
MERGULHO AUTÔNOMO curso básico



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

Introdução	3	Barotraumas	19
O que é mergulho autônomo	4	Facial (de máscara)	19
		Orelha média e externa	20
Equipamentos	4	Manobra de Valsalva	21
Máscara	4	Seios da face	21
Respirador	5	Bloqueio reverso	21
Nadadeiras	6	Pulmões	21
Roupas Isotérmicas	7	Dentes	22
Hipotermia e Hipertermia	7	Intestinos	22
Capuz	7	Efeitos indiretos da pressão	22
Cinto de Lastro	8	Lei de Henry	22
Cilindros	8	Doença Descompressiva	23
Colete Equilibrador	9	Tabelas de mergulho	24
Regulador ou Válvula de Demanda	9	Limite não descompressivo	24
Manômetro / Profundímetro	9	Tempo de fundo	24
Acessórios	10	Grupos de pressão	24
A respiração no Mergulho	11	Paradas descompressivas	25
Meio Ambiente	11	Paradas de segurança	25
Correntes e marés	12	Nitrogênio residual	25
Sinais de Comunicação	13	Contingências	27
Seres Marinhos	14	Voar após o mergulho	28
		Efeito das drogas no mergulho	28
Física aplicada ao mergulho	16	A mulher no Mergulho	29
Efeitos diretos da pressão	16	Gravidez	30
Equivalências de unidades	17	Cálculo de Autonomia	31
Lei de Boyle	18	Procedimentos de Segurança	32
Princípio de Arquimedes	19	História do mergulho	34



Introdução:

Parabéns pela sua decisão de fazer um curso de mergulho.

Essa apostila não pretende esgotar nenhum assunto, mas sim prestar fundamentos para que você possa compreender em âmbitos gerais o universo do mergulho autônomo.

Um bom mergulhador nunca interrompe seus estudos, acrescentando informações e experiências à sua vida no mergulho. Esteja sempre atento aos ensinamentos deste novo mundo que você está prestes a conhecer. Um mundo onde nós somos intrusos limitados à nossa dedicação e aperfeiçoamento.

Um bom mergulhador não interfere, mas sim interage com um meio que pode lhe agredir ou acolher, dependendo da sua conduta.

Reconheça e respeite a imensidão azul, ao entrar no Mar, faça-o como se estivesse entrando na casa de alguém que pode vir a ser seu amigo. Aos poucos, sua amizade vai se estreitando e ele o acolherá como a um filho. Sinta-se então livre, ouça os sons de suas bolhas se misturarem aos sons dos crustáceos nos paredões de rochedo, sinta o movimento das águas e flutue. Neste momento seu corpo e sua mente atingem dimensões incompreensíveis, e você será parte de um todo.

Marcellus Bellezzo
Instrutor NAUI
42.493



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

O que é mergulho autônomo?

No mergulho autônomo utilizamos o equipamento SCUBA (Self Contained Underwater Breathing Apparatus), composto basicamente por um ou mais tanques de ar comprimido (cilindros), arreios para mantê-lo preso ao mergulhador (coletes) e válvulas de demanda para regular a saída de ar (reguladores).

Quando mergulhamos apenas utilizando o ar dos pulmões, chamamos de mergulho em Apnéia ou mergulho livre.

O que você vai aprender no curso autônomo básico?

Em um curso de mergulho autônomo básico, você aprenderá sobre os equipamentos e técnicas para utilizá-los com segurança até uma profundidade de 18m ao nível do mar ou até 300 metros de altitude (mergulhos mais profundos ou em regiões mais elevadas, necessitam de cursos complementares). Compreenderá os efeitos diretos e indiretos da pressão no nosso organismo e as consequências fisiológicas da variação de pressão. Aprenderá as influências do meio ambiente e como a imersão afeta os nossos sentidos.

Concluindo o curso “mergulho autônomo básico” você estará apto a iniciar sua vida de mergulhador e desfrutar dos prazeres do mundo subaquático.

EQUIPAMENTOS:

É extremamente importante conhecer e saber utilizar todos os equipamentos que envolvem o mergulho. Um bom uso do equipamento trará mais conforto e mais segurança durante o seu mergulho.

Máscaras de mergulho

As máscaras de mergulho servem basicamente para proporcionar visão dentro d'água.

Quando tentamos abrir os olhos dentro d'água, nossa visão fica embaçada, porque a imagem é formada além da retina, como se tivéssemos hipermetropia. Essa distorção é devido à diferença de densidade da água em relação ao ar e a maneira com que a luz entra no olho humano formando a imagem. A máscara criará uma camada de ar entre o olho e o meio líquido, resolvendo essa situação.

Contudo a refração entre os dois meios (água e ar) causará outra distorção, aumentando e aproximando a imagem com relação ao observador. Por isso, quando vemos um objeto submerso com auxílio da máscara, esse nos aparentará ser maior na ordem de 25% e também mais próximo do que realmente está.

Características das máscaras de mergulho

Campo visual: As máscaras de uma maneira geral, limitam a nossa visão lateral, como se fosse um tapa-olho colocado no cabresto do cavalo. É exatamente essa sensação que temos com algumas máscaras que reduzem muito nossa visão periférica. Procure máscaras que não restrinjam o campo visual.

Volume interno: Chamamos de volume interno de uma máscara a quantidade de ar que ela aprisiona ao ser colocada no rosto. Quanto maior o volume interno, maior será a necessidade de compensar a máscara durante a descida (soltando ar pelo nariz). Algumas pessoas sentem-se mais confortáveis com máscaras grandes enquanto outras preferem as pequenas, contudo é bom lembrar que enquanto você estiver utilizando equipamento autônomo, terá uma boa reserva de ar para compensar sua máscara, ao passo que ao praticar mergulho em apnéia dê preferência às máscaras de volume interno reduzido. Outra boa observação é que toda máscara de mergulho deve envolver nosso nariz, para que possamos justamente



soltar ar dentro dela e assim compensá-la, independentemente do seu tamanho. Portanto, óculos de natação nunca devem ser utilizados para mergulho.

Lentes: As lentes de uma máscara podem ser de acrílico, vidro ou outro material transparente e com boa resistência mecânica, contudo se forem de vidro, esse deve receber tratamento térmico (vidro temperado) pois caso venha a se partir, o risco de ferir gravemente o mergulhador é muito menor, pois o vidro temperado quebra em fragmentos pequenos ao invés de estilhaçar formando lamínas cortantes e perfurantes como faz o vidro normal. Ao contrário do que imaginamos, quando compensamos uma máscara, anulamos a diferença de pressão interno-externo; desta forma as lentes não precisam resistir a grandes variações de pressão, sendo importante que resistam a impactos acidentais.

Porque a máscara embaça?

As lentes são superfícies frias por estarem em contato com a água externamente. Ao colocar a máscara no rosto, nós aquecemos o ar que fica aprisionado, provocando uma condensação do vapor d'água existente no ar, na face interna da lente. Essa condensação fica mais evidente, quando soltamos ar pelo nariz, pelo fato da nossa exalação ser úmida e quente. A condensação é a passagem da água do estado gasoso (vapor d'água) para o estado líquido, que são as gotículas que se prendem no vidro, provocando a dificuldade de enxergar.

Como evitar que a máscara embace?

O método mais comum e mais utilizado pelos mergulhadores, para evitar que a máscara embace, é salivar na parte interna das lentes. A saliva contém enzimas que quebram a tensão superficial da água, impedindo que a gota se forme. Desta forma, a água proveniente da condensação escorre pelo vidro e ele não embaça. É bom lembrar que devemos salivar a máscara enquanto ela ainda estiver seca e depois, mantenha as lentes molhadas para a saliva não secar completamente. Enquanto ela estiver no seu rosto, a própria condensação fará esse trabalho, mas quando removê-la, procure deixar a máscara cheia d'água, se você for utilizá-la em breve.

Outros produtos reagem da mesma forma, quebrando a tensão superficial da água: Sabão em pó, creme dental, detergente e soluções específicas. De uma forma geral a saliva é o mais eficiente, desde que você não “economize enzima” e aplique com a lente seca.

RESPIRADOR (SNORKEL)

Um respirador nada mais é do que um tubo com a função de auxiliar na respiração, levando o ar atmosférico até os pulmões, enquanto flutuamos na superfície com o rosto dentro d'água. Basicamente podemos dizer que ao respirar pelo snorkel estamos economizando energia. Como isso acontece?

Imagine você em Bonito, fazendo um mergulho de flutuação (*snorkeling*) no Rio Sucuri, observando inúmeras espécies de peixes naquela água cristalina. A sua máscara está bem salivada para que não embace, mas você está sem o respirador. Toda vez que quiser respirar, você deverá erguer a cabeça para fora d'água, tirando o “peixe” do seu campo visual e depois permanecer em apnéia enquanto observa novamente o fundo do rio. Esse processo demanda um consumo elevado de energia, pois nossa cabeça é bem pesada. Os cetáceos (mamíferos adaptados ao meio aquático) possuem seu respirador natural localizado acima da cabeça, justamente para facilitar o processo de respiração. Nós usamos um respirador artificial, o snorkel.

Existem dois tipos básico: com válvula e sem válvula.



As válvulas foram adicionadas ao snorkel para facilitar o esgotamento da água contida no seu interior. Mas elas podem atrapalhar o mergulhador, caso este não saiba a técnica correta de esgotamento com válvula descrita a seguir:

Ao emergir de um mergulho para nova respiração, o mergulhador não deverá tirar a cabeça para fora d'água, (pois senão, a principal função do respirador que é de economizar energia, ficará perdida), permanecendo em flutuação. Neste momento devemos esgotá-lo para iniciar nova respiração. Com um snorkel convencional deve-se assoprar o mais forte possível, esvaziando os pulmões e purgando toda a água que será jogada para cima. Contudo se estivermos utilizando um snorkel com válvula, devemos aguardar que a água saia naturalmente pela válvula, e só então soltar o ar dos pulmões naturalmente. Isso fará que a sobra de água seja eliminada sem maior esforço (economizando mais energia). Se você assoprar fortemente um snorkel valvulado assim que atingir a superfície, todo seu ar sairá pela válvula, sem eliminar totalmente a água.

O snorkel no mergulho autônomo

O snorkel só pode ser utilizado na superfície, portanto parece inapropriado o seu uso durante o mergulho autônomo. Contudo, ele passa a ser um equipamento de segurança, garantindo o retorno à embarcação quando ficamos desprovidos de ar nos cilindros, ou mesmo para economia de ar enquanto estivermos na superfície, principalmente se o mar estiver agitado, o snorkel evita que você beba água da marola. Dica: habitue-se a mantenha seu snorkel do lado esquerdo da máscara, pois o regulador de ar do equipamento SCUBA virá pelo lado direito.

NADADEIRAS

As nadadeiras, popularmente chamadas de “pé-de-pato”, servem para ajudar no deslocamento do mergulhador. Sem as nadadeiras, fica muito difícil “arrastar” todo seu equipamento dentro d'água, o que as torna de grande importância no mergulho autônomo.

Existem nadadeiras abertas e fechadas: as mais comuns são as fechadas, onde o mergulhador calça utilizando uma meia para proteção dos pés. As abertas possuem tiras de ajuste no calcanhar, podem ser usadas com botas, aumentando o conforto durante o mergulho. Contudo a melhor nadadeira é aquela que você se sinta confortável ao usá-la, não importando modelo, cor ou preço.

Com relação ao tamanho das palas, que são as pás da nadadeira, podemos dizer que quanto maior elas forem, mais velocidade podem imprimir ao mergulhador, contudo são mais desajeitadas para iniciantes. Normalmente utilizadas por cinegrafistas e fotógrafos sub, onde a velocidade é uma necessidade de trabalho.

Palas curtas promovem mais força de tração e menos velocidade. Analogamente, podemos dizer que as palas curtas são como a primeira marcha de um carro e as longas uma quarta marcha, adquirindo velocidade mas perdendo força e agilidade.

No mergulho autônomo, costuma-se utilizar as nadadeiras tipo pala média. É importante salientar que durante um mergulho de observação, você deve deslocar-se com o mínimo de velocidade possível. Isso fará com que os animais não se assustem com a sua presença e assim poderá interagir muito melhor com um meio onde você é o intruso.

O uso incorreto das nadadeiras, propiciam o levantamento de sedimentos depositados no fundo, sujando a água e agredindo o eco-sistema, prejudicando muitas espécies de organismos vivos. Só como exemplo, corais podem deixar de se desenvolver pelo simples fato de conter areia nos seus pólipos.

Para evitar a “suspensão” nade afastado do fundo, pelo menos um metro e meio, até que você desenvolva a técnica correta de batimento de perna.



ROUPAS ISOTÉRMICAS (NEOPRENE)

A principal função de uma roupa de mergulho é nos proteger do frio. A água é em média 25 vezes mais termo-condutiva que o ar. Isso faz com que nosso corpo perca calor para a água muito mais rápido que para nosso ambiente nato, a atmosfera. Mesmo em regiões tropicais, onde a água é agradável, nossa permanência nela por algum tempo fará com que a temperatura do corpo abaixe, podendo levar a um quadro de hipotermia.

O que é hipotermia?

Hipotermia quer dizer pouca temperatura. O ser humano precisa manter seu corpo a uma temperatura de aproximadamente 37°C. Quando sentimos frio, é sinal que nosso corpo está perdendo temperatura. Se nenhuma providência for tomada para reverter ou estabilizar o quadro, partiremos para a hipotermia, passando pelos seguintes sintomas: Tremedeiras e insensibilidade nas extremidades, lábio e pele roxos (cianose), restrição e perda de movimentos (entanguimento) podendo em um estágio muito elevado, levar a uma parada cardíaco-respiratória.

Como as roupas de mergulho funcionam?

As roupas são confeccionadas com espuma de borracha airada comercialmente chamado de *neoprene*; um material impermeável, térmico e elástico, permitindo nosso movimento, mas impedindo a passagem da água. Alguns modelos de roupa (roupas úmidas ou semi-secas) permitem a entrada de água pelos punhos e zíperes, fazendo você entrar em contato com a água. Contudo o calor do seu corpo aquecerá essa pequena quantidade de água que será mantida dentro da roupa ou trocada lentamente com o ambiente externo, promovendo conforto térmico.

As roupas isotérmicas quando utilizadas fora d'água podem abafar nosso sistema natural de ventilação e promover o super-aquecimento do corpo, chamado de Hipertermia. Para evitar a hipertermia você pode molhar a roupa assim que vesti-la ou mantê-la somente até a cintura, permitindo a ventilação na região do tronco e pescoço.

As roupas são responsáveis por grande parte na nossa flutuabilidade, pois a espuma de *neoprene* funciona como um salva-vidas. Desta forma, quanto mais espessa for a roupa, maior será seu conforto térmico, mas também mais dificuldade teremos para afundar, necessitando de muito mais lastro (peso de chumbo). Em águas tropicais como temos no Brasil, a espessura de 5mm é a mais utilizada pelos mergulhadores.

Considerações sobre o capuz: Aproximadamente, um quarto (25%) de todo o calor que perdemos para o ambiente é através do pescoço e cabeça, por ser uma região muito vascularizada. Portanto o uso de um capuz aumenta sensivelmente o conforto térmico durante o mergulho. Contudo, deve-se tomar cuidados extras ao utilizá-lo: O capuz muito apertado (principalmente no pescoço) pode estimular o “reflexo do seio carotídeo” e com isso provocar numa baixa de pressão arterial, levando o mergulhador ao apagamento. Outro cuidado que se deve tomar ao mergulhar com capuz é abrir as suas laterais na altura da orelha, para permitir a entrada de água no conduto auditivo, evitando uma lesão chamada barotrauma de orelha externa que será explicada mais adiante.



