água, devido sua maior densidade, influenciando o foco da visão. O olho humano ajusta muito bem seu foco na atmosfera terrestre, a máscara de mergulho ou óculos de natação, ambos oferecem o espaço aéreo necessário para o ajuste do foco ao olho humano.

Entretanto, mesmo com o uso de óculos de natação ou máscara de mergulho a visão ainda lida com alguns efeitos ópticos, decorrente da diferença da velocidade em que a luz viaja no ar e na água. A luz que está viajando pela água, ao penetrar na máscara ou óculos tem pequeno desvio no ângulo de seu raio luminoso, provocando aumento em cerca



de 1/3 (33,3%) na percepção do tamanho dos objetos e os deixando com sensação de mais próximos, isso depende do ângulo que se está observando. Para esse fenômeno dá-se o nome de **refração** (figura 11).

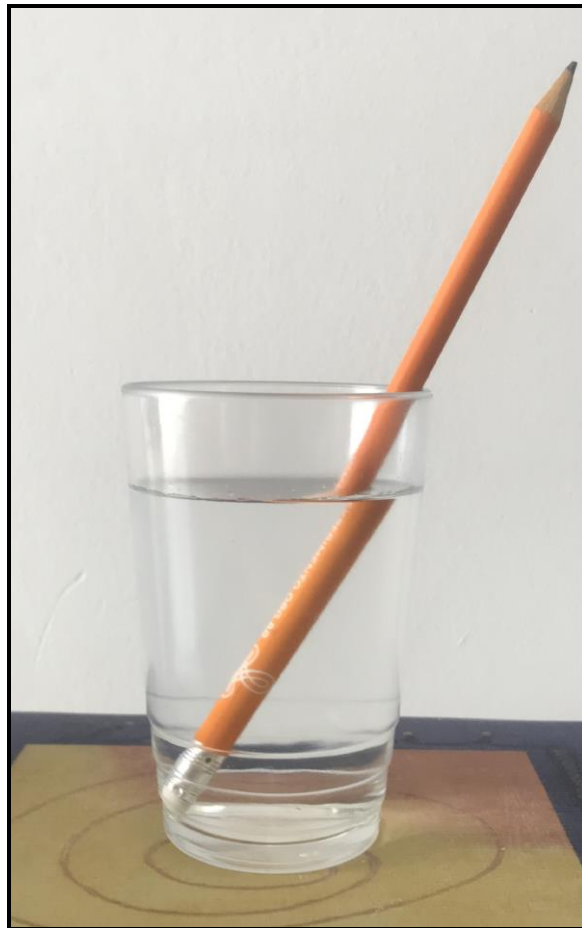


Figura 11 – Foto ilustrativa do fenômeno da refração da luz na água.

A quantidade de luz que penetra na água vai diminuindo à medida que aumenta a profundidade, quanto mais fundo menos luz. Isso porque, a água age como filtro dos espectros da luz. Alguns raios de luz são refletidos logo ao atingir a superfície da água e, com o aumento da profundidade, outros raios de luz são dispersos nas partículas de água e mais alguns raios de luz são absorvidos pela própria água. Porém, a absorção dos raios luminosos da luz pela água não acontece de maneira uniforme.

A luz produzida pelo sol, denominada luz de cor branca, é composta pela soma de todas as outras cores, análogo ao arco-íris. Na luz branca encontramos os espectros de luzes de cores: vermelha, laranja, amarela, verde e azul (com suas variações de tonalidades). A primeira cor a se dissipar na água é a cor vermelha, isso ocorre entre os nove a 10 metros profundidade. Após os 10 metros a luz laranja começa se perder. A luz amarela se dissipará aproximadamente aos 23 metros de profundidade. Dessas profundezas em diante, a luz verde começa a se dispersar e todos os objetos tendem a torna-se mono tom, com a cor cinza azulado. Mergulhos em águas mais profundas a paisagem são mais escuras e menos coloridas, por esse motivo, os mergulhadores utilizam lanternas subaquáticas para gerar luz não filtrada e, com isso, revelar todas as cores existentes nas paisagens profundas.

Porém, com diminuição da acuidade visual decorrente da baixa luminosidade poderá ocorrer desorientação de direção

subaquática. O mergulhador desorientado poderá submergir longe do ponto demarcado para sua saída da água. Dessa forma, se fará necessário nadar um percurso maior do que o planejado para se chegar à embarcação ou plataforma de saída. Por consequência, aumenta o risco de causar fadiga no mergulhador, por expô-lo a correnteza desnecessária, pois exige esforço físico extra.

Assim como acontece com a visão, o sentido da audição também se altera no meio líquido. O som se propaga através da água quatro vezes mais rápido do que no ar, também o som percorre distâncias muito maiores na água. Isso porque a água é mais condensada e elástica do que o ar, suas moléculas são mais próximas umas das outras, vibram e colidem em menor tempo e transmitem a onda sonora com maior rapidez. Entretanto, a maior densidade da água resulta na diminuição da nossa acuidade auditiva. Com isso, se torna difícil determinar a origem sonora subaquática, normalmente, temos a sensação que o som se origina bem em cima de onde estamos, ou seja, parece que o som sempre vem de cima.

Para a comunicação na prática desportiva subaquática, como o mergulho, poderemos usar o método não verbal dos sinais manuais ou escrever numa prancheta.

Outros sentidos, tais como paladar, tato e olfato são equivalentemente debilitados no meio ambiente subaquático. No entanto, essas mudanças passam despercebidas, pois nos concentramos prioritariamente na

visão para a exploração submersa. Com os cinco sentidos afetados pelas propriedades da água, o cuidado especial que se faz necessário, ou podemos dizer que é imprescindível: **nunca entrar em pânico**. O pânico poderá ocasionar sérios problemas para o praticante de atividades aquáticas. Por exemplo, o mergulhador autônomo poderá prender a respiração na subida e, com a expansão dos gases, causar rompimento dos alvéolos pulmonares e/ou embolia gasosa arterial, que são formação de bolhas (de nitrogênio) na corrente sanguínea.

### **LOCOMOÇÃO SUBAQUÁTICA**

A locomoção no meio subaquático tem potencial de se constituir em fonte de estresse psicológico, principalmente, se o praticante não estiver bem condicionado fisicamente. O que pode ser uma pequena distância em terra, se tornar uma distância intransponível sob a água, especialmente, se tiver que nadar contra a corrente. Por outro lado, com o efeito da flutuação que a água produz em nosso corpo podemos relaxar e fazer o mínimo de esforço na locomoção subaquática. Para prática desportiva do mergulho autônomo procura-se desprender o mínimo de energia em todas as ações submersas: como planejar o percurso a favor da correnteza, praticar a flutuabilidade neutra, respirar suave e profundamente e se locomover com pernas lentas e sincronizadas.

