

MANUAL DO MERGULHO AUTÔNOMO DESPORTIVO

Curso de Mergulho (Básico)

Nota

Este manual foi adquirido através de motores de busca, mas apresenta excelente bibliografia, conferida, apesar de não haver dados do autor. .

(IN: Cousteau, Jaques-Yves. *O Mundo dos Oceanos*)

"Os seres humanos estão prestes a voltar ao mar, como alguns mamíferos fizeram há poucos milhões de anos, para se tornarem focas, toninhas e baleias? Na ausência de drásticas mutações anatômicas e fisiológicas, é bastante improvável. Nossa silhueta, membros, pulmões, coração, veias e artérias; nossa gordura e fígado; nossos rins, pele, sangue - tudo teria de ser modificado de maneira radical para que pudéssemos ficar submersos por semanas ou meses a fio, sem morrer de exposição ao frio, sem perder a pele ou ser compelido a voltar com uma frequência excessiva à superfície em busca de ar. Apesar da recente popularidade das atividades do mergulho, não há qualquer indicação de que no grande esquema de evolução os homens estejam programados para se tomar criaturas marinhas."

"Contudo, à sua maneira, que é artificial, o homem está preparando seu retorno ao mar."

"Compensa a falta de gordura isolante pelo desenvolvimento de melhores trajes de mergulho. Empenha-se para aperfeiçoar os equipamentos de respiração e compreender a fisiologia do mergulho. Já passou um mês inteiro em colônias submarinas. É o proprietário orgulhoso e usuário de dezenas de submersíveis de exploração, já desceu em batiscafos além das profundezas alcançadas pelos cachalotes. O homem não pode voar. E não pode mergulhar muito bem. Mas conquistou o ar, a lua e a mais profunda fossa oceânica."

"Os esforços do homem para penetrar no elemento estranho que acalentou seus ancestrais remontam aos tempos mais antigos. Em portos do leste do mediterrâneo, nas águas quentes do golfo Pérsico e Oceano Índico, em ilhas dispersas do Pacífico, até mesmo nas águas geladas da Terra do Fogo, o homem já mergulhava antes mesmo que houvesse escribas registrando seus feitos. Esses mergulhadores primitivos eram ao mesmo tempo práticos e místicos. Das águas misteriosas traziam alimentos e tesouros, além de histórias fantásticas que mantiveram viva a mitologia - pérolas, corais e histórias de monstros, esponjas e lendas de sereias."

"Através do conhecimento empírico, esses pioneiros aperfeiçoaram o mergulho nu, alcançando profundidades de 50 a 65 metros, em mergulhos que duravam dois minutos, às vezes mais. As técnicas eram transmitidas de geração a geração. Foi somente no começo do século XX que a tecnologia e a ciência puderam melhorar esses métodos e desenvolver o equipamento

necessário para abrir todo um mundo novo ao homem. O progresso no mergulho foi veloz e coincidiu com as explosões, demográfica e industrial.”

“Os primeiros mergulhos efetuados por homens ou seus ancestrais antropóides foram provavelmente em busca de alimento. No começo eles recolhiam ostras ou mariscos na maré baixa, depois entraram no mar e foram se aventurando cada vez mais fundo. Mais tarde, as conchas passaram a ser usadas também como decoração. Figuram entre os artefatos mais antigos encontrados pelos arqueólogos. Já em 4500 a.C. havia mergulhadores recolhendo madrepérola, como se pode comprovar pelos ornamentos nas paredes de Bismaya.”

“As façanhas mais bem registradas são as mediterrâneas, onde os gregos recolheram esponjas desde tempos imemoriais. Aristóteles descreveu o valor de esponjas a soldados que a usavam para amortecer as armaduras pesadas.”

“No século V a.C. dois famosos mergulhadores da antigüidade, Sília de Sione e sua filha Ciana, mergulharam para cortar os cabos das âncoras dos navios de guerra do rei persa Xerxes. Houve uma terrível tempestade, os navios encalharam e afundaram. Sília e Ciana tornaram a mergulhar para saquear os destroços.”

“Durante o sítio de Alexandre o Grande à Ilha-fortaleza de Tiro, em 332 a.C. Os mergulhadores foram usados para destruir as defesas submersas dos fenícios. Alexandre teria observado a operação, submergido num barril de vidro ou sino de mergulho.”

“As japonesas figuram entre as mulheres mais liberadas do mundo em tudo que se relaciona com o mar. As mergulhadoras *amas* operam na Coréia e Japão há pelo menos 1.500 anos. Já foram pescadoras de pérolas, mas hoje as trinta mil praticantes mergulham quase exclusivamente em busca de alimentos. No passado, ambos os sexos empenhavam-se no mergulho, mas hoje bem poucos homens praticam essa arte. Como as mulheres possuem camadas adicionais de gordura por de baixo da pele, que as protegem dos efeitos da água fria, os homens em sua maioria ficam relegados ao papel de ajudá-las, tripulando os barcos.”

“Talvez mais importante do que a diferença fisiológica, no entanto, seja o treinamento que as mulheres recebem. Podem começar quando estão com onze ou doze anos e às vezes elas continuam a mergulhar até a casa dos sessenta anos.”

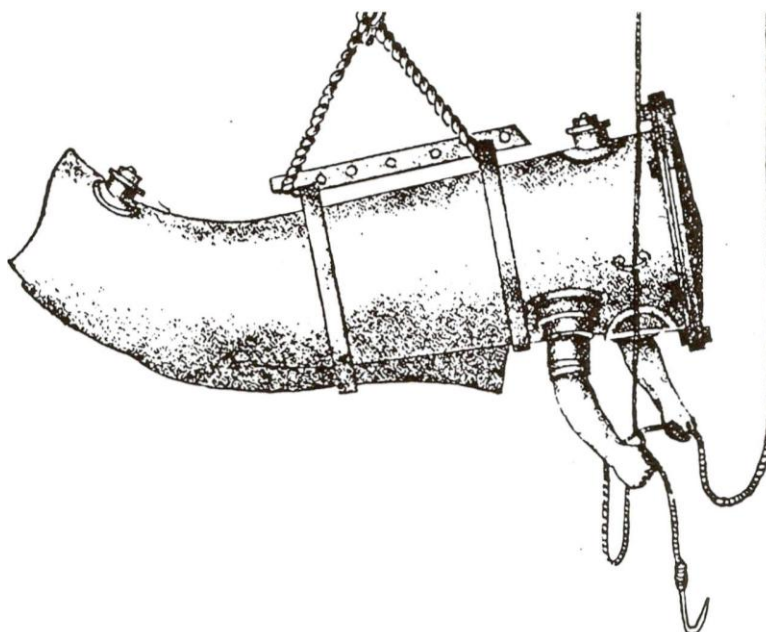
“Mergulhar exige bem pouca força muscular, mas grande flexibilidade do corpo e muita resistência ao frio. “Assim, as mulheres são perfeitas para o

mergulho, hoje como ontem.”

“O homem é um animal tecnológico e ao longo dos séculos criou muitos artefatos para complementar sua capacidade limitada de mergulhar e sua total incapacidade de respirar debaixo d'água.”

Até a invenção do *aqualung*, os artefatos para se respira abaixo d'água tinham muitas desvantagens. Para que o ar fosse respirado na mesma pressão da superfície, o mergulhador precisava estar fechado numa carapaça, protegido da água e dos efeitos da pressão. Com a invenção da bomba de ar comprimido, o homem podia se movimentar pelo leito do oceano a maiores profundidades e por períodos mais prolongados, mas ainda estava preso á embarcação na superfície por cabos e correntes; ainda era um animal acorrentado.

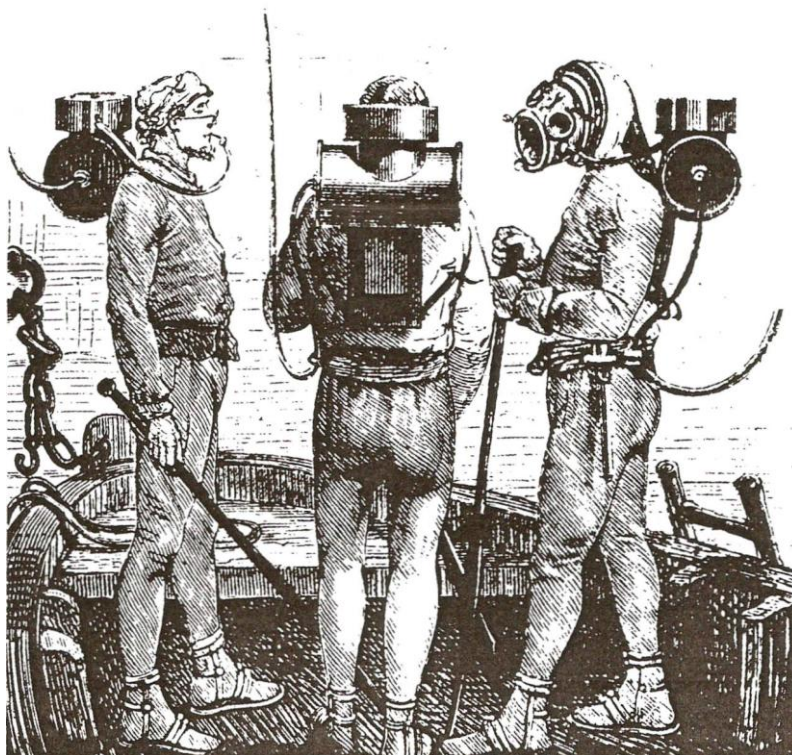
A maioria dos projetos antigos, até mesmo os de Leonardo da Vinci, era fantasiosa demais, além de impraticáveis. Em 1715, por exemplo, John Lethbridge descreveu sua caixa de couro com cavares em que alegava ter descido a “dez braças muitas centenas de vezes” - um feito impossível.



Em 1715, um inventor inglês, John Lethbridge, projetou este implausível aparato blindado para mergulhos. Alegou ter descido a dez braças no tanque lacrado centenas de vezes - um feito impossível.

Teoricamente, os problemas de trabalhar debaixo d'água poderiam ser resolvidos por um traje de mergulho articulado. Os projetos antigos usavam pregas de couro como as de um acordeom para as articulações, mas sempre endureciam e encolhiam sob a pressão. O primeiro traje bem-sucedido, patenteado em 1913, combinava articulações de bilhas e esfera para

aumentar a flexibilidade. Não obstante, durante a primeira operação de resgate bem-sucedida em mar profundo (120 metros), em 1931, os mergulhadores logo abandonaram os trajes de mergulho. Em vez disso, sentaram-se em câmaras de mergulho e orientaram manipuladores baixando-os da superfície para recuperar 95% do ouro transportado pelo S.S. Egypt.



Artefato de Rouquayrol e Denayrouze.

Quatro anos antes da publicação do clássico de Júlio Verne, *Vinte Mil Léguas Submarinas*, Benoît Rouquayrol e Auguste Denayrouze produziram um artefato que permitia ao mergulhador armazenar uma pequena quantidade de ar comprimido nas costas, desligar a mangueira de ar que o ligava à superfície e andar livre pelo leito do oceano. A liberdade era de curta duração e o sistema primitivo, mas esses primeiros passos foram dados em 1865. “A chave do artefato de Rouquayrol e Denayrouze era um regulador que ajudava a controlar o fluxo de ar do reservatório submarino para a boca do mergulhador.”

"Houve outros passos, certos e errados, ao longo do caminho. Um deles foi o aparelho de respiração de oxigênio, inventado por Remi Fleuss em 1878. O sistema fornecia apenas oxigênio ao mergulhador e suas exalações eram filtradas através de um agente químico, a fim de expurgá-las do dióxido de carbono. Na segunda Guerra Mundial os homens-rã usaram esse sistema, que provavelmente levou-os aos limites, descobrindo que o oxigênio puro sob pressão causa convulsões perigosas e que os mergulhos prolongados de

oxigênio só eram seguros perto da superfície, a uma profundidade não superior a sete metros.”

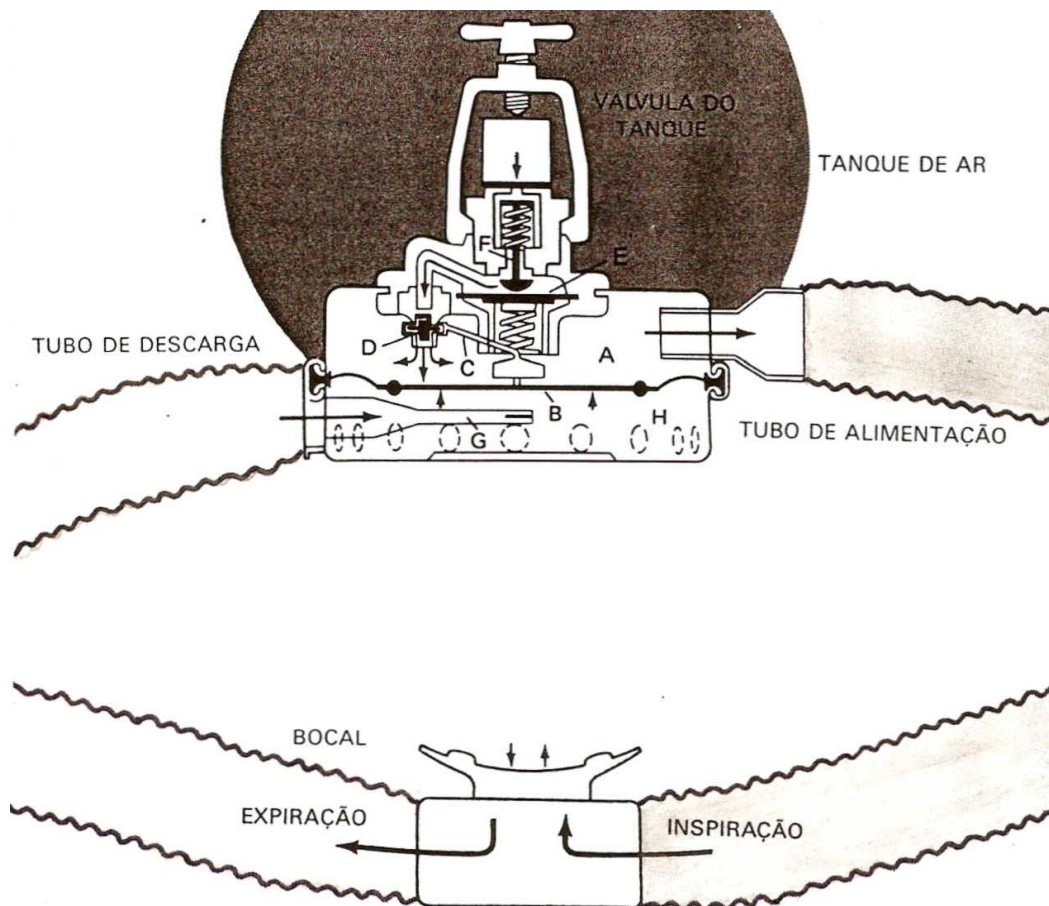
“Dez anos depois, outro francês, George Cornheines, testou um regulador semi-automático, preso a um recipiente de ar comprimido. Era uma versão modificada do aparelho de respiração usado pelos bombeiros em atmosferas tóxicas. Infelizmente, Cornheines morreu num dos seus primeiros mergulhos. A esta altura, Emile Gagnan e eu já trabalhávamos em nosso *aqualung* totalmente automático, que fornecia ar sob demanda ao mergulhador, exatamente na pressão apropriada. Estávamos no limiar da verdadeira liberdade sob o mar.”

"O *aqualung* é baseado no princípio do sistema de respiração de circuito aberto, que permitia que o ar exalado escapasse para o oceano; trata-se de um desperdício de oxigênio, é claro, mas é apenas o preço da simplicidade e segurança.”

“No sistema, os cilindros de ar comprimido são carregados nas costas. O ar passa do recipiente por uma válvula de controle, que baixa sua pressão para cerca de 7 kg / cm² acima da pressão ambiente. O ar passa em seguida pela válvula de demanda, operada por uma membrana que é submetida, do exterior, à pressão da água ao redor. O ar no interior da membrana é logo igualado com a pressão hidrostática. Cada inalação exerce uma pequena depressão na superfície ampla da membrana, que atua como uma força multiplicadora e abre a válvula: o ar é fornecido ao mergulhador. Quando ele exala, a membrana torna a cair, uma mola fecha a válvula e o ar para de fluir. O ar exalado escapa livremente pela água, através de uma válvula de descarga só de saída, nunca se misturando com o ar a ser inalado. Um sistema de advertência simples alerta o mergulhador quando o suprimento de ar está baixo, com a garantia de uma reserva suficiente para o retorno à superfície.”

"O equipamento de mergulho abriu a última fronteira do planeta à exploração de aventureiros, fotógrafos, executivos e donas-de-casa. O mundo dos peixes é agora o nosso mundo também. Desde a introdução do *aqualung*, o esporte da exploração submarina conquistou milhões de adeptos só nos Estados Unidos. Mergulhar é um esporte desafiante, singular na medida em que combina o uso da habilidade e força com autocontrole e apreciação estética - exercício físico com oportunidades educacionais. Não há ninguém que mergulhe numa área de vida marinha abundante que possa resistir á necessidade de aprender mais sobre o novo mundo que contempla diante de seus olhos."

Sistema desenvolvido por Emile Gagnan e Jaques-Yves Cousteau.



Como funciona a válvula reguladora: A inalação reduz a pressão na câmara (A) por cima da membrana (B), fazendo-a levantar. A alavanca (C) ativada por essa membrana permite o fluxo de ar através da válvula de baixa pressão (D). Uma redução na pressão ocorre dentro da câmara (E), abrindo a válvula reguladora de alta pressão (F) e permitindo o fluxo de ar para o mergulhador. O ar expirado flui por uma válvula só de saída (G) para a câmara (H), que é aberta para a água através de orifícios (linhas pontilhadas).

As certificadoras existentes espalhadas pelo mundo são entidades tais como sociedades, associações, corporações, federações e confederações, que tem por objetivo a padronização na instrução do mergulho autônomo. Cada qual possui seu próprio programa na formação porém todas seguem um padrão mínimo comum a formação de um futuro mergulhador. As operadoras filiadas a uma ou mais entidades costumam exigir que o mergulhador que dela se utilize seja filiado à mesma, ou pelo menos a outra entidade reconhecida por ela. Existem ainda outras entidades, que se dedicam aos estudos da fisiologia hiperbárica, sindicatos, etc. Que nada tem haver com certificadoras. Abaixo algumas das entidades existentes no mundo:

CMAS - Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques

CBPDS - Confederação Brasileira de Pesca e Desportos Subaquática

PDIC - Professional Diving Instructors Corporation

TDI - Technical Diving International

NAUI - National Association of Underwater Instructors

PADI- Professional Association of Diving Instructors

SSI - Scuba Schools International

UHMS - Undersea and Hyperbaric Medical Society

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration

SINTASA - Sindicato dos Trabalhadores Subaquáticos e Afins

Por definição mergulhador profissional é, todo tripulante ou não tripulante com habilitação certificada pela autoridade marítima para exercer atribuições diretamente ligadas à operação da embarcação e prestar serviços eventuais a bordo ligados as atividades subaquáticas. A certificação referente ao mergulho profissional fica a critério de cursos homologados pela DPC (Diretoria de Portos e Costa), de acordo com as diretrizes estabelecidas nas portarias 113/DPC, de 16 de dezembro de 2003 e nº 106/DPC, de 23 de dezembro de 2004 que Aprovam as Normas da Autoridade Marítima para as Atividades Subaquáticas, NORMAM-15/DPC sem a qual nenhuma escola esta habilitada a formar mergulhadores profissionais no país.

3.1 - EQUIPAMENTOS

Os equipamentos abaixo citados, máscara, *snorkel* e nadadeiras, são aqueles indispensáveis para prática das atividades do mergulho, por esta razão há este grupo de equipamentos convencionou-se chamar de EQUIPAMENTO BÁSICO DE MERGULHO.

Máscara

Tem como objetivo adequar nossa visão, já que esta não está adaptada ao meio aquático, criando um espaço de ar entre os olhos e a água. Variam muito de acordo com os diversos fabricantes, estas podem ser em borracha sintética ou silicone, transparentes, pretas ou coloridas, o importante é que seu vidro seja sempre temperado. Quanto menor seu volume interno, mais fácil a equalização da pressão interna da máscara com a pressão hidrostática ambiente. Deve-se escolher a que melhor se adapte ao rosto, pois disto dependerá sua perfeita vedação e conforto durante o mergulho.

Há três tipos básicos:

A ovalada; a de nariz moldado com visor único; e a de nariz moldado de visor duplo.

As duas últimas são as mais recomendadas, pois geralmente apresentam um volume interno pequeno e seu nariz moldado torna mais fácil a compensação. As de visor duplo são melhores para aqueles que tenham problemas visuais, pois, é mais fácil a troca do vidro por lentes corretivas (em casas especializadas).

Procedimento na compra da máscara:

- Colocar a máscara na sua face sem a tira posterior.
- Inspirar pelo nariz.
- A máscara deve permanecer grudada a face mesmo sem a tira, é a comprovação da perfeita vedação.

Uma máscara é composta de:

- Lentes - Fabricadas com vidro temperado, de alto impacto, proporcionando maior segurança.
- Corpo - Fabricado em silicone (transparente ou preto) ou borracha na cor escura ou colorida. Deve assegurar uma perfeita adaptação ao

rosto para evitar a passagem de água e também ter um espaço confortável e flexível para o nariz, para ajudar na compensação.

- Armação - É a parte rígida onde a lente e o sistema de fixação e ajuste da tira estão apoiados.
- Tira de ajuste do mesmo material do corpo.
- Fivelas para ajuste da tira.

Snorkel

É um tubo acoplado a um bocal que tem como função permitir a respiração na superfície mesmo quando a cabeça esta voltada para baixo, este é provavelmente o mais simples dos equipamentos de todo conjunto, e o mais importante. Deve ser utilizado tanto em mergulho livre (apnéia) como com equipamento autônomo. A escolha depende do costume de cada mergulhador, no entanto recomenda-se que não seja muito comprido ou fino (deve ter o diâmetro interno entre 1,7cm e 2cm, e comprimento entre 7 e 12 cm) o que aumenta a resistência a respiração. O indicado será sempre o mais simples possível, sem válvulas e sem sistemas que possibilitam panes e a entrada de água durante o mergulho. Outro motivo para não usar tubo com válvulas é que, embora para quem experimente pela primeira vez as válvulas ajudem no esvaziamento do tubo, elas tornam-se um tormento para quem quer afundar. Nas subidas e descidas, o tubo vibra muito mais devido à dimensão dessas válvulas, o que o torna muito desconfortável. O seu sistema de diafragma sofre desgaste natural com o tempo e, portanto, a manutenção torna-se onerosa. O bocal deve ser macio e anatômico para impedir a entrada de água.

Deve ser preso à tira da máscara, por uma presilha e não passado sob ela, prevenindo assim sua possível perda caso seja necessária a retirada da máscara. Em situações especiais, onde possa atrapalhar o mergulhador deslocando a máscara e acarretando seu alagamento, pode ser colocado no bolso do colete.

Nadadeiras

É o equipamento que permite a propulsão em meio aquático. Quase 100% do deslocamento do mergulhador deverão depender exclusivamente das nadadeiras. As mãos só são utilizadas apenas para uma brusca mudança de direção. Devem ajustar-se confortavelmente aos pés, não ficando nem folgadas ou apertadas de mais. Para nadadeiras um pouco folgadas é recomendado o uso de ligas, meias ou botas de neoprene.

Existem vários tipos de nadadeiras; de calçadeiras com calcanhar inteiro e

nadadeiras de calçadeiras com calcanhar de tiras posteriores, elas ainda se diferenciam também em relação ao tamanho de sua pala (ou palhetas), as de pala curta são ideais para mergulhos em apnéia a baixa profundidade, as de pala média são muito usadas em mergulho autônomos e técnicos, e as longas em apnéias profundas.

Cinto de Lastro

Tem por função deixar o mergulhador com flutuabilidade neutra, compensando a flutuabilidade da roupa de neoprene, ou, por conseguinte, em casos especiais, aquela que o mergulhador desejar. Sua fivela deve ser de soltura rápida para quando haja qualquer necessidade, possamos nos livrar sem dificuldades.

SOLTE-O EM QUALQUER SITUAÇÃO QUE POSSA TER DIFICULDADES DE CHEGAR A SUPERFÍCIE.

Existem cintos de nylon, borracha ou PVC e os chumbos podem ser fixos ou de desengate rápido pesando em geral 0,5 Kg; 1 Kg; 2 Kg ou 3 Kg.

O peso adequado para o lastro depende da espessura do traje, do equipamento, do tipo de água (doce ou salgada), do tipo de mergulho e da flutuabilidade de seu próprio corpo. O peso do lastro ideal é quando, boiando na posição vertical, a linha d'água estiver na altura do nariz.

O cinto de lastro deve ser seguro pelo lado oposto da fivela para evitar que os pesos se soltem.

Facas

É um equipamento de segurança indispensável em qualquer tipo de mergulho. Existe com os mais variados formatos e tamanhos, sua escolha depende do tipo de mergulho a que se destina, por exemplo, as facas pequenas e de laminas finas e alongadas como adagas, são muito utilizadas na caça submarina, já as facas com ponta quadrada e encaixe para porcas são muito úteis no mergulho autônomo.

O maior cuidado ao comprar uma faca é com as laminas que não pegam bom fio. Só a faca não adianta, tem que estar afiada.

Existem pontos para colocarmos a faca, na perna, no cinto ou no colete equilibrador. Todos os lugares você deverá alcançar com as duas mãos. A faca no braço, não é uma boa opção, pois só a alcançaremos com uma das mãos.

Luas

Sem dúvida o uso de luvas que protejam contra eventuais escoriações é uma precaução conveniente, como também nos oferece uma proteção térmica adequada em condições mais severas.

Existem luvas de PVC e de neoprene que são grossas e dão boa proteção, mas tiram bastante a sensibilidade do mergulhador. As de algodão são mais finas e flexíveis, mas deixam penetrar espinhos como os do ouriço. A mesclagem da luva de neoprene com couro é a melhor opção.

Colete Equilibrado ou B.C. (Bouyancy Compensator)

Tem por objetivo manter o mergulhador numa condição de neutralidade a qualquer profundidade. Também é utilizado como apoio na superfície funcionando como colete salva-vidas, em situação crítica de emergência ele pode ser utilizado para auxiliar a volta à superfície.

Uma vez equilibrado pelo uso correto do lastro, o mergulhador inicia a atividade e, conforme aumenta sua profundidade, perde flutuabilidade devido à compressão de sua roupa e do próprio corpo (vide Lei de Boyle/Mariotte e o Principio de Arquimedes). Esta perda de flutuabilidade se traduz como uma maior tendência a afundar. Inflando-se gradativamente o B.C., a neutralidade se restabelece. É uma peça delicada do equipamento e deve ser operada com o maior cuidado, pois uma subida descontrolada pode trazer vários danos para o mergulhador. Existem vários modelos de B.C.'s cada qual para uma especialidade de mergulho, alguns bastantes sofisticados, nos quais ao cilindro do mergulhador é acoplado.

Lanternas

Indispensáveis em algumas modalidades de mergulho (ex. noturno, caverna, profundo). Existem vários tipos e modelos, com pilhas descartáveis ou recarregáveis, algumas com foco divergente (mais usadas para mergulhos noturnos) e outros convergentes (usadas para tocas em mergulhos diurnos). As lâmpadas de halogênio ou Kriptônio são muito mais intensas que as normais. Nunca pegue na lâmpada (na parte de vidro) com os dedos, pois a gordura da mão pode fazer com que ela queime.

Seu funcionamento por muito tempo fora d'água não é recomendado, pois esquenta demais e pode derreter partes da lanterna.

Mais modernamente encontramos lanternas com lâmpadas de LED que são muito mais econômicas e com ótima durabilidade, sem perder a qualidade do

foco e luminosidade.

Roupas Isotérmicas

Fabricadas em sua maioria de espuma de neoprene, destina-se primariamente a proteger o corpo de baixas temperatura e secundariamente proteger o corpo contra animais marinhos e escoriações.

A princípio distinguiremos os tipos de roupas de neoprene, que são:

- Roupa úmida
- Roupa semi-seca
- Roupa seca

A primeira é comumente usada em mergulho livre e autônomo, apresenta-se em vários modelos (com ou sem zíper e/ou com ou sem capuz acoplado) e espessuras (as mais comuns de 3 e 5 mm). Quanto à especificação do neoprene pode ser *duble face*, microporoso, plush, etc.

A segunda é uma roupa que possui um no zíper semelhante a da roupa seca com vedação estanque. Também possuem vedação nos punhos e tornozelos que diminui a circulação de água dentro da roupa.

A terceira é pouco encontrada, e de uso mais comum em mergulhos em águas muito frias ou muito poluídas. Com vedação hermética (estanque) no zíper, pulsos e pescoço o mergulhador não entra em contato com a água. Deve-se ainda regular a quantidade de ar dentro da roupa, evitando assim o barotrauma de roupa seca. Três tipos básicos de matérias podem ser utilizados na sua fabricação, neoprene, borracha vulcanizada ou tecido trilaminado.

Relógio

No mergulho com uso de ar comprimido, o controle do tempo durante o mergulho é indispensável, não basta que o relógio seja a prova d'água, tem de ser a prova de pressão e contar ainda com um cronômetro ou coroa giratória.

Alguns modelos marcam mais que apenas o tempo, e chegam a ser pequenos computadores.

Profundímetro

Da mesma forma se faz presente o controle da profundidade, e outro

elemento indispensável em mergulhos autônomos é o profundímetro. Existem quatro tipos, relacionados por ordem de sofisticação e precisão:

- Capilar
- Tubo de Bourdon
- Óleo
- Eletrônicos

Bússola

O modelo a prova de pressão, usado pelos mergulhadores aplicam-se há tipos de mergulho onde se faz necessário a orientação subaquática.

Manômetro

O manômetro de imersão é indispensável em garrafas de mergulho que possuam registro sem reserva (tipo "k"). Serve para determinar de forma imediata, a quantidade de ar que resta durante o mergulho. Existem também os manômetros terrestres, estes servem apenas para leituras fora d'água.