CINTO DE LASTRO

Como vimos no item anterior, as roupas promovem muita flutuabilidade, o que de fato é bom para segurança no mergulho, uma vez que o mergulhador pode permanecer na superfície mesmo quando retira todo o seu equipamento. Porém, ele também precisa estar com sua flutuabilidade neutra para durante o mergulho poder permanecer parado a uma determinada profundidade, sem que para isso precise bater as pernas ou fazer qualquer esforço físico. Utilizamos então um adicional de peso que chamamos de lastro, para compensar o excesso de flutuabilidade. O lastro é composto basicamente de chumbo emborrachado, preso por uma fita de *nylon* com sistema de fecho de abertura rápida, que procuramos manter no nosso centro de gravidade (próximo à cintura). Outros sistemas de lastreamento serão estudados no curso de técnicas avançadas.

A quantidade de lastro correta que um mergulhador deva utilizar, vai depender de vários fatores. Você aprenderá durante esse curso, como determinar a quantidade de lastro ideal, mas basicamente o valor é obtido empiricamente.

Nunca devemos entrar ou mesmo ficar próximo à beira d'água com o cinto de lastro na cintura, a menos que estivermos com as nadadeiras calçadas.

Com o cinto de lastro e sem as nadadeiras, o mergulhador corre o risco de não conseguir manter-se sobre a água. Caso isso aconteça acidentalmente, devemos remover o cinto deixando que ele vá ao fundo. Esse é um dos motivos pelo qual o sistema de fecho deve ser de desengate rápido.

Procure conhecer o peso do seu lastro e anotá-lo em sua tabela de mergulho, pois é comum esquecer deste valor e sofrer com um lastro errado durante o mergulho. O lastreamento ideal fará você aproveitar muito mais o seu mergulho, com maior segurança e conforto.

CILINDROS

Os cilindros são à base do mergulho autônomo. No seu curso de mergulho básico recreativo, utilizamos apenas ar comprimido nos cilindros, outras mesclas gasosas são utilizadas em algumas especialidades como Nitrox, Trimix, Heliox etc.

O cilindro basicamente é um vaso de pressão que suporta uma pressão de trabalho aproximadamente duzentas vezes maior que a pressão atmosférica. É a nossa reserva de ar durante o mergulho.

Testes visuais são feitos anualmente para verificar a corrosão interna e externa do cilindro, com atenção especial aos fios de rosca que seguram a torneira. Também são realizados testes hidrostáticos a cada cinco anos. Esse teste consiste em submeter o cilindro a uma pressão de 5/3 (aproximadamente 150%) da pressão de trabalho, onde é observada a dilatação que ele sofrerá, podendo condená-lo ao uso. No gargalo podemos observar a data do último teste hidrostático. Obs: o teste leva esse nome, pois o cilindro é submetido a água pressurizada. Caso haja o colapso estrutural do cilindro, esse não explode, pois os líquidos são incompressíveis nas pressões do teste. (qualquer dúvida, pergunte ao seu instrutor, ele lhe explicará mais detalhadamente como um teste hidrostático funciona).

Para o mergulho, existem basicamente dois tipos de cilindros: os de alumínio e os de aço.

Os cilindros de alumínio são mais leves e caracterizam-se por terem flutuabilidade negativa no início do mergulho e positiva quando próximos à reserva (final do mergulho). Os de aço no entanto, são mais pesados e sempre negativos. No mergulho recreativo, você encontrará para locação, predominantemente



os cilindros de alumínio de 11 litros. Eles foram projetados para evitar que o mergulhador exceda o limite de tempo no mergulho até dezoito metros, que é a profundidade máxima para mergulhadores iniciantes.

COLETE EQUILIBRADOR

Os cilindros são presos a uma jaqueta inflável que denominamos colete equilibrador. Existem outros tipos de coletes que não se parecem com uma jaqueta, mas eles serão vistos em outras modalidades de mergulho.

O colete poder ser enchido com o ar do cilindro ou mesmo dos pulmões, e ele nos garante flutuabilidade positiva quando inflado. Ele é um verdadeiro salva-vidas na superfície.

Ao retirarmos o ar contido no nosso colete, podemos iniciar o mergulho. Com o aumento da profundidade e consequente aumento da pressão ambiente, o mergulhador tende a ficar com a flutuabilidade cada vez mais negativa (Lei de Boyle em Física do Mergulho). Nesse momento devemos adicionar gradualmente ar no colete para corrigir a flutuabilidade e voltar ao equilíbrio; daí o nome do equipamento.

Nunca devemos inflar excessivamente o colete durante o mergulho, isso provocará uma subida rápida à superfície provocando males que serão estudados mais adiante (efeitos indiretos da pressão). Pelo mesmo motivo devemos ficar atentos durante a subida para eliminar o ar que foi adicionado ao colete no fundo.

Familiarize-se com os comandos de inflagem do seu colete, antes de entra na água.

REGULADOR ou VÁLVULA DE DEMANDA

Já vimos que a pressão de ar no cilindro é muito superior a pressão atmosférica, por esse motivo, necessitamos de um equipamento para regular a pressão do ar que vamos respirar. O regulador faz isso em dois estágios: O primeiro estágio fica acoplado no cilindro e recebe alta-pressão, reduzindo-a a uma pressão intermediária de aproximadamente 10atm (dez vezes a pressão atmosférica, lê-se dez atmosferas). Essa pressão está presente nas mangueiras que levam o ar até o segundo estágio de redução, também conhecido como válvula de demanda. O segundo estágio do regulador fica na boca do mergulhador e tem duas funções: 1º - liberar o ar na pressão em que o mergulhador estiver (a pressão ambiente varia de acordo com a profundidade); 2º - fornecer somente a quantidade de ar que o mergulhador necessita. Se ele puxar mais forte, vem mais ar. (agora estamos falando do fluxo de ar e não da pressão).

Na frente do segundo estágio localiza-se um botão chamado “purga”. A purga serve pra limpar a água de dentro do regulador antes de respirarmos através dele. Tal procedimento é necessário para que o mergulhador não se engasgue ou engula água. O esgotamento do regulador também pode ser realizado soltando o ar dos pulmões, similar ao que fazemos no snorkel.

Peça ao seu instrutor que desmonte um regulador, para você entender melhor o seu funcionamento.

MANÔMETRO

O manômetro serve para monitorar a pressão de ar que temos no cilindro. É um equipamento fundamental durante o mergulho. Ele garante que você termine o seu mergulho, com uma reserva segura de ar. Mas para isso devemos criar o habito de periodicamente consultá-lo, principalmente maiores profundidades, onde o consumo de ar é significativamente maior.



O manômetro deverá restar acoplado no primeiro estágio de regulador, na saída de alta-pressão (observar a indicação no seu equipamento) para registrar a pressão manométrica do cilindro e não a pressão intermediária.

PROFUNDÍMETRO

Os profundímetros registram a profundidade por variação de pressão. Por esse motivo podem necessitar de ajustes e correções quando mergulhamos em água doce ou em altitude (você verá porque em Física Aplicada ao Mergulho).

Assim como o manômetro, o profundímetro é um instrumento de grande importância no mergulho, pois devemos monitorar nossa profundidade e relacioná-la com o tempo de mergulho. Esses dois parâmetros são essenciais para que não ocorra nenhum desconforto na sua atividade. (efeitos indiretos da pressão).

ACESSÓRIOS

Acessório é todo equipamento que não é essencial no mergulho. Exemplo: Faca, luva, capuz, lanterna, carretilha etc.

Alguns acessórios podem tornar-se essenciais em mergulhos específicos, como a lanterna em um mergulho noturno, ou uma carretilha em mergulhos de exploração em naufrágios.

Faca: Serve para contar linhas, redes de pesca ou qualquer outro enroscado que possa nos apanhar embaixo d'água. A faca pode ser fixada no colete equilibrador ou na parte interna da perna (para evitar que ela seja o motivo do enroscado). Procure utilizar facas pequenas, preferencialmente sem pontas e com corte em ambos os lados.

Lembre-se: Não devemos usar as facas como armas embaixo d'água ou ferramenta para “cutucar” corais, abrir ouriços etc. Seja um mergulhador de observação, interferindo o mínimo possível do ambiente.

Luvas: Com a exposição das mãos na água, nossa sensibilidade tátil diminui e é comum o mergulhador se cortar durante o mergulho e só vir a perceber quando sai da água. As luvas oferecem uma proteção extra, principalmente em naufrágios, onde a oxidação da ferragem gera superfícies cortantes. Contudo é bom lembrar que um bom mergulhador não utiliza as mãos para se movimentar embaixo d'água e também não devemos nos apoiar propositalmente ou tocar em nada. No caso de uma necessidade, devemos procurar apoiar apenas um dedo (isso chama-se mergulho de baixo impacto). Parques marinhos como Fernando de Noronha ou Arquipélago de Abrolhos não permitem o uso de luvas ou facas, justamente para inibir o contato do mergulhador com fundo.

Lanterna: Mesmo em um mergulho diurno, as lanternas são acessórios interessantes quando encontramos uma gruta ou queremos corrigir as cores que foram filtradas pela coluna de água (ver meio ambiente). Você aprenderá mais sobre lanternas no seu curso de “mergulho noturno”.

Sinalizadores: Um simples apito pode lhe ajudar muito quando você precisa chamar a atenção do barco. Apesar de caracterizar uma situação de emergência, não hesite em fazê-lo caso esteja com dificuldades de retornar a embarcação. O melhor acidente é aquele que você evitou que acontecesse!



Existem também sinalizadores visuais, como os salsichões infláveis, espelhos de inox para refletir a luz do sol ou mesmo a lanterna para chamar a atenção são sinalizadores.

Embaixo d'água um sinalizador simples mas eficiente pode ser obtido com uma simples pedra no colete. Batendo com a pedra ou mesmo o cabo de uma faca no cilindro pode-se produzir sons bem audíveis, principalmente na água onde o som se propaga com muito mais facilidade do que no ar. (veja meio ambiente).

A RESPIRAÇÃO NO MERGULHO

Acredito que ninguém precisou de aulas para aprender a respirar, mas nosso padrão respiratório não é muito eficiente durante um mergulho e devemos ficar atentos a alguns detalhes:

Normalmente realizamos uma respiração curta, ou seja, inspiramos pouco e expiramos pouco. Isso gera um aumento do espaço morto fisiológico, grande parte do nosso pulmão está nesse momento ocupado por ar “viciado”, rico em dióxido de carbono CO₂.

O CO₂ é um gás importante no sistema respiratório, pois nosso principal estímulo respiratório é acionado pelo acúmulo deste gás. Contudo, com o aumento de pressão ambiente, o acúmulo de CO₂ nos pulmões e por consequência no sistema circulatório pode causar intoxicação por dióxido de carbono, levando o mergulhador a uma sensação de falta de ar, dores de cabeça e desconforto respiratório.

Para evitar esses transtornos, devemos ventilar com mais eficiência, soltando o máximo possível do ar contido nos pulmões, para depois inspirar novamente.

Os movimentos respiratórios devem ser lentos e amplos, com ênfase na expiração.

Interromper a respiração, permanecendo em apnéia para economizar ar, potencializa a intoxicação por dióxido de carbono. Além de não economizar ar, uma vez que levará o mergulhador a respirar mais para compensar o acúmulo de CO₂, também agrava o risco de embolias gasosas (estudado em barotraumas). O que leva a um consumo reduzido de ar é a tranquilidade do mergulhador aliado a uma técnica correta de respiração.

Devemos evitar inspirações excessivas, inflando demasiadamente os pulmões. Ao invés disso, procure inspirar o suficiente para sentir-se “satisfeito” e reinicie a expiração lenta e profunda.

MEIO AMBIENTE

O objetivo deste capítulo é demonstrar como nossos instintos são afetados no ambiente subaquático, como devemos proceder na presença de correntes e traçar alguns parâmetros de convivência pacífica com os seres marinhos considerados perigosos.

Falaremos agora de nossos sentidos:

Audição: O som é uma onda mecânica e por isso necessita de um meio físico para sua propagação. Por essa razão que não existe som no vácuo.

Dentro d'água, pelo contrário, o som propaga-se aproximadamente quatro vezes (4x) mais rápido que no ar, pois a água é 800 vezes mais densa, o que nos faz ouvir muito melhor quando estamos mergulhados. O fundo do mar não é tão silencioso como imaginamos. Contudo nossa percepção do som se altera significativamente. Você não consegue identificar a direção que o som vem e nem a distância do emissor. Isso deve-se justamente pela forma que o som é propagado na água, confundindo nosso instinto.



(peça para o seu instrutor de mergulho melhores explicações, ele poderá fazer demonstrações práticas na piscina ou no mar).

Olfato; Nosso olfato fica absolutamente reduzido a zero enquanto mergulhamos.

Paladar; Ainda funciona, mas você só vai saber identificar se a água é doce ou salgada, ou seja, podemos desconsiderá-lo também.

Tato; Como foi dito anteriormente, a nossa função tátil fica muito prejudicada com a prolongada exposição a água e também perdemos a sensibilidade à pequenos ferimentos. Em determinados casos, o mergulhador possui muito mais sensibilidade tátil com uma luva de couro nas mãos do que com eles nuas. De uma forma geral, não devemos mesmo ficar tocando em nada, mas às vezes precisamos realizar tarefas onde a preservação do tato é importante, como dar nós ou manejar máquinas fotográficas.

Visão; No item “mascara de mergulho” visto anteriormente em equipamentos, já foi dito sobre a distorção da imagem, contudo temos mais um fenômeno físico afetando a nossa visão.

A água comporta-se como um filtro das cores. A luz do sol possui todo o espectro de cores, mas a medida que a luz penetra na água, as cores quentes (vermelho, laranja ...) são inicialmente retidas e a medida que afundamos as demais cores também vão desaparecendo.

Nossa visão embaixo d’água só é colorida nos primeiros metros e tende a ficar esverdeada e cinza à medida que afundamos.

Uma lanterna poderá corrigir essas cores, pois o objeto observado estará próximo da fonte de luz. Esse é um dos motivos que tornam o mergulho noturno tão atraente, ele é muito mais colorido.

Sexto sentido; É o mais importante de todos. Se você não estiver seguro, achar que não deveria estar ali naquele momento ou simplesmente não está gostando do mergulho... aborte.

Costumamos usar a expressão “*se precisar, chame o mergulho*”! Chamar o mergulho é sinalizar o desejo de subir, apontado o polegar para cima (como um sinal de positivo). Lembre-se: Noventa por cento do mergulho é a calma. Sem tranquilidade não pode haver mergulho recreativo.

Correntes e marés:

Como nossos mergulhos serão realizados em grande parte em ambiente marinho, é de grande importância que o mergulhador tenha conhecimento das correntes oceânicas, correntes de maré e outros fenômenos físicos que ocorrem no mar interferindo diretamente o mergulho.

As marés são movimentos de grandes massas de água provocadas pela força gravitacional da Lua e do Sol e pelos respectivos posicionamentos em relação à Terra. Quando a maré baixa (dizemos baixamar) ou quando a maré sobe (preamar) as águas correm de um lado para o outro, enchendo ou esvaziando as baías e costas, provocando as correntes de marés.

Maré de quadratura:

Quando temos o Sol a lua e a Terra formando um ângulo de aproximadamente 90 graus, o sol e a lua competem na atração das águas, resultando menores variações de maré. As fases da lua que representam essa situação são minguante e crescente.

Maré de Sízígia:

Quando temos o Sol, a lua e a Terra alinhados, representados pelas fases da lua cheia e nova. Provocam as maiores variações de marés e conseqüentemente, correntes mais fortes. Os eclipses



acontecem nos alinhamentos perfeitos e nesta situação teremos as maiores variações observadas nas tábuas de mares.

Informe-se sobre a existência de correntes e predominância de direção antes de iniciar o mergulho. Normalmente o mestre da embarcação saberá lhe informar.