No entanto, os mergulhadores devem gozar de boa condição física, de modo a ter reservas de energia para atender às demandas que uma possível emergência possa exigir.

### **RISCOS OCULTOS SUBAQUÁTICOS**

Encontramos diversos riscos no mundo subaquático, com geração de estresse, para praticantes de atividades aquáticas em mares e rios. Podemos incluir encontros com tubarões, barcos afundados, linhas e redes armadas por pescadores, farpas em pedras ou corais ou peixes peçonhentos. Todavia, com a experiência e planejamento de prevenção dos possíveis riscos, frequentemente se consegue reduzir ou, quase anular, os estresses físicos e psicológicos decorrente da má visibilidade ou correnteza.

### **CARACTERIZAÇÃO DO DESPORTO DE APNEIA**

O ato de bloquear a respiração em imersão em água denomina-se de apneia e, logicamente, sem fazer uso de qualquer equipamento que auxilie no processo de respiração. O atleta praticante da apneia recebe o nome de apneísta. A apneia é uma modalidade esportiva regulada pela "Associação Internacional para o Desenvolvimento da Apneia" (AIDA), [sítio eletrônico: <https://www.aidainternational.org>](https://www.aidainternational.org), acesso em 18 de set. de 2018. A regulamentação da atividade esportiva em apneia no Brasil é feita pela Federação AIDA Brasil. As

modalidades de "mergulho livre" (em apneia) são apresentadas em seu sítio eletrônico <<http://www.aidabrasil.com.br/>>, acesso em 18 de set. de 2018 e distribuídas nas seguintes modalidades:

- **Apneia Estática;**

O apneísta após inspiração forçada mantém seu fôlego preso e fica o maior tempo possível submerso ou flutuando imóvel, em qualquer posição, desde que fique com as vias respiratórias imersas na água.

As melhores marcas de tempos Internacionais e Nacionais para **Apneia Estática** são:

- Internacional masculino – Stéphane Mifsud (FR), **11:35 min**, em 2009;
- Internacional feminino – Natalia Molchanova (RU), **09:02 min**, em 2013;
- Nacional masculino – Ricardo da Gama Bahia (RJ), **07:44 min**, em 2006;
- Nacional feminino – Karol Meyer (PE), **07:18 min**, em 2006.

- **Apneia Dinâmica;**

Com ou sem nadadeiras (dependendo da submodalidade) o apneísta deve percorrer a maior distância horizontal possível submerso na piscina.

As melhores marcas Internacionais e Nacionais para **Apneia Dinâmica com nadadeiras** são:

- Internacional masculino – Mateusz Malina (PL) e Giorgos Panagiotakis (GR), ambos com **300 m**, ambos também em 2016;
- Internacional feminino – Magdalena Solich-Talanda (PL), com **243 m**, em 2018;
- Nacional masculino – Ricardo da Gama Baia (RJ), com **166 m**, em 2009;
- Nacional feminino – Adriana B. F. Brandão (PR), com **139 m**, em 2016.

As melhores marcas Internacionais e Nacionais **Apneia Dinâmica sem nadadeiras** são:

- Internacional masculino – Mateusz Malina (PL), com **244 m**, em 2016;
- Internacional feminino – Magdalena Solich-Talanda (PL), com **191 m**, em 2017;
- Nacional masculino – Ricardo da Gama Baia (RJ), com **127 m**, em 2009;

- Nacional feminino – Adriana B. F. Brandão (PR), com **109 m**, em 2018.

- **Apneia *Sprint* 25-50 m;**

O apneísta com seu fôlego preso deve percorrer à distância de 25 ou 50 m e vence o atleta mais veloz. A modalidade nacional se realiza com nadadeira bipalma e monopalma, em piscina.

As marcas de tempos da modalidade *Sprint* estão ausentes dos anais da AIDA Internacional. Portanto, segue apenas a apresentação das melhores marcas de tempos Nacionais para a modalidade ***Sprint 25 m, com nadadeira bipalma*** que são:

- Nacional masculino – Archimedes Garrido (SP), com o tempo de **10":80**, em 2009;
- Nacional feminino – Karol Meyer (PE), com o tempo de **13": 07**, em 2008.

As melhores marcas de tempos Nacionais para a modalidade ***Sprint 25 m, com nadadeira monopalma*** são:

- Nacional masculino – Ricardo Teixeira Branco (RS), com o tempo de **08":97**, em 2009;



- Nacional feminino – Karol Meyer (PE), com o tempo de **10”: 69**, em 2008.

- **Lastro Constante com nadadeiras;**

Esta modalidade é praticada no Mar e em lagos, o apneísta desce a uma determinada profundidade usando um cinto de lastro, mas não pode fazer uso do cabo-guia. O desportista mergulha com nadadeiras, porém utilizará somente as forças das pernas tanto para a descida como para a subida.

As melhores marcas Internacionais e Nacionais para a modalidade **Lastro Constante com nadadeiras** são:

- Internacional masculino – Alexey Molchanov (RU), com **130 m**, em 2018;
- Internacional feminino – Alessia Zecchini (IT), com **107 m**, em 2018;
- Nacional masculino – Michel Filinis (SP), com **64 m**, em 2018;
- Nacional feminino – Carolina Schrappe (PR), com **74 m**, em 2011.

- **Lastro Constante sem Nadadeiras;**

Valem as mesmas regras do lastro constante, porém sem o uso de nadadeiras.

As melhores marcas Internacionais e Nacionais para a modalidade **Lastro Constante sem nadadeiras** são:

- Internacional masculino - William Trubrigde (NZ), com **102 m**, em 2016;
- Internacional feminino - Alessia Zecchini (IT), com **73 m**, em 2018;
- Nacional masculino - Ícaro Oliveira do Vale (SP), com **52 m**, em 2017;
- Nacional feminino - Carolina Schrappe (PR), com **44 m**, em 2009.

- **Imersão Livre;**

É a modalidade de mergulho em apneia mais natural, pois sem nadadeiras ou lastro, o apneísta se utiliza apenas do cabo-guia, tanto na descida quanto na subida e a meta é ir o mais fundo possível, em lagos ou no Mar.

As melhores marcas Internacionais e Nacionais para a modalidade **Imersão Livre** são:

- Internacional masculino - Alexey Molchanov (RU), com **125 m**, em 2018;
- Internacional feminino - Sayuri Kinoshita (JP), com **97 m**, em 2018;
- Nacional masculino - Michel Filinis (SP), com **64 m**, em 2018;

- Nacional feminino – Flávia Heberhard (SC), com **69 m**, em 2018.