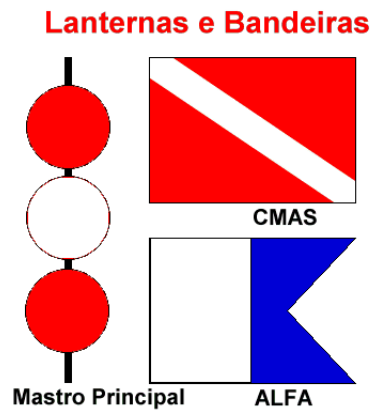
Computadores

São pequenos computadores que tem por objetivo calcular a saturação dos tecidos do corpo humano baseados em padrões de modelos biofísicos e tabelas de descompressão. Fornecendo informações importantes automaticamente como: tempo de descompressão, residual de nitrogênio, intervalo de superfície, etc.

Bóias e Bandeiras

O uso de uma bandeira sinalizadora para alertar que há mergulhadores na área é um fator de segurança. A eventual passagem de barcos constitui um dos mais sérios perigos a que o mergulhador está exposto. Existem dois modelos, a "Bandeira Alfa" reconhecida oficialmente (Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida no Mar) e a "Bandeira Diver" criada em 1949 por Denzel James Dockery (Doc), e difundida pela revista Skyn Diver foi aceita pelos seus leitores nos USA e hoje reconhecida internacionalmente.

A bandeira é uma obrigação formal na presença de mergulhadores embarcados ou na água.



Equipamento Autônomo de Respiração Subaquático (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus - SCUBA)

Conjunto de respiração subaquático autônomo, composto por um ou mais cilindros de alta pressão, conjunto de válvulas (1º e 2º estágios) e B.C., manômetro e profundímetro

Narguile

Caracteriza-se por ser um equipamento de respiração subaquático dependente, isto é, o equipamento de suprimento de ar do mergulhador está na superfície.

Pode ser composto tanto por uma fonte de ar de alta pressão, quanto por uma fonte de ar de baixa pressão (12 a 25 atm), fazem parte do conjunto ainda, compressor, motor (a explosão ou elétrico), cilindros, tanque de volume, mangueiras e válvula reguladora. Deve ser lubrificado com óleo sintético atóxico, e o ar respirado pelo mergulhador deve ser filtrado com sílica gel e carvão ativado

Este tipo de aparelho é usado em trabalhos em áreas restritas, devido a sua pouca mobilidade.

3.2 - EQUIPAMENTO AUTÔNOMO DE RESPIRAÇÃO SUBAQUÁTICA

Neste capítulo analisaremos individualmente todos os componentes do conjunto de respiração subaquático autônomo (circuito aberto), e deixaremos para outra oportunidade a análise do equipamento dependente e de circuito aberto.

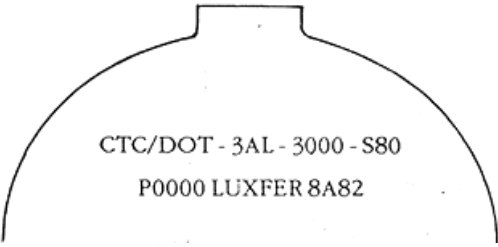
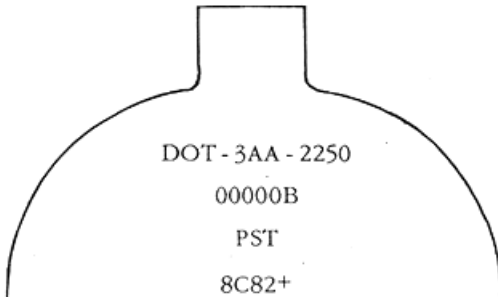
Cilindro

É o reservatório onde fica a mistura respiratória a ser utilizada no mergulho. O material constitutivo pode ser aço carbono, aço cromo molibdênio ou alumínio.

Os cilindros de alumínio são maiores externamente que a de aço, para o mesmo volume interno, pois necessitam de paredes mais espessas para suportar a mesma pressão, são, entretanto mais leves e resistentes a corrosão. Atualmente estão muitos difundidos cilindros de aço cromo molibdênio revestidos por camadas externa de outros materiais não ferrosos, entre eles o alumínio.

No corpo do cilindro deve conter as marcas da data de fabricação (data do primeiro teste hidrostático), do último teste hidrostático, tipo de material, pressão de trabalho, volume interno, número de série, órgão de fiscalização, etc.

Todo equipamento de mergulho deve passar por manutenção preventiva. No caso dos cilindros um teste hidrostático a cada cinco anos expondo-o a uma pressão de teste maior que a de trabalho (geralmente uma vez e meia) calculando desta forma a deformidade temporária e permanente do cilindro. E sujeita-lo a uma inspeção visual interna a cada ano.

CTC/DOT - 3AL - 3000 - 580 P0000 LUXFER 8A82	
CILINDRO DE ALUMÍNIO	CILINDRO DE AÇO CROMO MOLIBDÊNIO
 CTC/DOT - 3AL - 3000 - S80 P0000 LUXFER 8A82	 DOT - 3AA - 2250 00000B PST 8C82+

CTC/DOT - Canadian Transport Commission / Department of Transportation, marca dos órgãos fiscalizadores. 3AL - especificação do material alumínio. 3000 - pressão em PSI com que deve ser carregado o cilindro (pressão de trabalho). S80 - quantidade de ar em pés cúbico quando o cilindro estiver na pressão de trabalho. No caso 80 pés cúbicos. P0000 - número de série do cilindro. Geralmente a variação das letras depende da capacidade do cilindro: P = 80 pés cúbicos; Y = 71,2 pés cúbicos; R = 62 pés cúbicos; KK = 105 pés cúbicos; UT = 100 pés cúbicos. Essas particularidades são do fabricante Luxfer. 8A98 - mês e ano do primeiro teste hidrostático. Entre esses, a marca do inspetor que executou o teste.	DOT – Department of Transportation. 3 AA - marcação para Aço Cromomolibdênio. Para os antigos de liga de carbono, 3A. 2250 - pressão de trabalho do cilindro em PSI. 0000B - número de série. P8T - marca do fabricante. 8C82+ - mês e ano do primeiro teste hidrostático. Entre esses, a marca do inspetor do que executou o teste. + - esse sinal somente é usado nos cilindros de aço e indica que o cilindro poderá ser carregado com pressão de trabalho 10% maior do que a indicada durante o período de validade do primeiro teste. Os cilindros nacionais e os europeus, além de mostrarem unidades de pressão diferentes, dão maior quantidade de informações como: peso do cilindro, volume, pressão de teste, entre outros.
--	--

Uso correto:

- Nunca exceder a pressão de trabalho.
- Nunca deixar cilindros carregados expostos ao sol ou lugares quentes.
- Não esvazie totalmente seu cilindro, principalmente quando estiver imerso.
- Guardar com uma pressão de aproximadamente de 50 a 100 PSI.
- Guardar sempre seu cilindro em pé.
- Inspeção visual a cada ano e, se for necessário limpeza interna.
- Mantenha o teste hidrostático em dia (a cada 5 anos).
- Nunca carregue o cilindro fora d'água.
- Não use um cilindro que foi carregado há muito tempo atrás.
- Certifique-se que o ar com que esta sendo carregado o cilindro é de boa qualidade.

Registro

São válvulas como torneiras que abrem e fecham o fornecimento de ar do

cilindro. Em todo registro deve existir ainda uma válvula de segurança que libera o ar da garrafa caso a pressão interna ultrapasse bastante a pressão de trabalho do cilindro.

Os registros com reserva tipo "J", hoje em desuso, são aqueles possuem válvula com mola, com certa pressão (cerca de 30 Kgf./cm²), que impede a saída total do ar pressurizado no interior do cilindro, quando este atinge a pressão da mola a passagem de ar é interrompida e, apenas, quando aberta manualmente, permite que o ar de reserva saia.

Os registros tipo "K" que não possuem reserva, são os mais comumente encontrados. Neste caso a pressão relativa à reserva, é calculada pelo manômetro.

Temos ainda o tipo "H" que permitem a acoplagem de outro 1º estágio independente do principal.

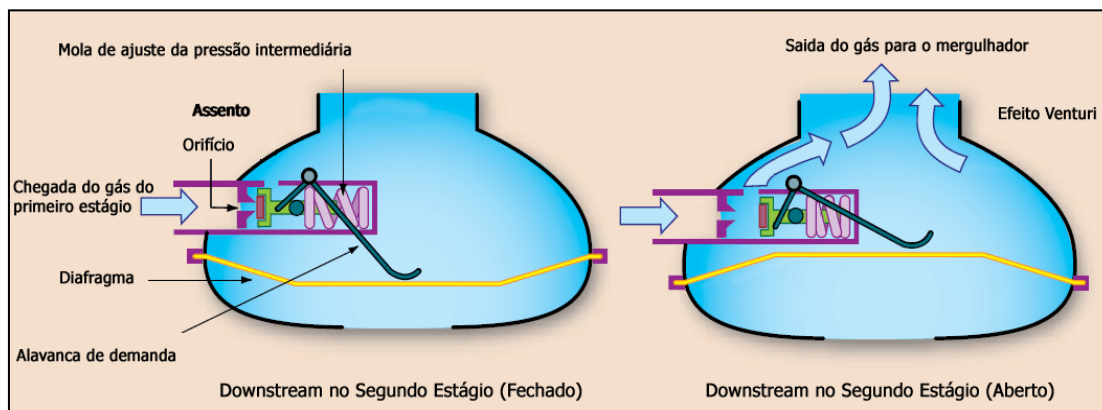
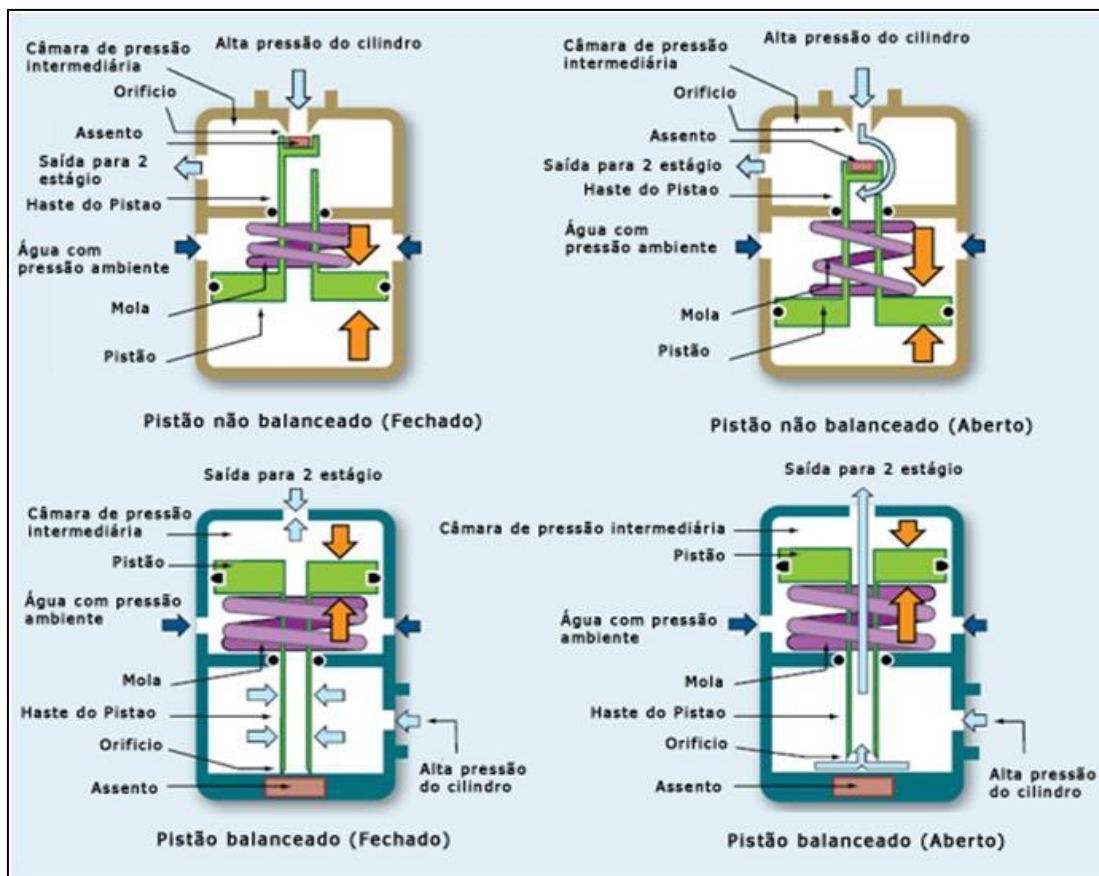
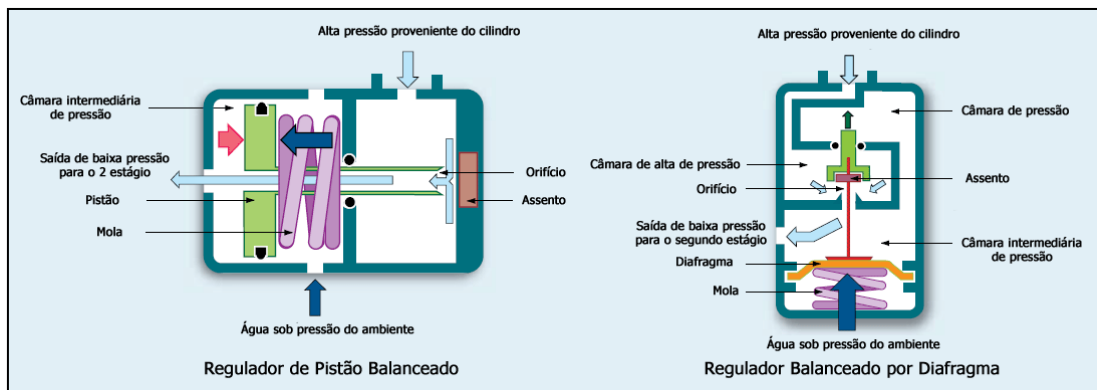
Diferencia-se ainda pelo tipo de sistema de conexão se, "YOKE" ou "DIN" este último mais seguro por se tratar de um sistema macho/fêmea.

Válvula Reguladora de Demanda (ou Regulador)

É aquela que se acopla ao registro e tem como função diminuir a alta pressão do cilindro, para uma baixa pressão ambiente, tornando o ar respirável para o mergulhador. A redução da pressão divide-se em duas etapas. A redução inicial ocorre no 1º estágio do regulador onde a alta pressão proveniente do cilindro é reduzida para uma pressão intermediária constante, entre 140 e 150 PSI (aprox. 9 a 10 Kgf./cm²). O ar sob pressão é transportado por uma mangueira até o 2º estágio redutor, onde será liberado ao mergulhador há uma pressão ambiente.

Existem basicamente dois tipos de primeiro estágio: os de diafragma balanceados; e os de pistão, estes por sua vez podem ser simples ou balanceado.

Podemos definir como primeiros estágios balanceados aqueles que não são afetados pela diminuição de pressão no cilindro, como consequência não causam aumento gradativo no esforço respiratório, à medida que o cilindro esvazia.



Back Pack

Composto por uma cinta com fivela de desengate rápido, que passa pelo apoio das costas, este por sua vez é fixado à braçadeira, onde se acoplará a garrafa.

Boot

Sapata de borracha que tem como função proteger o fundo do cilindro contra arranhões e em alguns casos servem para mantê-los em pé.

Console

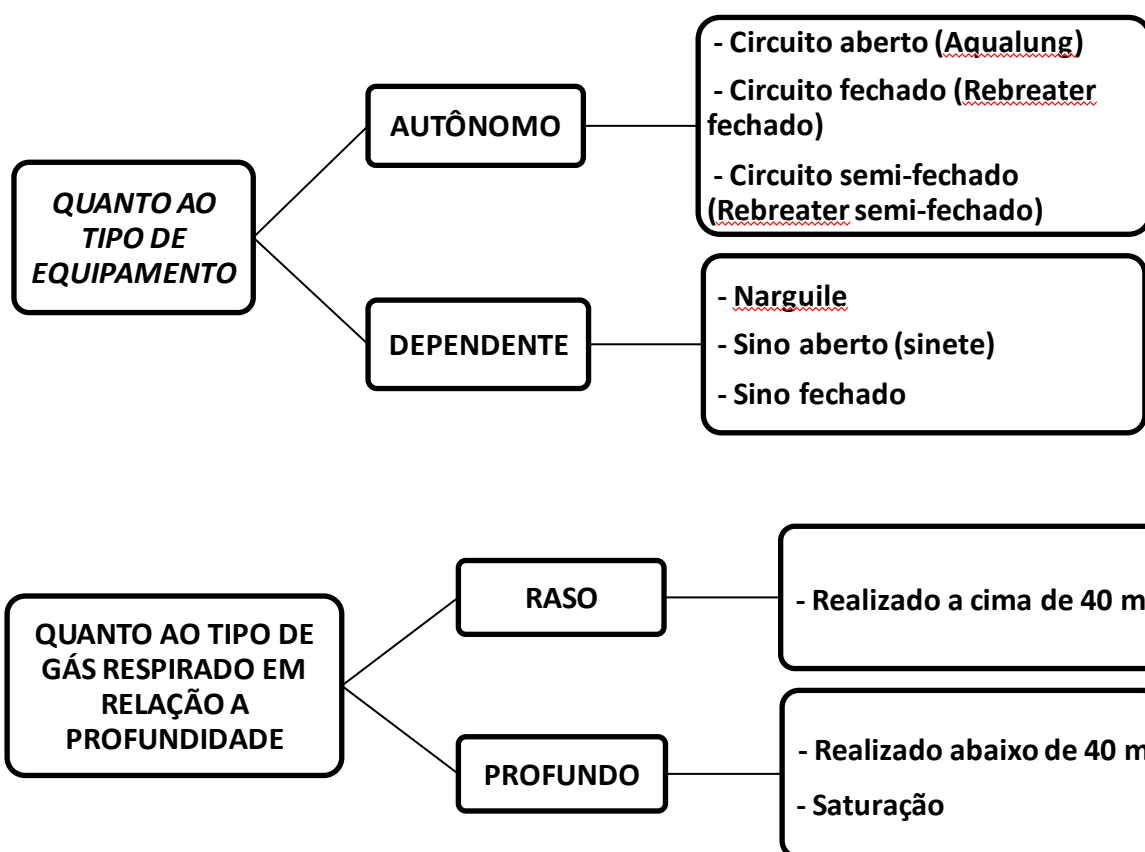
É o conjunto de equipamentos de precisão que se acopla ao manômetro, tais como o profundímetro, computador, bússola e etc.

3.3 - CLASSIFICAÇÕES DO MERGULHO QUANTO AO TIPO DE EQUIPAMENTO E MISTURAS GASOSAS UTILIZADAS

O mergulho pode ser classificado de maneira genérica de dois modos, *mergulho livre* ou em *apnéia*, ou *mergulho com respiração subaquática*.

O *mergulho livre* ou em *apnéia* é aquele no qual não respiramos uma vez abaixo da superfície das águas.

O *mergulho com respiração subaquática* é o mergulho no qual respiramos abaixo da superfície das águas. Este tipo de mergulho pode ainda ser subdividido *quanto ao tipo de equipamento* ou *quanto ao tipo de gás respirado*.



Quanto ao tipo de equipamento

O *mergulho autônomo* caracteriza-se pela fonte de ar estar junto com o mergulhador. No circuito aberto (SCUBA) todo o ar que expiramos é liberado e vai para a superfície; no circuito fechado (*rebreather*) o gás só escapa do regulador quando o mergulhador está retomando a superfície, mesmo assim em quantidades mínimas, o gás expirado retoma ao compartimento de origem, tendo antes passado por um filtro de CO₂; já nos *rebreather* de circuito semi fechado, o mergulhador continua expelindo

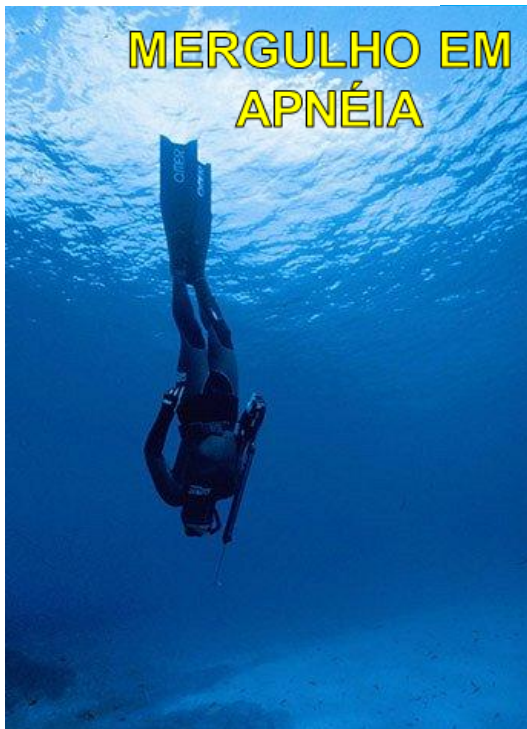
pequenas bolhas intermitentes, porém em menor volume do que no aparelho de mergulho autônomo convencional.

No ***mergulho dependente*** a fonte de gás está na superfície e a mistura respiratória chega ao mergulhador por meio de uma mangueira. Com o *Narguile* o umbilical do mergulhador está ligado diretamente à superfície. No *Sino Aberto* o umbilical do mergulhador está ligado a uma campânula com a parte inferior aberta e provida de estrado, possui sistema próprio de comunicação e suprimento de gás da superfície. Tem como objetivo conduzir o mergulhador até a profundidade aproximada do trabalho. A pressão interna é equivalente a pressão ambiente. O *Sino Fechado* é muito semelhante ao sino aberto, só que a campânula é fechada. A pressão interna é diferente da pressão ambiente. Estas duas pressões só equalizam quando o sino atinge a profundidade de trabalho.

No ***mergulho Raso***, mergulho realizado até 40 metros de profundidade, normalmente utiliza-se *ar comprimido*, contudo a profundidades além dos 30 metros obtemos níveis de pressão parcial de N_2 que produzem efeitos tóxicos perigosos a segurança do mergulhador. Ultimamente tem se utilizado misturas gasosas em mergulho raso desportivo (a mais comum é o NITROX), que diminuem a porcentagem do nitrogênio na mistura gasosa, aumentando o tempo de fundo sem descompressão e diminuindo o risco do Mal Descompressivo.

No ***Mergulho fundo***, independente do tipo de equipamento, é aquele realizado a uma profundidade maior que 40 metros, onde não respiramos ar comprimido e sim uma mistura de hélio ou hidrogênio como gases inertes (no lugar do nitrogênio), com o oxigênio. O hidrogênio (HIDROX) é pouco usado porque é muito explosivo, o hélio (HELIOX) embora muito mais caro, é o mais seguro, e normalmente mais utilizado no mergulho comercial. Atualmente o TRIMIX (mistura de hélio, nitrogênio e oxigênio) tem se popularizado no mergulho técnico em profundidades abaixo de 40 metros.

À medida que a profundidade aumenta a pressão parcial dos gases que compõem a mistura também aumenta, e em elevadas pressões parciais determinados gases se tornam tóxicos. A única maneira de evitar esse efeito indireto da pressão é diminuindo a porcentagem desses gases na mistura (ex. oxigênio e nitrogênio).



**MERGULHO EM
APNÉIA**



**MERGULHO
AUTÔNOMO**



**CÂMARA
HIPERBÁRICA**



**MERGULHO EM
SINO ABERTO**



**MERGULHO EM
SINO FECHADO**

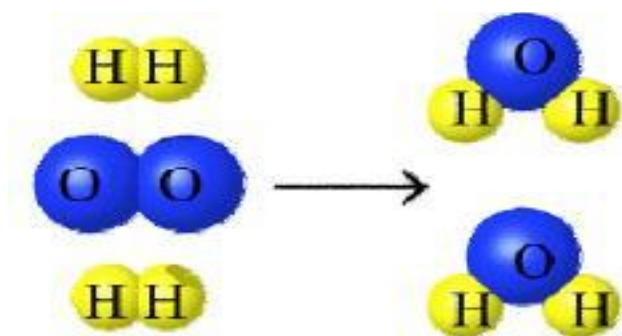
4.1 - NOÇÕES DE FÍSICA

Para a melhor compreensão do mergulho e seus efeitos sobre o corpo humano, será necessário o conhecimento de certas noções de física. Neste capítulo veremos somente a parte da física diretamente aplicada ao mergulho.

Alguns conceitos básicos.

FÍSICA é a ciência que estuda as propriedades dos corpos, os seus fenômenos e as leis que as regem, sem lhes alterar a substância.

MATÉRIA é o nome genérico que indica tudo que podemos ver, que ocupa lugar no espaço e tem peso. A matéria é formada por moléculas que por sua vez são formadas por átomos. Dependendo do tipo de ligação que une essas moléculas de que a matéria é formada, ela terá características diferentes. A ÁGUA (matéria) é formada por moléculas de água. Uma molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio.

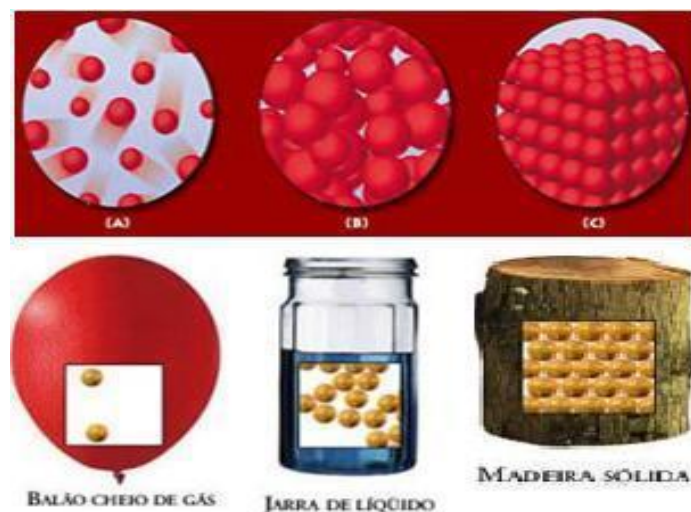


A matéria se divide em três estados:

SÓLIDOS: Forma e volume definidos. São incompressíveis.

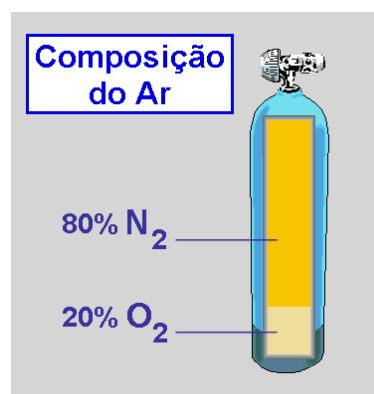
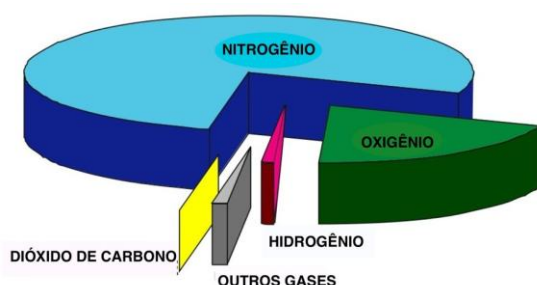
LÍQUIDO: Forma do recipiente que o contém, volume definido. São considerados praticamente incompressíveis.

GASOSO: Forma e volume indefinidos adquirem a forma e o volume do recipiente que os contém. São compressíveis (diminuem de volume com o aumento da pressão).



O ar atmosférico por nós respirado durante o mergulho é, uma mistura gasosa que, em condições hiperbáricas, tem comportamento diferente daquela observada na pressão atmosférica, com a seguinte composição aproximada:

GÁS	FÓRMULA	PERCENTUAL
Nitrogênio	N_2	78,08 %
Oxigênio	O_2	20,95 %
Gás carbônico	CO_2	0,03 %
Outros gases	- - -	0,94%



Para efeitos de cálculo no mergulho com ar podemos utilizar as porcentagens de 80% de N_2 e 20% de O_2 .

No mergulho com AR COMPRIMIDO nos preocupamos principalmente com o oxigênio e o nitrogênio seus principais componentes, e com alguns outros gases mais raros, mas de grande influência quando ocorrem no meio respiratório.

OXIGÊNIO (O_2) existe em estado livre na atmosfera, da qual ocupa a parte de 21 % de seu volume. É incolor, inodoro e sem sabor. É por si só suficiente para manter a vida. Pode ser usado em circunstâncias especial como meio respiratório durante a descompressão, em misturas respiratórias com outros gases inertes ou no tratamento do Mal Descompressivo. Se respirado em pressões elevadas por tempo prolongado, **torna-se tóxico**, efeitos que estudaremos mais tarde. Nada pode queimar sem oxigênio, mas ele sozinho não entra em combustão.

NITROGÊNIO (N_2), no seu estado livre, corresponde a 79 % em volume da atmosfera, é inodoro, incolor e insípido, é também inerte, isto é, não reage quimicamente, sendo incapaz de manter a combustão ou a vida. Sob pressões parciais elevadas torna-se narcótico além de aumentar consideravelmente a densidade da mistura respiratória, tornando-a pesada à respiração.

GÁS CARBÔNICO (DIÓXIDO DE CARBONO OU ANÍDRICO CARBÔNICO CO_2), nas concentrações comumente encontradas no ar (0,03%) é como os anteriores desprovido de odor, cor ou sabor. Entretanto, em concentrações mais altas, apresenta cheiro e sabor ácidos. Formado pela combinação de duas partes de oxigênio para uma de carbono é o resultado da queima de matéria orgânica e da oxidação dos alimentos nos organismos vivos. Sua presença, na mistura respiratória do mergulhador, é totalmente indesejável, como veremos.

MONÓXIDO DE CARBONO (CO) E HIDROGÊNIO SULFURADO (H_2S), resultantes respectivamente da combustão incompleta e da decomposição de matéria orgânica, são esses gases altamente tóxicos e instáveis. Reagindo com a hemoglobina do sangue, impedem a combinação desta com o oxigênio.

4.2 - LEIS DA FÍSICA IMPORTANTES AO MERGULHO

Ao mergulha entramos em contato com um mundo completamente novo, em condições bem diferentes das que encontramos normalmente.