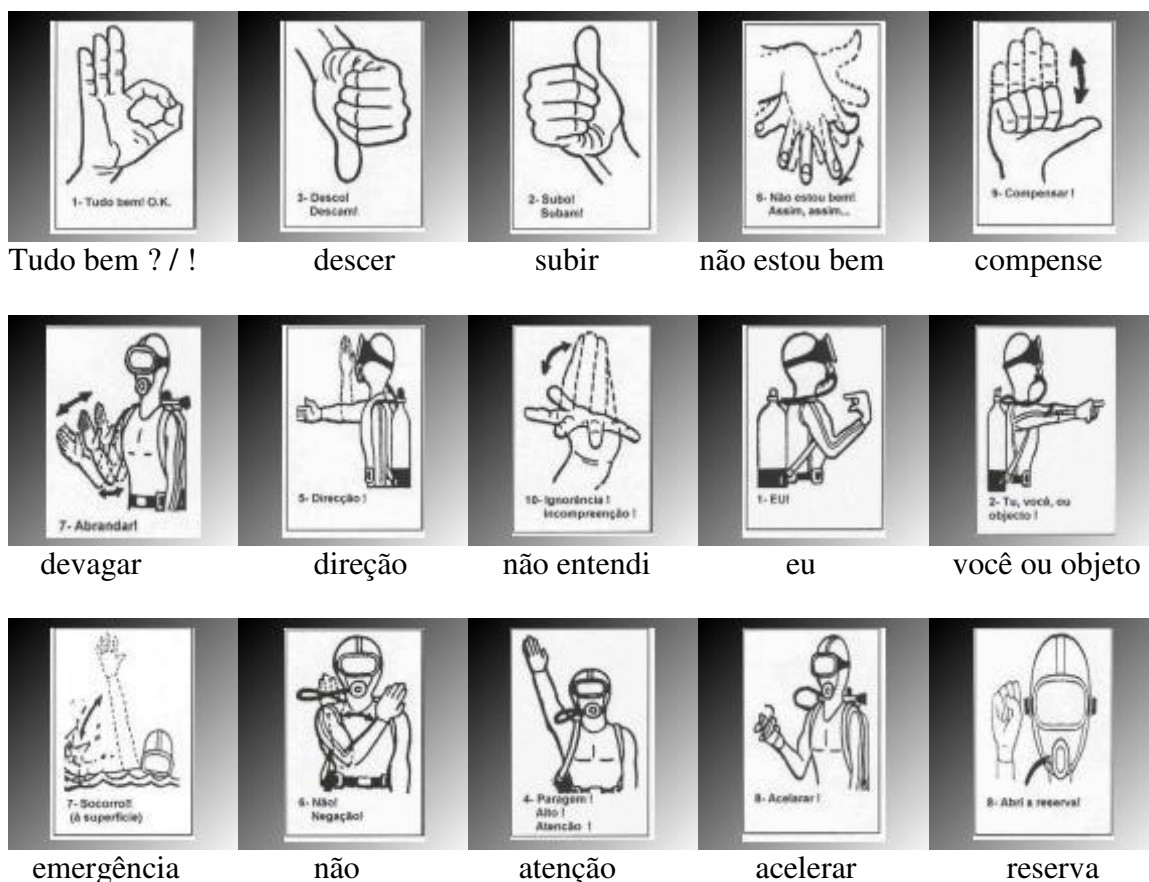
Se a corrente não estiver muito forte a ponto de você não conseguir vencê-la, você poderá realizar um padrão de mergulho tipo vai e volta. (segue uma direção até gastar aproximadamente 1/3 do ar e volta pro barco). **Inicie seu mergulho contra a corrente**, assim, se ela ficar mais forte, você tem como voltar pro barco com facilidade e certamente ao final do mergulho, você estará mais cansado, e é gostoso pegar uma carona de volta.

Nunca lute contra uma corrente forte, você poderá ficar exausto. Ao invés disso nade perpendicularmente procurando sair dela. Caso não tenha bom resultado, suba sinalize para o barco e espere pelo resgate com seu colete inflado (posição de espera).

É possível identificar pontos prováveis de corrente observando o entorno. No livro “Aventuras no Mergulho” da NAUI, você poderá estudar um pouco mais sobre correntes e marés e a influência no mergulho.

SINAIS DE COMUNICAÇÃO NO MERGULHO

Existem várias formas de comunicação subaquática, desde complexos sistemas de fonia, passando por pranchetas para escrita até os sinais manuais de mergulho. Durante o seu curso, e por toda sua vivência como mergulhador, você aprenderá novos sinais, facilitando sua comunicação com os demais companheiros. Seguem abaixo os sinais mais usados:





Reunir



vertigem



segure na mão



estou sem ar



Vamos compartilhar ar



dupla



estou com frio



Ok à distância



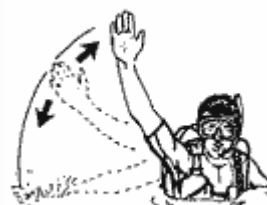
Ok à distância



Perigo



estou com pouco ar



dificuldades na superfície

SERES MARINHOS

As pessoas sentem muito medo de alguns animais marinhos, como os predadores ou as espécies venenosas. Nesta seção, vamos procurar desmistificar algumas concepções erradas que temos a esse respeito.

Existem animais venenosos e peçonhentos.

Venenosos:

Os animais venenosos são aquelas criaturas cujos tecidos, em parte ou todo, são tóxicos. Esse animais não utilizam o veneno para caçar e sim para se defender. As toxinas são mais fracas e normalmente são inofensivos ao mergulhador a menos que sejam ingeridos. Exemplo o Baiacu.

Peçonhentos:

Os animais peçonhentos, são aqueles que possuem “peçonha” que é uma toxina produzida em uma glândula secretora ou em um grupo de células altamente desenvolvidas (conhecida como bolsa de veneno) e que espalham essa toxina através de uma ferroada ou mordida. Algumas toxinas urticantes, são neutralizadas com a adição de ácido, daí o fato de mergulhadores urinarem nas queimaduras de água viva ou derramarem vinagre. Urinar na ferida, no entanto, pode agravar a inflamação no local.



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

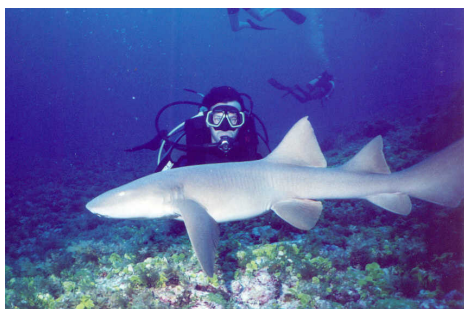
Dentre os peçonhentos temos:

- Águas vivas
- Polvo de anéis azuis
- Serpentes marinhas (não encontradas no Brasil)
- Algumas espécies de Arraias
- Peixe-escorpião
- Peixe-pedra
- Conus
- Entre outros

Os Predadores:

Essencialmente, há quatro predadores principais encontrados no ambiente marinho: Barracuda, moréia, orcas e tubarões.

Um predador somente irá atacar em duas condições: para se alimentar ou para se defender



Um mergulhador cheio de mangueiras e soltando bolhas não se parece com absolutamente nenhum ser marinho, muito menos com as presas dos predadores. Desta forma, não seremos alvo de petisco de tubarões, barracudas etc.

Quando ouvimos notícias de tubarões atacando surfistas ou banhista, supõe-se que os surfistas são confundidos com tartarugas (presa do tubarão) e banhistas com focas, leão-marinho etc, contudo essa teoria já é desacreditada pelos estudiosos. Além de outros fatores ambientais envolvidos, hoje a tese mais aceita é que o predador explore com uma bocada, como reconhecimento, principalmente em ambientes em desequilíbrio ambiental onde falte o alimento conhecido de cada espécie.

Alguns casos raros de ataques de tubarão a mergulhadores, deve-se por abuso do próprio mergulhador que fornece comida (isca) para o bicho. Isso faz que um grupo de tubarões, excitados por comida, comecem a se aproximar, ficando o mergulhador sujeito a umas bocadas.

O maior risco de acidente é gerado pelo instinto de defesa de qualquer animal. Uma barracuda poderá ser muito curiosa e aproximar-se tanto de um mergulhador que esse poderia tocá-la. No entanto, isso poderia provocar uma reação agressiva do animal. Flash, lanterna ou elementos brilhantes podem chamar a atenção de alguns predadores.

Relato do instrutor:

Realizando um mergulho no naufrágio da Corveta em Fernando de Noronha, tive o privilégio de constatar, o quanto uma barracuda pode ser curiosa. Parado na descompressão que ainda iria levar mais uns 20 minutos, decidi fechar os olhos e relaxar, concentrando-me na respiração lenta e profunda, enquanto segurava o cabo de subida. Após alguns instantes, abri os olhos e pra meu espanto, uma barracuda me observava a pouco mais do que um palmo da lente da minha máscara. Mesmo descontando a ampliação e aproximação provocada pela máscara, a “bicha” me pareceu realmente grande e por puro



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
 Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

reflexo, fiz um movimento brusco, afastando o rosto para trás. Acredito que ela também tenha se assustado, pois abriu uma enorme boca e mostrou todos os seus lindos dentes afiados. Procurei ficar tranquilo, fechar um pouco os olhos que deveriam estar arregalados e pude ver ela se acalmando também e afastar-se lentamente, soberana e magnífica. Uma imagem que guardo muito mais clara do que se a tivesse fotografado.

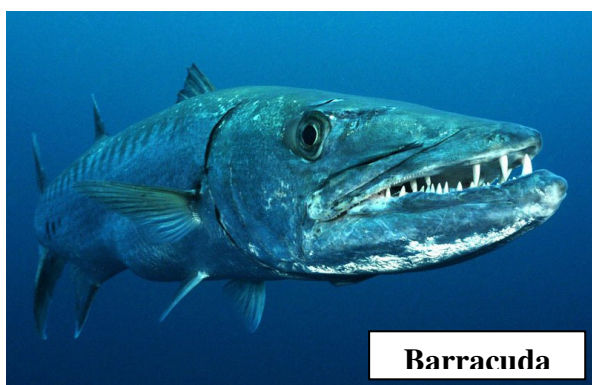
Nunca direcione o foco da lanterna diretamente no olho do animal, evite brincos ou colares brilhantes, não dê comida para atrair a sua atenção ou persiga-os.

Outro ponto importante é lembrar que a faca não é elemento de defesa contra predadores. A melhor defesa não é o ataque, mas sim permanecer apenas como um pacífico observador. Isso sem dúvida alguma também cairá bem para os venenosos, visto anteriormente. Nade lentamente, não coloque a mão em nada principalmente em tocas, pois são casas de moréia.

No livro “Aventuras no Mergulho” da NAUI você encontrará mais detalhes sobre cada espécie.



Tubarão



Barracuda



Moréia



Ouriço

FÍSICA APLICADA AO MERGULHO

EFEITOS DIRETOS DA PRESSÃO

O que é pressão?

Procurando não ser muito técnico, a pressão é determinada por uma força atuando em uma determinada área. Desta forma, imagine uma pessoa apoiada sobre os pés, o corpo exerce uma força “peso” que está sendo transmitida ao chão através de uma área de apoio que são as solas do pé. A pressão que essa pessoa exerce no solo pode ser calculada pela expressão:

$$P = F/A$$

Onde P= Pressão F= força e A= área



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

Observe que se a mesma pessoa ficar apoiada em apenas um dos pés a área de atuação da força diminui pela metade, fazendo a pressão dobrar.

A Pressão atmosférica

Todo gás possui massa e uma vez possuindo massa todo corpo exerce peso. O ar que respiramos possui peso, o que gera a pressão atmosférica.

Imagine um quadrado desenhado no chão com dimensões de 1cm por 1cm, ou seja, 1centímetro quadrado (1 cm^2). Agora imagine a quantidade de ar que esta sobre esse quadrado, essa massa de ar pesa 1 Kg ao nível do mar. Concluimos então que a pressão atmosférica é igual a um quilograma força por centímetro quadrado $1\text{Atm} = 1\text{Kgf/cm}^2$

Podemos utilizar outras unidades e equivalências aproximadas de pressão a saber:

$1\text{Atm} = 1\text{Kgf/cm}^2 = 760\text{mmHg} = 15\text{PSI} = 10\text{m.c.a} = 1\text{Bar} = 1\text{Ata}$

Atm = atmosfera

Kgf/cm² = Quilograma força por centímetro quadrado

mmHg = Milímetros de mercúrio

PSI = Libras por polegadas quadradas

m.c.a = metros de coluna d'água

Bar = (unidade de pressão manométrica)

Ata = (unidade de pressão absoluta)

Seu instrutor de mergulho deve lhe explicar como e onde utilizar cada uma das unidades.

Ao nível do mar, podemos observar que a cada 10m.c.a, equivale a 1Atm. Isso nos indica que a cada dez metros que afundamos durante o mergulho, acrescentamos mais uma atmosfera de pressão hidrostática. $1\text{Atm} = 10\text{ m.c.a}$

pressão hidrostática = Pressão exercida pelo peso da água

pressão absoluta = Soma de todas as pressões existentes no meio

Vamos calcular a pressão hidrostática e absoluta a 20 metros de profundidade:

Se a cada dez metros de coluna d'água temos mais uma Atm, logo a vinte metros teremos 2Atm de pressão hidrostática. Contudo ao nível do mar já existe 1 Atm de pressão atmosférica, logo a pressão absoluta a 20 metros de profundidade será 3 Ata (repare que agora usamos a unidade Ata). A fórmula abaixo só se aplica para no mar.

Para facilitar o cálculo:
$$P_{\text{absoluta}} = \frac{\text{profundidade}}{10} + 1 (\text{Ata})$$



Lei de Boyle

O volume de um gás é inversamente proporcional a pressão que ele estiver sendo submetido

Boyle descobriu que uma mesma quantidade de gás pode variar o seu volume dependendo da pressão que ele estiver. Imagine uma bexiga com 10 litros de ar ao nível do mar: se afundarmos essa bexiga até 10 metros (2 Ata) seu volume será exatamente a metade do inicial ou seja 5 litros.

Da mesma forma, se enchermos uma bexiga com 10 litros de ar a uma profundidade de 10m, ao atingir a superfície ela terá seu volume dobrado para 20 litros

Em regras gerais, a razão entre o volume e a pressão são sempre constantes, resultando a seguinte expressão matemática:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Pressão inicial pelo volume inicial é igual a pressão final pelo volume final.

Calculemos o volume que uma bóia de borracha com 80 litros de ar, flutuando na superfície do mar, terá ao ser submergida a uma profundidade de 90 metros.

$$P_1 = 1 \text{Atm} \quad V_1 = 80 \text{l} \quad P_2 = 10 \text{Ata} \quad V_2 = ?$$

$$1 \times 80 = 10 \times V_2 \quad V_2 = 80 / 10 \quad V_2 = 8 \text{litros}$$

Observe que o volume inicial foi reduzido 10 vezes (justamente o valor da Pabs)

Tomaremos para cálculo um balão flexível contendo 100 litros de ar ao nível do mar.

Abaixo montaremos uma tabela analisando a profundidade a variação de pressão e de volume:

Profundidade (m)	Variação de Profundidade	Pressão Absoluta (Ata)	Volume (l)
0	-	1	100
10	10	2	50
30	20	4	25
70	40	8	12,5

Observe que ao descermos os 10 metros iniciais, dobramos a pressão absoluta, fazendo o volume reduzir em 50%. Contudo, para novamente dobrar a pressão, devemos ir para 4 Ata, que equivale a uma profundidade de 30m, ou seja, a mesma variação de volume que eu tive nos dez primeiros metros teremos agora em vinte metros (dos 10 aos 30m).

Se observarmos a linha seguinte do quadro, podemos verificar, que para a pressão ser novamente dobrada, devemos ter uma variação de 40m.