- **Lastro Variável;**

Modalidade praticada no Mar ou em lagos, o apneísta desce com o auxílio de lastro controlado (nome em Inglês – *sled* - uma espécie de trenó) ligado ao cabo-guia. Após atingir a profundidade desejada, o atleta abandona o lastro e retorna à superfície utilizando o cabo-guia ou simplesmente usando as nadadeiras.

As melhores marcas Internacionais e Nacionais para a modalidade **Lastro Variável** são:

- Internacional masculino – Stavros Kastrinakis (GR), com **146 m**, em 2015;
- Internacional feminino – Nanja Van Den Broek (NL), com **130 m**, em 2015;
- Nacional masculino – Alexandre Fraenkel (RS), com **65 m**, em 2003;
- Nacional feminino – Carolina Schrappe (PR), com **95 m**, em 2016.

- **No Limits;**

Essa é a modalidade dos mergulhos em grandes profundidades, esses mergulhadores são conhecidos como profundistas. Essa modalidade é derivada do lastro variável, porém a diferença está no modo de retorno à superfície. O apneísta pode utilizar-se de um balão ou colete inflável, ou ainda outro meio mecânico para subir o mais rápido possível, devido à grande profundidade atingida. A verdadeira dificuldade dessa modalidade de mergulho está na brutal variação pressórica hidrostática que o mergulhador tem que suportar.

As melhores marcas Internacionais e Nacionais para a modalidade **No Limits** são:

- Internacional masculino – Herbert Nitsch (AT), com **214 m**, em 2007;
- Internacional feminino – Tanya Streeter (US), com **160 m**, em 2002;
- Nacional masculino – Gilberto Gabardo Neto (PR), com **59 m**, em 2003;
- Nacional feminino – Karol Meyer (PE), com **100 m**, em 2011.

- **Skandalopetra.**

Prova nacional grega realizada em dupla e autorizada pela federação grega da disciplina de apneia. Um

mergulhador da dupla desce segurando uma pedra e na volta é puxado por seu parceiro. Vence a dupla que alcançar a mesma profundidade anunciada e retornar a superfície o mais rápido possível.

As melhores marcas de tempos modalidade *Skandalopetra* estão ausentes dos anais da AIDA Internacional e também da AIDA Brasil.

A apneia além de ser um esporte, também se trata de um dos reflexos natos humano. As crianças neonatas quando submergidas em água nadam instintivamente e bloqueiam a respiração em apneia por entorno de mais ou menos uns 40 segundos. Essa habilidade de apneia dos neonatos persiste até a criança aprender a caminhar, isso sugere que, o indivíduo perde a habilidade nata da apneia com a conquista da posição ereta.

Historicamente a apneia foi utilizada pelo ser humana em seu cotidiano, principalmente em épocas de escassez de víveres. Os paleontólogos encontraram vestígios de atividade de pesca em apneia em comunidade que vivia na costa do Mar Báltico, entre 7.000 a 10.000 anos atrás. Essa comunidade era conhecida como "os comedores de conchas", pois foram encontrados restos de conchas fossilizadas no assentamento dessa comunidade. E isso, se constituiu em um testemunho que sugere que havia um conhecimento das técnicas adequadas de mergulho em apneia, por parte dessa comunidade, para recolherem esses moluscos do fundo marinho.

Em escavações entre o rio Tigre e o rio Eufrates foram encontrados restos de civilizações mesopotâmicas, datadas em aproximadamente de 4.500 anos antes de Cristo. Entre os objetos encontrados haviam inúmeros objetos ornamentais feitos de material e conchas que somente poderiam ser pescados no fundo do Mar.

Historiadores Gregos e Romanos da antiguidade fizeram vários relatos sobre a púrpura, pigmento roxo escuro utilizado para tingir tecidos. Essa preciosa substância corante era usada para tingir túnicas de imperadores e também de cardiais da igreja. O precioso corante era extraído das glândulas purpúrginas de moluscos gastrópodes marinhos, muito comuns no Mar Mediterrâneo, que somente podiam ser pescados em imersão. Sem dúvida a apneia fez parte da vida cotidiana de várias populações costeiras marítimas.

Na época do império romano, no século quatro antes de Cristo, foi instituído um verdadeiro comando subaquático de guerra, foram denominados de *urinadores*, que vem do verbo do latim arcaico que significava "ir de baixo da água". Suas tarefas bélicas eram das mais diversas: recuperar âncoras encalhadas, reforçar barreiras aquáticas, defesa submarina e ações de guerras submersos.

Existem relatos de historiadores, como o relato de Tito Lívio (59 a. C. à 17 d. C.) que também nos diz em relação à recuperação de tesouros do naufrágio do antigo reinado do Macedônio Perseu (212 à 166 a. C.). Na época a Lei já

reconhecia uma cota do tesouro para os mergulhadores de resgate. Para quem recuperasse objetos do tesouro a 16 cúbitos de profundidade (pouco mais de sete metros), a sua parte corresponderia à metade da carga recuperada.

Na história contemporânea, sem dúvida, se destaca a história das Amas japonesas e coreanas que ganham a vida da mesma maneira por mais de 1.500 anos. São mergulhadoras apneísta munidas de máscaras rudimentares que submergem em busca de ostras perlíferas (que produz pérolas), conchas, crustáceos e algas comestíveis. São grupos compostos somente por mulheres, que se organizam por idade e capacidade de imersão. As mulheres têm entre 17 anos a 50 anos e mergulham quase que desnudas e em águas frias que dificilmente superam os dez graus Celsius de temperatura. Elas permanecem pescando por oito a dez horas seguidas por dia e levam consigo uma rede entrelaçada do ombro à cintura que serve para guardar o pescado. As Amas se lançam a água com auxílio de pedras amarradas em cordas quando desejam atingir o fundo do Mar, seve também de ancoragem para as coletas e ao se soltarem podem atingir a superfície com mais agilidade<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Consultar em buscador de sítios eletrônicos na Rede Mundial de Computadores os registros fotográficos de **Iwase Yoshiyuki** (1904 – 2001), das Amas Japonesas na Década de 20. Utilizar a palavra chave “iwase yoshiyuki ama” e selecionar a aba “imagens”, você poderá visualizar várias fotografias artísticas do contexto histórico sobre apneia das Amas Japonesas.

O primeiro registro de mergulho profundo foi o de um pescador do Mar Egeu, da ilha grega de Simi, de nome **Haggi Statti**. O contexto desse mergulho foi no ano 1913, quando o navio Regina Margherita da Marinha italiana perdeu sua âncora, na baía de Picadia na ilha de Karpazos.