Ao nível do mar, a camada gasosa que envolve a terra exerce sobre o organismo do homem a pressão de uma atmosfera (aproximadamente 1 kg/cm^2), mas, por ser a densidade da água maior que a do ar (800 vezes), o mergulhador a cada dez metros de profundidade estará sofrendo um acréscimo de mais uma pressão igual à atmosfera sobre a pressão que suportava antes.

Assim, a dez metros a pressão total será de 2 atmosferas, a vinte metros de

três atmosferas e assim por diante. Se compararmos essa situação com a de um avião, veremos que para reduzir a pressão ambiente para meia atmosfera ($0,5 \text{ kgf./cm}^2$), ele deverá subir uma altitude de 5.400 metros.

Durante o mergulho, submetido a essa situação especial, o organismo reagirá seguindo princípios e leis da física cujo conhecimento será importante na formação do mergulhador.

Lei de Boyle e Mariotte

A Lei de Boyle diz que quanto maior for a pressão exercida sobre o gás no recipiente; menor volume haverá. Pois as moléculas deste gás se aproximam umas das outras; e de forma inversa quando menor a pressão exercida maior o volume. Isso significa que um mergulhador em apnéia respirando fundo antes de mergulhar, terá seus pulmões sendo “espremidos”, à medida que desce e a pressão a sua volta aumenta o volume de ar nos pulmões diminui, o tórax se encolhe e o abdômen também como se estivesse exalando. Quando ele volta à superfície, o tórax e o abdômen retomam ao normal.

Se nós tivermos uma bola com um volume de 10 litros, ao nível do mar (pressão absoluta de = 1 atm) e levarmos essa mesma bola a 10 metros de profundidade (pressão absoluta = 2 atm) o volume da mesma bola será reduzido a metade do volume inicial (5 litros).

A Pressão			
Atmosférica	Hidrostática	Absoluta	Volume Pulmonar
0m	0 Atm	1 Atm	5 L
10m	1 Atm	2 Atm	2,5 L
20m	2 Atm	3 Atm	1,66 L
30m	3 Atm	4 Atm	1,25 L
40m	4 Atm	5 Atm	1 L

A 10 m será de 1/2

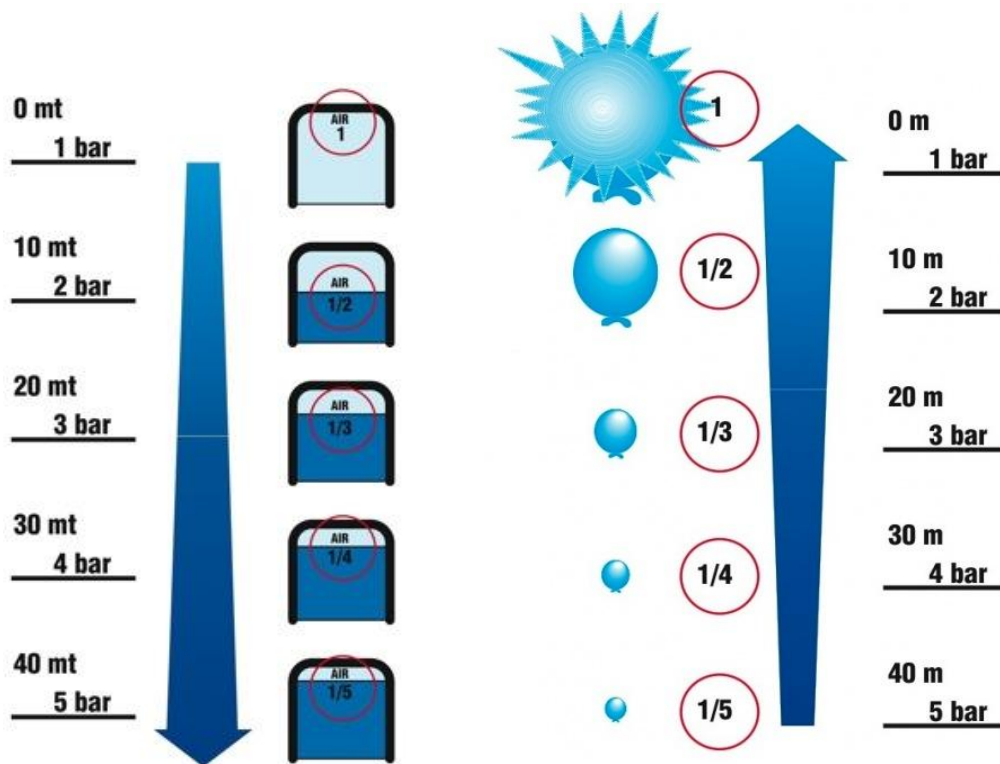
A 20 m será de 1/3

A 30 m será de 1/4

A 40 m será de 1/5

Ao contrario se subirmos com uma bola de 10 litros, dos dez metros de profundidade até a superfície, lá ela terá volume dobrado (20 litros).

"Em uma temperatura constante, o volume ocupado por uma determinada massa de gás, é inversamente proporcional à pressão absoluta a que está sujeito."



Lei de Charles e Gay Lussac

A Lei de Charles nos explica que a pressão varia proporcionalmente com a temperatura se o volume se mantiver constante, é o que observamos ao recarregarmos os cilindros de mergulho, na medida em que aumentamos a pressão em seu interior, notamos a elevação de sua temperatura. Da mesma maneira, a pressão varia proporcionalmente com a temperatura se o volume se mantiver constante.

"A uma pressão constante o volume natural de uma mesma quantidade de gás é proporcional a uma temperatura absoluta."

Equação Geral dos Gases

Quando temos certo volume de gás a uma temperatura e pressão, e fazemos com que todas estas variáveis se alterem, é a combinação da Lei de Boyle com a Lei de Charles o que pode se enunciar:

"Quando uma quantidade de gás suporta uma variação de pressão e /ou de temperatura a relação do produto, pressão vezes volume, sobre temperatura no estado inicial é igual á relação tio produto, pressão vezes volume, sobre temperatura no estado final"

$$\frac{P}{T} = k_{PT} \quad \therefore \quad P \propto T$$

onde:

P é a pressão do gas.

T é a temperatura termodinâmica.

k_{PT} é uma constante.

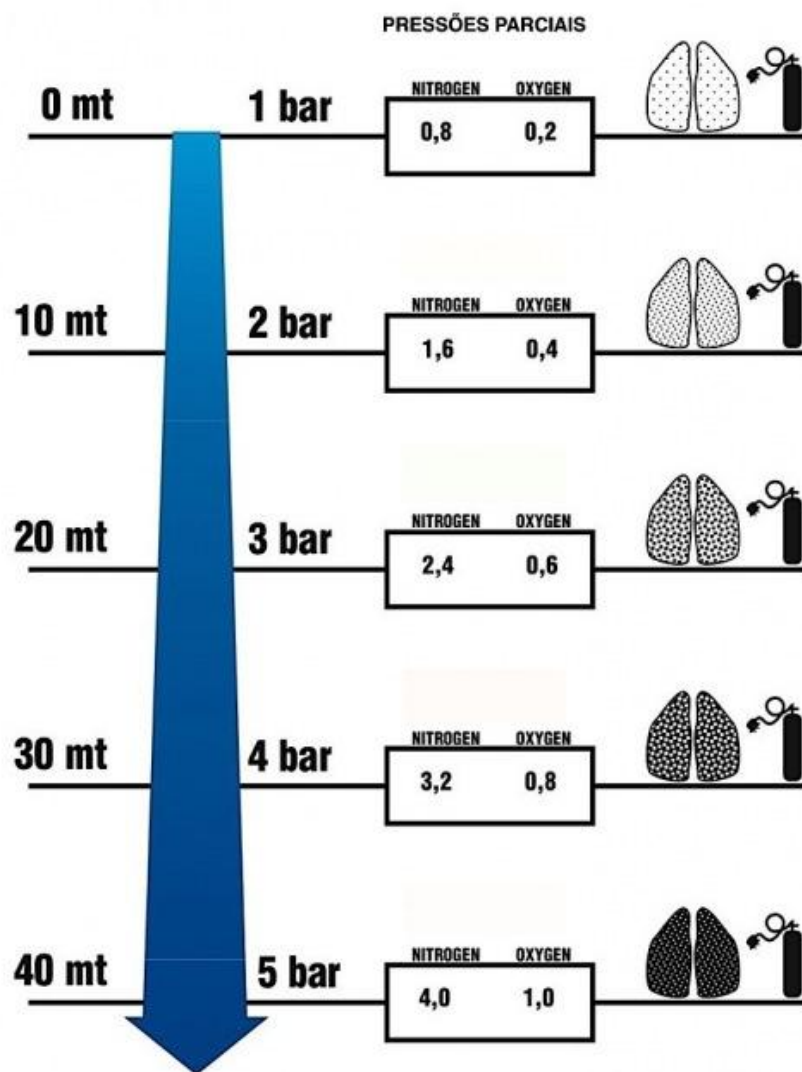
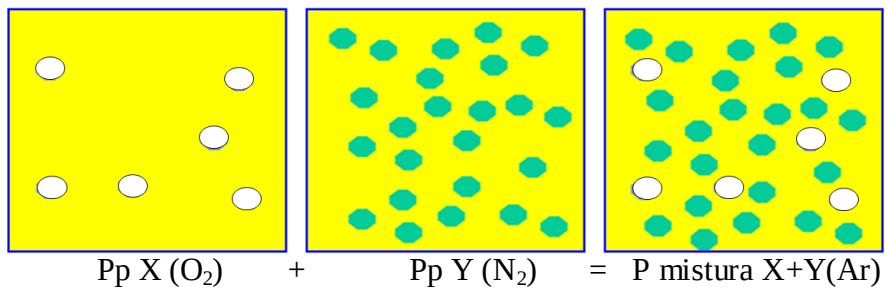
Portanto para comparar a mesma substância em estados diferentes (estando de acordo com as condições acima) afirma-se que:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{ou} \quad P_1 T_2 = P_2 T_1$$

Lei de Dalton

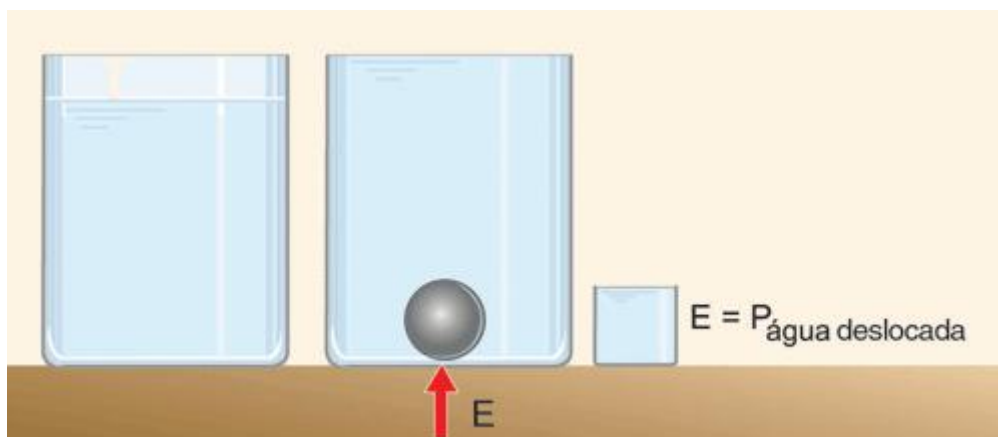
Os gases numa mistura exibem uma propriedade singular. Cada um exerce uma pressão que é independente de todos os outros gases. A força exercida por cada gás é chamada de pressão parcial, e a força exercida pela mistura (chamada de pressão total) é a soma de todas as pressões parciais dos gases constituintes. O ar é composto em grande parte de cerca de 20 % de oxigênio e 80 % de nitrogênio. Se o ar fosse encerrado dentro de um recipiente e todo o oxigênio removido, a pressão cairia de 1 Kg para 0,8 Kgf./cm². E se em vez disso o nitrogênio fosse removido, a pressão baixaria para 0,2 Kgf./cm². Assim a pressão parcial do oxigênio é de 0,2 Kgf./cm²; a do nitrogênio é de 0,8 Kgf./cm²; e o total é de 1 Kgf./cm², a pressão absoluta do ar ao nível do mar.

"Numa mistura gasosa, cada gás comporta-se como se ele ocupasse sozinho o volume global de mistura: a pressão total da mistura é a soma das pressões parciais dos diferentes gases que a compõem"

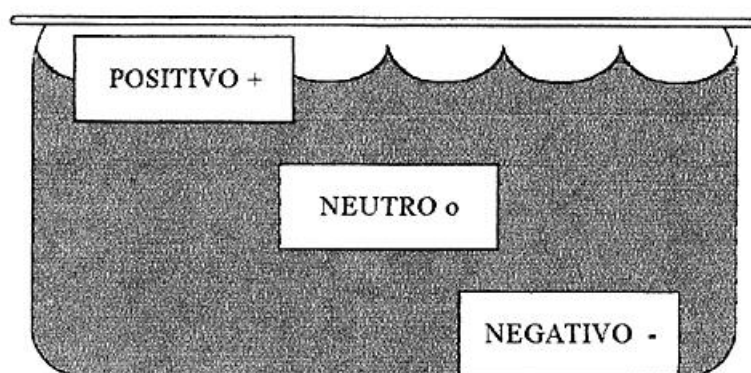


Principio de Arquimedes

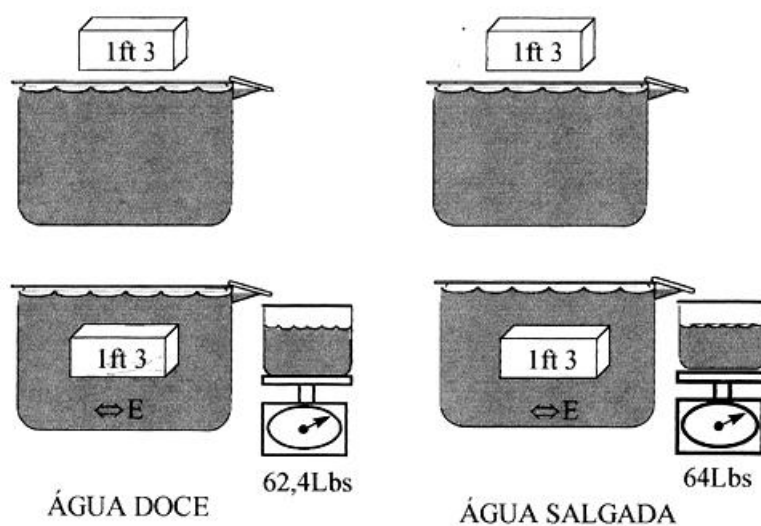
O Principio de Arquimedes enuncia que um objeto imerso num líquido sofre um empuxo de baixo para cima igual ao peso do volume de líquido que desloca. Um objeto flutua quando a força do empuxo supera seu peso. Se o objeto desloca um volume de líquido de peso exatamente igual ao seu, diz-se que tem flutuabilidade neutra; não afunda nem flutua. Se o peso do objeto é desloca uma quantidade de líquido de peso menor que o seu, o objeto afunda.



"Todo corpo imerso em um líquido em equilíbrio é submetido a uma força vertical dirigida de baixo para cima de intensidade igual ao peso do volume de líquido deslocado."

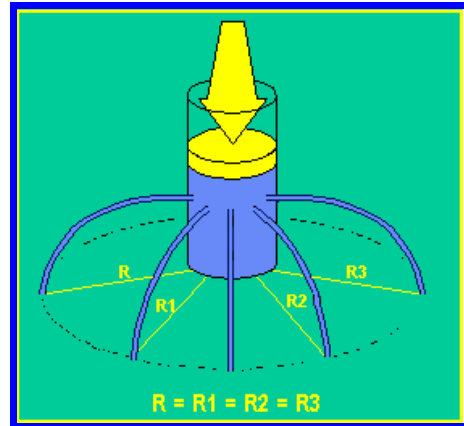


FLUTUABILIDADE



Princípio de Pascal

A pressão exercida sobre um ponto qualquer de um fluido se transmite em todas as direções com igual intensidade.

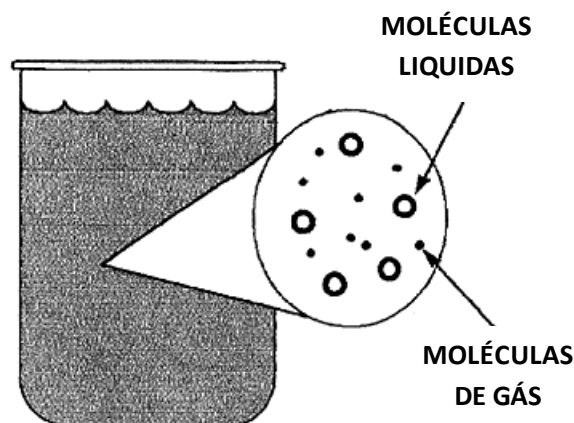


“Quando um ponto de um líquido em equilíbrio sofre uma variação de pressão, todos os outros pontos do líquido também irão sofrer a mesma variação.”

Lei de Henry

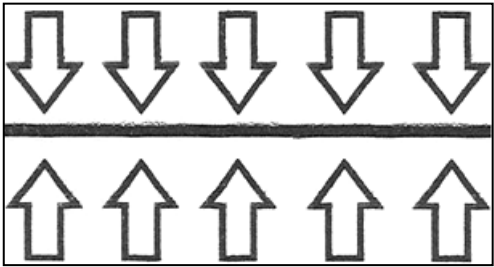
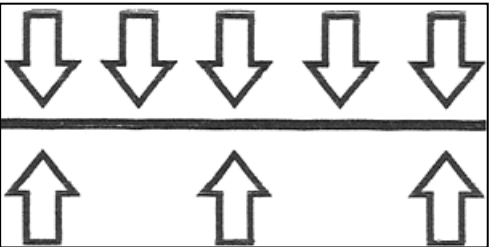
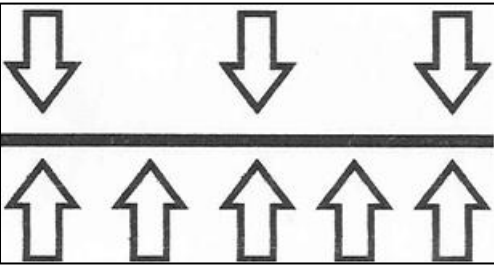
É interessante substituir a noção de quantidade de gás dissolvido pela noção de tensão ("pressão" do gás dissolvido) isto permite, tomando como base o estado de saturação, estabelecer uma simples comparação de pressões.

***"Para um sistema liquido/gás e temperatura constante a solubilidade do gás no liquido é proporcional á pressão exercida por este gás neste líquido.
“Numa mistura gasosa, a quantidade dissolvida de cada gás da mistura é proporcional à pressão parcial”***



DISSOLUÇÃO DO GÁS NO LÍQUIDO



ESTADO SATURADO - É obtido quando a tensão de gás dissolvido (no líquido) e a pressão de gás livre (na atmosfera) estão em equilíbrio: Fase de equilíbrio	
ESTADO DE NÃO SATURAÇÃO - Um líquido é dito não saturado quando a tensão de gás dissolvido é inferior a pressão do gás livre na superfície: Fase de absorção de gás.	
ESTADO DE SUPERSATURAÇÃO - Um líquido é dito supersaturado quando a tensão de gás dissolvido é superior a pressão de gás livre na sua superfície. Fase de restituição de gás. Obs.: Supersaturação crítica é o nível máximo que um líquido pode admitir antes da liberação espontânea do gás em formas de bolhas (macro bolhas)	

4.4 - UNIDADES DE EQUIVALÊNCIA PADRÃO

Em nosso país podemos encontrar nas escolas o sistema métrico de medidas, mas no mergulho muitas vezes utilizamos o sistema inglês, isto porque muitos dos equipamentos que usamos são fabricados por empresas cujo país

de origem adota esse sistema. É interessante que o mergulhador saiba converter as unidades de um sistema para o outro (Ex.: Existem manômetros que possuem a escala em atmosfera (atm), outros em BAR, ou ainda em Libras Por polegadas Quadrada (PSI).

Para convertermos essas escalas utilizamos a regra de três simples.

$$\begin{array}{lcl} A=B & \longrightarrow & \text{EQUIVALÊNCIA PADRÃO} \\ C=X & \longrightarrow & \text{EQUIVALÊNCIA À SABER} \end{array}$$

$$A \cdot X = B \cdot C \quad \text{logo} \quad X = \frac{B \cdot C}{A}$$

COMPRIMENTO

01 metro (m) = 100 centímetros (cm) = 1000 milímetros (mm) = 3,28 pés (ft.) = 39,37 polegadas (pol.)
01 pé = 12 polegadas = 0,3048 m
01" (polegada) = 2,54 cm

Exemplo I	Exemplo II
Quantos metros equivalem a 60 pés?	Quantos pés equivalem a 24 metros?
1 pé = 0,30 metros 60 pés = X metros	0,30 metros = 1 pé 24 metros = X pés
$X = \frac{60 \cdot 0.30}{1} = 18 \text{ metros}$	$X = \frac{24 \cdot 1}{0.30} = 80 \text{ pés}$

A seguir veremos algumas definições:

PRESSÃO é, por definição, a força exercida por unidade de área.

FORÇA é toda ação que tende a produzir movimento e pode ser expressa em libras /força.

ÁREA é a superfície sobre a qual a força é exercida e pode ser medida em polegadas quadradas.

Assim a pressão pode ser medida em libras força por polegadas quadradas (PSI) quando no sistema inglês.

Da mesma forma, se estivermos usando o sistema métrico a pressão será

expressa em gramas ou quilogramas força por centímetro quadrado. Isto nada mais é do que outra expressão de força sobre unidade de área.

O manômetro é o aparelho utilizado para medir a pressão. As unidades barométricas são:

atm = atmosfera

PSI = libras força/pol²

mm Hg = milímetros de mercúrio

atm = 14,7 PSI = 1,003 Kgf./cm² = 1,01 Bar = 760 mm Hg = 33,9 pés da água do mar = 10,3 m de água doce.

Aproximadamente para efeitos de cálculos pode-se usar:

1 atm = 15 PSI = 1Kg./cm² = 1 Bar = 760 mm Hg = 33 pés de água do mar = 10 m de água doce.

Exemplo I Quantos PSI têm em 7 atm? 1atm = 15 PSI 7atm = X $X = \frac{15 \text{ PSI} \times 7 \text{ atm}}{15 \text{ PSI}} = 105 \text{ PSI}$	Exemplo II Quantos atm têm em 150 PSI? 15 PSI = 1 Bar 150 PSI = X $X = \frac{1 \text{ Bar} \times 150 \text{ PSI}}{15 \text{ PSI}} = 10 \text{ BAR}$
Exemplo III Quantos atm têm em 30 m de água do mar? 10m de água = 1 atm 30 m de água = X $X = \frac{1 \text{ atm} \times 30 \text{ m de água}}{10 \text{ m de água}} = 3 \text{ atm}$	ATENÇÃO: Neste ultimo problema estamos calculando equivalência de pressão e não a pressão absoluta a 30m de profundidade (que será de 4 atm absolutas ou 4 ATA).

Pressão Atmosférica

Pressão atmosférica (P_{atm}) é o resultado do peso da atmosfera produzindo uma determinada força sobre a superfície da terra. Esta pressão ao nível do mar é de uma atm ou o equivalente em qualquer uma das unidades. Ela atua em todas as direções e sentidos e em quase todas as estruturas, incluindo o nosso próprio corpo, que transmite pressão livremente e é exposto á mesma pressão em todas as direções e sentidos, interna e externamente. Seus efeitos são assim neutralizados e, por isso, geralmente, ignoramos a presença da pressão atmosférica.

Pressão Relativa

Pressão relativa (P_{rel}) é toda pressão além da pressão atmosférica. Pode ser chamada de:

Pressão Hidrostática (P_{hid}) é a pressão relativa na água. Quanto maior a profundidade maior será a pressão hidrostática. A cada 10 m teremos um aumento de 1 atm.

Pressão Manométrica (P_{man}) é a pressão relativa em compartimentos fechados. Quando dizemos que a pressão de *aqualung* é de 200 atm, queremos dizer que a pressão é de 200 atm acima da pressão atmosférica, porque os manômetros medem a diferença entre uma determinada pressão e a pressão atmosférica. Os manômetros são construídos de modo que seu zero indique a pressão atmosférica. Exceto quando especificada, a leitura de uma pressão refere-se à pressão manométrica.

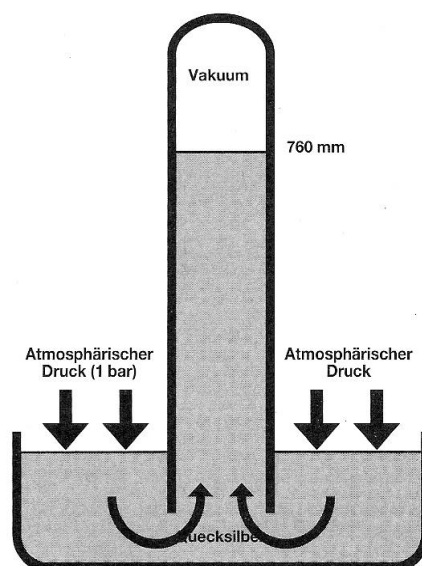
Pressão Absoluta

Pressão absoluta (P_{abs}) ou pressão total (P_t) é a somatória da pressão atmosférica com a pressão relativa.

$$P_{atm} + P_{rel} = P_{abs}$$

Cálculo de Consumo de Ar

No mergulho autônomo, onde a capacidade da mistura gasosa é limitada, faz-se necessário os cálculos da quantidade disponível, no caso, de ar comprimido, e a quantidade que iremos consumir em relação à profundidade.



O homem, ao nível do mar, tem um consumo de ar de 20 litros por minuto (para efeitos de cálculo, uma média que leva em conta fatores como, condições físicas, temperatura da água, esforço físico, etc.).

Cálculo do Consumo em Relação à Profundidade

Para calcularmos o consumo de ar do mergulhador em diferentes profundidades basta multiplicar-mos o consumo ao nível do mar pela pressão ambiente absoluta.

$20 \text{ l./min. (consumo na super.)} \times \text{Pabs (pressão absoluta)} = \text{Consumo}$

Qual será o consumo de ar de um mergulhador a 20 metros de profundidade?

Cons. Super. = 20 litros por minuto Pabs a 20 m = 3 ATA

$$20 \times 3 = \underline{60 \text{ litros por minuto}}$$

Qual será o consumo de ar de um mergulhador a 55 metros de profundidade?

Cons. Super. = 20 litros por minuto Pabs a 55 m = 6,5 ATA

$$20 \times 6.5 = \underline{130 \text{ litros por minuto}}$$

Cálculo em Relação à Capacidade de Cada Cilindro

A equação resume-se na multiplicação da pressão de enchimento do cilindro pela sua capacidade volumétrica, desta forma encontraremos sua capacidade em litros.

Quantos litros existem em uma garrafa de 11 litros e pressão de enchimento de 200 atm?

$$\text{Volume} = 11 \text{ litros } P_e = 200 \text{ atm}$$

Quantos litros existem em uma garrafa de 18 litros e pressão de enchimento de 250 atm?

$$\text{Volume} = 18 \text{ litros } P_e = 250 \text{ atm}$$

Cálculo do Ar Disponível e do Ar Reserva

Nos registros mais antigos (tipo “J”) encontra-se o sistema de reserva de ar (esta reserva não deve ser considerada para o consumo durante o mergulho). Resume-se a uma mola com pressão de 30 atm instalada no interior do

registro, a mesma fecha a passagem de ar quando a pressão da mola equaliza-se com a do interior da garrafa, o mergulhador avisado que seu ar disponível chegou ao fim deve acionar a alavanca de reserva (restabelecendo assim sua respiração normalmente) e dirigir-se a superfície. Nos conjuntos de respiração autônomos mais modernos a leitura do ar reserva é feita pelo manômetro.

Quantos litros de Ar Reserva existem em uma garrafa de 11 litros e pressão de enchimento de 200 atm?