A conclusão lógica que podemos tirar deste exemplo, é que quanto mais próximo à superfície, maior será a variação volumétrica dos gases, implicando diretamente no controle de fluabilidade, barotraumas e doenças descompressivas. (que serão estudadas mais adiante).

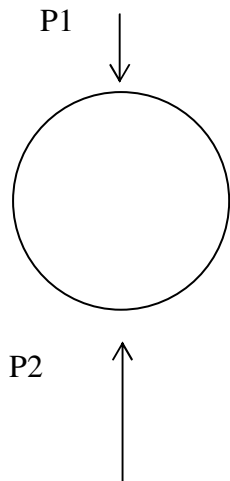


EMPUXO (princípio de Arquimedes)

Tomemos dois pontos: P1 e P2.

P2 está mais profundo que P1. Já vimos que a pressão hidrostática aumenta proporcionalmente com a profundidade, logo P2 está submetido a uma pressão maior do que P1.

Considere agora que estes dois pontos sejam partes de um mesmo corpo, como no desenho abaixo.



O resultado dessa “briga de forças” gera uma resultante partindo do centro de gravidade do corpo empurrando-o para cima.

Não é difícil concluir que o modelo exposto é apenas uma simplificação dos esforços que geram o empuxo, pois poderíamos apontar infinitos pontos de pressão atuando no corpo submerso, o que promoveria uma complexa função matemática para calcularmos a resultante “empuxo”.

Para nossa sorte e facilidade nos cálculos:

O empuxo é numericamente igual ao peso do líquido que foi deslocado pelo corpo submerso.

Logo, se o objeto desloca 10 litros de água quando submerso ele sofrerá um empuxo de 10 Kg. (considerando água doce, com densidade igual a 1).

O que isso importa para o mergulho?

Quando mergulhamos, todos os espaços aéreos são comprimidos (lei de Boyle), dentre eles, as bolhas contidas no neoprene e o ar remanescente em nosso colete equilibrador. A diminuição desses volumes fará com que o mergulhador desloque menos água e por consequência, tenha menos empuxo, o que o levará a compensar a sua flutuabilidade adicionando ar ao colete. Quando subimos, a pressão diminui (processo inverso), aumentando o empuxo. Por isso que durante a subida devemos estar atentos para retirar o excesso de ar do colete, uma vez que a subida deve ser sempre lenta (mais lento que as bolhas pequenas).

BAROTRAUMAS

Barotrauma é o termo usado para determinar qualquer ferimento que seja resultado direto da variação de pressão. (Baro = pressão).

Um mergulhador está constantemente sofrendo variações de pressão e devemos saber como evitar as possíveis lesões descritas abaixo:

Máscara:

A máscara aprisiona ar junto ao nosso rosto, essa quantidade de ar é necessária para podermos enxergar embaixo d'água. Porém, ao aumentarmos a pressão ambiente esse espaço aéreo diminui de volume, causando o efeito ventosa da máscara no rosto. Para equilibrar a máscara, basta soltar um pouco

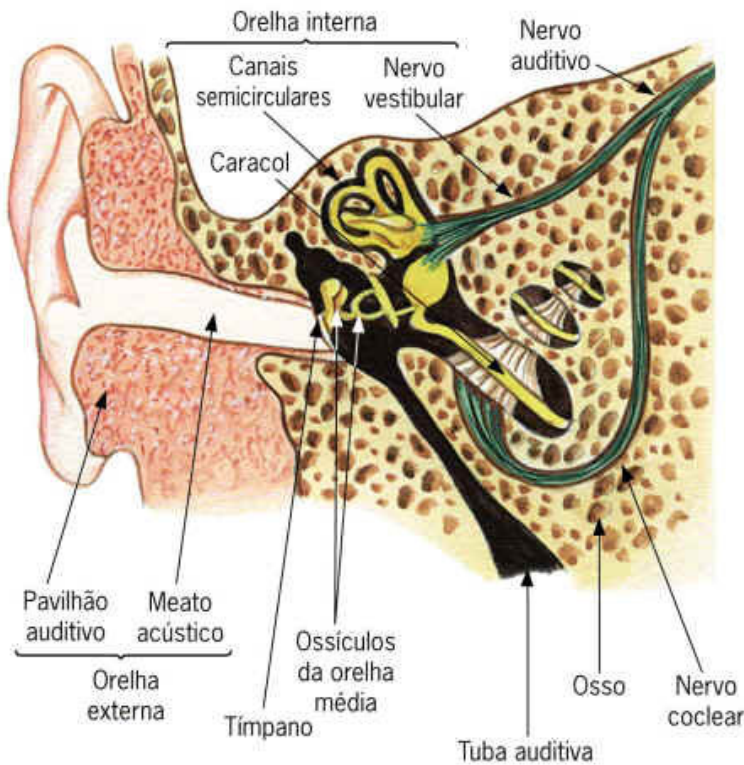


Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

de ar pelo nariz. Esse é o motivo pelo qual as máscaras de mergulho devem envolver o nariz do mergulhador. Óculos de natação não podem ser utilizados pois não temos como compensá-los.

O barotrauma de máscara caracterizasse pela marca da borracha ou silicone no rosto do mergulhador após o mergulho, olhos vermelhos provenientes de um derrame ocular ou hematomas no rosto. Evite elásticos (tiras) muito apertados, eles podem dificultar a nossa percepção da necessidade de equalizar.

Orelha: (o termo ouvido, apesar de ser o mais usual não é correto)



Barotrauma de orelha média:

Após a membrana timpânica, existe um espaço aéreo que sofrerá variação de volume em função da variação de pressão (lei de Boyle). A medida que afundamos a pressão aumenta e o volume da orelha média reduz, puxando o tímpano pra dentro. Caso o mergulhador não consiga equalizar as pressões interno/externo, sentirá inicialmente um desconforto que pode evoluir para o barotrauma caso ele insista na descida.

Nosso organismo possui recurso anatômico para equalizar esse espaço. Ao engolirmos abre-se um canal denominado tuba auditiva, por onde é realizada a compensação timpânica. Essa compensação dita fisiológica, pode ser substituída pela Manobra de Valsalva, por ser mais eficiente durante o mergulho.

Como é realizada a Manobra de Valsalva?

Pinçando as narinas, o mergulhador assopra suavemente, criando uma sobre-pressão interna, forçando a passagem do ar pela tuba auditiva, promovendo a equalização timpânica. A manobra não deve ser realizada com muita força, pois desta forma poderá promover o excesso de pressão interna, empurrando o tímpano para fora e nunca realizada durante a subida, onde a equalização deveria ser somente fisiológica.

Barotrauma de orelha externa:

O uso de tampões de orelha (utilizados em natação), capuz de mergulho apertado ou grande quantidade de cerumen no conduto auditivo, cria um espaço aéreo entre o tímpano e essas obstruções (meato acústico). O mergulhador não poderá equalizar esse espaço, provocando o barotrauma timpânico.

**TODO ESPAÇO AÉREO DEVERA SER EQUALIZADO OU
SOFRERÁ VARIAÇÕES DE VOLUME**



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

Seios da Face:

Nos ossos do rosto há cavidades aéreas chamadas seios (ou *sinus*), todos revestidos por mucosa. Quando ocorre o bloqueio dos orifícios de comunicação destes seios, fica difícil a equalização das pressões de seu interior com o meio externo. Temos então o barotrauma dos seios da face.

O barotrauma pode ocorrer tanto na subida quanto na descida, embora por designação os barotraumas ocorridos na subida são chamados de “bloqueio reverso”. Na descida, a obstrução impede o equilíbrio das pressões. Como a pressão interna é menor que a externa, a lesão se dá por sucção da mucosa, podendo haver sangramento interno da cavidade. Durante a subida porém, a mucosa e o sangue contido no seio será expulso pela expansão dos gases e o mergulhador terá um possível sangramento pelo nariz (característica do barotrauma sinusal).

Alguns fatores podem predispor o mergulhador a ter o barotrauma dos seios da face. São eles: Secreções e processos inflamatórios (resfriados, rinites, sinusites), irritação crônica por fumo, fumaça e químicos, uso prolongado de gotas e *sprays* descongestionantes nasais e bloqueios mecânicos (tumores, pólipos ou desvios de septo).

NUNCA MERGULHE CONGESTIONADO

Bloqueio reverso:

Durante a subida não devemos realizar a manobra de valsalva, pois queremos eliminar pressão interna e não aumentá-la.

A compensação durante a subida é totalmente fisiológica, sem interferência mecânica do mergulhador. Quando estamos congestionados, o que pode ocorrer durante um mergulho em águas frias ou por insistência do mergulhador em descer resfriado por exemplo, os condutos responsáveis pela equalização podem estar obstruídos pela mucosa impedindo a saída do ar (como já foi visto anteriormente). Nessa situação, devemos interromper a subida, de possível descer até que a dor seja amenizada e subir lentamente.

Pulmões:

Nossos pulmões são compensados constantemente quando respiramos, porém existem situações em que o mergulhador inadvertidamente poderá prender a respiração, potencializando o risco de uma hiper- extensão pulmonar, principalmente se esse mesmo mergulhador iniciar uma subida.

A hiper- extensão pulmonar pode gerar uma E.T.A (sigla para embolia traumática aérea).

A embolia é uma das mais agressivas lesões do mergulho, porém a mais fácil de ser evitada: basta respirar constantemente. Seu instrutor explicará com maiores detalhes como ocorre uma embolia e suas consequências.

“NUNCA PRENDA A RESPIRAÇÃO”
SE PRECISAR REMOVER O REGULADOR DA BOCA, SOLTE BOLHILHAS

O barotrauma pulmonar pode também ocorrer quando o mergulhador solta todo ar dos pulmões e continua descendo. Conforme aumenta a profundidade, aumenta também a pressão externa que comprime



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

a caixa torácica, levando os pulmões a sofrerem uma redução de volume maior que a permitida pela sua elasticidade. Nessa situação pode haver colapso alveolar ou a passagem de fluídos para dentro dos alvéolos pulmonares, onde se acumulam e provocam dificuldades respiratórias.

Por esse motivo, a profundidade teórica para mergulhos em apnéia é de 40m. Os conceitos que envolvem esse tipo de barotrauma são ainda muito discutidos pela classe médica, uma vez que a prática nos mostra que seres humanos já descenderam à profundidades de aproximadamente 170m apenas com o ar dos pulmões.

Dentes:

O barotrauma dental pode ocorrer se existir um espaço aéreo intra-dental, resultado de uma cárie ou tratamentos mal executados. A grande questão sobre esses espaços, é que não há como compensá-los. O mergulhador vitimado por um barotrauma dental deve abandonar o mergulho até que tenha resolvido o motivo do seu desconforto.

Deve ser horrível descobrir um dente ruim no meio das suas férias no Caribe! Por isso alerte seu dentista:

“Sou mergulhador! Existe a possibilidade de haver algum espaço aéreo no meu dente?”

Intestinos:

O barotrauma intestinal pode ocorrer quando, antes do mergulho, o mergulhador ingeri em excesso alimentos ricos em amido ou bebidas de alto teor gasoso (como refrigerantes).

Durante o mergulho, a produção de gases continua. Na subida eles tendem a se expandir, como consequência da queda de pressão ambiente a que o mergulhador está submetido, causando dores abdominais, especialmente quando ficam presos no intestino grosso.

Não temos como compensar, o jeito é tentar acomodá-los ou eliminá-los. Massagens abdominais podem ter bom resultado. É importante interromper a subida até eliminar os gases ou subir lentamente observando as cólicas.

EFEITOS INDIRETOS DA PRESSÃO

LEI DE HENRY :

A solubilidade de um gás em um líquido é proporcional a pressão do gás sobre a solução

Quando acrescentamos açúcar numa xícara de café, notamos que esse se dissolve incorporando-se a bebida. <solubilidade>.

Se continuarmos acrescentando mais e mais açúcar, em determinado momento, uma parte dele ficará no fundo da xícara sem se dissolver e a partir desse instante o café não absorverá mais açúcar, não importando o quanto eu acrescento. <saturação>.

Um gás também pode ser incorporado a um líquido. Quando temos um gás e um líquido em contato, temos a dissolução do gás neste líquido. Ao aumentarmos a pressão do gás, aumenta também velocidade de absorção e a quantidade desse gás na solução líquido/gasosa.

Se observarmos um refrigerante gaseificado antes de abri-lo, não é possível ver o gás que existe incorporado a ele, contudo ao abrir a tampa e desestabilizar a solução, veremos a formação de bolhas no seu interior.



O ar que respiramos é composto basicamente por nitrogênio N_2 (78%) e Oxigênio O_2 (21%) Outros gases (1%). O oxigênio é o nosso gás vital, ele é metabolizado nas células para produção de energia. O nitrogênio, no entanto, é um gás inerte, não participando diretamente do metabolismo celular. Quando o ar entra em contato com os nossos alvéolos, o N_2 é absorvido pela corrente sanguínea e em todos os demais tecidos do nosso corpo por dissolução gasosa.

Estamos neste momento em **saturação de nitrogênio**. Ao nível do mar, uma pessoa tem em média um litro de N_2 dissolvido no organismo. À medida que mergulhamos, com o aumento da pressão de ar que respiramos, uma quantidade maior de N_2 passa a incorporar nos nossos tecidos e à medida que retornamos a superfície, esse N_2 é eliminado através da respiração.

Doença descompressiva

Como vimos, um mergulhador incorpora N_2 quando submetido a um aumento de pressão e elimina N_2 quando a pressão ambiente é reduzida. Isso é normal e fisiológico. Ao nível do mar temos mais N_2 nos tecidos do que teríamos nas cidades mais altas como São Paulo. Porém, ao retornar de um mergulho (descompressão), o mergulhador estará sujeito a uma mudança muito mais rápida de pressão do que quando viajamos de uma cidade para outra em altitudes diferentes. A descompressão muito rápida gera uma instabilidade no N_2 , promovendo bolhas deste gás dentro dos tecidos, o que chamamos de doença descompressiva ou DD.

Evitar a DD é muito simples, basta seguir as regras de uma **tabela de mergulho**.

O que é uma tabela de mergulho?

As tabelas relacionam a profundidade, o tempo de fundo e a velocidade de subida, para evitar a formação de bolhas no nosso organismo.

No seu curso básico, você estará habilitado a mergulhar até uma profundidade máxima de 18 metros. A estas profundidades, respeitando-se a velocidade de subida de 9m/min e fazendo a parada de segurança aos 5 metros por 3 minutos (explicadas mais adiante), o risco de uma D.D é muito pequena. Mas não devemos desprezar qualquer sinal ou sintoma de uma doença descompressiva. (coceiras, vermelhidão na pele, dores articulares, tonturas, náuseas, fadiga e distúrbios neurológicos).

Os distúrbios neurológicos são facilmente detectados com um exame simples que você aprenderá a fazer no seu curso de “mergulhador de resgate”.

Conclusão: Mantenha-se dentro dos seus limites, impostos pelo seu nível de treinamento e poderá praticar o mergulho de forma muito segura e prazerosa. Para conquistar maiores profundidades, faça os cursos complementares do “mergulho avançado”.

**A velocidade de subida não deve ultrapassar os 9 metros por minuto.
(sempre mais lento que as bolhas pequenas)**



A tabela NAUI é subdividida em 3 tabelas que estudaremos a seguir:

Tabela 01 – Limites não-descompressivos e Absorção de nitrogênio.

TABELAS DE MERGULHO

TABELA 1- GRUPO DE LETRAS DO FIM DO MERGULHO

INÍCIO PROFUNDIDADE		TEMPO MÁXIMO DE MERGULHO (TMM)		TEMPO DE MERGULHO QUE REQUER DESCOMPRESSÃO		Nº DE MINUTOS REQUERIDOS NA PARADA DE 5 M (15 PÉS)	
M	PÉS						
12	40	5	15	25	30	40	50
15	50		10	15	25	30	40
18	60		10	15	20	25	30
21	70		5	10	15	20	30
24	80		5	10	15	20	25
27	90		5	10	12	15	20
30	100		5	7	10	15	20
33	110			5	10	13	15
36	120			5	10	12	15
39	130			5	8	10	12

A B C D E F G H I J K L

Podemos observar à esquerda da tabela 01, profundidades listadas em metros e em pés, iniciando em 12 e 40 respectivamente. Para nossos exemplos utilizaremos somente o sistema métrico.