O pescador Haggi Statti fora chamado devido a sua fama local de bom apneísta. Porém, quando Ele se apresentou a bordo do navio italiano os médicos do navio consideraram-no inapto para o mergulho. Pois, em 1913 o pescador tinha 35 anos de idade e sua forma física tinha aparência de frágil. Haggi Statti tinha 1,75 metros de altura, com 60 quilos, frequência cardíaca elevada (em torno de 90 BPM em repouso), enfisema nas partes inferiores dos pulmões, rebaixamento auditivo em um dos ouvidos (por perfuração no tímpano) e falta absoluta da audição no outro ouvido. Com esse cenário os médicos estavam incrédulos que Statti conseguiria recuperar a âncora que fora perdida aproximadamente a 75 m de profundidade. E o mais surpreendente foi que Ele não conseguia fazer o bloqueio de sua respiração fora da água por mais de um minuto.

Todavia, os moradores locais asseguravam que Haggi Statti podia segurar sua respiração submersão por mais de sete minutos. E que várias vezes mergulhou a profundidade de 100 m, segurando pedra amarada em corda, para auxiliar na descida. No final, Haggi Statti surpreende a todos. Depois de alguns dias de busca em profundidade compreendida entre 60 a 80 m, recuperou a âncora do Regina Margherita a



uma profundidade de 75 m, depois de uma imersão de três minutos em apneia.

Todos os testemunhos, inclusive os dos médicos incrédulos, se encontram devidamente registrados nos arquivos históricos da Marinha Militar italiana, em Roma.

No esporte a homologação de um recorde já exige precisão nas medidas de profundidade do mergulho e as devidas comprovações. Um dos nomes que marcaram os recordes de mergulhos em apneia profunda foi o do mergulhador italiano **Enzo Maiorca**. Além de bater os recordes de 45 m, 46 m e 49 m, seu principal marco foi estabelecer o recorde de 50 m de profundidade em 1961. O estabelecimento da emblemática marca de 50 m, o colocou definitivamente na história do mergulho em apneia, pois o siciliano Enzo Maiorca foi o primeiro homem a atingir uma marca que na época os médicos criam e, afirmavam categoricamente, como sendo inatingível para o ser humano, a marca de 50 m.

Para estabelecer a marca de 50 m como sendo intransponível ao ser humano, a medicina da época se apoiava nas variações fisiológicas produzidas na imersão profunda. Que se explicava pela lei de Boyle-Mariotte que diz que: o volume do gás é inversamente proporcional a pressão exercida sobre ele. Com isso, os pulmões se colabariam (perda do lúmen da estrutura tubular por justaposição das paredes), ou seja, entrariam em colapso. Mas, na ocasião não se conhecia o fenômeno do *Blood-Shift*. Que com, à

compressão sanguínea pulmonar: o ar existente nos pulmões e que foi comprimido, passa a ser substituído por um líquido, que nesse caso será o líquido existente no sangue, e o líquido não é compressivo (não pode ser comprimido). Assim, se torna possível a superação da marca de 50 m no mergulho em apneia. No ano de 1962 Maiorca atinge a marca de 51 m, assim reforçando o equívoco da ciência da época de afirmar categoricamente a impossibilidade do ser humano ultrapassar 50 m de profundidade em mergulho livre.

Os recordes de brasileiros na categoria de imersão livre (2018) ultrapassam a marca de 50 m. O paulista **Ícaro Oliveira do Valle** tem a melhor marca Nacional, com mergulho na profundidade de 63 m, obtida na competição *Nirvana Deep Quest*, na Colômbia em 2017. A catarinense **Flavia Heberhard** tem a melhor marca Nacional e Sul-americana, com a profundidade de 69 m, conquistada na competição *Little Blue Hole*, no Egito em 2012.

As melhores marcas de tempos Internacionais na mesma categoria (imersão livre) são medidas mais dilatadas. O russo **Alexey Molchanov** detém a estupenda marca de mergulho, feito à profundidade 125 m, obtida nas Bahamas em 2018. A japonesa **Sayuri Kinoshita**, também nas Bahamas em 2018, atingiu a espetacular marca de 97 m de profundidade.

Além, do desafio das profundidades atingidas, a variável tempo, também se constitui em uma barreira importante a

ser quebrada pelo ser humano. Na categoria de apneia estática a melhor marca Nacional e, também no Continente Americano, pertence no masculino, ao carioca **Ricardo da Gama Bahia** que possui a marca de sete minutos e 44 segundos, obtida no ano de 2006. Para o feminino, o recorde Nacional pertence a pernambucana **Karol Meyer**, com a marca de sete minutos e 18 segundos, além de ser também, a melhor marca no Continente Americano e a segunda melhor marca Mundial.

Os tempos Internacionais da categoria de apneia estática, também são maiores que os tempos Nacionais. Para o masculino o melhor tempo Mundial pertence ao francês **Stéphane Mifsud**, com o tempo de 11 minutos e 35 segundos de bloqueio respiratório parado, alcançado no ano de 2009. No feminino o melhor tempo obtido no mundo pertence a russa **Natalia Molchanova**, conquistado em 2013, com o tempo de nove minutos e dois segundos imersa em apneia estática.

Embora as marcas de tempos alcançadas em competições de apneia sejam impressionantes, o apneísta não é uma pessoa superdotada, com superpoderes. Mas sim, o praticante da apneia é uma pessoa comum que, se dedica à modalidade e aos treinamentos. É um esporte para todos sem restrições, no entanto, pressupõe que a pessoa esteja em boas condições físicas e, principalmente, em boas condições mentais. A apneia é uma modalidade que permite a pessoa conhecer melhor, seus limites e suas superações.

A prática em si da apneia depende, como toda atividade física, de uma avaliação médica. E para que haja avanço da modalidade e segurança, necessita-se de um treinador/instrutor. Pois, a regra de ouro no treinamento de apneia é de: **nunca treinar sozinho!** Para o treinamento de apneia também haverá a necessidade de adquirir e conhecer alguns equipamentos, como utilizá-los e como conservá-los, para que tenham maior durabilidade e assim prolongar sua vida útil ao máximo (Ex: roupa de neoprene, capuz, luvas, lastro, relógio e máscara).

A precaução de não treinar sozinho ou nunca mergulhar sozinho têm seus motivos. Dois dos principais motivos são: a possibilidade da ocorrência do **Samba** e do **Apagamento**. O Samba pode aparecer os seguintes sintomas: tremores nas mãos, contrações musculares involuntárias, vertigem, náuseas, vômitos, dormências e formigamentos nas mãos ou também com síncope de curta duração, de aproximadamente cinco segundos. O apagamento por sua vez é tido como a perda da consciência durante o mergulho em apneia, normalmente durante a subida a superfície, causada pela queda brusca da pressão parcial do oxigênio no sangue arterial.