Pressão da mola = 30 atm

Volume = 11 litros

Pressão de enchimento = 200 atm

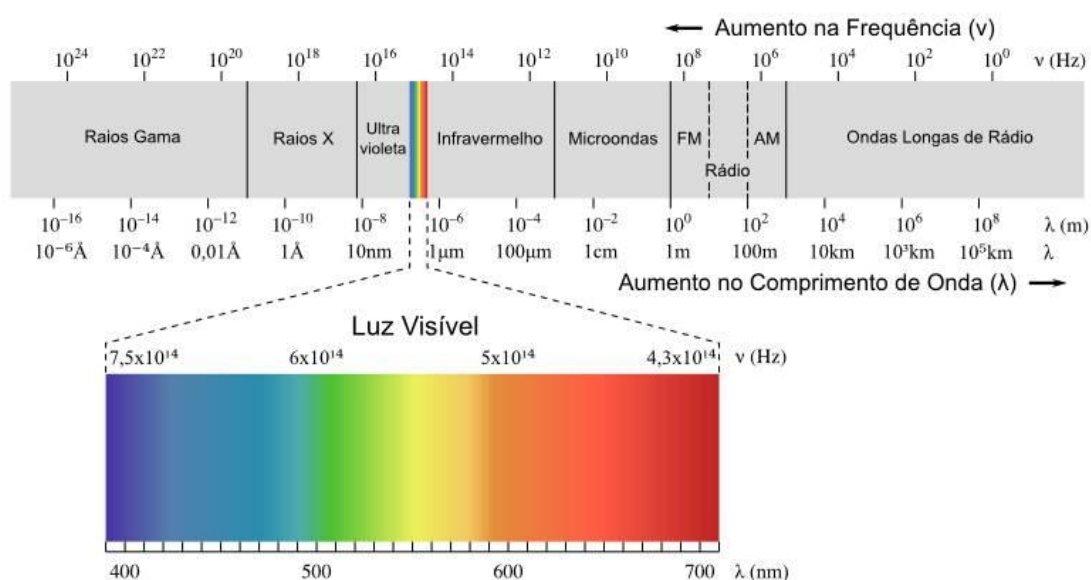
$200 \text{ atm} \times 11 \text{ l.} = 2200 \text{ l.} - \text{Ar Total}$

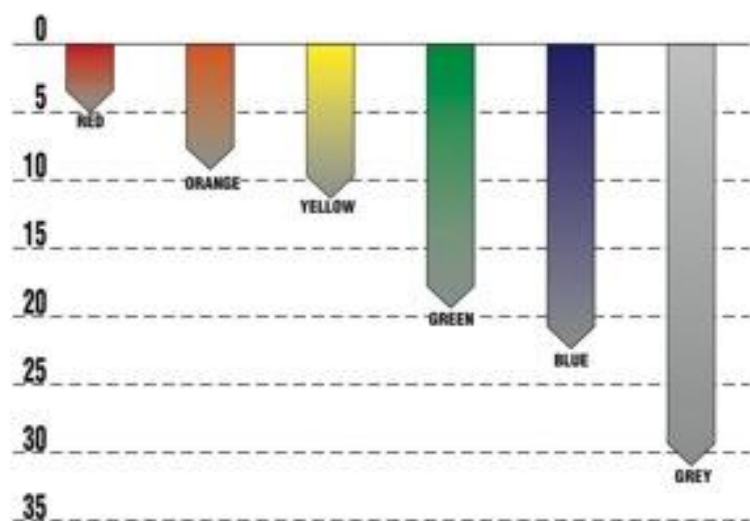
$30 \text{ atm} \times 11 \text{ l.} = 330 \text{ l.} - \text{Ar Res.}$

$2200 \text{ l.} - 330 \text{ l.} = 1870 \text{ l.} - \text{Ar Útil}$

4.1 - LUZ, ÓTICA E SOM

A luz branca visível é constituída por um espectro de todas as cores - vermelha, laranja, amarela, verde, azul, índigo, violeta. Quando olhamos para um objeto e o vemos como azul, estamos vendo a luz azul do espectro refletida do objeto. Todas as outras cores são absorvidas e não podem ser vistas. No caso do mar, a luz vermelha é absorvida assim que rompe pela superfície da água. E a uma profundidade de cerca de oito metros





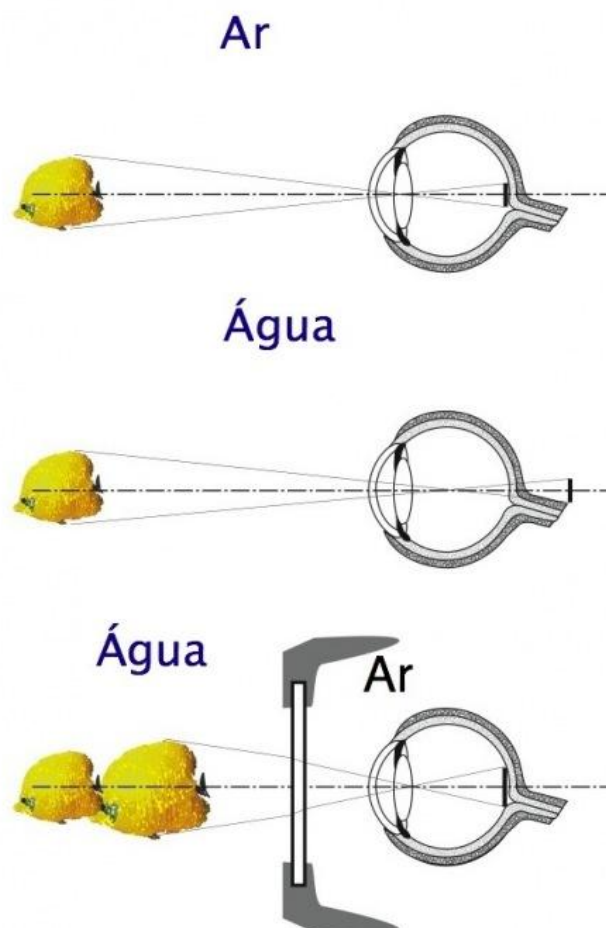
praticamente toda luz vermelha discernível ao olho humano já desvaneceu; o tanque de ar de vermelho brilhante de um mergulhador, por exemplo, pareceria um marrom escuro opaco. A uma profundidade de 22 metros um tanque de ar amarelo parece mais de um azul esverdeado, porque a luz amarela discernível foi absorvida pela água. Os raios ainda mais curtos de luz (comprimento de onda) são quase todos absorvidos na altura de trinta metros. Só restam os raios mais curtos: azul índigo e violeta. Abaixo de trinta metros ou por aí, toda luz parece um azul monocromática. Assim quando o mar é puro e claro, como acontece no oceano aberto, à tonalidade menos absorvida do espectro, azul, é refletida para os olhos.

Mergulhe no mar, abra os olhos, olhe ao redor. O que você vê? Formas indistintas, completamente desfocadas. Sem detalhes. Cores esmaecidas, dificilmente algo reconhecível. Fora da água, a luz passa pelo ar e penetra em seu olho - que contém um fluido similar em densidade à água do mar. A diferença de densidade entre o ar e esse fluido desvia ou refrata os raios da luz ao entrarem em seu olho. A luz refratada focaliza-se na retina. Debaxo d'água, no entanto, a luz passa da água do mar para seu olho com uma refração mínima, por causa da densidade similar dos fluidos; assim, tudo parece desfocado. Você se toma extremamente hipermetrope.

Se você interpõe um bolsão de ar entre a água e o olho, o cristalino ocular funciona direito.

Para formar esse bolsão de ar, você põe uma máscara de mergulhador. Mas uma máscara não é um instrumento perfeito. A refração da luz através da superfície plana de separação entre a água e o ar, como a placa de vidro de uma máscara ou um aquário, possui o efeito de ampliar tudo o que vemos em 33%. Um peixe visto a três metros de distância parece estar apenas a dois

metros, e dá a impressão de ser do tamanho que você esperaria se estivesse a dois metros. Os problemas adicionais na visão submarina incluem a visão afunilada e a distorção da visão periférica.



E tudo que enxergamos nos parecerá uns 25% mais próximo e 33% maior do que na realidade.

O som na água

A velocidade do som na água é quatro vezes maior do que no ar e tem maior alcance.

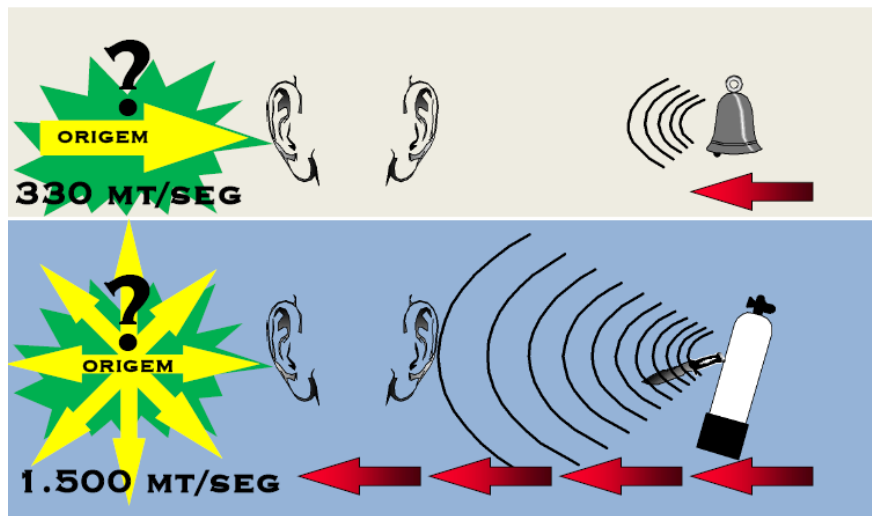
O que poderia parecer uma vantagem traz consigo um perigo potencial: qualquer ruído irá atingir quase contemporaneamente os dois ouvidos e, devido a isso, perde-se a capacidade de localizar a sua origem.

Quando mergulhados pode se perceber que uma embarcação está se aproximando porque o ruído que emite está aumentando, mas não se consegue saber de onde ele está vindo.

Nesta situação um mergulhador em apnéia no fundo é obrigado a uma difícil decisão: terá fôlego para esperar a embarcação passar ou sobe

imediatamente, para escapar de sua rota.

Quando em apnéia, para aumentar sua segurança e marcar sua presença, deve rebocar uma bóia, de preferência com uma bandeira. Mesmo que um “lancheiro” ignore seu significado, vai se manter afastado para evitar um enrosco em seu hélice.



Fisiologia do mergulho

5

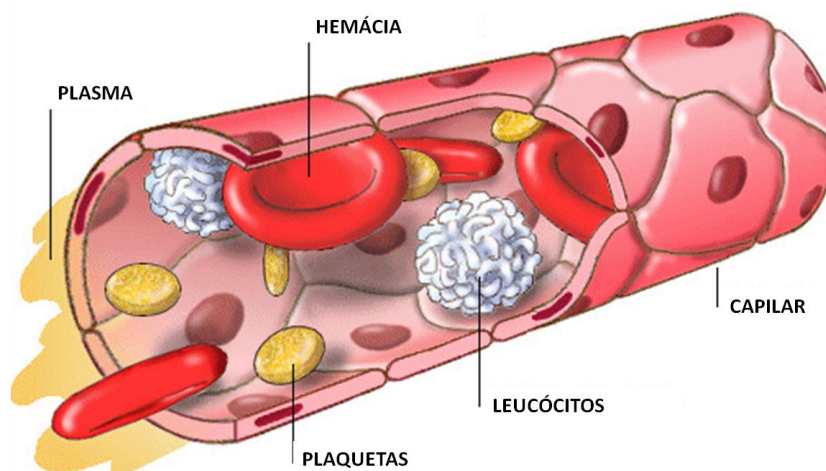
Neste capítulo abordaremos somente a parte da anatomia e fisiologia que estão ligadas diretamente com o mergulho, sendo dadas noções suficientes para o entendimento das alterações fisiológicas e patológicas que possam surgir em um mergulhador.

A unidade fisiológica do corpo são as células. Um agrupamento de células de mesma função formam os tecidos. O agrupamento dos tecidos com a mesma função compõe um órgão. Sangue é um composto de líquido (plasma), células (hemácias, leucócitos, plaquetas) e de substâncias dissolvidas.

Hemácias - Transportam O_2 e CO_2 . Leucócitos - Ajudam a combater as infecções. Plaquetas - Ajuda na coagulação do sangue.

O sangue transporta o O_2 e a glicose até as células. Estas duas substâncias citadas são básicas para o funcionamento celular.

O N_2 é transportado dissolvido no plasma.



Células dos tecidos. Paredes vasculares.

Funções dos sistemas do organismo humano

Sistema Ósseo - Estruturas, sustentação e proteção dos órgãos vitais.

Sistema Muscular - Movimentação, e proteção aos órgãos vitais.

Sistema Nervoso - Coordena todas as funções e atividades do corpo humano.

Sistema Circulatório - Conduz o alimento celular do local de entrada no organismo até todas as células do corpo.

Sistema Respiratório – É o conjunto de órgãos responsáveis pelas trocas gasosas do organismo dos animais com o meio ambiente, ou seja, a hematose pulmonar, possibilitando a respiração celular.

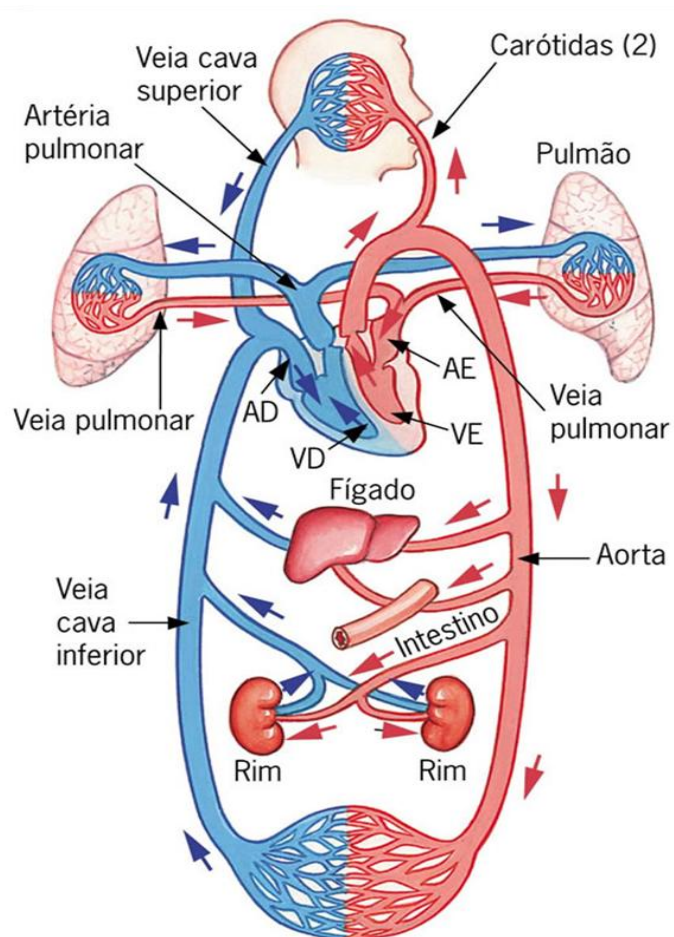
Sistema Digestório - Desdobra o alimento a uma forma que possa ser absorvida e levada a célula. E o que não é utilizado será eliminado.

Sistema Linfático - O sistema linfático possui três funções interrelacionadas: remoção dos fluidos em excesso dos tecidos corporais, absorção dos ácidos graxos e transporte subsequente da gordura para o sistema circulatório e, produção de células imunes.

5.1.a - APARELHO CIRCULATÓRIO

A circulação do sangue é o movimento incessante devido à contração e dilatação de uma bomba chamada coração. O sangue é um tecido pouco mais denso que a água e que carrega para as células nutrientes e O_2 , retirando das mesmas o CO_2 para que ele seja eliminado na respiração do ar dos pulmões, após a troca gasosa, chamada hematose. Sua característica mais importante para o mergulhador é a possibilidade, em que se tratando de um líquido, de permitir que os gases dissolvam-se nele (Lei

de Henry). Quando o sangue é rico em CO_2 (em sua volta desde os tecidos até os pulmões), é chamado de venoso. Quando o sangue é rico de O_2 (na ida dos pulmões para os tecidos), é chamado de arterial. O sangue circula em nosso organismo através das artérias e veias propulsionado pelo coração, que é um músculo involuntário. O coração é dividido em duas partes longitudinais, que não se comunicam. Por sua vez, cada parte é dividida transversalmente em duas cavidades comunicantes. As superiores são as aurículas, as inferiores os ventrículos. Na metade direita, circula o sangue



venoso, na esquerda o arterial.

Mecanismo da circulação:

A contração do coração é denominada sístole, e a dilatação do mesmo é chamada diástole.

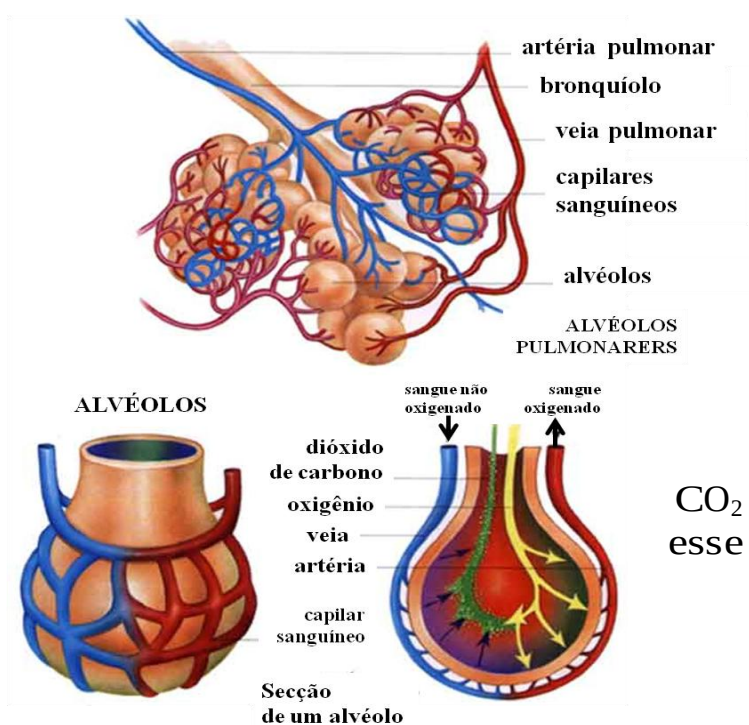
A circulação que ocorre entre o coração e os pulmões, e vice-versa, é denominada pequena circulação, o sangue venoso sai do coração (VD) e chega aos alvéolos através dos capilares. Nos alvéolos ocorre a troca, onde o sangue perde o CO_2 e recebe o O_2 , e o sangue arterial volta ao coração (AE). Está é a pequena circulação.

A grande circulação é o que ocorre entre o coração e os tecidos, e vice-versa. Continuando o ciclo, do AE o sangue passa para o VE e através de vasos é levado aos tecidos (até as células mais remotas). O O_2 é cedido às células e o CO_2 retirado das mesmas. Daí, o sangue volta ao coração (AD) passa para o VD e assim o ciclo recomeça.

A frequência cardíaca normal é de 60 a 80 batimentos por minuto, estando o organismo em repouso.

5.1.b - APARELHO RESPIRATÓRIO

Proporciona a entrada, no organismo, do O_2 e a retirada do CO_2 . Isso se dá através de uma troca denominada hematose, que ocorre a nível alveolar por difusão simples. O ar cede O_2 para o sangue (pressão parcial do O_2 no ar alveolar é superior a pressão parcial do O_2 no sangue venoso) e cede CO_2 para o ar.

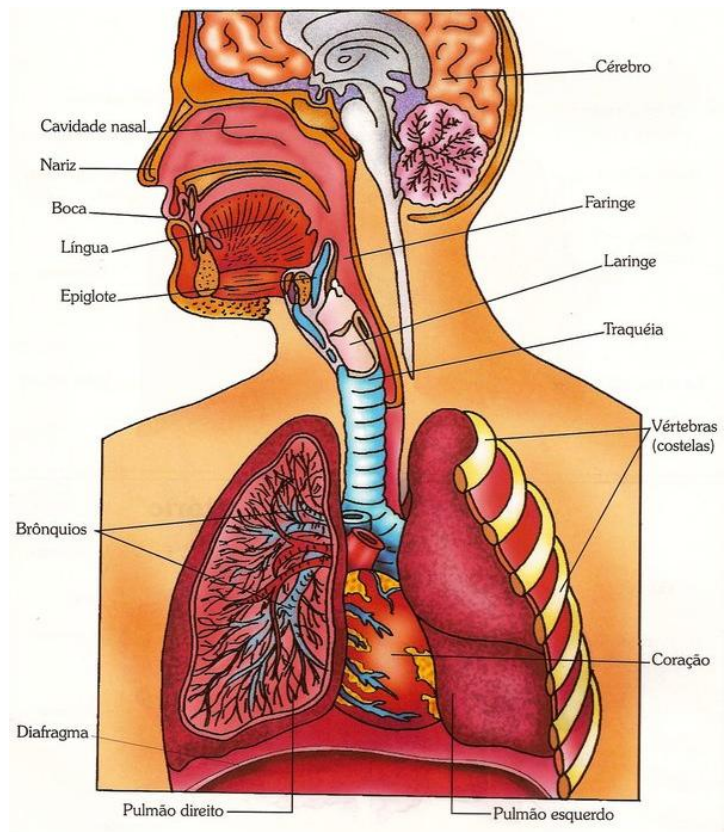


Componentes anatômicos.

Boca, cavidade nasal, faringe, laringe, traquéia, brônquios, alvéolos, pulmões, diafragma e parede torácica.

Mecanismo da respiração

Inspiração: Intercostais se contraem e, como a primeira costela acha-se fixa, todas as demais se levantam, o diafragma se achata e com isso a caixa torácica se expande. Os pulmões dilatam-se se adaptando à nova forma da caixa, produzindo uma menor pressão em seu interior, provocando assim a entrada do ar atmosférico pelo nariz e boca.



Expiração: Intercostais relaxam, as costelas voltam à posição reduzindo a caixa (o diafragma que estava estendido levanta-se encurtando a caixa), assim o ar é expulso dos pulmões.

Frequências respiratórias normais - HOMENS – 20 X /minuto
MULHERES – 16 X / minuto

Quando o indivíduo se encontra em atividades físicas, esta frequência é maior.

Volumes Respiratórios:

Na figura abaixo estão representados quatro "volumes pulmonares distintos, os quais, somados, representam o maior volume que os pulmões podem atingir quando expandidos.

O significado de cada um desses volumes é o seguinte:

1 - O volume de ar corrente é o volume de ar inspirado e expirado a cada inspiração normal e equivalente a cerca de 500 ml no adulto jovem.

2 - O volume inspiratório de ar reserva é o volume de ar adicional que pode ser inspirado além do volume corrente normal, sendo geralmente igual à cerca de 3000 ml no adulto jovem.

3 - O volume expiratório de reserva é a quantidade de ar que ainda pode ser eliminada por uma expiração forçada após o término de uma expiração normal; de regra está em torno de 1100 ml no adulto jovem.

4 - O volume residual é o volume de ar que permanece nos pulmões mesmo após a expiração forçada máxima. É em média cerca de 1200 ml no adulto jovem.

5 - Capacidade vital é a soma do volume de ar corrente mais o volume de reserva inspiratório, mais o volume de respiratório de reserva ou também a capacidade pulmonar total, menos o volume residual (cerca de 4500 ml).

6 - A capacidade pulmonar total é o maior esforço inspiratório possível (cerca de 5800 ml).

Todos os volumes e capacidades pulmonares são aproximadamente 20 a 25% menores na mulher do que no homem, obviamente maiores em indivíduos altos e atléticos do que em indivíduos pequenos e astênicos.

Gráfico mostrando as execuções respiratórias durante a respiração e a inspiração normais e a expiração máximas.

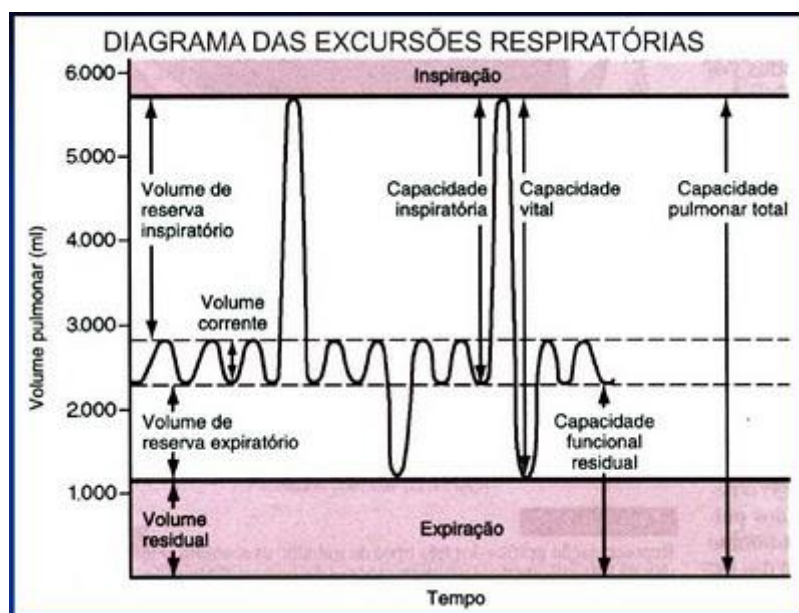


Gráfico mostrando as excursões respiratórias durante a respiração normal e durante a inspiração e expiração máximas.

5.1.c - APARELHO AUDITIVO E SEIOS DA FACE

É constituído pela orelha externa, orelha média e orelha interna.

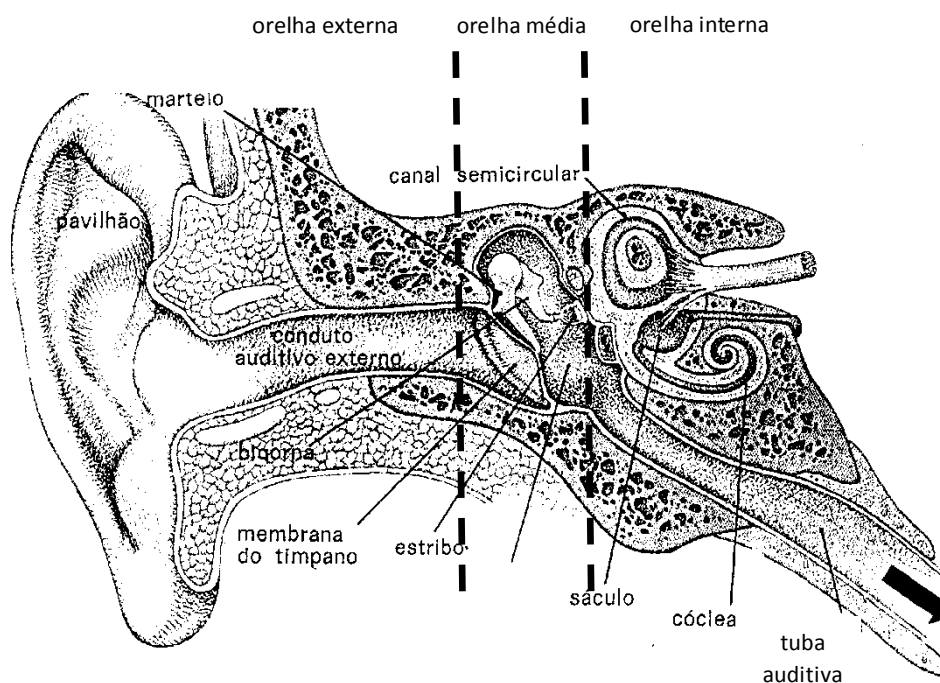
Tímpano - é uma parede delgada que separa a orelha média da orelha interna e a faringe.

À medida que o mergulhador desce, ele terá que compensar o ouvido quantas vezes for necessário.

A compensação se faz engolindo a seco ou pela manobra de Valsalva (fechar o nariz e a boca tentando soprar para fora).

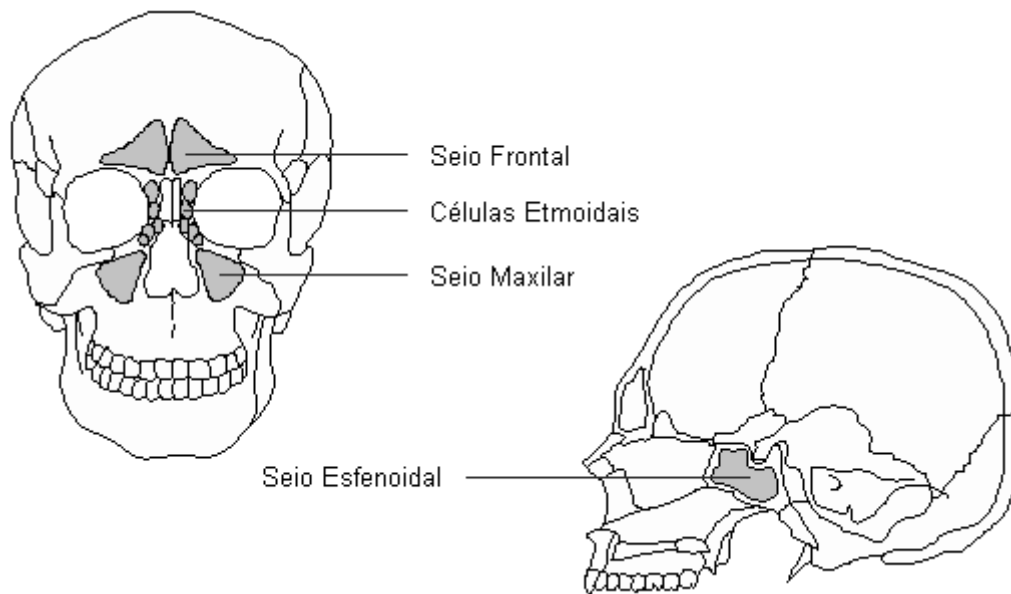
Se por acaso não consegui compensar, deve subir e abortar o mergulho. É o melhor e mais aconselhável a fazer.

Se continuar forçando, poderá ter **BAROTRAUMA DA ORELHA**.



Seios da face - são espaços com ar que existem dentro de alguns ossos da face.

Todos eles possuem comunicação com as fossas nasais e são revestidos por uma camada de células muito delicada. Entre esta camada de células e o tecido ósseo apresentam-se vasos sanguíneos.



5.2 - OS EFEITOS DIRETOS DA PRESSÃO NO ORGANISMO

O organismo do mergulhador sofre dois tipos de efeitos pelas variações hiperbáricas.

Os **efeitos diretos** ou **primários** são os efeitos mecânicos ocasionados diretamente pelo aumento da pressão. Podem provocar os **Barotraumas** e a **Hiperdistensão Pulmonar (Embolia Arterial Gasosa - EAG)** e são regidos pela Lei de Boyle.

E ainda os **efeitos indiretos** ou **secundários** que são os efeitos fisiológicos, bioquímicos e biofísicos exercidos pelos componentes de misturas gasosas sobre determinados tecidos. Podem provocar as **Intoxicações** e o **Mal Descompressivo**, sendo regidos, no primeiro caso pela Lei de Dalton e no segundo pela Lei de Henry.

Efeitos diretos: Barotraumas
Hiperdistensão Pulmonar (Embolia Arterial Gasosa - EAG)

Efeitos Indiretos: Intoxicação
Doença Descompressivo

Podem ainda serem descritas como Hipobaropatias (relacionadas com a diminuição da pressão do meio ambiente) ou Hiperbaropatias (relacionadas com o aumento da pressão do meio ambiente).