Tomada uma profundidade (exemplo 18m), se correremos na horizontal para direita, encontraremos um número circundado (55). Temos então que o limite não descompressivo LND, para um mergulho a 18 metros é de 55 minutos.

O que é um limite não descompressivo?

Estudos realizados ao longo da evolução do mergulho e principalmente observações e ajustes empíricos, determinaram níveis de nitrogênio no nosso organismo para que durante uma descompressão controlada (9 metros por minuto), o gás permaneceria estável e em dissolução nos tecidos, sendo esse eliminado naturalmente através da respiração, enquanto o mergulhador descansasse na superfície, sem necessitar de paradas descompressivas. O tempo máximo que o mergulhador pode permanecer a uma dada profundidade, sem que esse necessite de paradas descompressivas durante a subida é o limite não descompressivo daquela profundidade, abreviado para LND.

Como vimos na *Lei de Henry*, absorvemos nitrogênio com o aumento da pressão do ar respirado. Ou seja, quanto mais fundo estivermos, maior a pressão do gás respirado e conseqüentemente, mais rápido absorvemos nitrogênio (N₂). Podemos observar na tabela 01, que quanto maior a profundidade, menor é o meu limite não descompressivo, chegando a míseros 8 minutos a uma profundidade de 39 metros.

Tempo de fundo:

Devemos evitar os LNDs, ficando efetivamente tempos menores que os permitidos pelas tabelas. Isso aumenta nossa segurança. Nas tabelas, os LND são baseados nos tempos de fundo de um mergulho, esse tempo é computado à partir do momento que o mergulhador deixa a superfície até o momento que inicia a subida direto à superfície. A NAUI recomenda que o LND seja considerando pelo tempo total de mergulho, ou seja, incluindo o tempo de subida.

Grupo de pressão:

Se determinarmos uma profundidade de 30 metros, nosso LND será de 22 minutos, mas pretendo ficar apenas 15 minutos. Se eu correr na Tabela 01 a linha dos 30 metros até encontrar 15 minutos e descer verticalmente, encontrarei a letra “E” que representa a quantidade de nitrogênio que acumulei em um mergulho aos 30 metros por 15 minutos. Quanto mais alta é a letra no alfabeto, tanto maior é a quantidade de gás absorvido.

Outros exemplos: 27 metros por 25 minutos (27m/25’), saio no grupo “G”.

15m/60’ > H 33m/10’ > D



Regra 01: Quando a profundidade ou o tempo, não estiverem listados na tabela, utilizo o maior mais próximo. Exemplo (22m/13'): 22 metros (não tem na tabela), logo, entro na linha dos 24 metros; 13 minutos (não tem na tabela), logo, adoto o tempo de 15 minutos.

Paradas descompressivas:

Quando excedemos o LND, a subida direto á superfície pode gerar DD (doença descompressiva). Chamamos essa situação de mergulho com teto. O teto é uma limitação da subida direta a superfície, ele pode ser virtual (como no nosso exemplo) ou físico (mergulho em caverna ou naufrágio).

Nós, mergulhadores recreativos, não podemos planejar nossos mergulhos com teto, ou seja, devemos sempre ficar dentro dos limites não-descompressivos. Contudo se por algum motivo esses limites forem ultrapassados, a tabela 01 nos fornece o tempo de descompressão que deve ser cumprido aos 5 metros de profundidade. Observando à direita dos LNDs, poderemos notar um quadrado com dois números; o de cima representa o tempo de fundo e o de baixo, o tempo em minutos que devemos permanecer em descompressão aos 5 metros de profundidade.

NUNCA DEVEMOS PLANEJAR NOSSOS MERGULHOS COM PARADAS DESCOMPRESSIVAS

Paradas de segurança:

Uma parada de segurança é realizada com objetivo simples de diminuir os riscos do aparecimento de uma DD. A diferença entre uma parada de segurança e uma parada descompressiva é que na de segurança não temos “obrigação” de fazê-la, pois estamos dentro do LND.

A NAUI recomenda duas paradas de segurança: uma realizada à metade da profundidade máxima, quando essa for superior a 16 metros, pelo tempo de 1 minuto (*1/2 prof. / 1'*). A segunda parada é feita sempre aos 5 metros por 3 minutos. (5m/3'). Exemplo: Se realizar um mergulho a 18 metros dentro do LND, farei uma parada aos 9 metros por 1 minuto (9m/1') e uma aos 5 metros por 3 minutos (5m/3').

Nitrogênio Residual:

Concluído um mergulho, retornamos à superfície carregando Nitrogênio em nossos tecidos, chamado Nitrogênio Residual (NR). O NR não causará nenhum mal ao nosso organismo, se permanecer estável e for lentamente eliminado através da respiração. É justamente para mantê-lo estabilizado que subimos a uma velocidade de 9 metros por minuto (metade da velocidade das bolhas pequenas). Na superfície, devemos evitar exercícios físicos e exposição a calor excessivo, pois isso poderia desestabilizar o NR.

Recomenda-se, após o mergulho, uma alimentação leve, preferencialmente a base de frutas e ingestão de líquidos para hidratação. O consumo de álcool após o mergulho é desaconselhável.

Suponha que o mergulhador deseje realizar um novo mergulho. Ele deverá considerar o NR decorrente do mergulho anterior, pois nosso organismo leva 24 horas para eliminar todo o N₂ absorvido durante um mergulho.

Regra 02: Todo mergulho realizado em um intervalo de tempo menor que 24 horas do ultimo mergulho é considerado “mergulho repetitivo”.

Recomenda-se executar primeiramente os mergulhos mais profundos, sucedidos pelos mais rasos. Assim como, em um único mergulho, iniciamos pela parte mais profunda, concluindo pela parte mais rasa.



Isso gera um perfil mais conservador, minimizando o risco de DD. Analogicamente, níveis mais rasos proporcionam uma parada de segurança dos níveis mais profundos.

NOVO GRUPO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
< A	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00
< B	0:10	3:21	4:49	5:49	6:35	7:06	7:36	8:00	8:22	8:51	8:59	9:13
< C		0:10	3:20	4:48	5:48	6:34	7:05	7:35	7:59	8:21	8:50	8:58
< D			0:10	1:40	2:39	3:25	3:58	4:26	4:50	5:13	5:41	5:49
< E				0:10	1:10	1:58	2:29	2:59	3:21	3:44	4:03	4:20
< F					0:10	0:55	1:30	2:00	2:24	2:45	3:05	3:22
< G						0:10	0:46	1:16	1:42	2:03	2:21	2:39
< H							0:10	0:41	1:07	1:30	1:48	2:04
< I								0:10	0:37	1:00	1:20	1:36
< J									0:36	0:59	1:19	1:35
< K									0:10	0:34	0:55	1:12
< L										0:33	0:54	1:11
										0:10	0:32	0:50
											0:31	0:49
											0:10	0:29
												0:28
												0:10
												0:28
												0:10

TABELA 2 - TEMPO DE INTERVALO DE SUPERFÍCIE (TIS)

Agora na tabela 02 ache a letra “E” na parte superior, desça na vertical e observe os intervalos que encontramos nos quadros abaixo da letra. Suponha que esse mergulhador cumpriu um IS de 2:30h. O IS de 2:30h encontra-se no 3º quadrado de cima para baixo, pois está entre 1:58h e 3:24h. Localizado o intervalo, seguimos horizontalmente para esquerda e encontramos nosso novo grupo de pressão “C”.

Note que do grupo “E” para o novo grupo “C”, tivemos um decréscimo do NR.

Tempo de Nitrogênio Residual (TNR)

Devemos agora transformar o NR que no nosso exemplo está no grupo “C” de pressão em tempo de nitrogênio residual (TNR).

Vamos considerar que o próximo mergulho seja realizado aos 20 metros por 25 minutos (20m/25’). Mas já temos “C” de RN do mergulho anterior, que deve ser considerado.

A tabela 03 vai nos dar que o grupo “C” representa, eu já estar mergulhando 15 minutos aos 20 metros (note que 20 é a profundidade que pretendo ir no próximo mergulho). Desta forma, temos que 15 minutos é o TNR do próximo mergulho.

TNR é o tempo teórico que devemos acrescentar no tempo real de fundo do próximo mergulho

Utilizando a tabela 03:

Partindo do novo grupo obtido na tabela 02, que no nosso exemplo é letra “C”, caminhamos na horizontal para esquerda até cruzar com a coluna da profundidade do próximo mergulho, listada na parte superior da tabela. (no nosso exemplo é 20 metros).

Como não tem 20 metros na tabela, adotamos a profundidade de 21m (REGRA 01).

M	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	NOVO GRUPO
PÉS	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
7	6	5	4	4	3	3	3	3	3	3	< A
123	74	50	41	31	22	19	12	9	6	5	< B
17	13	11	9	8	7	7	6	6	6	6	< C
113	67	44	36	27	18	15	9	6	6	6	< D
25	21	17	15	13	11	10	10	9	8	8	< E
105	59	38	30	22	14	12	5				< F
37	29	24	20	18	16	14	13	12	11		< G
93	51	31	25	17	9						< H
49	38	30	26	23	20	18	16	15	13		< I
81	42	25	19	12	5	4					< J
61	47	36	31	28	24	22	20	18	16		< K
69	33	19	14	7							< L
73	56	44	37	32	29	26	24	21	19		
57	24	11	8								
87	66	52	43	38	33	30	27	25	22		
43	14										
101	76	61	50	43	38	34	31	28	25		
29	4										
116	87	70	57	48	43	38					
14											
138	99	79	64	54	47						
161	111	88	72	61	53						

TABELA 3 - MERGULHOS REPETITIVOS



Assim, encontramos um quadro com dois números: [15/30]. O nº de cima representa o TNR; o nº de baixo indica o tempo máximo real de mergulho para não ultrapassar o limite não descompressivo LND.

No exemplo, o próximo mergulho é um (20m/25'). Devo somar o TNR ao meu tempo real de mergulho, ou seja, $15' + 25' = 40'$ obtendo meu “tempo total de nitrogênio” TTN.

Agora voltamos à tabela 01. Efetivamente o mergulho real será (20m/25'), mas calcularemos como sendo um (20m/40'), resultando no grupo de pressão “H”.

Contingências:

Contingência é qualquer fator físico ou psicológico que pode potencializar a absorção de Nitrogênio ou dificultar a eliminação do mesmo.

Qualquer adversidade antes, durante ou mesmo após o mergulho pode ser tomada como uma contingência.

Exemplos de contingências antes do mergulho:

- o mergulhador não estar bem hidratado;
- passou mal durante a navegação, com vômito ou diarreia;
- não dormiu bem na noite anterior;
- está se recuperando de uma doença (debilitado);
- sedentarismo, tabagismo ou alcoolismo;

Exemplos de contingências durante o mergulho:

- frio demais;
- mergulho extenuante (muito esforço físico);
- tensão por algum acontecimento (estresse fora do normal);

Exemplos de contingências após o mergulho:

- esforço físico no intervalo de superfície;
- consumo de bebidas alcoólicas;
- exposição ao frio ou calor intensos;

Regras de contingências:

Observadas contingências, devemos aplicar as seguintes regras:

- 1 contingência → avanço uma casa nos tempos de fundo (tabela 01)
- 2 ou 3 contingências → avanço uma casa na profundidade e depois uma casa nos tempos. (sempre aplico na tabela 01)
- 4 ou mais contingências → **não mergulho**

exemplo:

um mergulho sem ctg. (18m/20') grupo “D”

(18m/20') + 1 ctg → (18m/25') grupo “E”

(18m/20') + 2 ou 3 ctg → (21m/30') grupo “F”



Observe que algumas contingências podem aparecer durante o mergulho, sendo assim, não é prudente planejarmos nossos mergulhos no limite da tabela (LND), pois caso contrário poderemos exceder o LND nos colocar numa situação de descompressão obrigatória, listada na tabela 01.

Voar após o mergulho:

As tabelas de mergulho consideram que o mergulhador ao retornar de uma imersão, estará ao nível do mar (1Atm) eliminando o nitrogênio residual. A tabela NAUI tem uma tolerância de até 300m de altitude. Isso significa que mergulho em altitudes superiores a 300m mereçam atenção especial. A cidade de Guarulhos, por exemplo, está em média a 740m de altitude.

Altitudes maiores representam diminuição na pressão atmosférica, que pode desestabilizar o nitrogênio residual e gerar doença descompressiva.

Quando voamos em vôos comerciais, a cabine do avião é pressurizada a 0,75Atm, o que representa uma pressão ambiente em cidades como Campos do Jordão (cidades localizadas muito acima do nível do mar). Desta forma, recomenda-se voar somente após 24horas do ultimo mergulho, onde sabemos que o NR foi, teoricamente, todo eliminado.

Vamos encontrar algumas regras um pouco mais flexíveis, como: após um único mergulho não descompressivo, aguardar 12h para voar; se realizar 2 mergulhos o prazo estende para 18h; e finalmente, 3 mergulhos repetitivos ou um com parada descompressiva, 24h para vôo. Contudo, sabe-se que as pessoas tem organismos diferentes, regras assim como limites de tabelas tem se alterado constantemente por novos estudos observações empíricas, o que nos demonstra claramente que a prudência é a melhor regra a ser seguida.

VOAR SOMENTE 24 HORAS APÓS QUALQUER ATIVIDADE DE MERGULHO

EFEITO DAS DROGAS DURANTE O MERGULHO

Todo medicamento é desenvolvido e testado à pressão ambiente de 1 Atm. Quando mergulhamos sobre efeito de drogas, não temos controle sobre os efeitos que essas possam vir a ter no nosso organismo.

Sabe-se que ao tomar um remédio descongestionante (por exemplo), seu efeito é interrompido durante o mergulho, podendo gerar um bloqueio reverso. Remédios contra enjôo, tem como efeito colateral a sonolência. Durante o mergulho esse efeito é potencializado, retardando os reflexos do mergulhador.

Se você estiver fazendo uso de algum medicamento comunique seu instrutor ou o responsável pela operação de mergulho.

O álcool e o mergulho

O álcool é uma droga que afeta o desempenho e a capacidade de julgamento para pior. Todo o dia é relatado que vidas são destruídas e que há acidentes e mortes que resultaram do abuso do álcool e de outras drogas que afetam o desempenho do ser humano em conjunto com atividades aquáticas. Mergulhar e beber pode tornar uma atividade de lazer segura num pesadelo para o praticante, para sua família e para seus companheiros de mergulho e de embarcação. Isso é ainda mais válido quando se mergulha em lugares inóspitos, com poucos recursos de atendimento médico e até mesmo sem câmara hiperbárica. É bom lembrar que nosso corpo pode levar muitas horas para eliminar o álcool do organismo. Tecnicamente, eliminamos 1,5ml de álcool por hora, isso significa que o álcool de uma lata de cerveja leva



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

aproximadamente 12 horas para ser completamente eliminado, portanto **NÃO BEBA NO DIA ANTERIOR AO MERGULHO**. Isso também ajudará muito para que você não enjoa durante o passeio.