A ocorrência de uma síncope, mesmo de curta duração, dentro da água pode ocasionar em poucos segundos, o afogamento isso se não for socorrido. Os dois eventos, tanto o **Samba** como o **Apagamento** podem ocorrer separados ou em conjunto. E caso não houver uma intervenção a

tempo, provocará o afogamento e se não for socorrido imediatamente, a consequência ao afogamento infelizmente será a morte.

Usualmente, o surgimento do Samba e/ou o Apagamento no mergulho em apneia estão relacionados diretamente à técnica de hiperventilação realizada pelo mergulhador enquanto ele ainda está na superfície. A hiperventilação acontece quando o mergulhador ventila profundo e/ou rapidamente com o propósito de aumentar a concentração de oxigênio ( $O_2$ ) e baixar o índice da pressão parcial do dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Porém, ao contrário do que a maioria das pessoas possa pensar, de que a vontade de respirar se dá pela baixa concentração de  $O_2$  no organismo, na realidade a vontade de respirar se dá pela elevação da concentração de  $CO_2$  no sangue. O real gatilho da estimulação da vontade de respirar (voluntária ou involuntária) é essa concentração elevada de  $CO_2$  no sangue, pois aciona o centro respiratório localizado no bulbo cerebral. A hiperventilação provocará a redução do  $CO_2$  reduzindo ou retardando o estímulo respiratório e por consequência aumentará o tempo da imersão em apneia. No entanto, a hiperventilação aumenta pouco a concentração sanguínea de  $O_2$ . Talvez por pouco conhecimento sobre o assunto, infelizmente, esta é uma prática comum e perigosa entre os mergulhadores em apneia, por exemplo, aparece com frequência entre os praticantes da pesca submarina e muitas vezes com consequências fatais.

A hiperventilação reduz o  $\text{CO}_2$  a valores perigosamente baixos que pode chegar a quatro mmHg, enquanto o normal é de 35–34 mmHg e, em contra partida, aumenta a concentração do  $\text{O}_2$  arterial a valores mais altos e atingindo 98-100 mmHg, e o normal é de 94–96 mmHg. Os valores de saturações sanguíneas de  $\text{O}_2$  podem ser acompanhados com um aparelho denominado oxímetro, que se coloca na ponta do dedo indicador para fazer a medição (figura 12).



Figura 12 – Imagem de Oxímetro de dedo.

Por outro lado, a redução da concentração de  $\text{CO}_2$  arterial provoca uma alcalose respiratória e esta situação torna o sangue alcalino. Essa alcalose sanguínea poderá

gerar os sinais e sintomas do Samba/Apagamento. Outras causas podem favorecer o surgimento do Samba/Apagamento, como: a carbonarose; a hipercapnia (por causa de intervalo de superfície inadequado ou insuficiente); as subidas aceleradas de mais em direção à superfície (doença descompressiva, maior produção de  $\text{CO}_2$ ); a hipotermia (águas frias) gerando perturbações cardíacas graves, como arritmias ou bradicardias que também poderão levar ao apagamento e por consequência o afogamento.

Como já vimos a hiperventilação, como técnica de preparo para imersão se trata de um recurso insuficiente e sobre tudo perigoso. Então, qual técnica seria a apropriada? Inicialmente, para se responder a essa pergunta será necessário dizer que para ter um bom desempenho na imersão em apneia têm que aliar duas técnicas simultaneamente, a técnica da respiração e a técnica do relaxamento.

Evidente que existem diferentes técnicas para relaxamento, por exemplo, a Yoga trabalha muito bem essa questão. No entanto, aqui se limita em apresentar uma das técnicas, com uma possível variação, para utilização com objetivo de alcançar relaxamento pré-apneia. O relaxamento poderá ser obtido por meio da respiração lenta e profunda por aproximadamente cinco minutos, antes do início dos trabalhos em apneia, com saturação de  $\text{O}_2$  orgânico o suficiente.

No entanto, pode-se lançar mão se assim desejar, de uma pequena variação no início da sessão preparatório de pré-apneia. A variação consiste em iniciar a sessão de pré-apneia com o método clássico de respiração conhecida como respiração quadrada. Esse método de respiração, executada lenta e pausadamente, recebe esse nome de respiração quadrada, pois conta com quatro fases distintas e cada fase tem tempos iguais. São quatro segundos puxando o ar, depois uma pausa com os pulmões cheios por quatro segundos, mais quatro segundos esvaziando os pulmões e em seguida mais quatro segundos de pausa com os pulmões vazios. Depois de executar essas quatro fases de quatro segundos cada, começa-se novamente o ciclo.

Essa técnica da respiração quadrada poderá ser utilizada, tão somente, no primeiro minuto de preparação para a imersão no início da sessão de treinamento do dia, com o objetivo de promover o relaxamento do praticante. Pois, a técnica da respiração quadrada promove elevação da concentração de  $O_2$  acima de valores considerados normais (94–96 mmHg). Por isso, imediatamente em seguida a respiração passará para lenta e profunda, de forma que seja agradável (não forçada). A respiração lenta e profunda poderá perdurar por mais três a quatro minutos antes do início da imersão da sessão de treinamento. Esse tempo é o suficiente para o apneísta ficar relaxado, com o sangue e os tecidos saturados de  $O_2$  dentro de padrões de normalidade e assim afastar riscos (samba/apagamento). Após o término



da sessão preparatória e início das tentativas da apneia, daí por diante, durante os intervalos dentre uma tentativa e outra a respiração passa a ser sempre lenta e profunda, de maneira confortável para o praticante (não forçada).

No momento imediatamente antes da imersão, a técnica utilizada pelo apneísta para insuflar os pulmões e enchê-los em sua plena capacidade de armazenamento de ar, a respiração começa com o apneísta puxando o ar pela musculatura da porção inferior do tronco (abdome). Em seguida, o apneísta começa a puxar o ar com a musculatura torácica, com o máximo possível de expansão do seu tórax. Imediatamente após, começa-se a ação da musculatura clavicular para encher o restante do espaço pulmonar e o apneísta ainda nesse momento, eleva seu queixo e aproveita para encher também suas vias aéreas. Para os apneístas avançados ainda tem como comprimir mais ar nos pulmões com a respiração estilo "carpa", usa-se a boca para puxar o ar como um pistão. Somente após o apneísta ter sua capacidade máxima de armazenamento de ar que ele realiza o bloqueio e submerge na água.