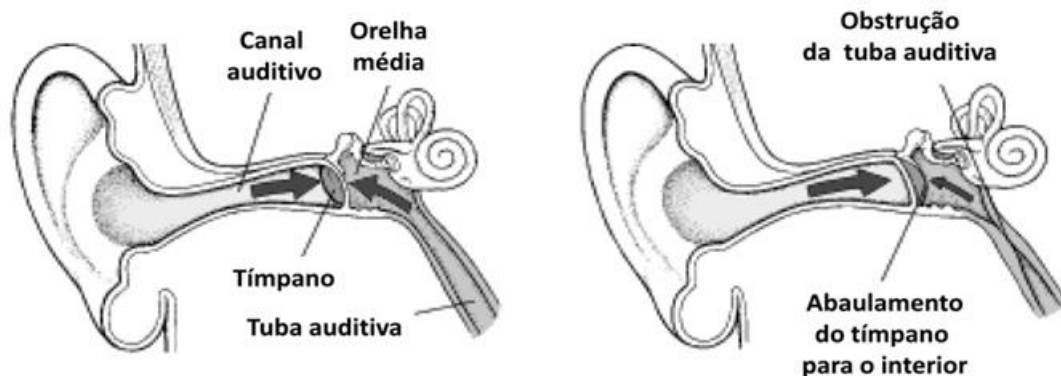
Barotraumas

Se o homem fosse constituído apenas de tecidos incompressíveis, poderia mergulhar a centenas de metros. Porém, seu organismo apresenta cavidades pneumáticas, de conteúdo gasoso, que exigem adaptação fisiológica quando submetidos à variação hiperbáricas. Se essas variações sobre as cavidades citadas a cima excedem certos limites, a capacidade de adaptação do mergulhador é ultrapassada, e surgem acidentes que embora de gravidade limitada em geral, são os mais freqüentes nas atividades de mergulho: o barotrauma.

Além das cavidades pneumáticas naturais, estruturas aéreas artificiais criadas pelo equipamento de mergulho podem provocar lesões.

Barotrauma da Orelha Média

Quando o mergulhador inicia a descida, a pressão externa a orelha começa a aumentar. O ar respirado, passando da nasofaringe pela tuba auditiva, atingindo a orelha média e equilibrando a pressão exercida exatamente no tímpano. Qualquer obstrução da tuba auditiva impede essa passagem de ar, e a pressão na orelha média permanece mais baixa, já que não é equilibrado pelo ar vindo da faringe. A pressão na orelha externa passa a deformar a membrana timpânica, que sofre um abaulamento, podendo romper-se com facilidade.



Causas.

- Velocidade de descida do mergulhador.
- Proximidade da superfície.
- Hábito e treinamento.
- Infecção nas vias aéreas superiores.
- Otites agudas ou crônicas.

Obs.: Esse barotrauma pode ocorrer com ou sem ruptura de Tímpano.

Sintomas.

Imediatos no fundo; tonteiras, desorientação, dor de orelha.

Procedimento.

NOTA: VOCÊ NÃO PERDE A CONSCIÊNCIA, FIQUE CALMO. SEGRE EM ALGUMA COISA FIXA, SE NÃO HOUVER ABRACE A SI MESMO.

- Esperar um pouco até passar a tonteira.
- Soltar o cinto de chumbo.
- Subir lentamente.

Profilaxia.

- Nunca force uma manobra de valsalva.
- Nunca mergulhar gripado.
- Nunca mergulhar com tampões de ouvido ou capuz muito apertado (Barotrauma da orelha externa).

Tratamento.

- Procurar um médico especializado (Otorrinolaringologista).

Barotrauma da Orelha Externa

Se o mergulhador usa um capuz de neoprene muito justo, ou tampões obstruindo por completo o conduto auditivo forma, na descida, uma câmara aérea isolada no meato acústico. A pressão dos tecidos circunjacentes e do ar na rinofaringe acompanha a pressão ambiente. Se a tuba auditiva está permeável, essa pressão da orelha externa vai se tornando relativamente mais baixa. Ocorre o abaulamento do tímpano para fora, que podem acarretar traumatismos leves, ou mesmo a ruptura (obs. os tampões são empurrados para dentro do conduto auditivo).

Barotrauma Sinusal

Os seios da face comunicam-se com a faringe por condutos que permitem o equilíbrio da pressão do meio ambiente em variação com a pressão no seu interior. A obstrução num destes condutos por um processo inflamatório ou por muco, impede o equilíbrio da pressão ambiente com a do interior dos sinus causando problemas tais como edemas e hemorragias.

Sintomas.

Forte dor localizada e sangramento pelo nariz.

Profilaxia.

Não mergulhe resfriado.

Caso não consiga compensar, não force, suspenda o mergulho.

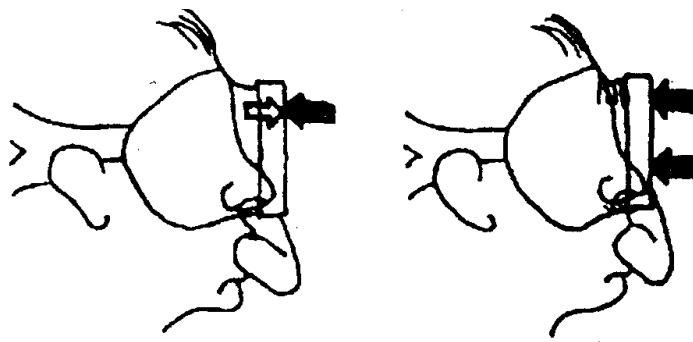
Barotrauma Dental

É um barotrauma de rara incidência, não tendo suas causas seguramente definidas. Presume-se que isso ocorra devido a pequenas bolhas gasosas que estariam no "interior da polpa dentária ou em tecidos moles adjacente". Esta região, não tendo comunicação com o exterior, já possuiria uma pressão levemente negativa que se agravaria durante a descida.

Este barotrauma, quando ocorre, se faz predominantemente em dentes recentemente tratados ou em tratamento. Num mergulhador desavisado, pode ter, como consequência da forte dor que apresenta, uma subida precipitada de graves resultados.

Barotrauma de Máscara

A pressão no interior da máscara facial deverá ser mantida equilibrada com a pressão exterior, o que é possível pela sua comunicação com as fossas nasais. Caso contrário, a pressão relativamente menor no interior da máscara transformará esta numa verdadeira ventosa causando lesões ao redor do globo ocular e nos tecidos da face.



Expansão do Estômago e Intestinos

É proveniente da expansão dos gases deglutidos durante o mergulho quando o mergulhador está subindo.

Barotrauma Cutâneo ou de Roupas

É certamente o mais benigno dos barotraumas. A roupa mal ajustada propicia a formação de dobras entre o neoprene e a pele, que funcionam como espaços mortos que não podem ser equalizados. Ao retornar do mergulho nada se sente, entretanto a pele poderá apresentar pequenas manchas vermelhas nessas regiões. Logo em seguida desaparecem.

Já quando utilizando roupa seca necessita-se de equilibrar constantemente a pressão interna com a pressão exterior.

Barotrauma Pulmonar

Limites do Mergulho em Apnéia para as Pessoas, em Geral.

Para que possamos bem entender este conceito, precisamos saber, primeiro, que nós jamais conseguimos esvaziar totalmente os pulmões. Quando exalamos tudo, sempre ficamos com um "volume residual" que, didaticamente, vamos considerar como sendo de 1 litro. Esse ar residual é o responsável pela manutenção da menor pressão interna possível nos pulmões.

Considerando que a nossa capacidade pulmonar seja de 5 litros (para efeito de segurança de cálculo).

Profundidade (em metros)	Pressão (em atm)	Volume Pulmonar (em l)
0 m	1	5
10 m	2	2,5
20 m	3	1,66
30 m	4	1,25
40 m	5	1

Ao atingirmos a profundidade de 40 metros, num mergulho em apnéia, nosso volume pulmonar estar igual ao valor do volume do ar residual. Como dissemos anteriormente, este valor de 1 litros é o que oferece a menor pressão interna para que as paredes pulmonares não venham a se fechar contra si mesmas. Um valor menor que esse ocasionaria um grave acidente que chamamos de barotrauma pulmonar total. E se ultrapassarmos os quarenta metros, em apnéia, isso pode ocorrer.

Portanto, podemos dizer que, para o ser humano, de uma maneira geral, o limite de profundidade/segurança recomendada para essa modalidade seria na faixa dos 35 metros.

Sistema de Imersão Profunda dos Mamíferos.

Você já deve ter ouvido falar ou lido sobre o fato do homem ter atingido, em apnéia, profundidades maiores do que os 40 metros. Realmente, o recorde, hoje, está na faixa dos 120 metros. Ocorre que estes mergulhadores possuem funcionando em seus organismo um processo que se encontra latente, hibernado, nas demais pessoas. O chamado sistema de imersão profunda dos mamíferos.

Para simplificar, diríamos que esse processo funciona da seguinte maneira: ao ser atingida a profundidade dos 40 metros (portanto, na faixa onde se daria o barotrauma pulmonar total), por algumas razões de diferença de pressão entre o interior do pulmão e a pleura começa a haver um fluxo de sangue para o interior dos alvéolos. O sangue é um líquido, e os líquidos são incompressíveis. Esta incompressibilidade sustenta o esmagamento que se daria na caixa pulmonar e o mergulhador, então, ultrapassa a profundidade crítica e vai em busca do recorde.

Muitas pessoa que jamais mergulharam podem ter, ativos em seus organismos, este processo; muitas que mergulham a vida toda não o tem. Mas todos nós o temos, pelo menos em estado latente.

Barotrauma Pulmonar Total em Apnéia Rasa.

Tudo que falamos até agora, diz respeito a apnéia inspiratória, isto é, aquela onde o mergulhador inicia com os pulmões cheios. Nesse caso o volume mínimo só seria atingido por volta dos 40 metros de profundidade. Entretanto, caso já se iniciasse o mergulho com os pulmões em volume reduzido (apnéia expiratória = exalou o ar e mergulhou), o volume mínimo (1 litro) seria atingido bem antes dos 40 metros. Num mergulho a partir dos pulmões vazios, podem ocorrer graves problemas já aos 5 metros de profundidade (barotrauma pulmonar total, de acordo com a lei de Boyle). Soltar o ar durante o mergulho em apnéia, dependendo da profundidade onde se está, pode criar um quadro semelhante ao que ocorreria numa profundidade de 40 metros. Portanto, não é recomendado soltar-se o ar num mergulho em apnéia. O correto é tomar o ar normalmente, mergulhar, permanecer e voltar sem soltar o ar.

Embolia Arterial Gasosa (EAG)

O uso do ar comprimido nos equipamentos de mergulho exigiu consideráveis adaptações do mergulhador, com risco para sua vida. Uma subida de emergência executada incorretamente poderá ocasionar um dos mais graves acidentes de mergulho, a ***Embolia Arterial Gasosa (EAG)***

É um acidente que ocorre com o mergulhador que, tendo respirado ar comprimido no fundo, retém esse ar durante a subida com o aumento da pressão intrapulmonar, distensão e ruptura alveolar e penetração do ar na circulação sanguínea, interrompendo a irrigação de estruturas importantes do organismo.

Esse acidente não ocorre no mergulho livre porque os pulmões do mergulhador, que não receberam nenhum ar no fundo, não poderão conter na volta à superfície, volume de ar superior ao que tinha ao iniciar o mergulho.

Existem diversos fatores predisponentes para a ocorrência do acidente, sendo um deles a asma.

Outro fator que deve ser considerado é a instabilidade emocional do mergulhador, que em face de uma emergência no fundo, poderá levar o mesmo ao pânico, ocasionando o fechamento da glote, desencadeando o acidente.

Sintomas.

Doença leve: Tonteiras, mal estar.

Doença moderada: Tonteiras, desorientação, náuseas, tosse com escarro hemorrágico, falta de ar, convulsões, cianose, choque

Obs.: O quadro se instala rapidamente podendo o mergulhador chegar inconsciente na superfície.

Profilaxia.

Todo candidato a mergulhar deve ser submetido a um exame médico de seleção, com especial atenção para o aparelho respiratório. O treinamento da manobra denominada "**subida livre**" é importante para prevenir eventuais situações de emergência.

JAMAIS SUBIR À SUPERFÍCIE RETENDO O AR NOS PULMÕES APÓS TER RESPIRADO AR COMPRIMIDO NO FUNDO.

Tratamento:

Mergulhadores devem ser aconselhados a procurarem os centros de saúde antes de serem encaminhados a uma câmara de recompressão. Mesmo quando os mergulhadores chegavam à superfície com claros sintomas de uma embolia gasosa arterial, o tratamento de escolha deve ser o serviço de

emergência local ou hospital. Sua melhor opção é usar os serviços de emergência existentes para um mergulhador acidentado.

As razões:

- Hospitais e instalações de cuidado urgências têm uma fonte ilimitada de oxigênio, fluidos intravenosos e medicamentos.
- Um prestador de cuidados médico / necessidades de emergência para descartar outras doenças, tais como pneumotórax (colapso pulmonar), infarto do miocárdio (ataque cardíaco), e lesões neurológicas e músculo-esqueléticas com sintomas semelhantes ao da Doença Descompressiva.
- Um paciente ferido precisa ser estabilizado antes e durante o transporte e devem ser transferidos sob supervisão médica.
- Transportar um mergulhador sem uma avaliação adequada pode prejudicar a saúde do mergulhador e/o resultado do tratamento.
- A situação operacional da câmara pode mudar. Câmaras podem fechar para manutenção programada, férias de pessoal ou um número limitado de funcionários por causa de uma grande demanda de tratamento durante o dia ou alta de paciente. Você pode estar se dirigindo para uma câmara que não esta disponível. Notificação prévia de uma instalação de avaliação é geralmente necessária para iniciar a chamada de procedimento ao pessoal um tratamento hiperbárico. Finalmente, as maiorias das instalações hiperbáricas têm horário comercial normal durante o dia e não funcionam à noite e nem nos finais de semana. Na verdade, algumas instalações de câmaras escolhem por não terem uma equipe em sua unidade depois da hora de trabalho e não desejam tratar mergulhadores. A maioria dos casos de doença descompressiva foi relatada para avaliação após o horário comercial normal.

Se você suspeitar que um mergulhador tenha um acidente de mergulho relacionados com as necessidades e avaliação, com segurança você deve:

- Monitor das vias aéreas, respiração, circulação.
- Fornecer oxigênio a 100 por cento se você houver um prestador de oxigênio treinado.
- Ligue para a emergência local para o transporte ou ajudar no transporte do mergulhador para cuidados médicos.

- Ligue para a DAN Hotline de emergência em +1-919-684-9111 (emergências pode ligar a cobrar) para consulta e aconselhamento. No Brasil 0800 684 9111

O ar no alvéolo estourado poderá causar o seguinte:

ENFISEMA DO MEDIASTINO - É a formação de ar nos tecidos em volta do coração.

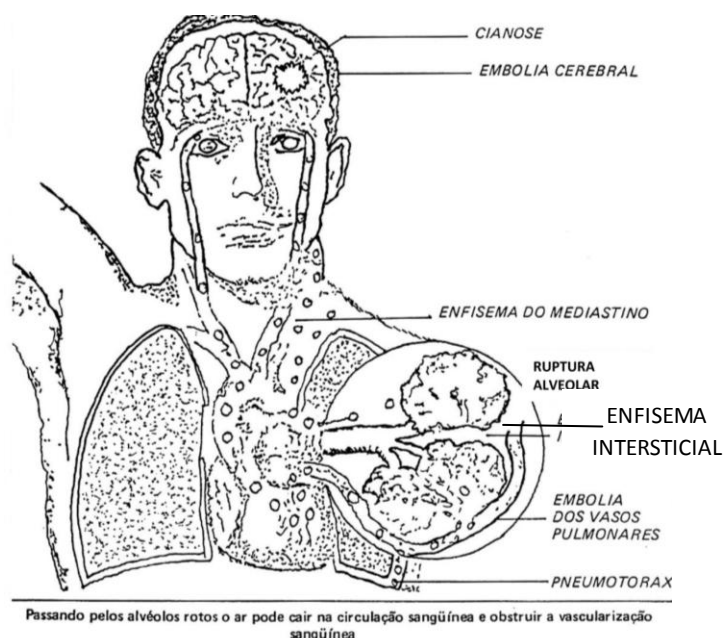
ENFISEMA SUBCUTÂNEO - É o resultado do ar forçado sob a pele (mais freqüentemente encontrada em tomo do pescoço).

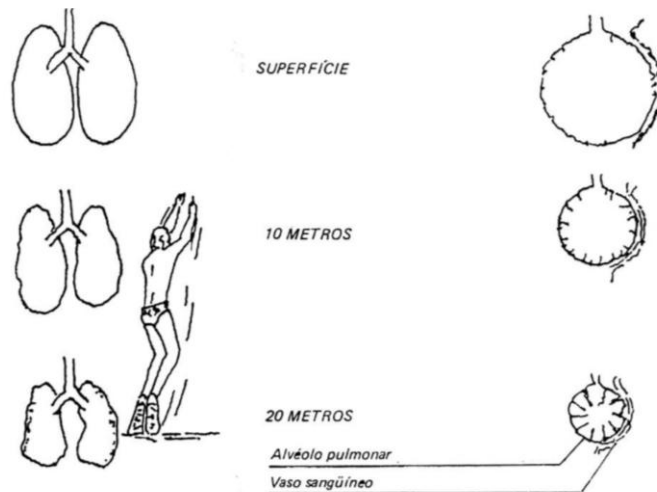
PNEUMOTÓRAX - É a dilatação da bolha de ar localizada entre a parede interna do tórax e a parede externa do pulmão, provocada por ruptura dos alvéolos pulmonares. Este acidente pode ocorrer só ou seguido de Embolia

Distribuição Percentual dos Barotraumas

BAROTRAUMA	%
Timpânico	71,62 %
Dental	1,35 %
Sinusal	19,60 %
Facial	4,06 %
Torácico	3,37 %

FONTE: casuística da BACS (Marinha do Brasil)





5.2 - OS EFEITOS INDIRETOS DA PRESSÃO NO ORGANISMO

Intoxicação pelo Nitrogênio (N₂) - Narcose pelo Nitrogênio ou Embriaguez das Profundezas



Efeito narcótico provocado por gases inertes ao se difundirem no sistema nervoso central. A ocorrência depende da pressão parcial do nitrogênio e da sua solubilidade nos tecidos. É semelhante à embriaguez causada pelo álcool

ou efeito de gases anestésicos.

Varia de indivíduo para indivíduo. Começa discretamente á partir dos 30 metros de profundidade, manifestando-se de acordo com a suscetibilidade do indivíduo. Quando maior a profundidade, pelo efeito tóxico decorrente, maior a deterioração da destreza física e mental, até a apresentação de um quadro de desordem total das reações.



Profilaxia.

Não mergulhar com ar comprimido em profundidades maiores que 40 metros. Não ingerir álcool antes de operações de mergulho. Respirar moderadamente, pois o CO_2 potencializa esta operação.

Tratamento.

Reduzir imediatamente a profundidade de permanência do mergulhador; o efeito reverte, não permanecendo seqüelas.

Intoxicação pelo Oxigênio (O_2)

No mergulho amador, cujas profundidades superiores aos 35 metros não são recomendadas, o percentual de oxigênio contido no ar comprimido não oferecerá os efeitos que conhecemos como intoxicação.

Todavia qualquer mergulhador pode vir a precisar de submeter-se a tratamento hiperbárico com oxigênio. O desejável é que todo mergulhador soubesse suas margem de tolerância ao oxigênio puro, não por causa do mergulho, uma vez que na nossa área de atuação não se fará uso de misturas de gases nem altas profundidades; mas devido as possibilidades de algum tratamento.

Ao mesmo tempo que assim consideramos, reconhecemos também que essas possibilidades são mínimas. Tal exigência dificultaria muito a realização de cursos de mergulho amador, cujo público seria solicitado a atender parâmetros para os quais não pretende e nem imagina atingir.

Generalidades Sobre o Oxigênio

Uma pessoa pode respirar oxigênio puro, sob pressão atmosférica normal, por longo tempo, sem que apresente sintomas da toxicidade aguda em relação ao sistema nervoso.

Entretanto, com 12 horas desta respiração, apresentará congestão das vias aéreas pulmonares e edemas pulmonares. Em resumo, apresentará diversas lesões no revestimento de brônquios e alvéolos. A este efeito tóxico sobre o aparelho respiratório denominamos de efeito de Lorain Smith, o qual possui um longo estudo. Ao efeito tóxico do oxigênio hiperbárico, agindo sobre o sistema nervoso, denominamos efeito de Paul Bert, que se constitui também num complexo estudo.

O oxigênio puro torna-se tóxico já a partir dos 9 metros de profundidade.

Sintoma clássico: o surgimento súbito de uma redução progressiva do campo visual, (como se fôssemos observando a tela de uma televisão que desligamos naquele momento) é um dos indicativos mais comuns do início de uma intoxicação por oxigênio.

Para saber mais sobre a Pp O₂

Os principais órgãos afetados são o pulmão (efeito Lorain Smith) e o sistema nervoso central (efeito Paul Bert). O efeito Lorain Smith trata dos efeitos tóxicos do oxigênio sobre o tecido pulmonar. Os alvéolos são revestidos por uma substancia surfactante, que impede que os mesmos colabem e permite que eles mantenham sua função de efetuar a troca gasosa. Exposições muito prolongadas de oxigênio em pressões parciais intermediárias podem causar remoção da substancia surfactante e lesões nos alvéolos, fazendo com que o mesmo possa vir a colabar, prejudicando a troca gasosa. Os sintomas são dor no peito, dificuldade de respirar, diminuição da capacidade vital e tosse.

Estes sintomas, muito parecidos com um caso grave de gripe, muito raramente causam danos permanentes, principalmente a mergulhadores amadores e técnicos, já que a maioria das exposições com equipamento autônomo, mesmo as superiores a 6 horas de duração estão normalmente dentro dos limites considerados seguros. Esse tipo de problema está mais presente em mergulhos de saturação, tratamentos hiperbáricos longos, e em centro de terapia intensiva em hospitais.

Efeito Paul Bert Paul Bert em 1878 foi o primeiro a observar os efeitos de altas pressões parciais de oxigênio no sistema nervoso central. Altas pressões parciais de oxigênio alteram o metabolismo das células nervosas, trazendo todo tipo alteração neurológica: as mais comuns costumam ser lembradas com a ajuda do acrônimo CONVANTIT: Convulsões, Distúrbios Visuais, Distúrbios Auditivos, Náuseas, Tonturas, Irritabilidade e Tremores. A boa notícia é que convulsões, algo extremamente inconveniente, pois pode levar ao afogamento, são raras. A notícia ruim é que ela pode ocorrer sem que nenhum dos outros sintomas apareça, ou seja, sem avisos. É bom lembrar que a convulsão por si só não causa danos, exceto se houver afogamento ou uma pancada na cabeça. A intoxicação do sistema nervoso central, ao contrário da pulmonar, demanda maior atenção dos mergulhadores, inclusive dos que utilizam nitrox dentro dos padrões do mergulho amador. Estes, como estão limitados a mergulhos sem descompressão, sem trocas de gás, e com percentagens de O₂ até 40%, só precisam estabelecer a profundidade máxima de operação da mistura a ser utilizada baseado na PpO₂ máxima desejada, e se manter em exposições com durações máximas seguras.

Como regra básica podemos dizer que o sinal amarelo inicia-se em 1,4 de pressão parcial, e a pressão de 1,6 deve ser a máxima utilizada em qualquer circunstância, pois apesar da probabilidade de convulsão ser pequena, a margem de erro é menor ainda. Ou seja, o limite deve ser evitado se o mergulhador e o mergulho não estiverem em condições ideais, pois situações como frio e esforço físico podem aumentar a probabilidade de intoxicação por O₂.

Intoxicação pelo Dióxido de Carbono (CO₂)

O metabolismo humano é o principal responsável pela presença do CO₂, sendo o mesmo produto final da respiração. A eliminação deste gás é,

portanto, resultado de um fluxo respiratório adequado.

O impedimento de uma correta respiração, com a adequada eliminação do CO₂. Quantidade anormal de CO₂ na mistura respiratória.

Sintomas.

A retenção do CO₂ causa sintomas que acusam a depressão do sistema nervoso central, do tipo: convulsão, diminuição da acuidade sensorial, depressão respiratória.

Tratamento.

Se mergulhador for resgatado e levado a superfície, irá se recuperar ao respirar ar fresco, restando sintomas como cefaléia, náuseas e vômitos.

Intoxicação pelo Monóxido de Carbono (CO)

A presença do CO no suprimento respiratório do mergulhador é grave, pois este gás combina-se com a hemoglobina causando diminuição do transporte de oxigênio nos tecidos. A afinidade da hemoglobina ao CO é de 200 a 300 vezes maior que o O₂. A hemoglobina monoxicarbonizada tem cor brilhante, o que mascara a cianose, apresentando apenas intensa vermelhidão nos lábios, unhas e pele.

Causas.

O CO ocorre em descargas de motores à combustão, compartimentos fechados onde tintas ou provisões estejam se deteriorando.

Sintomas.

Náuseas e vômitos, cefaléia, alterações mentais, perda de consciência súbita, pressão sobre a fronte e têmporas latejando.

Tratamento.

Interrupção imediata da exposição ao CO, exposição ao ar fresco, ventilação artificial se necessário.

Intoxicação pelo gás Sulfídrico (H₂S)

O gás sulfídrico é um dos elementos resultantes do metabolismo de bactérias anaeróbias. Estas bactérias se proliferam em locais fechados, corno porões de navios afundados, cavernas submarinas e fundos de chatas, onde ficam

confinados.

Em pequenas concentrações tem cheiro de ovo podre e em altas não tem cheiro (o que o torna muito perigoso).

Profilaxia.

Quando você entrar em algum compartimento subaquático fechado (navios, cavernas, etc.) nunca retire a máscara e nunca deixe de respirar em sua válvula, a menos que você note vida animal no local.

Porque vida animal? - Porque a respiração destes animais é a mesma que a nossa e o H_2S é incompatível com a vida.

Sintomas.

Dor de cabeça, tonteiças, lábios, pálpebras e unhas em tom vermelho vivo.

Tratamento.

O tratamento é semelhante ao da intoxicação por CO e consiste em ventilar bem a vítima com ar e de preferência com O_2 puro.

5.3 - Doença Descompressiva

Desde meados do século passado, com o aperfeiçoamento dos equipamentos de mergulho, o homem pode permanecer mais tempo no fundo do mar para conhecê-la e explorá-la. Com isso uma nova entidade mórbida passou a figurar na literatura médica: A DOENÇA DESCOMPRESSIVA

A construção de câmaras de recompressão e a instituição de tabelas de descompressão com finalidades terapêuticas, e principalmente preventivas, foi um marco decisivo na história da medicina submarina e raras vezes o índice de mortalidade de uma doença foi tão bruscamente reduzido.

No Brasil, a Marinha de Guerra vem atendendo em câmaras hiperbáricas, mergulhadores militares e civis vitimados por acidentes compressivos.

Para melhor compreensão deste tema faz-se necessário a análise de duas definições. Descompressão é o tempo necessário que o mergulhador deverá levar desde deixar o fundo até chegar na superfície (com ou sem parada para descompressão). Tempo este, para eliminar parte do N_2 em excesso do seu organismo, que seria suficiente para causar uma doença descompressiva. Este tempo depende da profundidade que o mergulhador atingirá e seu tempo de fundo.

Doença Descompressiva (Mal Descompressivo, DD ou BENDES), é uma doença freqüente entre mergulhadores, embora o índice de mortalidade seja baixo, o de morbidade é muito alto, podendo o mergulhador passar vários meses para se recuperar, e às vezes é de caráter permanente.

Três elementos fundamentais na gênese da doença descompressiva, com variações independentes: a profundidade, a duração, e o tempo de descompressão do mergulho. A duração do mergulho deve ser inversamente proporcional à sua profundidade, ou seja, quanto maior a pressão ambiente, menor o tempo que organismo poderá suportá-la sem problemas. Quanto maior a profundidade e a duração do mergulho, mais lenta deverão ser à volta à superfície, programadas pelas tabelas de descompressão. Existem alguns fatores predisponentes, cujos principais são:

OBESIDADE - Experiências com animais e a prática dos trabalhos sob ar comprimido tem demonstrado que esta doença ocorre mais comumente entre indivíduos gordos, provavelmente devido à maior solubilidade do nitrogênio nos tecidos gordurosos que, por serem pobremente vascularizados, dificultam a liberação do nitrogênio na volta à superfície.

GÁS CARBÔNICO - O uívei de gás carbônico na mistura gasosa respirada quando ultrapassados os limites normais permissíveis, aumenta a incidência e a gravidade da doença descompressiva.

EXERCÍCIO FÍSICO DURANTE A DESCOMPRESSÃO - Embora certos autores afirmem que o exercício moderado durante a descompressão melhora a circulação sangüínea e a remoção do nitrogênio, admite-se atualmente que o mesmo predispõe ao aparecimento da doença descompressiva, não só pelo aumento do nível de gás carbônico como pela elevação das tensões mecânicas dos tecidos.

TEMPERATURA AMBIENTE - O papel da baixa temperatura ambiente na predisposição da doença descompressiva tem sido valorizado por vários autores.

BALANÇO HÍDRICO - A desidratação aumenta a suscetibilidade da doença descompressiva e estudos recentes concluíram que a ingestão reduzida de líquidos e um débito urinário baixo, são elementos importantes na gênese deste acidente.

FATORES LOCAIS - O traumatismo mecânico predispõe ao aparecimento de formas localizadas da doença descompressiva, provavelmente devido a um mecanismo de cavitação na circulação sangüínea dos tecidos lesados.

ADAPTAÇÃO - É reconhecido o desenvolvimento de uma tolerância progressiva aos efeitos da descompressão pelos indivíduos que se submetem a períodos prolongados em condições hiperbáricas.

Patogenia.

Várias teorias tentaram explicar a Patogenia da doença descompressiva, destacando-se a da embolia gasosa. Há consideráveis evidências de que as bolhas gasosas são o agente patogênico primário da doença descompressiva.

Quando o indivíduo permanece em condições hiperbáricas a quantidade de nitrogênio que se dissolve em seus tecidos aumenta proporcionalmente a pressão ambiente, segundo a Lei de Henry. O sangue é transportador dessa sobrecarga gasosa que vai saturar gradativamente os tecidos. A despressurização lenta e controlada, segundo tabelas de descompressão programadas, permite a volta à pressão atmosférica sem problemas, sendo o excesso de nitrogênio gradativamente conduzido pelo sangue para os pulmões e eliminado para o meio ambiente. A despressurização brusca provoca a supersaturação dos tecidos e do sangue, formando as bolhas de nitrogênio, e causando obstrução da circulação sanguínea e manifestações regionais e gerais da doença descompressiva. Discute-se se as bolhas preexistem em estado potencial sob a forma de micronúcleos ou se a sua formação pela despressurização brusca se dá sem ponto de partida. No primeiro caso, essas partículas gasosas cresceriam por difusão dos gases do meio circunjacente para seu interior.