Enjôo

Não se esqueça de que quem já enjoou, está sugestionado a enjoar de novo. A sugestão tem um efeito desencadeante importante e já foi comprovada como tal. Mantenha-se descansado, tendo repousado bem na véspera do mergulho. Evite o álcool, mantenha-se hidratado e bem nutrido. São atitudes que poderão evitar o desencadeamento do enjôo. Mergulhe com pouca comida no estômago, evitando refeições abundantes. Embarcando, procure montar seu equipamento, num local arejado, logo que puder. Evite trabalhar olhando para o chão e qualquer desconforto, enquanto a embarcação está balançando. Evite montar o equipamento durante o trajeto até o ponto de mergulho. Procure ficar num local que tenha menos movimento, que tenha visibilidade para a linha do horizonte, que seja bem ventilado e que esteja longe da fumaça do motor. Identifique os desencadeantes pessoais. Eles podem ser o movimento, sons, cheiros e preocupações.

A MULHER NO MERGULHO

Em relação ao ciclo menstrual, pode-se dizer que, se a mulher não apresenta sintomas ou desconfortos que afetem a sua saúde, não há motivo para deixar de mergulhar durante a menstruação. Algumas mulheres com fluxos menstruais intensos preferem não mergulhar nesses dias. Fluxos intensos acompanhados de anemia podem prejudicar a dinâmica circulatória e estar correlacionados com mais cansaço durante o mergulho.

Não existem evidências de que tampões vaginais ou outros objetos intravaginais sejam perigosos sob os efeitos diretos do aumento de pressão ambiente.

Relatos de ataques de tubarões a mulheres são raros. Não há evidências de aumento de ataques de tubarões a mergulhadoras que estejam menstruando. Informações atuais referem que muitos tubarões não são atraídos por sangue ou outros restos teciduais encontrados na menstruação.

Síndrome de Tensão Pré-Menstrual

Por volta de uma semana antes do surgimento do fluxo menstrual, ou seja, ao final do ciclo, um número considerável de mulheres apresenta uma série de sintomas psicofisiológicos, cujas causas são pouco conhecidas. É a chamada síndrome da tensão pré-menstrual ou como comumente é conhecida, TPM.

Pesquisas demonstraram que os acidentes em geral são mais frequentes em mulheres com TPM. Especificamente no mergulho, é prudente que as mulheres com esses sintomas mergulhem de maneira mais conservadora, diminuindo com isso os riscos. Não há evidência científica de associação entre TPM e acidentes em mergulho ou com a doença descompressiva.

Mulheres com comportamento anti-social e depressão devem ser bem avaliadas quanto à possibilidade de as alterações psicofisiológicas imporem riscos de segurança a si e aos companheiros de mergulho tanto na embarcação como durante o mergulho. Contudo, acredita-se que o ato de mergulhar atenua os sintomas da TPM.



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

Implantes Mamários

Vários são os tipos de materiais utilizados na sua confecção. Não se pode mergulhar até completa cicatrização da cirurgia e liberação pelo cirurgião. Deve-se rever os tirantes de coletes equilibradores e o formato das roupas para evitar a pressão indesejada e desconfortável sobre o implante. Os implantes de silicone são mais pesados que a água e podem alterar a flutuabilidade e a posição da mergulhadora durante o mergulho. Isto é particularmente válido nos implantes volumosos. Os implantes de salina são neutros e não acarretam maiores desequilíbrios.

Gravidez

A verdade é que não existem estudos bem delineados que provem que mergulhar durante a gravidez não é seguro. No entanto os riscos existem e devem ser alertados. Quem gostaria de participar de um estudo controlado com este tipo de risco? Dificilmente ele seria liberado por alguma comissão de ética em pesquisa. Como o mergulho é uma atividade eletiva e, via de regra, de lazer, para as mulheres mergulhadoras grávidas não há sentido em mergulhar já que existe um risco teórico. Atualmente as unidades de tratamento com oxigenoterapia em câmaras hiperbáricas não permitem que auxiliares ou técnicos do sexo feminino, que estejam grávidas, trabalhem nesses locais.

Pela limitação de informação e importante risco teórico levantado, conclui-se que o mergulho pode aumentar o risco de lesão durante a gravidez para a mãe e o feto.

Mergulho em Início de Gravidez

Se uma mulher mergulhou sem saber que estava no início da gestação, não há dados que justifiquem a indicação de abortamento. A tese que justifica a ocorrência de mal formações associadas ao mergulho baseia-se na possibilidade de transferência de bolhas intravasculares da mãe ao feto. Como não há uma circulação efetiva no início da gestação, o risco inexistente. O embrião não se gruda realmente à parede do útero na primeira semana. Nesse período, recebe sua nutrição por embebibimento de fluidos secretados pela trompa de falópio e o útero. A formação de uma circulação sangüínea materno-placentária efetiva é mais tardia, em torno de 7 a 10 dias. Muitas mulheres devem ter mergulhado sem saber que estavam grávidas e no início da gestação. No entanto, não há relatos relacionando abortos ou outros problemas na gravidez em mulheres que mergulharam no início da concepção.

Amamentação e o Mergulho

Há quem pergunte se é seguro mergulhar durante o período da amamentação. Quantidades insignificantes de nitrogênio podem estar presentes no leite materno após o mergulho. Entretanto não existe risco de a criança acumular esse nitrogênio. Em relação à mãe, não existe um bom motivo para não mergulhar a menos que haja alguma condição clínica relevante, como uma infecção da mama -mastite- com inflamação intensa e febre, ou até mesmo um abscesso, que comprometa o estado de saúde da mergulhadora e a impecabilidade de mergulhar.



CALCULO DE AUTONOMIA DO CILINDRO

Uma pergunta clássica que todos o farão quando descobrirem que você é um mergulhador:

Por quanto tempo um cilindro pode fornecer ar durante o mergulho?

Neste capítulo você terá informações para responder a essa pergunta, embora veremos que a resposta depende de algumas variáveis.

O tamanho do cilindro, medido em volume hidrostático ou volume hidráulico, representa o volume interno do tanque, ou quanto de água cabe no seu interior. Volume Hidrostático = VH

Porque medimos o VH com água?

Sabemos que os líquidos são incompressíveis, logo seu volume não altera com a variação de pressão, o que não ocorre com os gases. (ver lei de Boyle)

Na verdade não precisamos, nem devemos, medir o VH de um cilindro, pois esse dado é fornecido pelo fabricante e vem gravado no seu pescoço.

Considere um cilindro com VH = 10 litros. Se sua torneira estiver aberta, ou seja, dentro dele existir ar à pressão de 1Atm, dizemos que seu volume de ar é de 10 litros a uma atmosfera. Se adicionar a esse cilindro mais 10l de ar ele terá 10l à 2 Bar (utilizamos a medida Bar, para pressão interna de cilindros). Sua pressão dobrou quando dobramos a quantidade de ar em seu interior.

Ou também podemos dizer 20l a 1Atm. Que é o volume estendido de ar, utilizado para cálculos.

Logo, se temos um cilindro com VH= 11 l e pressão de trabalho Pc= 200Bar, basta multiplicar seu VH pela Pc e temos o volume de ar estendido contido no cilindro.

$11\text{ l} \times 200\text{Bar} = 2.200\text{ l}$ (cilindro padrão mais utilizado no mergulho recreativo).

Agora que temos o volume de ar dentro do cilindro, resta calcular em quanto tempo consumiremos esse ar. Uma pessoa normal, em atividade física moderada consome em média 20l de ar por minuto, desta forma se dividirmos 2.200l por 20l/minuto temos 110 minutos de autonomia. Contudo, não podemos desconsiderar que durante o mergulho respiramos ar comprimido, logo o consumo efetivo é diretamente proporcional à profundidade em que estamos. Desta forma, para achar o consumo real em função da profundidade, basta multiplicar os 20l/minuto pela pressão absoluta (ambiente).

Um exemplo: a 20 metros de profundidade temos uma Pabs= 3 Ata, logo o consumo será: $3 \times 20\text{l/minuto} = 60\text{l/minuto}$.

Agora só falta um detalhe muito importante para concluirmos o cálculo de autonomia de um cilindro de mergulho; a reserva de 50Bar que deve permanecer após um mergulho.

NUNCA DEVEMOS ESGOTAR NOSSO CILINDRO DURANTE O MERGULHO

Por questões de segurança, a reserva de 50Bar deve ser desconsiderada no cálculo de autonomia, uma vez que não podemos utilizá-la, a não ser numa necessidade emergencial.

Desta forma, a formula abaixo permite o cálculo simplificado:

$$A = \frac{VH \times (Pc - 50)}{20 \times Pabs}$$

A= Autonomia em minutos
 VH= Volume Hidrostático do cilindro
 Pc= Pressão do cilindro
 Pabs= Pressão absoluta (*profundidade dividido por 10, somando-se mais 1Atm*)



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
 Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

Com a prática, técnica de respiração correta e a calma durante o mergulho, você consumirá cada vez menos ar e poderá ajustar a fórmula para seu consumo real. (ver respiração).

- 1) Calcule a autonomia de um cilindro com $VH = 11$ litros, com pressão de 200 Bar, para um mergulho a 18 metros de profundidade.
- 2) Verifique a autonomia do mesmo cilindro, mas agora para um mergulho aos 5 metros.

PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA

• Preparo Físico

Não precisamos ser atletas para praticar o mergulho com segurança, mas é fundamental estarmos bem fisicamente. Os exercícios periódicos aumentam a vascularização, reduzindo o risco de D.D., além de propiciar mais disposição, evita câibras e garante resistência física para vencer uma corrente ou simplesmente nadar até o ponto de mergulho.

Uma boa hidratação também é muito importante: A desidratação dificulta a remoção de Nitrogênio dos tecidos. Bebidas alcoólicas, fumo e outras drogas, tendem a desidratar o mergulhador, potencializando doenças descompressivas.

• Mergulho Solo

O mergulho solo (sozinho) não é aconselhado para mergulhadores de recreio (não profissionais). Para praticar o mergulho seguro, você deve sempre contar com o dupla. Em operações de mergulho você sempre mergulha em conjunto ou em dupla, mas nunca sozinho. O dupla é seu fiel auxiliador em qualquer dificuldade que você possa ter.

• Sistema de duplas

1. responsabilidade mútua; Você é responsável pelo seu parceiro de mergulho, assim como ele é por você. Nunca abandone seu dupla ou perca ele de visão.

2. reserva do cilindro e procedimento; Se um dos mergulhadores atingir a reserva de ar, ambos dever encerrar o mergulho. Não é permitido o uso do regulador reserva para continuar o mergulho, mas sim para concluí-lo iniciando imediatamente o procedimento de subida.

3. distanciamento e perda do dupla; O bom distanciamento de um dupla é o “ao alcance da mão”. Principalmente em águas turvas, onde aconselhamos mergulhar de mãos dadas com o dupla (seja ele do mesmo sexo ou não). Alguns mergulhadores adotam um cabo de aproximadamente um metro, onde cada um segura em uma das extremidades para o caso de visibilidade ruim. Caso você perca seu dupla, proceda da seguinte maneira (norma internacional)

Procedimento de perda do dupla:

Procure-o por não mais que um minuto e inicie subida lenta até a superfície observando o entorno. Ele também deverá fazer o mesmo, sendo assim, você o reencontrará na superfície e retomarão o mergulho, caso esse ainda seja possível.



Obs: Caso o seu dupla não apareça na superfície em 5 minutos, sinalize para o barco e relate o acontecido, pois você não poderá iniciar um mergulho solo para resgatá-lo e ele pode estar necessitando de ajuda.

- Inflagem excessiva do colete

O botão que infla o seu colete pode travar, adicionando ar continuamente e promovendo a subida rápida e descontrolada do mergulhador. Caso o botão trave, acione uma das válvulas de alívio e desconecte a mangueira de ar ligada ao comando do colete. Após esse procedimento, você poderá equilibrar oralmente seu colete e decidir se continua ou aborta o mergulho, dependendo da sua experiência e tranquilidade.

- Controle de subida - 9m/min;

Suba sempre mais lentos que as bolhas pequenas, elas sobem a 18 m/min.

- Parada de segurança 5metros / 3min;

Uma parada de segurança aos 5 metros por três minutos ao final do mergulho reduzem a formação de micro-bolhas de nitrogênio, diminuindo o risco de D.D., também é um bom momento pra você analisar seu tempo de fundo e profundidade máxima atingida e verificar se não ultrapassou os limites de segurança. (no curso avançado você aprenderá a fazer paradas de emergência).

- Aproximação e subida na embarcação;

Ao aproximarmos submersos de uma embarcação, devemos ficar atentos para eventuais quedas de objetos pesados, como lastros, ancoras, poitas etc, que podem nos atingir durante o mergulho. Aconselha-se emergir a uma distância mínima de 5 metros da embarcação e aproximar-se por sobre a água. A popa do barco (parte de trás), como é normalmente utilizada para entrada na água, é o ponto mais crítico quando se está passando por baixo de um barco, é comum mergulhadores menos atentos soltarem pedras de lastro direto para o fundo (ou na cabeça de quem estiver lá embaixo).

- Subida livre de emergência;

Numa situação, onde o mergulhador ficou desprovido de ar e estava longe do seu dupla, ele poderá iniciar uma “Subida Livre de Emergência”. Mantendo-se todo o equipamento no lugar, inclusive o cinto de lastro e o regulador na boca, inicia-se uma subida direto à superfície, respeitando-se algumas regras:

1. Eleve o maxilar e olhe para cima.
(para liberar suas vias aérea superiores, evitando a E.T.A)
2. O braço direito deverá ser estendido para cima.
(protege a cabeça de uma possível colisão com outro mergulhador ou embarcação)
3. Mão esquerda no comando do colete.
(para aliviar o excesso de ar durante a subida)
4. Soltar gradualmente o ar dos pulmões, nunca prendendo a respiração.
(o mais indicado é que você diga “A” constantemente durante a subida, para eliminar o ar em expansão)
5. Suba na mesma velocidade que as bolhas menores (18 m/min)
(velocidades maiores podem provocar o aparecimento de D.D)
6. Ao atingir a superfície, estabeleça flutuabilidade positiva inflando oralmente o colete ou abortando o cinto de lastro.



Após uma subida livre de emergência, o mergulhador deve interromper os mergulhos por um período de 24h, se possível respirar oxigênio puro e observar sintomas de D.D. como dores articulares, coceiras e vermelhidão na pele, fadiga e fraqueza.

Informe o ocorrido ao responsável pela operação de mergulho, (instrutor ou dive-master), a profundidade e o seu tempo de mergulho também são informações importantes.

História do Mergulho

I - Antiguidade

É difícil reconstituir a História das antigas técnicas de mergulho, mas as suas origens devem estar ligadas às necessidades e desejos do Homem de efetuar operações de caça, de salvado e militares e de expandir as fronteiras do conhecimento, através da exploração e da pesquisa. Não é possível saber quando o Homem descobriu que podia mergulhar suspendendo a respiração, mas o aparecimento do mergulho como profissão pode ser seguido até cerca de 5000 anos a.C.

A evidência da antiguidade do mergulho está bem patente numa quantidade de produtos marinhos, usados pelos povos antigos e que só poderiam ser recolhidos em quantidades significativas por mergulhadores.

É quase certo que, em todos os tempos e em todos os povos, os guerreiros tenham atravessado lagos, cursos de água ou braços de mar, que tenham mergulhado alguns centímetros, para escapar aos inimigos, usando pequenos tubos para respirar. Os tubos respiratórios foram muito utilizados em operações militares para permitirem uma aproximação indetectada ao inimigo.

Desde tempos remotos se conhecem operações militares, que usavam mergulhadores, cujas missões eram o corte das amarras das âncoras, para pôr os navios à deriva, a execução de furos nos cascos, para afundar os navios e a construção e destruição de fortificações submarinas na entrada dos portos.

II - Os primeiros progressos

No ano 360 a.C. - Aristóteles descreve, nos seus Problemas, um recipiente invertido, cheio de ar, no qual se instalava um mergulhador. É quase certo que estes dispositivos (lebetae) tenham sido os protótipos dos sinos de mergulho.