Depois de submerso, o apneísta tem o desafio de entreter sua mente. Pois, o cérebro consome muito  $O_2$  quando em atividade e o resultado disso será redução do tempo obtido submerso, que não é o desejado. O bom apneísta consegue um relaxamento total de seu corpo, todos os músculos ficam relaxados e o cérebro em consonância com esse total relaxamento. Os pensamentos das atividades

cotidianas tem que dar lugar a pensamentos que estimule o bem-estar do apneísta na água. A sensação de bem-estar e, conseqüente relaxamento, promove redução de demanda metabólica por  $O_2$  do organismo, assim o apneísta conseguirá melhores marcas de tempos. Para isso, o entretenimento mental se torna fundamental nesse processo de obtenção do relaxamento total.

Então, como conseguir o entretenimento mental? Qual a melhor estratégia? Bom, essa operação de ajuste e síntese interna implica num processo de aprendizado, que envolve a criatividade e memória individual de cada apneísta. Está incluso nesse processo, o apneísta conseguir um controle mental para acionar apenas as porções musculares necessárias, para se manter na posição desejada ou para se mover. Isso significa que, quando se aplica força nas pernas para a propulsão não se deve apertar a língua dentro da boca, a língua deverá permanecer relaxada. O apneísta tem que desenvolver a capacidade de aplicar a força, tão somente necessária, para o tônus muscular ou para a ação desejada e, imediatamente em seguida, conseguir novamente o relaxamento total. Em outras palavras, conseguir executar ações mais eficientes e ao mesmo tempo mais econômicas. Ao alcançar o **entretenimento mental autógeno** (gerado pelo próprio praticante), o apneísta começa a se conscientizar de cada parte de seu corpo e passa a gerenciá-las, reduzindo ao mínimo a tensão muscular.

Completada essa fase, o desafio passará a ser o aspecto emocional, de manter a mente ocupada, para enganar o tempo para que passe rápido. O apneísta criará uma barreira mental protetora, para afastar todos os pensamentos perturbadores, que serão desativados pela sua mente, que estará fora de seu tempo em uma viagem. Como assim? Cada apneísta desenvolve sua própria estratégia. Serão apresentadas aqui algumas estratégias para exemplificar:

- a estratégia de **repetir frases específicas e particulares**, como, "meu corpo está completamente relaxado" ou "meus músculos estão distendidos";
- a estratégia de **passar em revista cada parte do corpo mentalmente**, como, "meu tornozelo direito está relaxado", "meu tornozelo esquerdo está relaxado", "minha panturrilha direita está relaxada", "minha panturrilha esquerda está relaxada", assim por diante até chegar cabeça. Cada vez que citarmos um ponto específico do corpo deveremos nos concentrar nele e senti-lo, só então passar para o próximo ponto;
- a estratégia de **escutar os ruídos ao nosso redor**, partindo de sua fonte e imaginar a cena, por exemplo, se você escutar a voz de uma criança imaginar como ela está vestida, qual sua fisionomia

ou o quê ela está fazendo. E se você escutar um pássaro cantando imaginar o galho que ele está pousado ou o vento balançando suas folhas;

- a estratégia de **se concentrar nos próprios batimentos cardíaco** e imaginar o sangue circulando pelos dedos dos pés, subindo pelo tronco até chegar na cabeça. Acompanhar a circulação e imaginar que os batimentos cardíacos e que seu ritmo está diminuindo;
- a estratégia de **cantarolar uma música**, uma música agradável e, de preferência, que você sabe o tempo de duração dela. Pois assim terá noção do tempo que você está em apneia;
- a estratégia de **imaginar estar em um lugar paradisíaco**, extremamente confortável e aconchegante. Lugar esse, que você gostaria de permanecer por horas se fosse possível;
- a estratégia de **imaginar estar em um lugar inusitado e inteiramente imaginário**, por exemplo, estar se deitando e se aconchegando confortavelmente em uma nuvem, igual aos desenhos animados;
- A estratégia de **imaginar movimentos rítmicos e harmoniosos**, como o movimento de uma onda

passando por cima de uma pedra e provocando roda moinhos. Conciliar o movimento da onda imaginária com o ritmo cardíaco ou da brisa movendo as folhas do coqueiro.

O entretenimento mental aqui, se retrata por qualquer método capaz de organizar os pensamentos para se atingir o objetivo de alcançar melhores marcas de tempos em apneia. Pois, com a elevação da concentração de  $\text{CO}_2$  no organismo desencadeará uma vontade quase que irresistível de respirar. Essa vontade de respirar se acentua por volta do primeiro minuto em bloqueio respiratório, com sensação de contrações abdominais desconfortáveis (de duas a três contrações). Se o apneísta tiver um bom controle mental e resistir às vontades de respirar, que surgiram no primeiro minuto, as contrações desconfortáveis cessarão e o apneísta seguirá para o segundo minuto em bloqueio respiratório sem problema. Pois existe quantidade suficiente de  $\text{O}_2$  no corpo, para atender a baixa demanda do organismo, que se encontra em apneia.

Ao final do segundo minuto em apneia as contrações abdominais indesejáveis e desconfortáveis voltam e, novamente, se acentua a vontade de respirar quase que irresistível. Mais uma vez o apneísta terá que se valer de seu apurado controle mental para resistir e continuar em apneia, porque ainda têm quantidade de  $\text{O}_2$  compatível com sua demanda metabólica. Por meio de seu controle mental e

entretenimento de seus pensamentos, o apneísta poderá seguir para o terceiro minuto e assim sucessivamente por mais alguns minutos em apneia. Daí por diante, o sucesso do apneísta passará a depender de sua aptidão para o desporto de apneia e de seu treinamento.

O treino de apneia não poderá ser solitário, pois como já vimos a regra de ouro para o treinamento de apneia é: **“nunca treinar sozinho”**, por questão de segurança. A sugestão de logística de treinamento consiste em no mínimo em dupla. Na apneia estática o apneísta fica relaxadamente em posição pronada com suas vias aéreas submersas enquanto sua dupla ficará ao seu lado cronometrando o tempo. A dupla dará um pequeno toque no ombro do apneísta a cada 30 segundos, por sua vez o apneísta responderá ao toque com um leve sinal com o dedo indicador, com o mínimo de gasto energético. Depois do primeiro minuto, ou seja, depois da dupla ter dado dois toques de 30 segundos, o toque passará a ser de 15 em 15 segundo. Nos casos do apneísta não responder ao toque da dupla, se ocorrer o samba, se o apneísta começar a soltar ar, pois o combinado é do apneísta ficar em bloqueio respiratório sem soltar o ar, nesses casos a dupla retirará o apneísta imediatamente da água. No caso de serem dois apneístas treinando juntos, depois de três tentativas do primeiro apneísta ocorrerá a troca de posição, o apneísta passará a ser o cronometrista e o cronometrista passará para a posição do apneísta e se dá seguimento nos treinos.