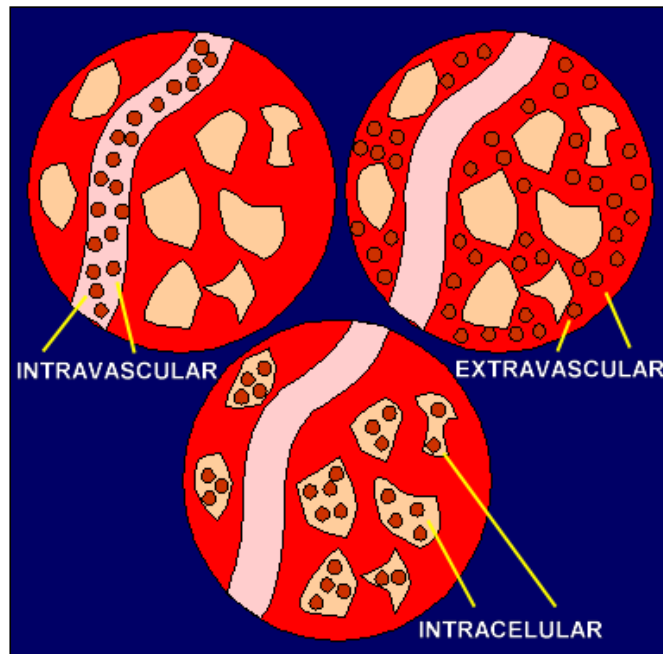
Quando a patogenia da dor, segundo alguns, o aparecimento de bolhas nas estruturas articulares provoca dor por pressão direta sobre os tecidos sensíveis. A localização no interior da medula óssea é outra hipótese infeliz, tendo em vista a semelhança da dor da doença descompressiva com a osteomielite. Admitem outros que a dor é de origem central, pela localização das bolhas em regiões cerebrais responsáveis pela sensibilidade das áreas aparentemente comprometidas, à semelhança do que acontece com as dores fantasmas dos membros amputados.

Localização das Bolhas de Nitrogênio

INTRAVASCULAR - Desde 1670, Boyle assinalou em animais submetidos a uma descompressão brusca, a presença de bolhas intravasculares na circulação arterial, venosa e linfática. Essas bolhas são revestidas por uma membrana lipoproteica relativamente resistente e seu crescimento vem a provocar a obstrução ou mesmo a ruptura dos vasos sanguíneos, com fenômenos de êxtase, hipoxia, isquemia, edema, hemorragia e eventualmente necrose da área comprometida.

EXTRAVASCULAR - A formação de bolhas no espaço intersticial ocorre principalmente em estruturas ricas em lipídios como tecidos gordurosos córtex supra-renal, bainha de mielina dos nervos periféricos, e podem comprimir extrinsecamente os vasos sanguíneos provocando fenômenos isquêmicos semelhantes aos conseqüentes às bolhas intravasculares.

INTRACELULARES - As bolhas intercelulares são de detecção bastante difícil pelos métodos atuais de microscopia, freqüentemente prejudicada pelos artifícios da técnica, tendo sido constatados principalmente no fígado e na medula espinhal. Ultrapassando o seu limite de resistência, a membrana celular se rompe, dando saída a resíduos celulares, materiais gordurosos, agentes farmacologicamente ativos, bem como às próprias bolhas gasosas que podem alcançar a corrente sanguínea, reforçando o mecanismo intervascular já mencionado.



Quadro clínico

De acordo com os órgãos ou sistemas mais atingidos, temos as seguintes formas clínicas.

Formas de Manifestação

MANIFESTAÇÕES OSTEOMUSCULOARTICULARES - A dor desta origem é indiscutivelmente a manifestação mais freqüente: ocorre em mais de noventa por cento dos casos, pode constituir o único sintoma. Sua instalação é geralmente gradativa, crescendo até atingir um nível insuportável. É contínua, lembrando nos casos mais graves a dor da osteomielite. Frequentemente inicia-se por um foco limitado, estendendo-se centrifugamente e comprometendo uma área bem mais extensa. Pode ser acompanhado de edema e hiperemia localizados e a aplicação de calor e massagem dão alívio temporário. As articulações mais comprometidas pela ordem de freqüência são: ombro, cotovelo, joelho e quadril.

MANIFESTAÇÕES NEUROLÓGICAS - O comprometimento do sistema nervoso central entre mergulhadores é predominantemente medular. A substância branca é afetada normalmente nas colunas laterais e posteriores dos seguimentos lombar superior, torácico inferior e cervical inferior, pela ordem de freqüência. Hemiplegia, tetraplegia, paraplegia ou monoplegia, espasticidade, distúrbios esfinterianos podem ocorrer com uma distribuição correspondente à área medular atingida. O comprometimento dos centros nervosos superiores mais encontrados em acidentes com aviadores, trabalhadores de caixões pneumáticos e no interior de câmaras hiperbáricas

caracteriza-se por comprometimento progressivo da consciência, colapso, náuseas e vômitos, distúrbios visuais, cefaléia, tonteira e vertigem.

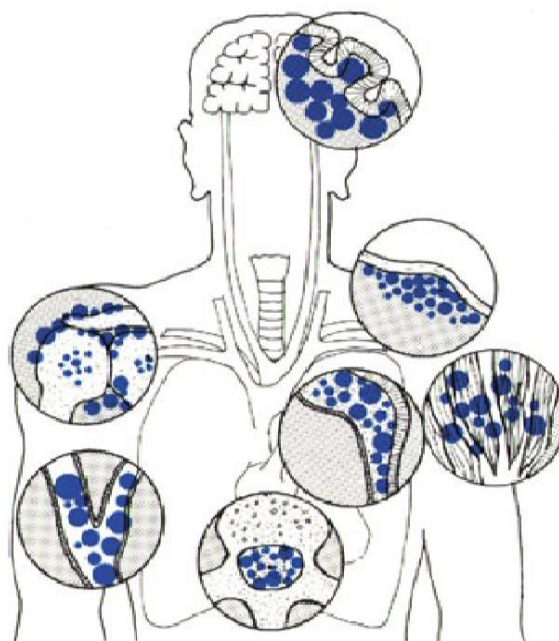
O comprometimento do sistema nervoso periférico pode atingir isoladamente os nervos cranianos, espinhais e sistema nervoso autônomo, com manifestações sensitivas ou motoras superponíveis às do sistema nervoso central, com as quais podem se confundir.

MANIFESTAÇÕES PULMONARES - Resultam provavelmente da obstrução emboligênica dos vasos pulmonares, caracterizando-se por mal estar ou queimação retroesternal agravada pela inspiração profunda provocando acessos de tosse irreprimíveis, tornando a respiração superficial e acentuando-se progressivamente até ocupar ambas as fases da respiração. Surge agitação, sensação de morte iminente e o quadro pode evoluir para uma situação de choque, cianose, síncope respiratória e morte se não for devidamente tratado.

MANIFESTAÇÕES CUTÂNEAS - Apresenta-se com sensação má definida de picadas, coceira, queimação na pele, durante ou logo após a descompressão de um mergulho geralmente profundo e rápido. Podem surgir também extensas manchas urticariformes, aspectos circunscrito de lividez, manchas lineares acastanhadas em fundo branco, ou pequenas manchas avermelhadas distribuídas irregularmente pela superfície atingida.

CHOQUE - Algumas vezes encontramos um quadro de choque, provavelmente pelo grande extravasamento de plasma pelos vasos sangüíneos abdominais, com fuga de considerável volume de líquido para a cavidade peritoneal.

Outra explicação é a formação das bolhas nas glândulas supra-renais. Esse quadro, por vezes bastante grave ou mesmo mortal deve ser combatido precocemente



Para Fins de Tratamento da Doença Descompressiva é Dividido em:

Doença Descompressiva Tipo I - Doença descompressiva onde os sintomas são percebidos como de origem não neurológica, com sintomas como coceira, erupções cutâneas e dores nas articulações ou musculares.

Doença Descompressiva Tipo II - Qualquer doença descompressiva onde existam sintomas ligados ao sistema nervoso ou cardiovascular.

Doença Descompressiva Tipo III - Doença descompressiva mais séria ou severa, algumas vezes encontrada após mergulhos profundos e longos, possivelmente com subidas rápidas. Pensa-se que as doenças descompressivas do tipo III são causadas por ocorrência de embolia arterial gasosa após mergulhos onde grandes quantidades de gás inerte tenham sido absorvidas por tecidos corpóreos.

Os sintomas podem aparecer antes do mergulhador chegar à superfície até 24 horas após o mergulho.

EAG X DOENÇA DESCOMPRESSIVA

	<i>EAG</i>	<i>DD</i>
INÍCIO	SÚBITO E IMEDIATO	LENTO E TARDIO
EVOLUÇÃO	RÁPIDA	LENTA E PROGRESSIVA
COMPARTIMENTO PREDOMINANTE	PULMONAR, NEUROLÓGICO (ENCÉFALO) E CORONÁRIO	OSTEOARTICULAR E NEUROLÓGICO (MEDULAR)
PROGNÓSTICO	MAU	BOM

CUIDADO: Não confunda. A EAG são bolhas de ar na circulação sanguínea originado da ruptura alveolar pulmonar, causada pela retenção do ar durante a subida. E a DD são bolhas de nitrogênio nos vasos sanguíneos, causada por falta de descompressão adequada quando o mergulhador esta retomando a superfície.

CONDUTA COM PACIENTES ACIDENTADOS

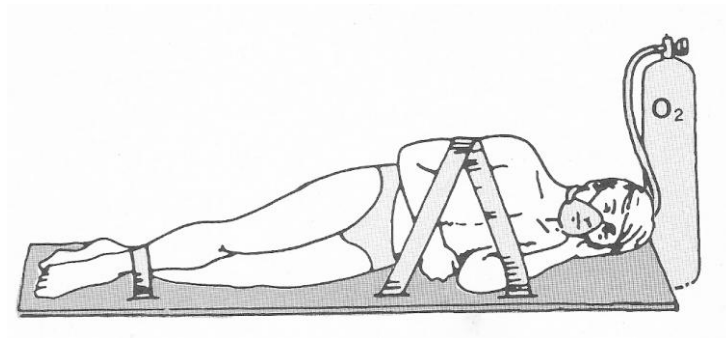
NO FUNDO - Caso o mergulhador esteja inconsciente e com parada respiratória, deve-se conduzi-lo até a superfície, levantando o seu queixo e mantendo o regulador em sua boca (para evitar uma possível EAG).

Caso o mergulhador esteja inconsciente, mas sem parada respiratória, deve-se conduzi-la até a superfície, lentamente e prestando muita atenção na sua respiração.

NA SUPERFÍCIE

A posição correta para remoção ou espera do paciente com provável EAG ou DD deve obedecer ao seguinte procedimento:

- Deitado de bruços, levemente virado sobre o lado esquerdo.
- Administre O₂ puro.



PRIMEIRO SOCORROS

100% de oxigênio deve ser dada para o acidentado o mais rapidamente possível após o incidente e durante a viagem para uma câmara hiperbárica. A aplicação de oxigênio puro garante uma maior oxigenação dos tecidos e ajuda a diminuir o risco de danos. Em paralelo com a administração de oxigênio, os acidentados devem ser encorajados a beber líquido a uma taxa de cerca de 1 litro por hora. Evite líquidos diuréticos, como o café ou bebidas alcoólicas. Água ou bebidas isotônicas são os melhores.

Manter um bom nível de hidratação ajuda o volume de sangue e reduz o risco de formação de mais bolhas.

PROCEDIMENTOS APÓS A CONDOTA NA SUPERFÍCIE

Tanto o paciente afogado como com EAG ou DD deverão ser aquecidos e administrar oxigênio puro se possível.

O acompanhante deverá prestar atenção e anotar a evolução dos sinais e sintomas que o paciente e a conduta que está sendo realizada.

No caso de uma DD ou EAG, acionar assistência médica mais próxima.

No caso de DD, o transporte por via aérea terá que ser feita o mais baixo possível ou em cabine pressurizada.

No caso de afogamento, hemorragia e omissão de descompressão, o tratamento deverá ser realizado conjuntamente.

No caso de DD ou EAG que seja necessário realizar o método de ressuscitação, o paciente terá que ficar com o ventre para cima.

5.3 - "APAGAMENTO" E OUTRAS SÍNCOPE DO MERGULHO LIVRE

Atenção: observe, nos tipos de acidente explanados neste tópico, a importância da cota de equilíbrio como fator de segurança.

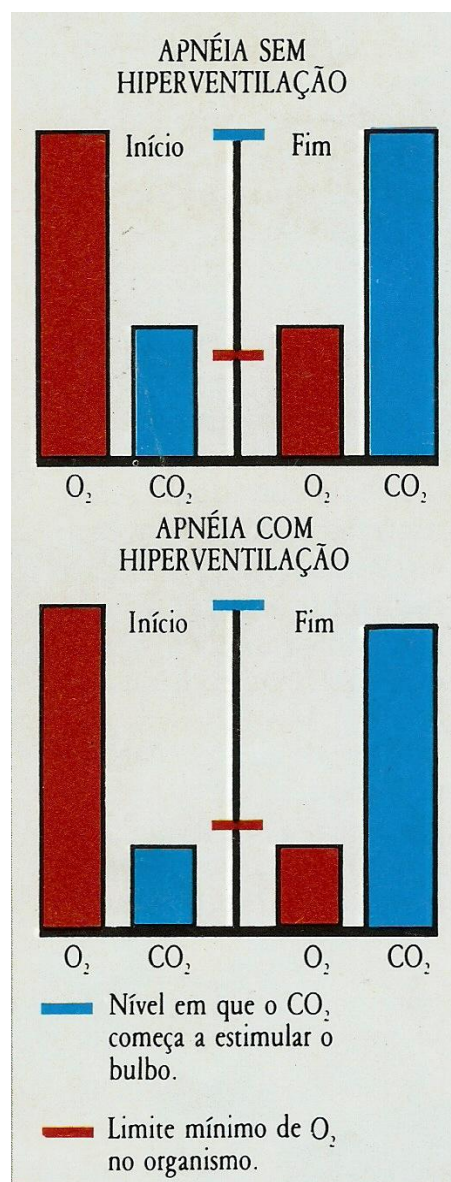
Hiperventilação e Cota de Equilíbrio

Uma hiperventilação exagerada e uma cota de equilíbrio adulterada têm sido a causa de diversos acidentes no mergulho livre e, particularmente, na pesca subaquática.

Consiste, a hiperventilação, numa série de rápidas inspirações e expirações que teriam como resultado a elevação da pressão parcial de oxigênio no sangue. Em consequência propiciaria um maior tempo de apnéia para o mergulho a seguir. Realmente, se consegue esta elevação do teor de oxigênio. Mas se produz, em consequência, outro fenômeno: a queda da pressão parcial do dióxido de carbono. Como a cada inspiração (na técnica de hiperventilação) obriga também a uma expiração, se perde mais CO_2 do que a quantidade que se ganha em oxigênio.

Iniciando-se o mergulho com um percentual baixo de dióxido de carbono, vai demorar mais para que o sistema que aciona a necessidade de respirar entre em funcionamento. O mergulhador desavisado, vendo que seu tempo de apnéia melhora, considera ser devido ao acréscimo de oxigênio que, hiperventilando, obteve. Na verdade é muito mais devido ao baixo nível de dióxido de carbono.

Embora o CO_2 ainda não tenha subido o suficiente para desencadear a necessidade de respirar e o coerente fim daquela apnéia, pode acontecer que o O_2 tenha chegado a níveis mínimos. Então, o mergulhador "apaga" sem ter tido falta de ar.



A partir daí, duas hipóteses podem ocorrer:

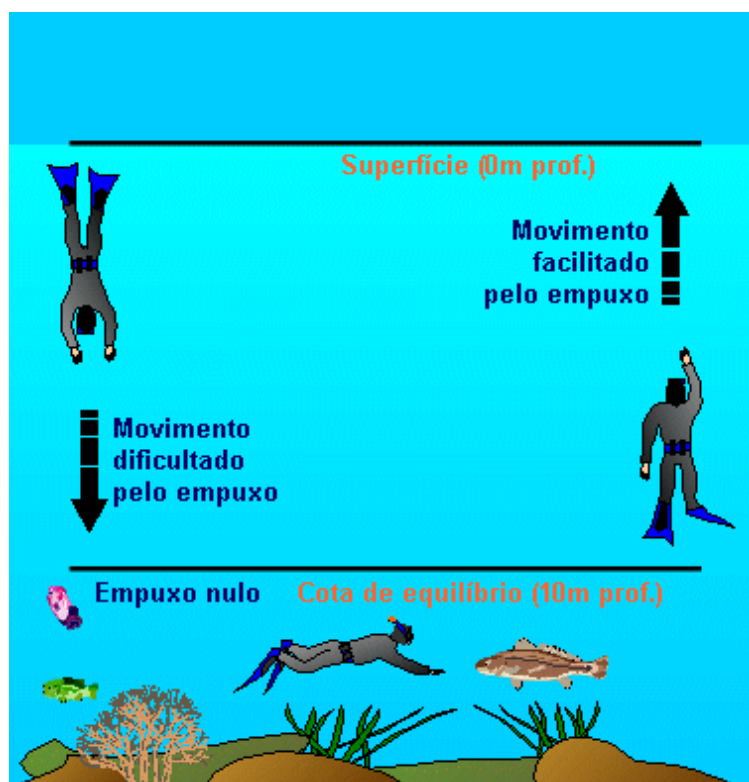
O Apagamento se deu acima da cota de equilíbrio.

Em um primeiro momento a glote se fecha e o mergulhador não bebe água. A flutuabilidade positiva leva o corpo, com velocidade crescente, para a superfície. Ao receber a primeira ventilada de ar fresco, são grandes as probabilidades do mergulhador acordar, tossindo, engasgado, porém vivo e tendo adquirido um ensinamento do qual jamais se esquecerá.

O Apagamento se deu abaixo da cota de equilíbrio.

Neste primeiro momento a glote também se fecha e o mergulhador não bebe água. A flutuabilidade, agora negativa, levar o corpo para o fundo. Embora inconsciente, a taxa de CO₂ continua subindo no sangue. Em dado momento desta descida ou mesmo já tendo chegado ao fundo, o estímulo para respirar torna-se compulsivo, devido as altas taxas de CO₂ existentes no organismo (apesar de estar inconsciente, o mergulhador continua em apnéia). Então, movimentos espasmódicos e característicos da ânsia de respirar forçam a abertura da glote e o corpo começa a "respirar água". É o início do afogamento.

Por estar abaixo da cota de equilíbrio, a tendência ser cada vez ir mais para o fundo. A menos que seja resgatado por um companheiro nesse primeiros minutos, as probabilidades de jamais ser encontrado são quase totais.



Síncope por Falta de Oxigênio

Acidente típico de pesca subaquática, tendo já vitimado diversos mergulhadores, em sua maioria possuindo formação incompleta, sem maiores esclarecimentos como os que devem ser propiciados num curso de mergulho. Nesta modalidade de acidente podemos diferir duas particularidades:

O Acidente Ocorre Durante a Subida:

O mergulhador inspira e inicia-se o mergulho. No momento em que toma o ar e entra em apnéia (posição 1) a Pressão atmosférica é, naturalmente, de 1 atm e a Pressão parcial de oxigênio no sangue é de 20%.

Na medida em que vai afundando a Pressão total aumenta e a parcial também, embora percentualmente o oxigênio esteja sendo consumido.

Na posição 3, aos 10 metros, a Pressão total é de 2 atm e a parcial pode estar em torno de 0,36 atm, mas o percentual de oxigênio no sangue é de 18%.

Tomando posição, um pouco mais abaixo dos 10 m, o mergulhador prepara-se para o tiro. Sente-se bem. Capricha na pontaria e espera. Sente-se com fôlego e julga ser isso devido as corridas que tem executado diariamente. Na verdade o que está ocorrendo é que seu sistema de irrigação sangüínea está pressionado pela profundidade (Dalton). Então, apesar do oxigênio estar baixando, a difusão do gás continua, como uma fraca intensidade de água circulando fortemente numa mangueira de fino diâmetro. Então, apesar do percentual de oxigênio estar baixando, o "estreitamento da mangueira" por onde o sangue circula fornece uma "compressão" para que o oxigênio seja distribuído ao cérebro.

Na posição 5, já subindo e passando pelos 10 metros, a Pressão parcial do oxigênio pode ser de 0,2 atm, mas percentualmente já pode ser de 10% e o cérebro continua irrigado.

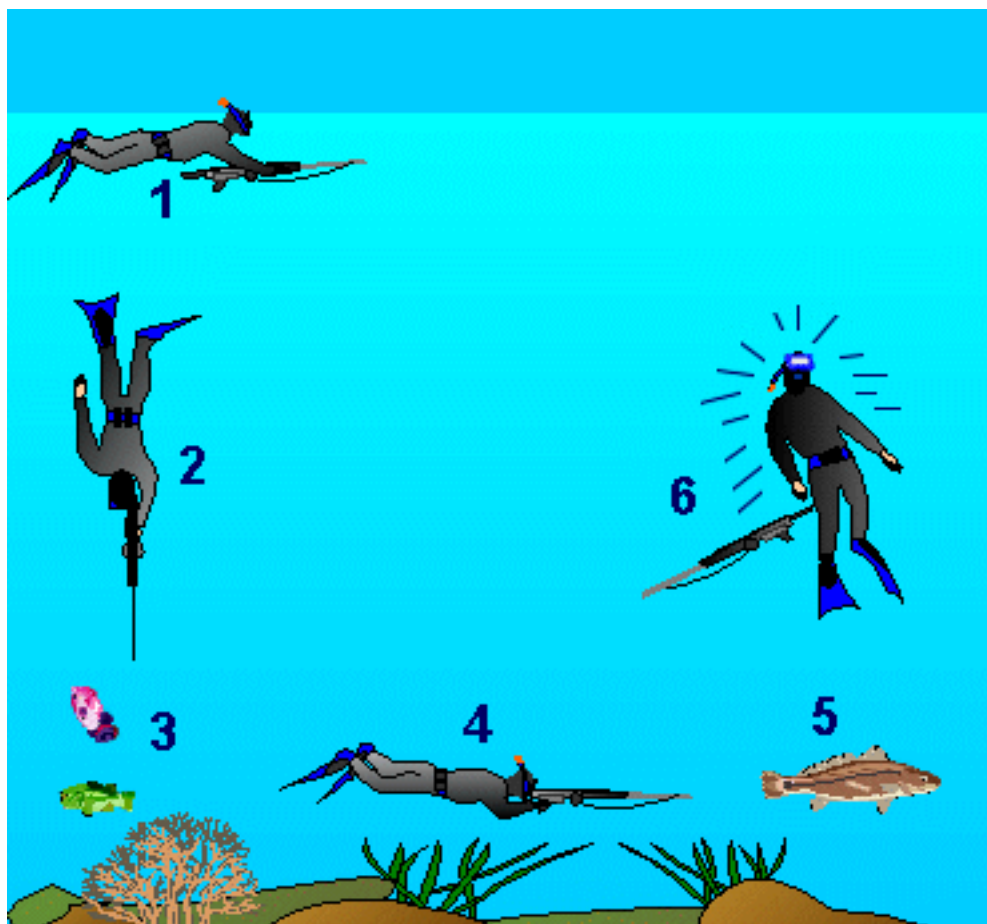
Na posição 6, diminuindo ainda mais a profundidade, passando por uma cota em que a Pressão total seja de 1,2 atm, os condutos do sangue oxigenado retornam ao seus diâmetros normais e, agora, não possuem mais compressão para fazer circular uma percentagem de, digamos, 8% de oxigênio. Então, o mergulhador "apaga" por falta de oxigênio.

Se o percentual de oxigênio descer ao nível de 8%, ocorre o desmaio.

É devido a este processo que os mergulhadores se sentem bem na profundidade, mesmo consumindo oxigênio. O problema é na volta.

Este acidente, conforme descrito e ilustrado, tem afinidade com os dias de águas muito claras. Nessas ocasiões o apneísta sente-se mais a vontade para aprofundar. As águas claras iludem a noção de profundidade e apenas na subida é que o mergulhador percebe que "ainda falta chegar onde já devia ter chegado".

Uma boa técnica para se livrar deste acidente é respeitar seu tempo de apnéia, em qualquer profundidade. Se for necessário um mergulho mais fundo, tenha certeza de que esteja sendo observado por alguém capaz de intervir a seu favor. É devido a freqüência deste acidente nas águas claras, que a água muito azul é chamada, na gíria da pesca sub, de "água azul-caixão".



O Acidente Ocorre Ainda no Fundo:

É um Apagamento que ocorre após o mergulhador ter sido fartamente advertido pelo seu organismo de que era hora de ventilar. Geralmente se dá momentos antes de um tiro ou mesmo logo após ele. (este é o motivo por que sempre se conta de alguém que morreu e foi encontrado com um peixe fígado no arpão). A causa parece ser a emoção; parece ser adrenalina que "disfarçaria" a verdadeira situação do nível de oxigênio no sangue. Na verdade a causa é a imprudência, a superavaliação ou a dificuldade de abrir mão de um peixe quase capturado... em suma, a imaturidade.

Isso ocorre da seguinte maneira:

O pescador tem um peixe quase em posição de tiro, o qual, segundos antes, se movimenta e passa a oferecer uma área menor para a visada. Aos poucos, lentamente, começa a oferecer, novamente, uma melhor posição. Então, o pescador espera que o peixe se coloque em situação favorável...

Nesse espaço de tempo, o mergulhador já sentiu vontade de respirar... mas procura se conter, uma vez que basta mais um pouco apenas para atirar. A emoção é grande. O peixe, uma "peça" respeitável. O homem não quer perdê-la. Se subir para respirar, provavelmente não o encontrar de novo. Então, usa de tudo que sabe para poder "agüentar", permanecendo até o tiro e, com esta finalidade, o mergulhador chega mesmo a soltar um pouco de ar para se aliviar da pressão que o CO₂ faz no comando de "respirar". E sente melhoras. E permanece. O nível de oxigênio já é mínimo. A taxa de dióxido de carbono é compulsivamente alta. Mas a emoção e o desejo são ainda maiores. Então, finalmente, atira. Vê que acertou e corre ao arpão para garantir a ferrada. Apaga, mas sentiu muita falta de ar antes disso.

5.3 - O FRIO, COMO CAUSADOR DE ACIDENTES NO MERGULHO

Devido ao fato da água ter uma condutividade térmica 25 maior do que o ar, o mergulhador perde calor com mais facilidade do que uma pessoa que esteja na superfície.

No caso específico das mulheres, devido a possuírem menos glândulas sudoríparas e contarem com mais gordura subcutânea, retém calor com mais facilidade que o sexo oposto.

Entretanto, quando se trata de mulheres magras, sendo a massa do corpo menor que a massa normal do corpo de um homem, apresentam um maior coeficiente na proporção superfície / massa do corpo e, geralmente, ficam com frio mais depressa.

Num mergulho onde se realiza esforço, perde-se calor mais rapidamente. Nesses casos, devido ao sangue circular com maior velocidade, o calor é dispersado de forma mais acelerada.

"...o náufrago, o mergulhador que aguarda socorro, deverão permanecer tão quietos quanto possível, adotando uma posição próxima da fetal, com o que protegerão as áreas responsáveis pela maior dispersão de calor."

Numa operação de mergulho como as que realizamos, onde os indivíduos não são necessariamente atletas, pertencem a ambos os sexos e com idades que podem ultrapassar mais de trinta anos entre o mais novo e o mais velho, o instrutor deverá estar atento para a maior sensibilidade ao frio que um ou outro mergulhador apresente.

A tremedeira característica é sinal que o mergulho começa a deixar de ser uma atividade de lazer. A mergulhadores que apresentem esse sintoma, melhor sugerir-lhes que retornem à embarcação. Melhor assim, enquanto a pessoa pode por si mesma se recompor termicamente ao sair da água, do que vir a precisar socorros por ter sido vitimada de hipotermia.

Fases de uma Hipotermia

1- **Excitação:** calafrios e vasoconstrição periférica. A temperatura do corpo já é próxima dos 34 graus C.

2- **Adinamia:** respiração acelerada (taquipnéia) e aumento do débito cardíaco até 5 vezes os valores em repouso. A temperatura do corpo, nesses casos, está entre 34 e 30 graus C.

3- **Fase de paralisia:** situação já bastante grave, com tendências a evoluir para o coma. Os músculos e as articulações ficam rígidos e a pele apresenta-se muito fria, em tudo aparentando uma rigidez cadavérica. A respiração é quase imperceptível e não se sente o pulso.

O reaquecimento lento é o melhor remédio. Alguma bebida doce e quente (café) pode ser de utilidade. O aquecimento ao sol, em local seco da

embarcação (de preferência abrigado do vento), agasalhado em qualquer coisa seca, é a providência mais imediata.

Quanto ao neoprene, se por vezes, antes do mergulho, pode provocar excesso de calor, após o esfriamento conserva umidade. Melhor é retirá-lo, por diversos motivos.

Não se deve ingerir ou fornecer bebida alcoólica para "aquecer". Até algum tempo atrás acreditava-se que a bebida fosse importante auxiliar no processo de aquecimento.

Hoje o conceito é outro: tomado sem alimentação ou duas horas depois de exercício físico pesado (o mergulhador nadou muito?) causa uma queda de glicemia, alterando para pior o processo normal de manutenção da temperatura.

Num processo de esfriamento, as funções mentais são as que mais sofrem. O frio cria distúrbios de memória, dificuldade de concentração e um estado de vago torpor (entorpecimento)

Obs.: quando acima, na segunda fase da hipotermia, dissemos que ocorre um "débito cardíaco" 5 vezes maior que o valor em repouso, assim citamos como ilustração a registrar quão profundas são as alterações. Obviamente, numa operação de mergulho, não se espera que o instrutor tenha condições de medir tal variável.

5.4 - A MULHER E O MERGULHO

(IN: Ramo, Augusto Marques. www.brasilmergulho.com)

“As mulheres são mais suscetíveis à doença descompressiva que o homem por apresentarem mais tecido adiposo?”

“Não necessariamente seria por esse motivo que as mulheres teriam maior probabilidade de desenvolver doença descompressiva. Se esse fosse o fator mais importante, homens com adiposidade extra, correriam o mesmo risco.”