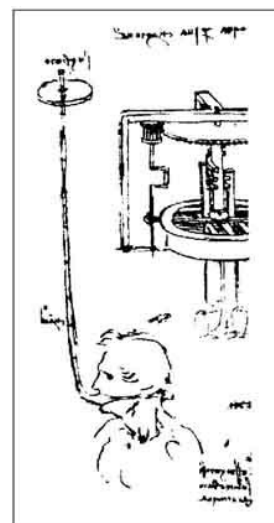
III - Os primeiros sucessos

Nos manuscritos de Leonardo da Vinci (1452-1519), e em particular no seu Codex Atlanticus, encontramos um resumo das técnicas disponíveis na época, melhoradas pelo seu extraordinário espírito inventivo.



Barbatanas para as mãos (desenho de Leonardo da Vinci - séc. XVI).

Tubo respiratório - desenho de Leonardo da Vinci (Codex Atlanticus).



Assim, entre numerosos desenhos, aparecem tubos de respiração, sendo de notar que o mergulhador está sempre a pouca profundidade, o que leva a crer que Leonardo os tenha ensaiado ou mandado ensaiar e, portanto, tenha constatado a impossibilidade de os utilizar a partir de poucos decímetros de profundidade, devido à pressão.

Os seus blocos de notas contêm toda uma série de outros desenhos de equipamento de mergulho: reservatórios de ar, coletes pneumáticos, mergulhadores equipados com fatos de couro, lastrados com sacos de areia, e as famosas barbatanas que serão redesenhadas quatro séculos mais tarde e universalmente utilizadas.

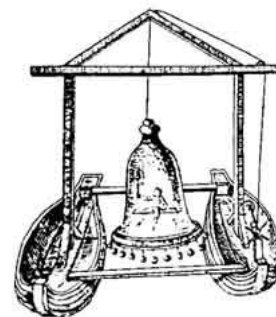
Em 1531-1535 teria sido reinventado o sino de mergulho, por Guglielmo de Lorena.

Basicamente, um sino de mergulho consiste num recipiente tronco-cónico, com a boca voltada para baixo, lastrado na base, para manter a posição vertical e suspenso por um cabo, que retém uma quantidade de ar suficiente para a respiração de um mergulhador durante horas.



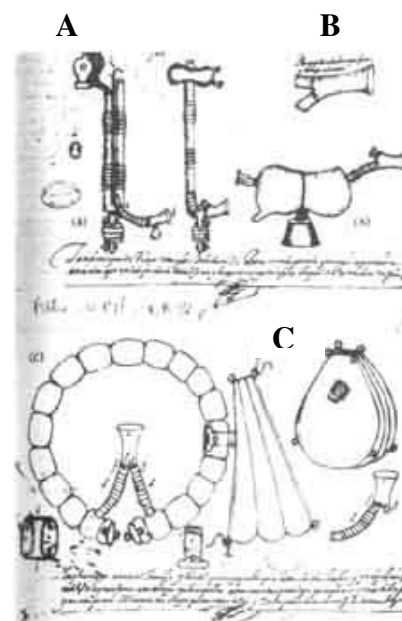
Sino de mergulho de Guglielmo de Lorena.

Sino de mergulho metálico usado em Espanha em fins do séc. XVI.



No séc. XVII, Torricelli, Bernoulli e Pascal estabelecem as bases da hidrostática e influenciam Denis Papin e Edmund Halley.

À direita, três inventos, datados de 1631, por Flemming Valangren : (a) Tubo de respiração com válvula de escape no fundo; (b) escafandro com reservatório de ar, fole e bocal.; (c) Tubo de respiração com fole no topo



Giovani Alfonso Borelli , concebeu e desenhou uma farpela destinada às pessoas que quisessem meter-se na água.



O escafandro de Borelli era um fato de couro com um capacete também de couro endurecido, ajustado ao fato e com cerca de 60 centímetros de diâmetro.

O conjunto era perfeitamente estanque e, para filtrar as umidades do ar, as terríveis umidades que eram a causa de tantos males, um dispositivo de tubagens complexas conduzia o fluxo vital a uma bolsa onde se desembaraçava, por simples condensação, dos vapores nocivos. Em suma, um sistema de purificação, em circuito semifechado, que não purificava coisa nenhuma e que foi alvo de severas críticas, particularmente de Jacques Bernoulli. De qualquer modo, de entre os desenhos deste inventor, havia dois que iriam ter mais tarde um papel fundamental: um era a barbatana para os pés e o outro o dispositivo de sustentação, constituído por um cilindro de volume variável por meio de uma cremalheira.

A obra de Borelli, publicada após a sua morte em 1680, é um resumo dos projetos da primeira metade do século XVII e revela bem as dificuldades que se deparavam aos inventores da época, no que respeita à concepção de aparelhos individuais. O princípio do equilíbrio das pressões parece não estar ainda assimilado e os meios de comprimir o ar resumiam-se a foles de baixa potência.

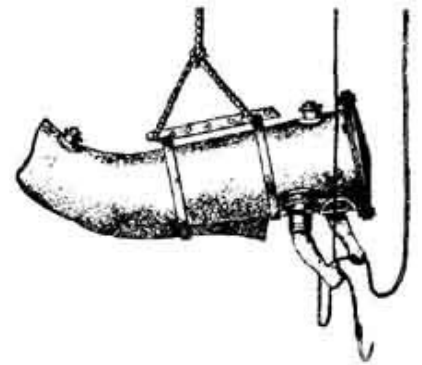
Os sinos continuaram evoluindo e constituíram a base do mergulho por vários anos. Em 1680, William Phipps, um aventureiro natural de Massachusetts, criou uma inovação que consistiu em ventilar o sino por meio de ar enviado em recipientes invertidos, durante a recuperação de um tesouro avaliado em 200 000 libras.

A utilização de compressores só se verifica a partir de 1690, permitindo a ventilação por ar comprimido e a manutenção do nível da água junto da boca do sino, a diferentes profundidades.

IV - O mergulho com escafandro

Em 1715, John Lethbridge inventa um escafandro rígido. Este aparelho era usado horizontalmente, suspenso de um barco de apoio e possuía, na parte superior, duas aberturas fechadas por tampões, através das quais podia ser insuflado ar.

O escafandro não faz grande progresso e coloca ainda inúmeros problemas.



Escafandro rígido de Lethbridge.

É em 1797, que o engenheiro alemão Klingert, constrói, e ensaia no rio Oder, um engenho constituído por um fato de couro ligado a um capacete metálico, tendo ligado dois tubos um para a

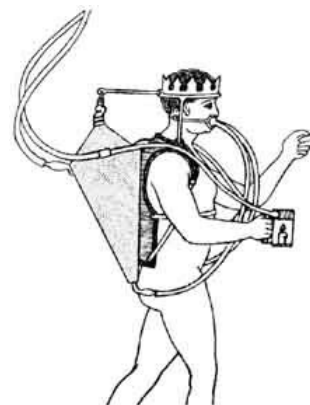




inspiração e outro para a expiração, é possível que Klingert tenha utilizado uma bomba que lhe enviasse ar sob pressão. Se assim foi, deveria ser considerado como o inventor do escafandro de capacete, mais de cem anos antes de Siebe.

O alemão Friedrich Von Driberg, em 1808, inventa um aparelho que denomina «Tritão» (fig. dir.). Semelhante aos atuais escafandros autônomos, consistia num recipiente metálico cheio de ar, aplicado às costas do utilizador e ligado por um tubo à sua boca. No entanto, o Tritão não era autônomo: estava ligado por tubos a uma bomba à superfície. No caso de uma falha desta, ou outra emergência, o mergulhador dispunha então de

uma confortável reserva de ar.



Com o século XIX e a Revolução Industrial, as aplicações multiplicam-se e os esforços conjugados da investigação e da tecnologia. Surgem realizações cada vez mais surpreendentes e audaciosas. Engenhos, imaginados muito antes, podem, finalmente, ser realizados.

O uso de foles para abastecimento de ar ressentia-se de limitações óbvias, pelo que só a invenção da máquina a vapor, permitiu a realização de bombas de ar realmente eficientes.

Augustus Siebe, nascido na Saxónia em 1788 e oficial de artilharia na batalha de Waterloo, fixou-se em Londres, em 1817, onde projetou um escafandro de capacete, semelhante a um pequeno sino de mergulho, pioneiro do escafandro de capacete moderno, que começa a utilizar-se com sucesso em 1835, utilizando uma bomba de ar que inventara em 1819.



4a. Augustus Siebe, 1837.

O capacete original ainda se conserva na posse da firma Siebe, Gorman & Co. Ltda., de Londres.

Embora Siebe seja creditado, habitualmente, pelo desenvolvimento do primeiro escafandro, outros inventores tiveram a sua participação. A sua grande contribuição inicial consistiu em adaptar ao capacete um colete, por baixo do qual se escapava o ar. Só em 1840 adaptou um fato estanque e lhe acrescentou uma válvula de escape, estabelecendo o protótipo dos escafandros de capacete ainda hoje utilizados e alcunhados de pé de chumbo.



V - Os caixões para estaleiros subaquáticos

Os progressos levaram à construção de aparelhos suficientemente grandes (caixões) para permitirem o trabalho simultâneo de vários homens. Isto era particularmente importante em trabalhos como, por exemplo, o da construção de fundações de pontes.

Um caixão compreende dois compartimentos sobrepostos e comunicando por uma porta estanque. Depois de esta fechada, a parte inferior, que constitui o estaleiro, é posta sob pressão, em função da profundidade. Os operários penetram na câmara de equilíbrio, que se encontra à superfície, e fecham a porta. É introduzido ar comprimido de modo a equilibrar a pressão do compartimento de trabalho. Abre-se a porta de comunicação entre os dois compartimentos. Para voltar à superfície, faz-se a operação inversa, aproveitando para fazer a mudança de turnos.

VI - A misteriosa doença

Ao mesmo tempo em que se verificava o incremento da utilização dos caixões, uma doença nova e, aparentemente inexplicável, começava a afetar os respectivos trabalhadores. Quando acabavam o turno e regressavam à superfície, eram frequentemente atacados por vertigens, dificuldade em respirar ou por dores agudas nas articulações e no abdome. Após um período de repouso verificava-se uma atenuação dos sintomas e uma melhoria quando retomavam o trabalho e que era atribuída ao anterior descanso.

À medida que o uso de caixões se estendia a projetos mais ousados e a maiores profundidades, os problemas fisiopatológicos aumentavam em número e em gravidade. A invalidez e a morte começaram a verificar-se com uma frequência alarmante. A doença foi designada por mal dos caixões.

O engenheiro Triger, autor do caixão de mergulho com o seu nome, propôs que o tempo de saída fosse de 7 minutos, portanto um tempo de descompressão, mas sem justificação teórica. No entanto, um estudioso, defendeu, em 1861, uma tese que estabelecia uma relação entre as leis de dissolução dos gases nos líquidos e os fatos observados.

A descoberta, por Lavoisier, de que o ar era constituído por um quinto de oxigênio e por quatro quintos de azoto, abre caminho aos trabalhos de Paul Bert, um professor da Sorbonne que, em 1870, se dedica ao estudo da ação fisiológica do ar respirado em diferentes condições de pressão. Utilizando misturas gasosas, com percentagens diferentes de oxigênio e de azoto, efetuando inúmeras experiências em caixões pneumáticos, este fisiologista de gênio demonstrou, em 1878, que as condições hiperbáricas, isto é, as pressões superiores à pressão atmosférica, provocavam um aumento da quantidade de gases dissolvida no sangue. *Foto de Paul Bert, o «pai» da Fisiologia do Mergulho.*

A causa real do mal dos caixões é, por ele, descrita, como resultante da dissolução do azoto nos tecidos do corpo, quando se respira ar sob pressão. Enquanto a pressão se mantém, o gás permanece dissolvido, mas, se a pressão for rapidamente diminuída, liberta-se, nos tecidos, sob a forma de bolhas, provocando toda uma gama de sintomas associados à doença. Se o fluxo sanguíneo, para um órgão vital, for bloqueado pelas bolhas de gás, o resultado pode ser a paralisia ou a morte.



Paul Bert, connu des physiologistes par son œuvre principale la Pression barométrique, fut aussi homme d'Etat (préfet, député, ministre de l'Instruction publique, gouverneur).

Considerando as leis de dissolução dos gases, recomendou que os tempos de



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

descompressão, de libertação progressiva dos gases, fossem respeitados que os trabalhadores dos caixões fossem descomprimidos gradualmente e que os mergulhadores voltassem lentamente à superfície.

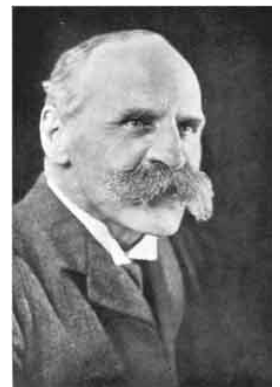
Essas recomendações tiveram efeitos imediatos e levaram a concluir que, certa sintomatologia podia ser neutralizada pela recompressão imediata. Em poucos anos, começaram a aparecer, junto dos estaleiros, câmaras de recompressão.

VII - Outros problemas fisiopatológicos

No entanto, as recomendações de Bert não tiveram um sucesso absoluto e muitos mergulhadores continuaram a ter problemas. Criou-se a idéia de que os 36 metros constituíam o limite fisiológico para o mergulho, porque, a maiores profundidades, para além dos problemas habituais, os trabalhadores perdiam eficiência e por vezes a consciência.

O fisiologista inglês John Scott Haldane (dir.) realizou, entre 1905 e 1907, experiências com os mergulhadores e concluiu que alguns dos problemas se deviam a um fato muito simples: se não houvesse uma ventilação eficiente, verificavam-se taxas muito elevadas de dióxido de carbono.

Em 1906, Haldane, publica as primeiras tabelas de mergulho (até 60 metros) para a Royal Navy, que, apesar de modificadas constantemente ao longo dos anos, constituíram a base do método geral para trazer um mergulhador à superfície, com segurança.



Não tardou muito que se começasse a poder atingir maiores profundidades e que nova e inexplicável doença surgisse: os mergulhadores apresentavam sintomas de intoxicação, por vezes entravam em euforia, chegando mesmo à perda da razão. Em 1920, esta «*embriaguez das profundidades*», como foi designada, foi relacionada com a respiração de azoto (nitrogênio) sob pressões elevadas. Verificou-se que este gás, a partir de determinadas pressões tem propriedades anestésicas, cuja intensidade aumenta com a pressão, e provoca aquilo que, tecnicamente, se designa por narcose do azoto. Só com a alteração das proporções dos gases nas misturas respiratórias e a substituição do azoto por outros gases foi possível ultrapassar o problema.

Em 1948, é dado mais um importante passo, no capítulo da segurança do mergulho, quando o Dr. Alinat publica a primeira tabela para mergulhos sucessivos.

VIII - Os escafandros rígidos

Muitos inventores, com muita ou pouca experiência de mergulho, trabalharam no sentido de conceberem escafandros rígidos, nos quais se pudesse respirar a pressão normal e eliminar, portanto, todos os problemas fisiopatológicos decorrentes do mergulho.

Contudo, esses equipamentos, além de limitados pela pouca profundidade a que poderiam ser submetidos, proporcionavam muito pouca mobilidade, além de dependerem do "cordão umbilical" que fornecia oxigênio bombeado pela superfície.

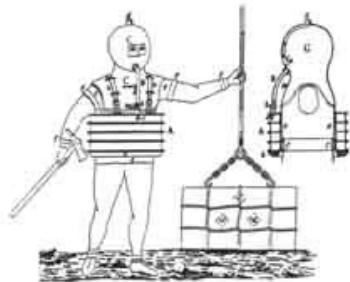


IX - O escafandro autônomo

Foram inúmeros os inventores que imaginaram sistemas de alimentação de ar, com vista a tornar o mergulhador autônomo, no entanto, durante muitos anos, a inexistência de compressores e de garrafas adequados impediu a realização de tais aparelhos. As primeiras soluções consistiram em aparelhos de circuito aberto munidos de um reservatório de ar comprimido debitando ar em fluxo constante.