As primeiras tentativas do treino são as menores marcas de tempos, as melhores marcas de tempos ocorrem, geralmente, após o apneísta estar aquecido depois de algumas tentativas.

### **MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS DO AFOGAMENTO**

O afogamento se constitui em risco real a vida dos praticantes de atividades aquáticas. Em caso de dificuldade dentro da água que impede a pessoa de manter as vias aéreas livres de líquido, quer seja, cuspiendo a água que entra pela boca e/ou engolindo-a voluntariamente, se essa situação não for interrompida rapidamente culminará em afogamento. O afogamento é tido como resultado de asfixia com prejuízo na troca gasosa parcial ou total por imersão ou submersão em qualquer meio líquido (Ex.: água doce, água salgada, água salobra de canais ou mangues, óleos, etc). Portanto, o conhecimento sobre o assunto é um importante elo para prevenir, planejar com segurança as atividades aquáticas, reduzir riscos e evitar o afogamento. Qual o mecanismo do afogamento? Tem diferença do afogamento em água salgada em relação ao afogamento na água doce?

Desde a década de 50 a medicina já entendia e divulgava em literatura acadêmica estudos sobre os mecanismos envolvidos no afogamento. Na maioria dos casos de afogamento que ocorre em água doce, com raras exceções, a água aspirada para os pulmões passa para a corrente sanguínea em poucos minutos por osmose, em

aproximadamente três minutos. Pois, o sangue tem maior concentração de solutos do que a água doce que se encontra nos pulmões e por osmose pela membrana alveolar/capilar a água se transfere dos pulmões para o sangue causando hipervolemia sanguínea. Esse aumento do volume sanguíneo na circulação causa também diluição do sangue, com consequente distúrbio no equilíbrio ácido básico. Evidente que essas alterações fisiopatológicas dependem da quantidade de água aspirada. Na sequência, em alguns minutos depois, se dá origem à fibrilação ventricular com insuficiência cardíaca levando rapidamente a morte.

Como vimos, o afogamento em água doce ocasiona hemodiluição. Porém, a ocorrência de afogamento na água salgada é diferente, produz hemoconcentração. A água salgada possui uma concentração de solutos maior que a concentração de solutos encontrado no sangue, então o percentual de água contido no sangue passa rapidamente para os pulmões, por osmose pela membrana alveolar/capilar, isso não leva mais que aproximadamente três minutos. Assim, o sangue fica muito mais viscoso, dando origem a fibrilação ventricular seguido de um início gradual de insuficiência cardíaca e, por consequência, conduz a morte. Em relação a hemodiluição que acontece no caso do afogamento em água doce, os níveis de potássio no sangue em vez de diminuir ele aumenta. Isto porque ocorre a hemólise das células vermelhas, que por sua vez, libera potássio no plasma sanguíneo. A concentração de cálcio se



mostra baixa por causa da hemodiluição. A apresentação de alto nível de potássio e baixo teor de cálcio resulta em um fator importante para causar fibrilação ventricular, insuficiência cardíaca e morte.

O afogamento na água salgada ocorre o aumento da relação sódio e potássio, porém não atinge uma concentração no qual a fibrilação ventricular é precipitada, exceto em casos excepcionais. O afogamento ocorrido tanto na água doce como na água salgada, o mecanismo de afogamento dependerá de dois principais fatores: da asfixia e da concentração de sais contido no fluido. Pode eventualmente haver outras complicações secundárias, como, à presença de algas, esgoto ou resíduos na água inspirada.

A sequência esperada para o caso de afogamento inclui em primeiro o pânico e depois a luta violenta com a água com movimentos instintivo da natação. Usualmente se segue por período de apneia voluntária por um ou dois minutos seguidos, com eventuais tentativas de respirar. Nesse cenário a água pode ser inalada involuntariamente, por consequência causará espasmos na glote seguidos de desesperadas tentativas de inspiração. Em torno de dez a 15 por cento dos casos de afogamento o espasmo da glote já é o suficiente para causar morte por asfixia, sem que entre água nos pulmões (existe literatura que aponta percentuais menores – ex.: 2%). Somente entrará água nos pulmões a não ser que a inconsciência resulte em relaxamento e mais

tarde o espasmo cesse, ou seja, se o processo de espasmo seja interrompido.

Na maioria dos casos de afogamento (de 85% a 90%), água engolida induz ao vômito. Com a aspiração de água para os pulmões, ocasiona tosse (como uma resposta reflexa), respiração ofegante com esforço expiratório com o aparecimento de espuma esbranquiçada e fina pela boca ou nariz e às vezes mesclada com mancha de sangue. Depois de algumas respirações ou tentativas de respirar, o esforço consciente cessa e é seguido por espasmos convulsivos, dilatação das pupilas e morte clínica.

Com a aspiração da água para o interior dos pulmões, tanto da água salgada como da água doce provoca a lavagem da substância que mantém os alvéolos pulmonares abertos, que é o surfactante. Como consequência da lavagem do surfactante, se rompe parte da integridade dos alvéolos e compromete sua função, causando edema pulmonar e diminui sobremaneira a troca gasosa (de O<sub>2</sub> e do CO<sub>2</sub>) dos alvéolos para o sangue e vice-versa. Afogamentos ocorridos em água salgada não alteram a qualidade do surfactante, somente compromete a sua quantidade, diferentemente dos afogamentos em água doce que causa alterações qualitativas e quantitativas, com produção de maior área de colapso alveolar (total ou parcial).

Com a entrada de fluidos nos pulmões e com a perda de surfactante, o efeito combinado desses dois fatores, resulta em redução da complacência pulmonar (compromete sua

elasticidade), ocasionando aumento da área de *shunt* arterial intrapulmonar (desvio sanguíneo – artérias/veias), atelectasias (colapso parcial dos pulmões) e broncoespasmos.

Um mecanismo do afogamento aparte são os ocorridos em águas geladas, com temperaturas inferiores a 15 graus. O afogamento em águas geladas causa hipotermia grave nas vítimas, com melhor prognóstico de tratamento. Existem registros de vários casos de recuperação completa após submersão prolongada em água gelada. O maior tempo registrado em literatura de submersão em água gelada foi de uma criança em 1988 com 66 minutos de submersão, com recuperação completa – sem sequelas.

Mas, de modo geral as alterações fisiopatológicas mais significativas decorrem da hipóxia e acidose metabólica e o órgão alvo com maior comprometimento são os pulmões.