“As evidências apontam que mulheres saudáveis não têm maior risco de desenvolver doença descompressiva que homens com características físicas semelhantes. Elas seguem as mesmas orientações de segurança preconizadas pelas certificadoras de mergulho que os homens.”

Menstruação Durante a Atividade de Mergulho

“Com base na informação disponível no momento relacionada à prática do mergulho autônomo, as mulheres que estão menstruando não têm risco aumentado de desenvolver doença descompressiva quando comparadas com mulheres que não estão menstruando.”

“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.”

Fluxos intensos acompanhados de anemia podem prejudicar a dinâmica circulatória e estar correlacionados com mais cansaço durante o mergulho.”

“Apesar de ser um fator predisponente para infecções pélvicas, não há correlação entre menstruação, banho e infecção pélvica.”

“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.”

“A explicação para uma maior predisposição estaria relacionada com as mudanças fisiológicas que ocorrem durante a fase menstrual do ciclo, tais como: alterações hormonais, eletrolíticas, reatividade vasomotora e vasoconstrição periférica. Tais mudanças fariam com que as mulheres manejassem diferentemente a saturação de gases no corpo em mergulhos que necessitassem paradas para descompressão. Em tese, devido à retenção de líquidos e reações teciduais específicas, as mulheres estariam com menos capacidade de liberar o nitrogênio dissolvido após um mergulho.”

“Assim, seria prudente que durante a menstruação as mulheres mergulhassem de maneira mais conservadora. Isto é, que mergulhassem menos, que os mergulhos ocorressem em águas mais rasas e que prolongassem as paradas de segurança. No entanto, deve ficar claro que, com base na informação disponível no momento relacionada à prática do mergulho autônomo, as mulheres que estão menstruando não têm risco

aumentado de desenvolver doença descompressiva quando comparadas com mulheres que não estão menstruando.”

Anticoncepção e Mergulho

“Até o momento não há pesquisa específica que evidencie que o uso de anticoncepcionais orais constituam uma contra-indicação à prática do mergulho autônomo recreacional.”

“Existem doenças herdadas da coagulação sanguínea relacionadas a fatores da coagulação que têm sido implicadas nas complicações vasculares associadas ao uso de anticoncepcionais orais. Há registros na literatura ginecológica de que 50 % dos episódios tromboembólicos decorrentes do uso de anticoncepcionais viriam de interações entre eles e a desordem de fator de coagulação herdada. Desta maneira, mulheres que têm esta associação identificada devem receber orientação médica específica relacionada à prática do mergulho autônomo amador.”

“Em relação aos outros métodos, podemos dizer que o uso de dispositivo intrauterino (DIU) não acarreta perigo à mergulhadora. Muitas mulheres têm aumento do tempo e de quantidade de fluxo menstrual durante a utilização de DIU, o que pode ser somente um inconveniente. Quanto aos métodos de barreira, o enxágue que pode ocorrer com o banho e contato com a água é mínimo, não acarretando maiores problemas.”

Síndrome de Tensão Pré-Menstrual

“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 alterações psicofisiológicas imponham riscos de segurança a si e aos companheiros de mergulho tanto na embarcação como durante o mergulho.”

Implantes Mamários

“Implantes mamários são utilizados tanto na cirurgia plástica reconstrutiva quanto na estética. 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 problemas.”

“Foi realizado um estudo experimental em que vários tipos de implantes foram colocados em câmara hiperbárica e submetidos a vários perfis de mergulho. Observou-se que há uma diferença de solubilidade do nitrogênio em função da composição do implante. Houve um aumento do tamanho das bolhas das várias próteses que dependeu da profundidade e de tempo de mergulho a que foram submetidas. Esse aumento foi maior nas próteses de silicone e salina juntas. O aumento das bolhas observados não foi suficiente para provocar ruptura. Com o tempo, as bolhas voltaram ao tamanho original. Por ser um estudo experimental, salientaremos que ele não responde definitivamente sobre a questão dos implantes em mergulhadoras.”

O Mergulho e a Gravidez

"A mesma mulher que não fumará ou beberá durante sua gravidez gostará de saber por que ela não pode mergulhar. Nesta sociedade litigiosa somente existe uma única resposta: não mergulhe enquanto grávida ou mesmo enquanto tenta engravidar", relata a Dra. Maida Taylor. “Existe escassa informação científica relevante sobre gravidez e mergulho. Poucos são os dados relativos ao risco das mulheres grávidas e de seus fetos decorrentes da prática do mergulho autônomo.”

“As mulheres grávidas têm maior risco teórico de apresentar doença descompressiva. Este risco decorre das alterações fisiológicas da gravidez.” “Durante a gravidez a mulher retém líquido, cuja redistribuição, nos vários compartimentos, está alterada. Esse fenômeno, diminui a retirada de gases dissolvidos na circulação central, favorecendo a embolia gasosa. O volume de distribuição passa a ser maior e passando a ser um local de retenção de nitrogênio. Logo, aumenta a potencialidade para a ocorrência de doença descompressiva. A retenção de líquidos na gravidez também pode ocasionar o inchume do nariz, ouvidos e garganta, ou seja, das vias aéreas. O que aumenta, pelo menos teoricamente, o risco de barotrauma nos ouvidos e seios da face. Outro problema é a ocorrência de náuseas e vômitos durante a gravidez. Isto favorece ao enjôo na embarcação e pode levar à fadiga por desidratação e perdas de sais (eletrólitos). Além disso, o cansaço e o estresse

relacionados a essa situação durante a navegação favorecem as reações de pânico.”

“É uma constatação fisiológica que os fetos não têm a proteção dos pulmões para filtrar e eliminar as bolhas gasosas na corrente sanguínea como os adultos. Estudos laboratoriais são restritos a animais. O modelo animal correspondente ao humano é a ovelha pelo fato da sua placenta ser muito semelhante à humana. Estudos de doença descompressiva nesses animais mostraram altas taxas de mortalidade fetal provavelmente pela passagem de bolhas à circulação arterial através de forâmens ovais patentes. Outros estudos animais de doença descompressiva durante a gravidez revelaram um maior índice de malformações cardíacas.”

“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.”

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 embebedimento de fluidos secretados pela trompa de falópio e o útero. A formação de uma circulação sanguínea 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.”

Retorno ao Mergulho Após a Gravidez

“O reassumir das atividades físicas depende de vários fatores. Entre eles incluem-se o nível prévio de condicionamento físico e a continuidade da prática de exercícios durante a gravidez.

“Gravidez complicada por doenças subjacentes, nascimentos múltiplos, partos e cesáreas complicadas podem postergar a recuperação, e a resposta sobre a questão do retorno ao mergulho deve ser individualizada por um médico.”

“Internações prolongadas com repouso no leito levam à perda da condição física e da capacidade aeróbica que são importantes na prática do mergulho autônomo amador. Não se deve esquecer que a mergulhadora durante a gravidez perde muito da sua condição de tolerância ao exercício prévia e que o equipamento é pesado e exige um esforço físico adicional. Após o parto, os cuidados com o bebê podem limitar o tempo disponível da mulher para se dedicar à recuperação da condição física prévia. Além disso, a fadiga decorrente do pouco sono devido aos cuidados com o bebê e amamentação podem retardar o início das atividades de mergulho ou potencializar a fadiga durante o mergulho e até mesmo facilitar o pânico. O sentido da maternidade pode adiar o reinício das atividades de mergulho por motivos psicológicos.”

Em Caso de Parto

“A mergulhadora poderá retornar ao mergulho após seu útero retornar ao tamanho normal, quando não houver secreção vaginal ou estiver liberada para manter relações sexuais.”

Em Caso de Cesárea

“A cesárea é uma cirurgia. Além dos fatores mencionados anteriormente deve-se considerar a completa cicatrização da ferida operatória e a reabilitação física da paciente. Deve-se também considerar a doença subjacente que indicou a cesárea.”

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 impeça de mergulhar.”

O Mergulho Autônomo e a Menopausa

“Não existe informação disponível relacionada à doença descompressiva em mulheres em fase de climatério ou menopausa de maneira definitiva. Na prática, o que podemos observar é que a população que está envelhecendo, tem mergulhado em segurança.”

Reposição Hormonal

“A reposição hormonal na menopausa é individualizada e as medicações prescritas dependem de cada caso.

As considerações pertinentes aos efeitos dos estrógenos e progestágenos no mergulho são as mesmas feitas em relação ao uso dos anticoncepcionais em mergulhadoras. Os estudos observacionais em relação à doença descompressiva em geral identificam que aproximadamente um quarto das mulheres usa anticoncepcionais e que nessas não se observou uma maior incidência de doença descompressiva. Em relação aos estrógenos, devemos considerar o risco aumentado de trombose. Durante o seu uso, podem ocorrer mais eventos trombóticos espontâneos não fatais do que na população que não usa. Além disso, os pesquisadores em medicina hiperbárica especulam que seu uso pode aumentar o risco de doença descompressiva ou o grau de comprometimento e severidade do dano tecidual ocorrido num acidente. Contudo, nenhum estudo em animais apoiou essa hipótese.”

Tabelas de descompressão **6**

6.1 EMPREGO DAS TABELAS DE DESCOMPRESSÃO

As tabelas para mergulhos com uso de ar comprimido, correntes no país, são homologadas pela DPC (Departamento de Portos e Costas), que são as mesmas usadas na US Navy convertidas para as unidades métricas, são as seguintes.

- Tabela Padrão de Descompressão a ar;
- Tabela de Limites sem Descompressão;
- Tabela de Tempo de Nitrogênio Residual.

PROFUNDIDADE - É a profundidade máxima atingida durante o mergulho, medida em metros ou em pés. Caso não tenha na tabela usar a próxima maior.

DEIXOU A SUPERFÍCIE (DS) - É o momento que o mergulhador começou a mergulhar (imersão).

DEIXOU O FUNDO (DF) - É o momento em que o mergulhador deu início à sua subida.

CHEGOU A SUPERFÍCIE (CS) - É o momento em que o mergulhador chega à superfície (emerge).

TEMPO REAL DE FUNDO (TRF) - É o tempo percorrido desde DS até DF.

TEMPO TOTAL DE FUNDO (TTF) - É o tempo durante o qual o organismo do mergulhador assimila N_2 . Frequentemente igual ao TRF. No caso de mergulho repetitivo e alguns outros onde usamos os procedimentos especiais o TRF fica diferente do TTF. É o TTF que usamos para o cálculo da descompressão e caso não encontremos nas tabelas, utilizamos o próximo maior.

TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO (TTD) - É o tempo percorrido desde DF até CS. Durante este tempo o organismo do mergulhador elimina N_2 .

TEMPO TOTAL DE MERGULHO (TTM) - É o tempo percorrido desde DS até CS ou a soma do TRF com o TTD.

PARADA PARA DESCOMPRESSÃO - É um determinado tempo que o mergulhador deverá ficar em uma determinada profundidade com a finalidade de eliminar o excesso de gases inertes que estão dissolvidos em seu organismo (no caso do mergulho com ar comprimido é o N₂).

ESQUEMA DESCOMPRESSIVO - É o esquema profundidade/TTF utilizado para acharmos na tabela, a descompressão necessária para um determinado mergulho. Nem sempre é semelhante ao mergulho realizado (ver procedimentos especiais).

INTERVALO DE SUPERFÍCIE (IS) - É o tempo que o mergulhador passa na superfície entre dois mergulhos.

MERGULHO SIMPLES - É qualquer mergulho realizado com intervalo de superfície maior que 12 horas. Pode ser com ou sem parada para descompressão.

MERGULHO REPETITIVO OU SUCESSIVO - É qualquer mergulho realizado com intervalo de superfície inferior a 12 horas.

NITROGÊNIO RESIDUAL - É a quantidade de nitrogênio (acima do normal) dissolvido nos tecidos dos mergulhadores após sua chegada a superfície. Levando no máximo 12 horas para ser eliminada.

TEMPO DE NITROGÊNIO RESIDUAL (TRN) - É a quantidade de nitrogênio que ainda resta dissolvido no organismo do mergulhador no momento em que vai DS em um mergulho repetitivo, já transformado em tempo (minutos) e em relação à profundidade máxima que se programou atingir no novo mergulho.

LETRA DO GRUPO REPETITIVO (LGR) - É uma letra relacionada com um mergulho, utilizada para calcular o TRN de um mergulho repetitivo. Representa a quantidade de nitrogênio residual que se tem após um determinado mergulho. Quanto mais próximo do início do alfabeto, menor a quantidade de N₂ que ela representa. Se o mergulhador chega à superfície com certa letra, à medida que o IS aumenta a letra do novo grupo vai mudando até chegar ao início do alfabeto. Após 12 horas não se tem mais nitrogênio residual e nem letra.

VELOCIDADE DE DESCIDA - É a velocidade ideal de descida. Deve ser em torno de 21 metros por minuto.

VELOCIDADE DE SUBIDA - É a velocidade que devemos utilizar para subir e deve ser de 9 metros por minuto. Não devemos desrespeitar esta velocidade, pois ela faz parte do TTD.

OS MERGULHOS COM PARADAS DESCOMPRESSIVAS, NÃO DEVEM SER REALIZADOS POR MERGULHADORES ESPORTIVOS.

E mesmo um mergulhador treinado deve evitar mergulhos com paradas descompressivas, sempre que algumas das seguintes condições estiverem presentes:

- Pouca ou nenhuma visibilidade.
- Água muito fria.
- Correnteza muito forte.
- Em mergulhos noturnos.
- Mar muito agitado e ou com grandes vagas.
- Local com muitos animais perigosos (tubarões, águas vivas, etc.).

CrITÉrios para seleção das tabelas.

a) Tabela de Descompressão Padrão a Ar. - As condições permitem a descompressão na água. Apresenta esquemas para tempos normais e excepcionais de exposição (tempos de fundo), sendo também usada para calcular a descompressão dos mergulhos sucessivos.

b) Tabelas de Limites sem Descompressão. - Mergulho sem descompressão fornece a letra designativa do grupo de repetição.

c) Tabela de tempo de Nitrogênio Residual. - Para determinação do TNR em mergulhos sucessivos. Fornece grupos de repetição para intervalos de superfície maiores que 10 minutos e menores que 12 horas, com os quais, se determina o TNR.

Tabela Padrão de Descompressão.

a) Argumento de Entrada.

- Profundidade - a próxima maior existente na tabela; e
- Tempo de Fundo - o próximo maior existente na tabela.

b) Dados Obtidos.

- Profundidade das paradas de descompressão;
- Tempo para chegar à primeira parada;
- Tempo em cada parada; e tempo total de descompressão;
- Letra designativa do grupo de repetição.

- c) Velocidade de Subida.
- 9 m/min. (30 pés/min.).

EXEMPLOS

Estabelecer os procedimentos de descompressão para o mergulho abaixo:

Profundidade – 40 m

DS (Deixou a Superfície) - 12h00min

DF (Deixou o Fundo) -12h37min.

Solução:

Argumento de entrada.

- Profundidade - 40 m entra-se com a próxima maior, isto é, 42 m.
 - Tempo de Fundo - 12h00min - 12h37min = 00h37min, entra-se com 40 minutos.
- O esquema é por tanto 42 m/40min.

Procedimentos.

- Deixar o fundo com na velocidade de subida de 9 m/min.
- Parar aos 9 m por 2 minutos, subir para 6 m.
- Parar aos 6 m por 16 minutos, subir para 3m.
- Parar aos 3m por 26 minutos, subir à superfície, caso realizar outro mergulho com intervalo de superfície menor que 12 h, o grupo de repetição será "N".

Tabela de Limites sem Descompressão.

a) Argumento de Entrada.

- Profundidade - a próxima maior existente na tabela; e
- Tempo de Fundo - o próximo maior existente na tabela.

b) Dados Obtidos.

- Máximo tempo de fundo sem descompressão para a profundidade de mergulho; e
- Letra designativa do grupo de repetição para mergulhos sem descompressão.

c) Velocidade de Subida.

- 9 m/min.

EXEMPLO

Qual o tempo de fundo máximo para que um mergulho realizado a 17 m seja sem descompressão? Qual o grupo de repetição caso se faça o mergulho com um tempo de fundo de 21 minutos?

Argumento de entrada.

- Profundidade - 17 m; encontra-se 18 m.
- Tempo de Fundo - 21; encontra-se 25 minutos.

Dados Obtidos.

- Máximo tempo de fundo sem descompressão para a profundidade de 18 m é igual a 60 min.; e
- Grupo de repetição para 25 minutos é igual à letra "E".

Procedimento para Descompressão.

- Subir do fundo até a superfície na velocidade constante de 9 m/min.

Tabela de Tempo de Nitrogênio Residual.

Primeira etapa:

a) Argumento de Entrada.

- Grupo de repetição do mergulho anterior; e
- Intervalo de superfície.

b) Dados Obtidos.

- Novo grupo de repetição; e

Segunda etapa:

a) Argumento de Entrada.

- Novo grupo de repetição; e
- Profundidade do novo mergulho.

b) Dados Obtidos.

- Tempo de nitrogênio residual a ser somado ao tempo real de fundo no novo mergulho.

EXEMPLO

Tendo sido realizado o mergulho do exemplo anterior, foi desejado realizar um novo (2º mergulho) à profundidade de 14 m que se iniciou 1 hora após o termino do mergulho anterior (1º mergulho). Com que TRN, se iniciou o segundo mergulho? Quais os procedimentos caso o tempo real de fundo desse novo mergulho seja de 80 minutos?

Solução:

Primeira etapa:

Argumento de Entrada.

- Grupo de repetição anterior - "E"; e
- Intervalo de superfície (IS) - igual há 60 minutos, portanto entre 00:55min e 01:57min (valores tabulados).

Segunda etapa:

Dados Obtidos.

- Novo grupo de repetição "D"; e
- Profundidade do novo mergulho 14 m, encontra-se 15 m.

Dados Obtidos:

- TNR 29 minutos.

Se tempo real de fundo desse novo mergulho for de 40 minutos, o tempo a ser considerado, para estabelecer a descompressão, será igual à soma com o TNR encontrado.

Casos Especiais para Intervalos de Superfície Inferior a Dez Minutos

EXEMPLO

Nesse caso, não se calcula a TNR, bastando somar os tempos de fundo dos dois mergulhos e adotar a profundidade maior.

Se, no exemplo anterior, o intervalo de superfície fosse de sete minutos apenas, como deveria proceder?

- Pela regra citada, devemos somar os tempos de fundo dos dois mergulhos, assim temos:

- **21min + 80min = 101min**

- A profundidade considerada será a maior, isto é, 17 m.

- O esquema será, portanto 18 m/120min cuja descompressão é bastante longa (00h26min./3m), o que mostra a inconveniência de intervalos menores que 10 minutos.

Procedimentos Especiais

Parada de Segurança

Para mergulhos a menos de 12 metros, a parada de segurança padrão de 3 minutos entre 3 e 6 metros (ideal 5 metros) deve ser observada.

Parada de Segurança Profunda

Para qualquer mergulho mais fundo que 12 metros, deve-se fazer uma parada funda por 2 a 3 minutos (sendo considerado 2.5 minutos o tempo ideal) na metade da maior profundidade alcançada 1 minuto na faixa dos 3 aos 6 metros de profundidade, como parada rasa (de segurança).

A parada de segurança pode ser considerada neutra para contagem de tempo de mergulho ou de tempo de intervalo de superfície.

Atraso na subida.

O retardo ocorre em profundidade maior que 12 metros.

- Utilizar a Parada de Segurança.

O retardo ocorre em profundidade acima dos 12 metros.

- Utilizar a Parada de Segurança Profunda.

Velocidade de subida maior que 9 m/min.

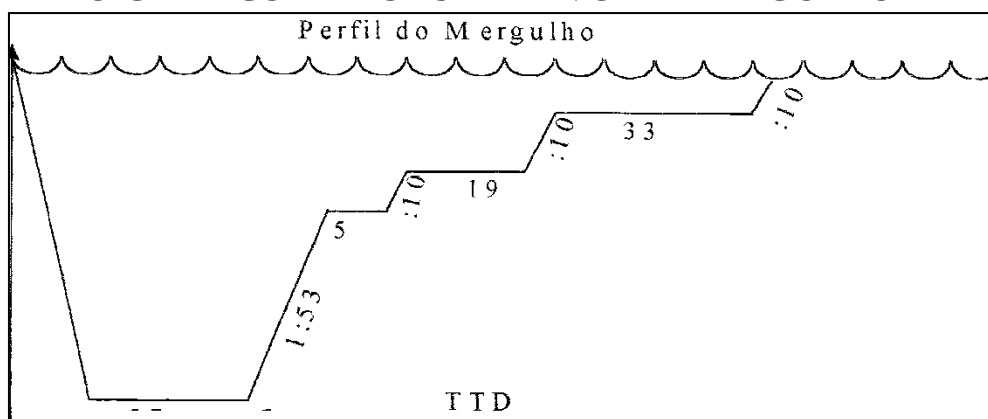
Mergulho sem descompressão.

- Utilizar a Parada de Segurança.

Excesso de esforço ou frio exagerado durante o mergulho.

Usar o esquema de descompressão previsto para o tempo imediatamente maior.

EXEMPLO GRÁFICO DEMONSTRATIVO DE MERGULHO



6.2 -TEMPO DE ESPERA PARA VOAR

Um intervalo de superfície de 12 horas é necessário para garantir que o mergulhador fique livre dos sintomas do Mal Descompressivo quando voar em um avião comercial (altitude até 8 000 pés). Mergulhadores que planejem fazer mergulhos múltiplos diários, durante vários dias, ou mergulhos que necessitem parada descompressiva, devem tomar precauções especiais e esperar por um intervalo de superfície maior que 12 horas antes de voar.

6.3 - CONCEITO DE ALTITUDE, NO MERGULHO

Embora a partir de 100 metros já exista uma diferença de pressão, é normal considerar como mergulho em altitude aquele realizado sob uma lâmina d'água situada a mais de 300 metros de altitude. Simplificando, é o mergulho em locais situados a mais de 300 acima do nível dos mares.

Procedimentos, Técnica e Sinais 7

Desembaçando a Máscara

Um dos fatores que mais atrapalham a boa visão do mergulhador é a máscara embaçada.

Existem várias maneiras de desembaça-la. A primeira, mais fácil e mais utilizada, é lavar a parte interna do vidro com saliva (não funciona se a máscara estiver com óleo), a segunda, é passar produtos desembaçantes (detergentes) vendidos em lojas especializadas. Logo após, o mergulhador deverá lavar a máscara com água do mar.

Vestindo a Roupa de Neoprene

Para facilitar a colocação da roupa de neoprene, devemos molha-la ou passar em seu interior xampu neutro.

Nunca utilize substâncias oleosas, porque estas penetram no neoprene e quando você quiser consertar sua roupa não haverá cola que segure.

Como Montar o Equipamento Autônomo

- 01- Remover a fita do registro.
- 02- Checar o o'ring.
- 03- Abrir um pouco o registro e fechá-lo rapidamente, para expulsar prováveis impurezas.
- 04- Colocar o primeiro estágio fazendo com que o segundo estágio passe pelo lado direito do mergulhador.
- 05- Checar a pressão da carga.
- 06- Testar a válvula de segundo estágio, primeiramente a purga e depois respirando nela

Como Entrar na Água

Ao colocar-se na posição de entrada, não se demore impedindo que outros mergulhadores já equipados também entrada na água; ao cair no mar receba de alguém a bordo a lanterna ou o material fotográfico, que são sensíveis ao impacto da água e dirija-se para um local pré-combinado com seu dupla, deixando o local da queda na água livre para outro mergulhador. São bons lugares para esperar o dupla: o cabo da âncora ou um cabo lançado de popa com uma bóia. Nesta posição, verifique todo o equipamento, pois algo pode

ter-se soltado ou se deslocado durante a queda.

Queda dorsal

A queda dorsal é uma das entradas clássicas no mergulho autônomo. Nela, o mergulhador (todo equipado e com o regulador) senta na borda da embarcação, com as pernas para o interior, procurando posicionar-se o mais para a beirada possível olhando para frente e firmando com a mão direita a máscara e o regulador junto ao rosto e com a mão esquerda firmando a fivela do cinto de lastro.

É importante verificar se não há ninguém onde se vai cair. Em seguida, impulsiona o corpo levemente para trás, mantendo as pernas dobradas (na mesma posição de quando sentado).

É um bom procedimento quando o equilíbrio do mergulhador está prejudicado pelo movimento do mar e/ou a altura do barco não é muito grande, pois do contrário pode-se dar uma volta completa no ar e cair com a frente do corpo na água.

Salto vertical

Também conhecido como passo de gigante, o salto vertical é um movimento simples e adequado para grandes alturas (mais de um metro), já que o primeiro impacto na água faz-se com os pés. Consiste em se ficar em pé na borda da embarcação olhando para frente e firmando com a mão direita a máscara e o regulador junto ao rosto e com a mão esquerda firmando a fivela do cinto de lastro, como nas outras manobras, e, com um passo largo, deve se afastar do barco com uma das pernas sempre em contato com a borda do barco para se manter uma distância segura do mesmo. Essa entrada torna-se problemática, caso a embarcação esteja oscilando muito e a borda não ofereça suporte para facilitar o equilíbrio. Nestas circunstâncias, pode o mergulhador cair, com todo o equipamento, para dentro do barco ou d'água, resultando daí contusões ou perda do equipamento.

Entrada silenciosa

A entrada silenciosa é um dos melhores procedimentos: o mergulhador sentado tonto à superfície, com as pernas dentro d'água, gira o corpo para um dos lados, de maneira a apoiar as duas mãos no local onde está sentado. A seguir, com o apoio das mãos, deve deslocar o corpo suavemente para fora do assento, provocando a rotação do corpo que, agora, fica de frente para o barco, após o que, flexionando os braços, o corpo deve escorregar devagar para a água. Com o corpo já deixando a superfície, uma das mãos mantém-se

apoiada na borda para que o corpo permaneça afastado do barco, enquanto a outra segura a máscara e o regulador junto ao rosto.

Esta técnica é aconselhável, pois o material e o mergulhador sofrem um mínimo de impacto contra a água e não provoca muito barulho, o que assustaria a vida marinha local. É ideal para entrada em barcos infláveis ou que possuam plataforma de popa para fotógrafos subaquáticos e em locais com pouca profundidade, visto que, ao contrário de outras técnicas, não se corre o risco de atingir o fundo.

Entrada frontal

A entrada frontal é aconselhável em barcos infláveis ou com a borda muito pequena, resolvendo o problema da entrada na água com equipamentos de vídeo, fotográfico ou com a lanterna, sem necessidade de alguém que coloque este material na água. Nela, o mergulhador já todo equipado e com o regulador na boca ajoelha-se no fundo do barco apoiando a barriga na borda. Uma das mãos, com o equipamento frágil, é colocada na água de maneira a que não sofra impacto: com a outra apoiada na borda, escorrega-se suavemente até a cabeça atingir a superfície, evitando-se um choque da água contra o vidro da máscara. Neste momento, dá-se um impulso com as pernas para que o resto do corpo se desloque como uma alavanca e escorrega-se para fora do barco. Essa operação tem a desvantagem de permitir que o cinto-lastro possa se abrir ao arrastar-se contra a borda. No entanto, é uma entrada suave, silenciosa e que deixa uma das mãos livre.

Entrada leve

Atualmente há mais um tipo de entrada que exige o uso do colete equilibrador tipo jaqueta. Este procedimento elimina os desequilíbrios e a dificuldade de locomoção por causa do peso do cilindro, bastando que se entre no mar com o equipamento básico. O cilindro é passado junto com o BC ligeiramente inflado onde estarão prazos os, 2º estágio e manômetro já instalados no cilindro. A colocação do material nas costas será bastante fácil dada à conformação do dispositivo tipo jaqueta. Esta manobra é possível, já que com este colete o cinto de lastro pode ser colocado primeiro. Com o conjunto voltado na direção do mergulhador com o cilindro voltado para baixo e o registro apontando em sua direção, o mergulhador passa os braços pelas alças do BC até a altura dos cotovelos. Em um movimento ritmado o mergulhador ao mesmo tempo em que passa por baixo do cilindro levanta este jogando por cima de sua cabeça. Logo em seguida lança suas costas em direção ao BC deixando que os bolsos (abas) passem por de baixos dos braços. Este procedimento deve ser evitado quando o mar estiver agitado, muito frio ou com forte correnteza para evitar perda de calor

desnecessariamente ou deriva para longe do barco enquanto se efetua a equipagem.

Saindo da d'água

O bom senso manda que não se entre em um lugar do qual não se possa sair.

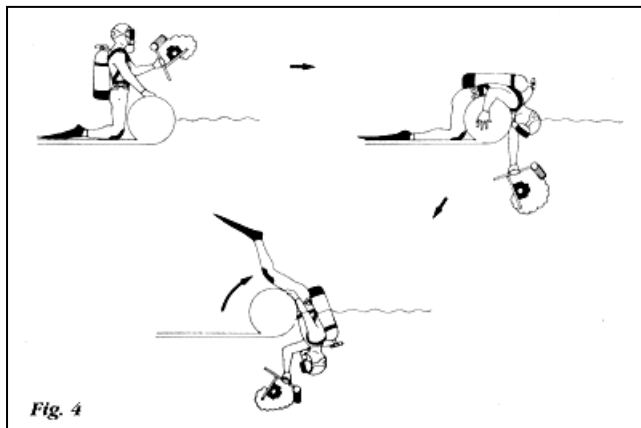
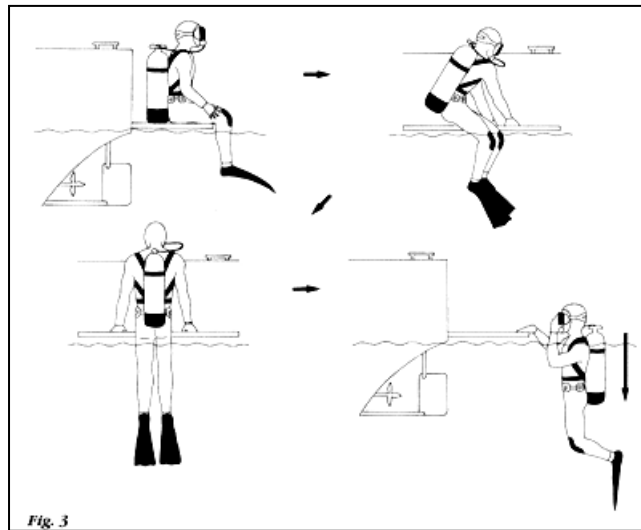
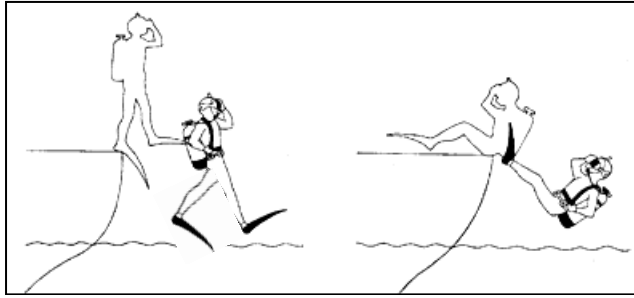
Contudo, muitos já mergulharam a partir de uma escuna e se viram no final do mergulho diante de uma fina e frágil escada, completamente imprópria para a subida de um mergulhador, sendo que a altura deste tipo de embarcação é um obstáculo para a passagem do material a alguém embarcado.