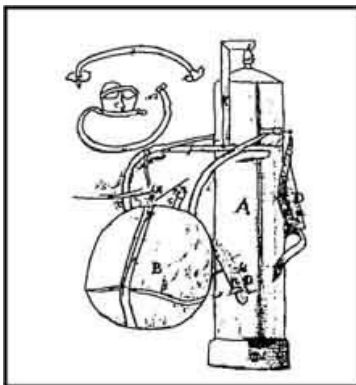
William James, em 1825, inventou um escafandro de circuito aberto, cujo reservatório de ar comprimido envolvia a cintura do mergulhador. Não há registros dos mergulhos de James e, por isso, o mérito do primeiro escafandro autônomo é atribuído ao americano Charles Condert, que concebeu e realizou um aparelho com um depósito de ar em forma de ferradura, usado à cintura e que fornecia ar em débito contínuo para um capacete flexível, com o qual fez inúmeros mergulhos, no East River de Nova Iorque, até morrer num acidente de mergulho, em 1832.

Escafandro de William James



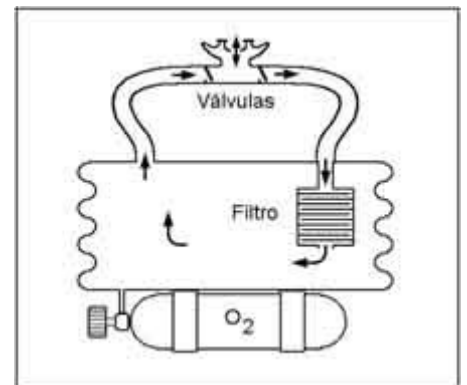
Em 1828, o francês Lemaire d'Angerville, produziu um aparelho a que chamou Pneumato-nautique de regulação manual. A variação do volume da bexiga reguladora com a profundidade, provocava variações de flutuabilidade e condicionava a utilização a profundidades constantes.

Pneumato-nautique.



Merece uma referência muito especial o francês Sandala, que, em 1842, concebeu e realizou o primeiro escafandro autônomo de circuito fechado (fig. Abaixo). Este aparelho, de grande simplicidade, era constituído por um saco com ar, impermeável, alimentado a oxigênio comprimido numa pequena garrafa de aço. O ar era forçado a passar através de um filtro de cal sodada, que lhe retirava o dióxido de carbono e o vapor de água proveniente da respiração.

A partir deste esquema, foram construídos inúmeros aparelhos semelhantes, quase que exclusivamente usados para fins militares, dado que a ausência de bolhas de ar os torna particularmente discretos, praticamente indetectáveis à superfície e dispõe de grande autonomia.

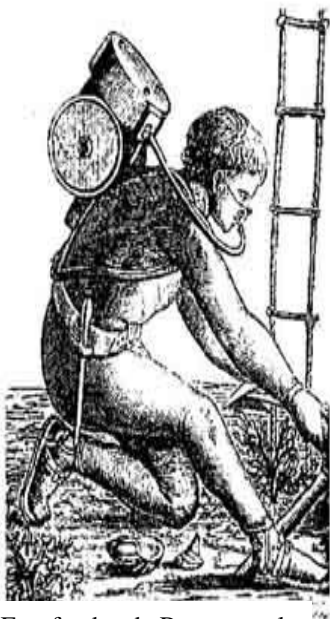


No entanto, estes escafandros têm uma grave limitação: o uso de oxigênio puro impõe a sua utilização a pequena profundidade, (7 metros), dada à toxicidade deste gás, a partir de uma pressão relativamente baixa.

O problema da regularização do débito de ar, nos escafandros de capacete, em função da profundidade, preocupou numerosos engenheiros. Por muito regular que fosse o débito de ar comprimido e a perícia do mergulhador, era difícil evitar constantes golpes de pressão, sempre penosos e, por vezes, perigosos. Tornava-se necessário interpor um dispositivo regulador entre o capacete e o compressor que permitisse respirar a pedido e à pressão ambiente.

Curiosamente, a solução surgiu longe do mar, nas minas de carvão, algures em Aveyron, quando o engenheiro Benoît Rouquayrol (1826-1875) concebeu um dispositivo respiratório para permitir o acesso a galerias de minas saturadas de grisu, o 1.º tenente Auguste Denayrouze (1837-1883), da Armada Francesa, conhece o eng.º. Rouquayrol e propõe-lhe adaptar o dispositivo à respiração subaquática.

A primeira patente (n.º 44 655), data de 14 de Abril de 1860 e nela se diz que o aparelho se destina a ser usado tanto na água como em atmosferas irrespiráveis. Em 6 de Janeiro de 1862, surge um aperfeiçoamento que consistia num bocal de borracha vulcanizada fixado num bico metálico, que permitia dispensar o uso de capacete.



Escafandro de Rouquayrol e Denayrouze

Basicamente, o sistema era constituído por uma garrafa e por um dispositivo que debitava automaticamente ar à pressão ambiente. Para isso, a garrafa e o regulador comunicavam por meio de uma válvula comandada pela membrana do regulador; este fornecia o ar ao mergulhador que o expirava por uma válvula em bico de pato.

O seu funcionamento era muito simples: a inspiração do mergulhador criava uma depressão que fechava a válvula de escape e provocava a flexão da membrana que comandava a válvula de admissão. Quando as pressões se equilibravam, a membrana retomava a sua posição inicial e fechava a válvula de admissão. Na fase de expiração a válvula de admissão mantinha-se fechada, saindo o ar pela válvula de escape.

Até 1866 os inventores não previram o uso de proteção para os olhos, afirmando, num dos primeiros folhetos publicados que «a água é mais um tônico do que um prejuízo para os olhos. No entanto, não demorou muito a que com os problemas surgidos, devidos ao sal, à poluição e ao frio, chegassem à conclusão de que a água não era tão saudável para os olhos como tinham afirmado.

Também tinham subestimado o problema do frio pensando que um simples vestuário de lã seria suficiente, mas cedo tiraram partido da invenção de Charles Goodyear, em 1843, do processo de vulcanização que tornava possível o fabrico de fatos de borracha ou tela de borracha perfeitamente estanque.

A mentalidade da época não estava ainda preparada para o uso de um aparelho tão simples para um ambiente tão hostil. O sucesso passou ao lado porque a invenção apareceu antes do tempo!...



O grande sucesso deste regulador consistiu na sua aplicação ao escafandro clássico, pois que, no fim do século XIX, a confiança dos mergulhadores nos escafandros de capacete contrastava de tal modo com a que tinham em relação aos novos escafandros autônomos que a sua procura era, praticamente, nula.

Com o aparecimento de garrafas de alta pressão surgem novos desenvolvimentos utilizando ar comprimido.

O desenvolvimento das máscaras, barbatanas e dos tubos de respiração à superfície (snorkel) modernos, deve-se principalmente aos mergulhadores em apnéia que atuavam no sul de França, durante as décadas 1920 e 1930. Merece uma referência especial o escritor americano Guy Gilpatrick, caçador submarino, autor do livro «The Complete Goggler», o primeiro livro sobre mergulho desportivo (1938), inspirador de Jacques Cousteau e Hans Hass.

Gilpatrick usava um velho par de óculos de aviador vedados com betume. O seu amigo russo, Alec Kramarenko, produziu uma máscara de borracha, com um único vidro, que não cobria o nariz. Como essa máscara se achatava contra o rosto, com a pressão, era necessário insuflar-se-lhe ar com uma pêra de borracha. Foram necessários anos para que os mergulhadores da Riviera compreendessem que o nariz era o instrumento ideal para esse efeito - bastava apenas expirar algum ar.

Os óculos para mergulhar são, no entanto, muito antigos, anteriores mesmo ao óculo de marinha. O viajante medieval Batuta escreveu sobre as pescarias de pérolas do Médio Oriente: «Antes de mergulhar, o pescador, põe na cara uma espécie de máscara feita de concha de tartaruga e uma pinça da mesma substância no nariz». A casca de tartaruga pode polir-se até obter uma quase completa transparência e parece que os mergulhadores polinésios as usavam antes de os europeus lhes levarem o vidro.

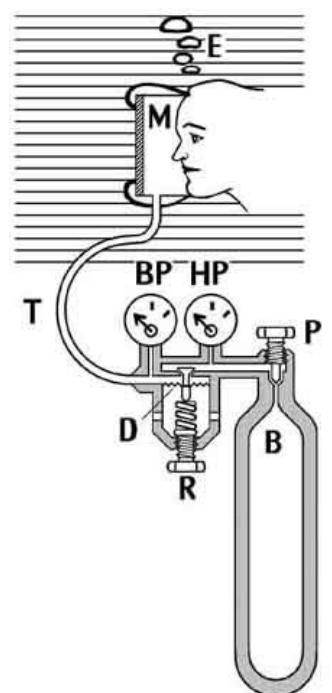
Em 1933 surge um novo escafandro autônomo, concebido e realizado pelo comandante Yves Le Prieur, da Marinha Francesa.

Era constituído por uma garrafa de ar comprimido (a 150 atmosferas), à qual estava ligado um regulador de onde partia uma traquéia que se ligava a uma máscara, que cobria toda a face e por cujos bordos saía o ar expirado.

O regulador era constituído por duas câmaras separadas, uma em contacto com o exterior e a outra, fixada à garrafa, por meio de uma válvula, de onde saía a traquéia para a máscara. A válvula possuía uma haste apoiada no centro da membrana que separava as duas câmaras.

Dado que a pressão do ar já era relativamente elevada, tornava-se necessária a existência de um parafuso que se ajustava, manualmente, para uma pressão próxima da pressão da garrafa de modo a permitir que a depressão, resultante da inspiração, fosse suficiente para provocar a abertura da válvula.

O ajuste constante da pressão do parafuso, durante o mergulho, era o maior inconveniente deste aparelho, que entrava frequentemente em débito contínuo. O escafandro, usado ventralmente, apesar das suas limitações, era seguro e proporcionava uma autonomia até então não conseguida.



Em 1937, um outro francês, Georges Commines, aperfeiçoou o regulador de Le Prieur, tornando-o automático e efetuou um mergulho autônomo ao largo de Marselha a 53 metros, em Junho de 1943.

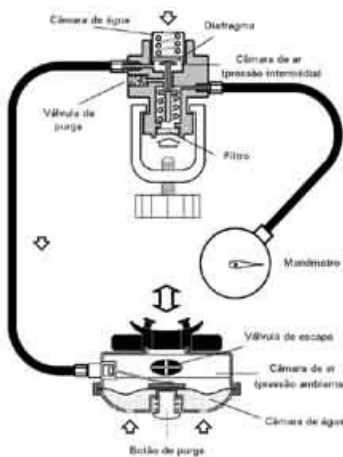
Na mesma altura, um oficial artilheiro da Armada Francesa, lenda viva das atividades subaquáticas, o com. Jacques-Yves Cousteau, começa em 1936, perto de Toulon, os seus primeiros mergulhos em apnéia.

Os três «Mosqueteiros do Mar» - Frédéric Dumas, Philippe Tailliez, Jacques Cousteau: chamaram-lhes os «Mousquiemers». Popularizaram o mergulho graças a dois filmes realizados durante a 2.ª Guerra Mundial.

Cousteau cedo reconheceu que uma melhor exploração do mundo subaquático só seria possível com um bom escafandro autônomo. O escafandro de Le Prieur, que experimentou, funcionava bem mas era muito limitado. Com a ajuda do armeiro de bordo do seu navio construiu o protótipo de um aparelho de oxigênio que usou com sucesso e com o qual sofreu uma intoxicação por ter mergulhado demasiado fundo. Apesar de ter melhorado este aparelho, voltou a sofrer outro acidente de que escapou por pouco e resolveu reexaminar a idéia.



Em 1939, com o início da 2.ª Guerra Mundial, Cousteau foi colocado em Marselha, no Serviço de Informações Navais da Armada Francesa, o que lhe permitiu, juntamente com Dumas, continuar a mergulhar e a trabalhar no projeto de um «pulmão» automático, que evitasse as preocupações com a mudança de profundidade, como acontecia com o equipamento Le Prieur. A solução nasceu como resultado de uma improvisação do tempo de guerra. A gasolina escasseava e Émile Gagnan, engenheiro de Paris, concebeu uma válvula para adaptar aos motores dos automóveis, permitindo o seu funcionamento com gás de cozinha. Finalmente, da colaboração de Cousteau e Gagnan, nasce o regulador que vem revolucionar o mergulho com escafandro autônomo e torná-lo acessível a toda a gente.



Cousteau escreveria mais tarde: “*Numa bela manhã de Junho de 1943, dominando com dificuldade a emoção, chego à estação de Bandol. Vou levantar uma encomenda expresso procedente de Paris. Contém o resultado de anos de esforço e de sonho. O protótipo de um escafandro autônomo concebido por Émile Gagnan e por mim*”

Os reguladores de uma traquéia, aparecidos nos anos 50, têm sofrido sucessivos aperfeiçoamentos e tornaram obsoletos os primeiros. Por outro lado, os primeiros costumavam ter apenas um andar de redução de pressão, enquanto os segundos têm, sempre dois. No primeiro caso, a pressão passava diretamente do valor da garrafa para o valor ambiente, enquanto que, no segundo se faz uma redução intermédia, para cerca de 8 atmosferas acima da pressão ambiente, e desta para a ambiente. Pouco se modificou o sistema até os dias de hoje, mas o homem está sempre buscando novos “aparatus” para manter-se submerso. Quem viver verá!





Equipe de Instrutores

Marcellus Bellezzo é Engenheiro Civil e atua na área de Sistemas de Drenagem. Mergulhador desde 1991, certificado pela Confederação Mundial de Atividades Subaquáticas CMAS e pela Confederação Brasileira de Pesca e Desportos Subaquáticos CBPDS (nº BRA/FOO/M1/02/000026). Fundou a Hidrofobia Mergulhos em março de 2001. Tornou-se instrutor pela CMAS, assumindo os cursos ministrados na Hidrofobia Mergulhos.



*Foto com o diretor mundial da NAUI TEC
Cap. Timoty O'leary.*

Tornou-se instrutor pela *National Association of Underwater Instructors* NAUI (# 42493) e foi responsável pelas operações de mergulho no Parque Estadual Marinho de Fernando de Noronha, onde desenvolveu a técnica de respiração reduzida.

Formou-se Instrutor de Primeiros Socorros pela *American Safety & Health Institute* – ASHI, instrutor NITROX (mescla gasosa de ar enriquecido com Oxigênio) pela NAUI e Mergulhador Profissional Raso da Marinha do Brasil pela Divers University.

Atualmente, ministra cursos de formação para Divemaster e instrutores NAUI, coordena um grupo de estudos sobre sobrevivência no mar e mergulho em altitude.



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br

Demitrius Bellezzo, é fisioterapeuta, professor universitário nas áreas de fisiologia, fisioterapia e primeiros socorros. Mergulhador desde 1995, trabalhou nas operações de mergulho em Arraial do Cabo / Cabo Frio – RJ.



Formou-se Mergulhador de Resgate em 2002, Máster Scuba Diver em 2004 e Instrutor de mergulho NAUI em 2007, assumindo os cursos de iniciação na Hidrofobia Mergulhos no mesmo ano.

Atualmente desenvolve trabalhos em academias de esportes e universidades utilizando o mergulho SCUBA como tratamento terapêutico no auto- conhecimento e combate ao stress urbano.



Andréa & Julia

BASTIDORES



Primogênito Murillo (Boy)



Pai bobão, Iago e Julia



Hidrofobia Mergulhos (11) 6456 4521 (11) 6456 9431
Rua Belo Jardim, 585 Guarulhos SP - www.hf5.com.br