Como já vimos e para reforçar, a definição de afogamento é o resultado de asfixia por imersão ou submersão em qualquer meio líquido. O **afogamento primário** se dá pelo simples fato da asfixia por imersão ou submersão, mas o afogamento poderá ocorrer por causas secundárias. O **afogamento secundário** está associado a situações que precipitam o afogamento, já que impossibilita e dificulta a vítima em se manter na superfície da água e acaba por aspirar à água. As situações mais comuns são: o uso de drogas – que quase sempre por álcool, crise convulsiva, traumas, doenças cardiopulmonares, mergulho

livre ou autônomo, e outras causas (Ex.: cãibras, hidrocussão). O uso do álcool é considerado como o fator mais importante na causa de afogamento secundário.

Na prática desportiva aquática além da preocupação e da prevenção do afogamento, primário e/ou secundário, existem duas outras situações a se prevenir (figura 13, pág. 101). Uma delas é a hidrocussão ou "síndrome de imersão", conhecido popularmente como "choque térmico". A hidrocussão é uma síncope provocada por uma arritmia do tipo bradicardia ou taquiarritmia, desencadeada pela súbita exposição à água com temperatura de 5 °C abaixo da temperatura corporal. Portanto, poderá ocorrer em águas com temperaturas tão "quentes" quanto 31 °C, frequentemente presente em algumas regiões do País, por exemplo no nordeste ou em piscinas. Quanto maior a diferença de temperatura, maior a possibilidade de sua ocorrência. Essa síncope promove a perda da consciência e, por consequência, o afogamento secundário.

A outra situação preocupante é a hipotermia (temperatura corporal interna menor que 35,5 °C), causada por exposição a água fria. A hipotermia é uma condição grave na qual o corpo esfria ao ponto de não conseguir manter as suas funções metabólicas normais para o bom funcionamento corporal, em casos mais severos poderá causar a morte.

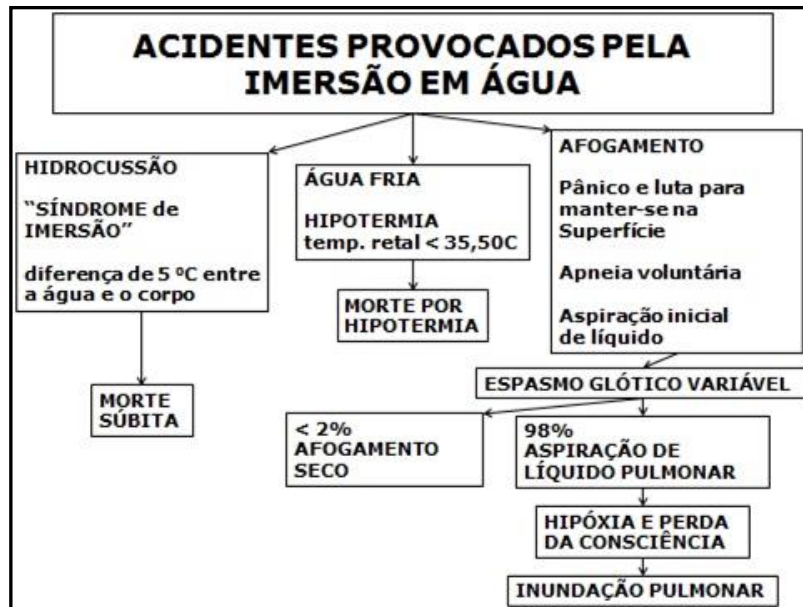


Figura 14 – Tipos de acidentes na água e suas fases de afogamento – (adaptado de Dr. David Szpilman, 2000).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALAD, Luciana Silva et al. Mulheres e esporte de risco: um mergulho no universo das apneístas. **Motriz: rev. educ. fis. (Online)**, Rio Claro, v. 17, n. 2, p. 225-234, June 2011. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-65742011000200001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-65742011000200001&lng=en&nrm=iso)>. access on 24 July 2018. <http://dx.doi.org/10.5016/1980-6574.2011v17n2p225>.

Associação Internacional para o Desenvolvimento da Apneia – Brasil. <<http://www.aidabrasil.com.br/>>, acesso em 18 de set. de 2018.

BECK E.F., BRANCHE C.M., SZPILMAN D., MODELL J.H., BIRENS J.J.L.M. A New Definition of Drowning: Towards documentation and Prevention of a Global Health Problem; **Bulletin of World Health Organization** - November 2005, 83(11).

BOLTE R.G., BLOCK P.G., BOWERS R.S., et al. The use of extracorporeal rewarming in a child submerged for 66 minutes. **JAMA** 1988;260:377-9.

DELORS, J. (Coord.). **Educação**: um tesouro a descobrir: relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre

Educação para o século XXI. São Paulo: Edições Cortez Editora, 1999.

Diving Science & Thechnology. **Manual Open Water Diver**. Ed. PADI, Versão 2.11, USA, 2010.

Gallahue, D, L., Ozmun, J. C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. 3ª Ed. Phorte, São Paulo, 2005.

Miguens, A. P. **Navegação: a Ciência e a Arte**. Niterói (RJ): Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2005.

MODELL J.H., KETOVER A. Clinical course of 91 consecutive near-drowning victims. **Chest** 1976;70:2.

Munatones S. **Open Water Swimming Improved performance for swimmer sand triathletes**. Ed. Human Kinetics, USA, 2011.

NOBLE C. S. & NOBLE SHARPE B.A. Drowning. Its Mechanism and Treatment. **Canad. Med. Ass. J.** Aug. 31, vol. 89, 1963.

PELIZZARI, U. & TOVAGLIERI, S. **Corso di apnea**. Badalona (Espanña): Editorial Paidotribo, 2017.

Strauss, M. B. & Aksenov, I. V. **Diving Science essential physiology and medicine for divers**. Ed. Human Kinetics, USA, 2004.

SZPILMAN, D. Trindade, R. Viegas, S. Meyer, K. Prevenção do Afogamento no Mergulho em Apnéia. **Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático – SOBRASA**, Rio de Janeiro, Jul. 2015. <[http://www.sobrasa.org/new\\_sobrasa/arquivos/recomendacoes/Prevencao%20do%20Afogamento%20no%20Mergulho%20em%20Apneia.pdf](http://www.sobrasa.org/new_sobrasa/arquivos/recomendacoes/Prevencao%20do%20Afogamento%20no%20Mergulho%20em%20Apneia.pdf)>. Acesso em: Julho 2018.

SZPILMAN, David. Afogamento. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói, v. 6, n. 4, p. 131-144, ago. 2000. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-86922000000400005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922000000400005&lng=pt&nrm=iso)>. acesso em 15 fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922000000400005>.

Tomikawa M, Shimoyama Y, Nomura T. **Factors related to the advantageous effects of wearing a wetsuit during swimming at different submaximal velocity in triathletes**. Journal of Science and Medicine in Sport (2008) 11, 417–423.





**Preferencialmente viver o que se fala!**



ISBN: 978-65-900662-0-6



9786590066206