Em face disto, aqui vão algumas sugestões que tornarão a subida para o barco mais fácil e segura.

Um erro freqüente constatado entre os mergulhadores é o hábito de levantar a máscara, deixando-a junto à testa, quando se está na superfície. Esta atitude pode provocar a perda dela se uma onda mais forte chegar ou mesmo se houver uma queda durante a subida pela borda. Além do mais, em alguns países, a máscara na testa é sinal de emergência e o mergulhador estará sujeito a ver-se subitamente cercado por vários Dive-Supervisors. Desta forma, se for necessário retirar a máscara, puxe-a para o pescoço de onde certamente não cairá. Da praia; em caso de arrebentação é conveniente mergulhar e passar por debaixo das ondas. Antes entrar em locais com rebentação, é bom ficar olhando as ondas. Há sempre uma quantidade de ondas menores seguidas por ondas maiores. Esta seqüência se estende com uma constante o dia todo. À hora de entrar é logo após, a última seqüência de ondas maiores.

Da praia

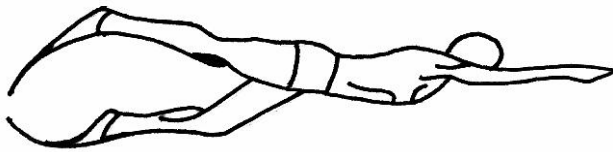
Em caso de arrebentação é conveniente mergulhar e passar por debaixo das ondas. Antes entrar em locais com rebentação, é bom ficar olhando as ondas. Há sempre uma quantidade de ondas menores seguidas por ondas maiores. Esta seqüência se estende com uma constante o dia todo. À hora de entrar é logo após, a última seqüência de ondas maiores.



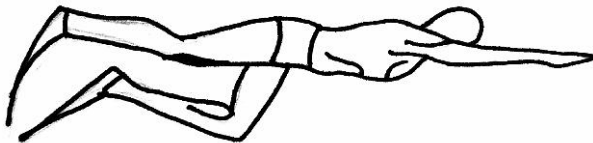
Como Bater Perna

Quando um mergulhador fica cansado, inconscientemente passa a bater perna de maneira errada, diminuindo assim seu rendimento cansando-se ainda mais.

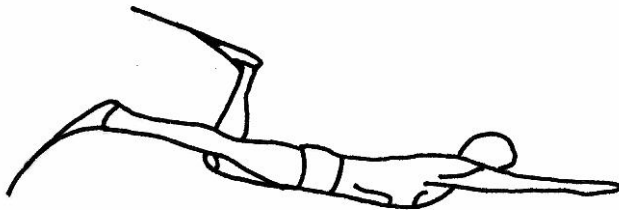
Em atividades específicas como mergulhos em cavernas, existem batidas de pernas apropriadas, para lugares apertados e de modo a não levantar a suspensão decantada.



CERTO



ERRADO



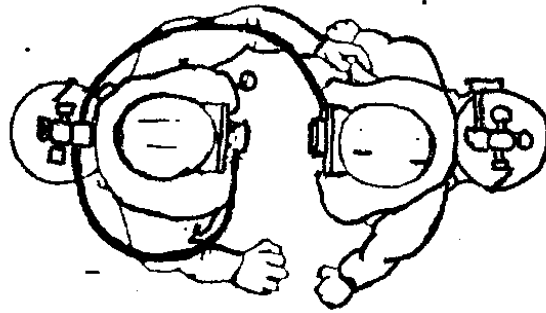
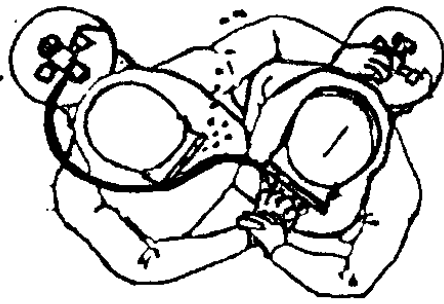
ERRADO

Troca de Reguladores

Para casos de emergência, quando o regulador de um dos mergulhadores deixa de funcionar:

- O mergulhador que tem o equipamento funcionando é que segura a válvula de Segundo Estágio e com a outra mão o companheiro.
- Se o mergulhador o mergulhador de socorro estiver equipado com o *Octopus*, se posicionaram um de frente para o outro.

Cada um respira duas vezes e passa ao companheiro. Após estabelecer um calmo regime de trocas, deverá ser iniciada a subida. Nessa ocasião obviamente, se tem de exalar de maneira adequada.



Como Controlar a flutuabilidade

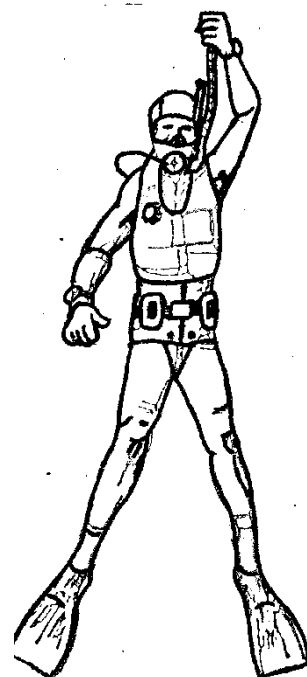
A roupa de neoprene por ter flutuabilidade bastante positiva deve ser compensada, através do cinto de lastro. E a melhor maneira de se fazer isto, é colocar-se na posição vertical, sem bater os pés, ao inspirar você fica boiando e ao expirar você começa a afundar, a linha d'água fica na altura do visor da máscara.

Em mergulho livre, isso significa que você terá flutuabilidade positiva até aproximadamente quatro metros de profundidade. Entre os quatro e oito metros de profundidade, terá flutuabilidade neutra e abaixo dos oito metros de profundidade flutuabilidade negativa.

Quando mergulhando em locais de rasa profundidade (até 6 metros), principalmente se utilizando equipamento de respiração subaquática é conveniente acrescentar mais 1 Kg de chumbo em seu cinto.



ENCHER



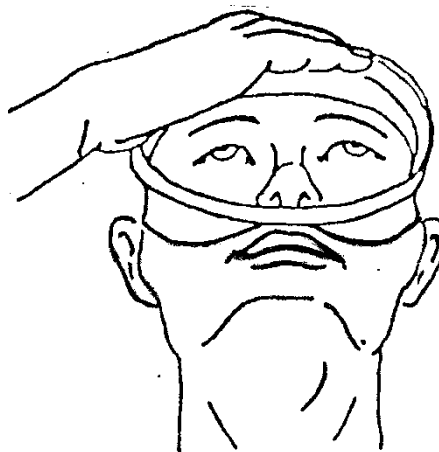
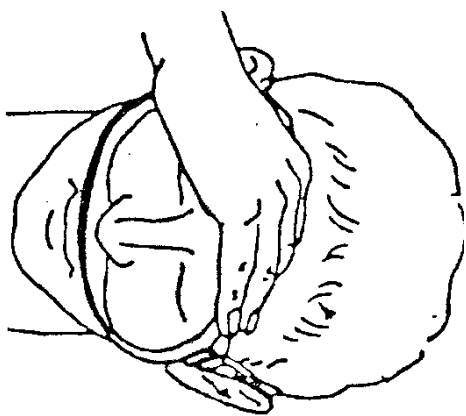
ESVAZIAR

Como Desalagar a Máscara

Os dois métodos existentes são:

Na posição vertical, comprimindo levemente com a mão a parte superior da máscara e expirar pelo nariz com a cabeça, olhando para cima.

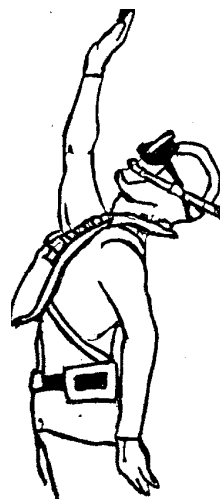
Na posição horizontal, comprimimos com a mão a parte superior lateral da máscara, e expiramos pelo nariz.



Como Subir

- Olhando para cima.
- Se a água estiver muito suja, com a mão para cima.

Em mergulhos com respiração subaquática, com velocidade de subida máxima de 9 m por minuto. Todas as bolhas que o mergulhador soltar (inclusive as menores) deve estar acima do mergulhador.



OUTROS PROCEDIMENTOS DE MERGULHO

- Nunca mergulhe sozinho.
- Não mergulhe se estiver muito cansado ou se sentido mal.
- Não continue a descer se sentir dores nos tímpanos e nos seios da face.
- Nuca pare de respirar na subida.
- Use fivelas de desengate rápido no cinto de chumbo nos tirantes do Back Pack e nas alças dos BC.
- Numa subida livre de emergência, expire continuamente durante todo o tempo.
- Use sempre uma faca afiada quando mergulhar.
- Saiba como usar as tabelas de descompressão.
- Use sempre um relógio e um profundímetro nos mergulhos com respiração subaquática.
- Saiba sempre a localização da câmara hiperbárica mais próxima.
- Nuca carregue garrafas com oxigênio puro, use sempre ar comprimido.
- Seja capaz de reconhecer os sintomas das doenças de mergulho.
- Não hiperventile em excesso antes de mergulhos livres.
- Compense as pressões ao mergulhar. Não insista se doer.
- Em qualquer situação de emergência, PENSE antes de AGIR.
- Antes de mergulhar em uma área desconhecida, verifique se não existem perigos em potencial e planeje como vai ser feito o mergulho.
- Antes de mergulhar faça um "CHECK" de todo o equipamento.
- Não deixe suas garrafas cheias expostas ao sol.
- Faça sempre uma manutenção preventiva do seu equipamento.
- Carregue suas garrafas somente onde tiver certeza de que o ar é puro.
- Não carregue sua garrafa acima da pressão de trabalho.
- Não continue o mergulho após acionada a reserva de ar.
- Não se esquecer de colocar o protetor de primeiro estágio antes de lavá-lo.
- Iniciar o mergulho sempre pelo local mais fundo que se pretende alcançar.
- Não respire em bolsões de gás submerso, porque você não sabe se esse gás é tóxico ou não.
- Após acionar, para registros, tipo "J", ou quando o manômetro de imersão estiver marcando menos que 50 BAR, o procedimento correto é avisar o companheiro e subir.
- Cuidado com cabos, redes e linhas de pesca muito encontrada em navios afundados, em costões de pedra, píer e plataformas.
- Tenha dormido pelo menos 7 horas.
- Não se alimente com fartura antes de mergulhar.
- Na refeição anterior, se alimente com comidas leves e sem muita gordura e sem bebida alcoólica.
- Não fume, se fumar antes de mergulhar, terá 7% de suas hemácias (células que transportam oxigênio) transportando CO (monóxido de carbono). Isto

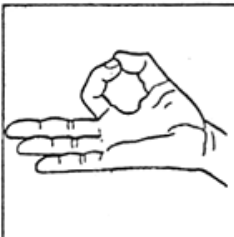
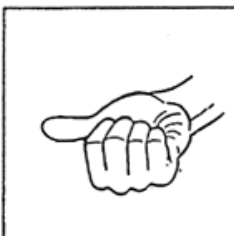
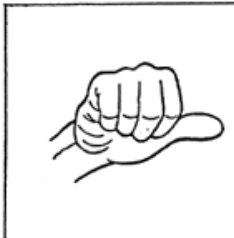
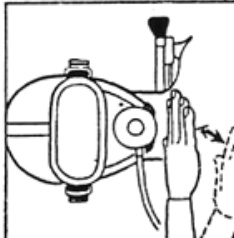
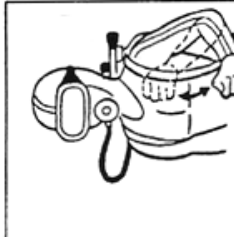
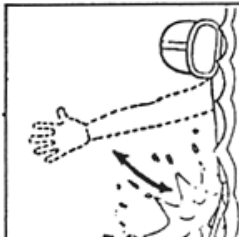
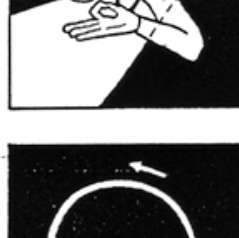
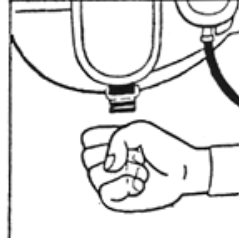
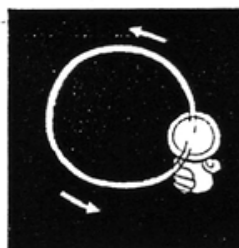
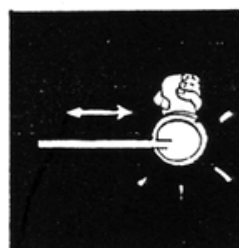
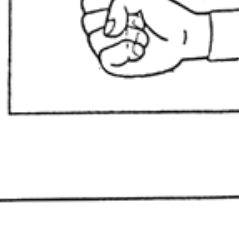
acarretará numa grande diminuição em sua capacidade respiratória.

- Programe o mergulho com seu dupla antes de entrar na água.
- Sempre sinalize o local de mergulho com bóias, barcos, etc.
- Não continue mergulhando se sentir qualquer indisposição ou sintomas tipo: dor de cabeça, câimbras, etc.
- Não leve bebida alcoólica para o local de mergulho.
- Ao se apoiar no fundo observe a presença de animais perigosos.
- Nunca faça tudo o que você acha que pode fazer, faça sempre 30% menos.
- Ajude seus colegas.



CMAS

SINAIS DE MERGULHO OBRIGATÓRIOS

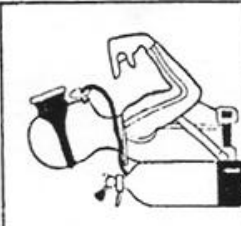
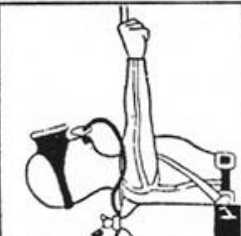
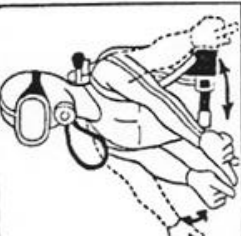
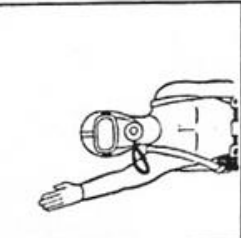
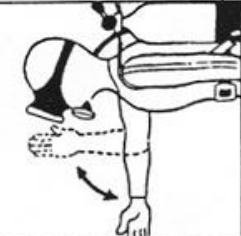
					
1. Tudo vai bem ou Tudo vai bem?	2. Eu subo ou Você sobe	3. Eu desço ou Você desce	4. Eu não tenho mais ar	5. Abra minha reserva ou Eu não consigo abrir minha reserva	6. Alguma coisa não vai bem
					
7. Dificuldade na superfície	 a) Longe do interlocutor. Tudo vai bem (Grandes círculos lentos com a lanterna)  b) Perto do interlocutor: Os mesmos sinais obrigatórios diurnos, mas iluminados pela lanterna				
					8. Já abri minha reserva

OBSERVAÇÕES: OS SINAIS DEVEM SER PRECISOS
TODA AUSÊNCIA DE RESPOSTA AOS SINAIS E ANORMAL E
DEVE SER MOTIVO DE INQUIETAÇÃO.

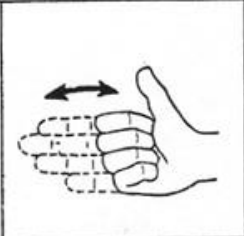
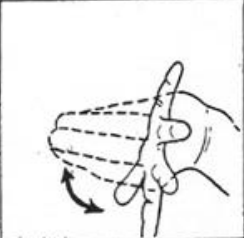
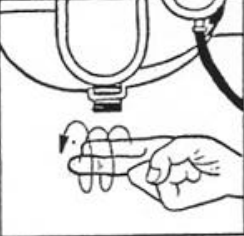
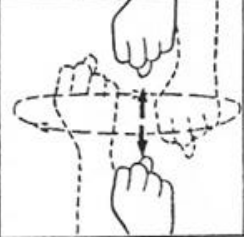


CMAS

**SINAIS DE MERGULHO
FACULTATIVOS**

	1. Eu
	2. Indica você ou objeto
	3. Indica reunir I
	4. Indica ordem de parar ou de atenção
	5. Indica direção
	6. Indica a negativa

A CMAS RECOMENDA O USO DO COLETE INFLÁVEL

	7. Indica ir mais devagar
	8. Indica acelerar, apressar
	9. Indica ação de compensar
	10. Indica ignorância ou incompreensão
	11. Indica vertigem, tontura
	12. Indica ação de dar nó, apertar

8.1 ANIMAIS MARINHOS

Os seres marinhos são em sua maioria tímidos e inofensivos, e quase sempre fogem da presença humana. Os animais agressivos são raramente encontrados e a maioria dos incidentes ocorre porque o animal foi provocado. Evitando molestar estes animais raramente o mergulhador terá qualquer tipo de problemas.

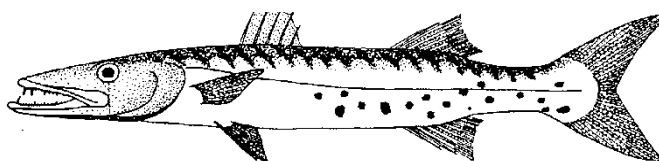
A seguir abordaremos alguns animais que devemos ter especial cuidado.

Barracuda

Os dentes afiados como navalha e as poderosas mandíbulas da barracuda, somando-se a capacidade de se abater sobre a presa com uma velocidade impressionante, deram-lhe a reputação de matadora de homens.

Na verdade, porém, esse peixe poderoso, que pode crescer até quase dois metros e pesar cinquenta quilos, só esteve envolvido em umas poucas dezenas de casos de ataque - e na maioria dos casos as informações não são fidedignas.

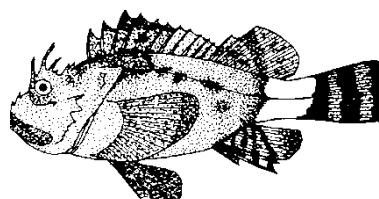
O banhista estava em águas turvas e o ataque provavelmente foi acidental;



a identidade do peixe atacante não foi confirmada com precisão. Quando um mergulhador, mesmo desarmado, nada em direção de uma barracuda, ela se afasta - mas não muito depressa - e logo volta por trás do homem. Como a impressão de ser seguido por um predador tão enigmático é extremamente desagradável, o cauteloso mergulhador se vira e torna a enxotar o peixe - por alguns segundos. Esse jogo de intimidação pode se prolongar por horas, sem qualquer fadiga aparente de parte da barracuda.

Mangangá

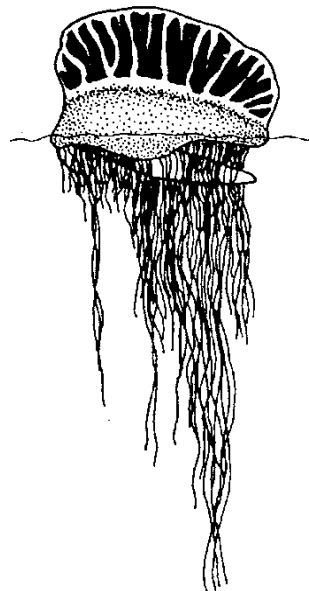
O mangangá, também conhecido como peixe-escorpião ou peixe-pedra, pela sua capacidade de se mimetizar com as pedras, possui uma aparência que não muito agradável; além de feio, é perigoso. Os lados e o focinho



são cobertos por espinhos e dobras de pele. Os primeiros raios de suas barbatanas anais e dorsais possuem ferrões venenosos. As glândulas venenosas pesam apenas algumas gramas, mas seu veneno é perigoso, podendo provocar desde forte dor com inchaço no local até levar ao estado de choque. Também o muco que lhe cobre a pele é venenoso e pode fazer infeccionar um simples arranhão.

Medusas

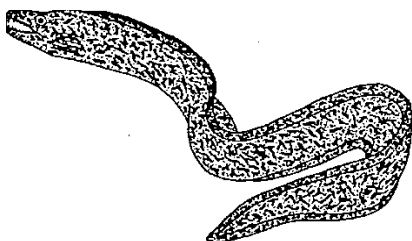
O pequeno guarda-chuva levemente azulado, que você encontra às vezes flutuando nas ondas, não é inofensivo. O mergulhador que tocar esse "objeto" transparente, logo sentirá uma sensação de queimadura. Esse guarda-chuva é a medusa, também conhecida popularmente como água-viva. É um metazóário que possui uma arma: células urticantes, cujo veneno paralisa presas menores e pode mesmo ser nocivo às pessoas. Seu nome foi tomado de uma das Górgonias de mitologia grega - A Medusa, que tinha a cabeça rodeada de serpentes.



Na parte inferior de seu corpo gelatinoso, em forma de disco, está a boca rodeada de tentáculos curtos. De uma espécie de tubo central, denominado "manúbrio" saem quatro longos "braços" com os quais a auréola consegue pegar os micros organismos de que se alimenta.

Moréia

A moréia é uma grande comedora de carne e todos os peixes evitam chegar perto dos seus dentes curvos e pontudos. Existem 80 espécies de moréias vivendo em todos os mares quentes. Seu corpo cilíndrico tem somente duas nadadeiras. Estas nadadeiras não são vistas facilmente e correm como fitas ao longo das costas e do ventre.



Ela é venenosa, mas seu veneno não sai das presas, como na serpente, e sim do céu da boca.

Escondida numa fendas de rocha, a moréia fica à espera de sua vítima. Ela tem excelente olfato e seu alimento favorito são os moluscos.

Serpentes Marinhas

Algumas das mais venenosas criaturas do mar são as serpentes marinhas. Seu veneno paralisa o sistema nervoso da vítima, incapaz de acionar os músculos para a respiração, logo morre sufocada. Já se disse muitas vezes que as serpentes marinhas têm a boca muito pequena e só podem morder a pele tenra do homem na base do polegar. Não é verdade. Essas serpentes podem morder em qualquer lugar, mas só o fazem se provocadas. No Golfo Pérsico, muitos mergulhadores de pérolas sem máscara de mergulho foram mortos por serpentes marinhas, porque não puderam vê-las e agarraram-nas por acidente.

Polvo

Os olhos do polvo têm pálpebras e são capazes de distinguir as cores. Para focalizar os objetos, o cristalino do olho se desloca ao invés de modificar sua forma como ocorre no olho humano. O polvo é um animal inteligente, com um cérebro comparável a dos vertebrados mais desenvolvidos.

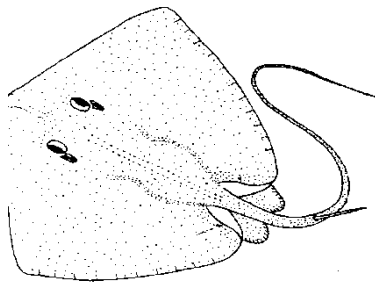
O polvo comum existe em todos os oceanos. Ele caça tudo o que se move. Costuma abrigar-se nas fendas das rochas onde se torna invisível, mudando de cor. A sua pele é muito sensível à luz. Para escapar aos seus inimigos, ele solta um jato de tinta negra que atordoa o seu perseguidor, privando-o temporariamente da visão e do olfato.

É um animal solitário, exceto na época do acasalamento quando ocorrem lutas entre os machos.

Um dos tentáculos do macho é seu órgão reprodutor. Um mês depois do cruzamento, a fêmea está ocupada com os ovos que ela prende nas paredes do seu abrigo. Mais tarde, ela irá cuidar dos filhotes.

Raia

Raia é o nome genérico dos peixes da ordem dos Rajiformes. Há dois grupos: Os Torpedinidae, ou raias-elétricas, e os Ragidae, ou raias-verdadeiras. Este último grupo é mais importante e o mais variado. Nele se incluem as jamantas, as raias venenosas, como a águia-do-mar, as raias-chitas, que são raias pequenas com espinhos laterais na cauda, e a raia-lisa, cuja cauda produz uma carga



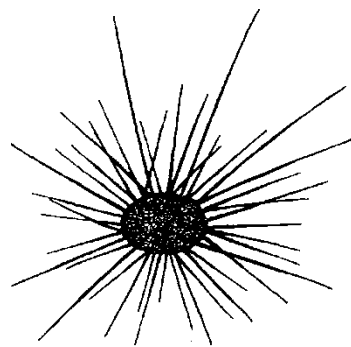
elétrica bem fraca.

Não são escamas que cobrem o corpo das raias e sim pequenos dentes, chamados dentículos.

Parecem muito com pequenos ganchos. Um deles é especialmente perigoso; trata-se de um super dente ligado à cauda, estreita e comprida, e que solta veneno. Caçam em pequenos cardumes, apanhando peixes e crustáceos. A pele por não possui escamas, e o fato de ser lisa dá grande agilidade ao peixe. A jamanta consegue pular fora d'água com uma agilidade inesperada para um peixe de seu tamanho. E é durante pulos desse tipo que a fêmea dá à luz seus filhotes.

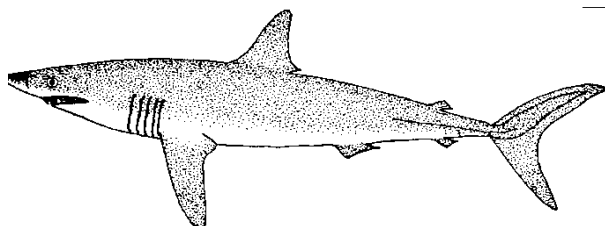
Ouriço-do-mar

Esta pequena bola um pouco achatada, coberta de espinhos, é um ouriço-do-mar. Na parte de baixo do animal fica uma boca com dentes afiados e um possante mecanismo de mastigação. Os pés em forma de tubo, que saem por entre os espinhos, raramente são usados para paralisar um inimigo agressor. Com esses pés, o ouriço-do-mar se movimenta lentamente pelo leito do mar, procurando abrigo nas cavidades das rochas e alimentos.



O alimento consiste principalmente em algas, mas o ouriço-do-mar come também pedaços de peixes e restos de animais. O mergulhador sem proteção adequada que se chocar num ouriço-do-mar logo saberá por que tem este nome. Apesar de inofensivo é o grande responsável pela maioria dos "acidentes" durante o mergulho seus espinhos penetram e quebram na pele e sua remoção é sempre dolorosa.

Tubarão



O tubarão tem placas compactas em lugar das escamas. São como dentes na pele, com polpa revestida de marfim e recobertas de esmalte.

As inúmeras espécies de tubarões incluem algumas inofensivas, como o tubarão-zebra e o tubarão-de-pregas e outra carnívoras como o tubarão-branco, o tubarão-azul e o tubarão-tigre. Os menores alimentam-se de pequenos peixes nas águas próximas da costa, os mais agressivos são

aqueles cujo tamanho e estruturas dos dentes indicam que são caçadores vorazes. São rápidos nadadores, impelidos pela cauda assimétrica; o lobo dorsal da nadadeira caudal é maior. O tubarão-azul e o tubarão martelos podem atacar as pessoas. Cada maxilar tem uma fileira de dentes funcionais e 5 a 6 fileiras de reserva.

O gigante tubarão-baleia, que pode alcançar 15 m de comprimento, tem dentes reduzidos, apropriado à sua dieta de pequenos crustáceos e peixinhos.

[illegible]

	Mft	Min	9	6	3	Gr		Mft	Min	9	6	3	Gr	
						J						7	J	
	12	210			2	N		27	40					
		230			7	N			50			18	L	
		250			11	O			60			25	M	
	15	110			3	L			70		7	30	N	
		120			5	M			80		13	40	N	
		140			10	M		30	30			3	I	
		160			21	N			40			15	K	
	18	70			2	K			50		2	24	L	
		80			7	L			60		9	28	N	
		100			14	M			70		17	39	O	
		120			26	N			80		23	48	O	
	21	60			8	K		33	25			3	H	
		70			14	L			30			7	J	
		80			18	M			40		2	21	L	
		90			23	N			50		8	26	M	
		100			33	N			60		18	36	M	
	24	50			10	K		36	20			2	H	
		60			17	L			25			6	I	
		70			23	M			30			14	J	
		80		2	31	N			40		5	25	L	
		90		7	39	N			50		15	31	N	

Bibliografia

- Cousteau, Jacques- Yves. O Mundo dos Oceanos. Record. Rio de Janeiro: Copyright Co, 1979.
- STAP Marítima. Curso de Mergulho Raso Profissional. Centro de Atividades Subaquáticas. Rio de Janeiro, 1991.
- The Encyclopedia of Recreational Diving. PADI EUROPE, 1994.
- U.S. Navy Diving Manual. Washington D.C.: Navy Department, 1970.
- Revista Mergulhar. Ed. Mergulhar Ltda. Rio de Janeiro, 1988.
- Sub, Editora Igará Ltda. Rio de Janeiro, 1995 .
- Mergulho. GR Um Editora Ltda. São Paulo, 1996.
- Scuba. Atol Editora Ltda. São Paulo, 1996.
- Buceo Profundo - Manual realizado por la Federación Española de Actividades Subacuáticas (F.E.D.A.S.). Sistema de enseñanza homologado por la Confederación Mundial de Actividades Subacuáticas (C.M.A.S.). 1ª edição, 2002.