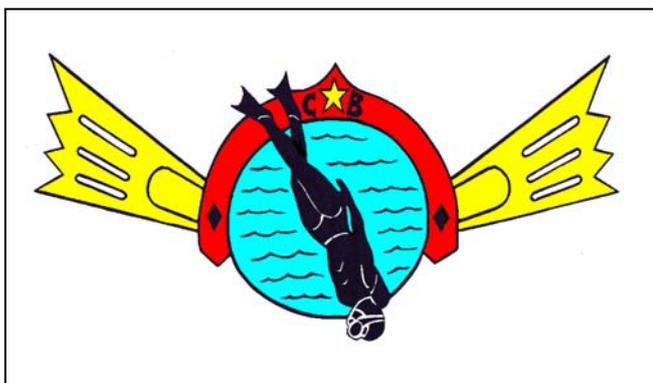




OPERAÇÕES DE MERGULHO



MOM



MANUAL DE OPERAÇÕES DE MERGULHO

As ilustrações, matérias e fundamentos contidos neste manual não podem substituir, a instrução e formação qualificada de um mergulhador profissional do Corpo de Bombeiros.

1ª Edição
2006

Volume
27

Os direitos autorais da presente obra pertencem ao Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. Permitida a reprodução parcial ou total desde que citada a fonte.

Comandante do Corpo de Bombeiros

Cel PM Antonio dos Santos Antonio

Subcomandante do Corpo de Bombeiros

Cel PM Manoel Antônio da Silva Araújo

Chefe do Departamento de Operações

Ten Cel PM Marcos Monteiro de Farias

Comissão coordenadora dos Manuais Técnicos de Bombeiros

Ten Cel Res PM Silvio Bento da Silva

Ten Cel PM Marcos Monteiro de Farias

Maj PM Omar Lima Leal

Cap PM José Luiz Ferreira Borges

1º Ten PM Marco Antonio Basso

Comissão de elaboração do Manual

Cap PM Kerlis Ribeiro de Camargo

Cap PM Luiz Cezar Freire

Cap PM Ricardo Justino

1º Ten PM Marcos Tadeu Boldrin de Siqueira

1º Ten PM Rodrigo Thadeu de Araújo

1º Ten PM Alexandre de Castro Costa

1º Sgt PM João Carlos do Nascimento Ferreira

3º Sgt PM Luiz Edson de Souza

Cb PM Antonio Carlos dos Santos

Sd PM Alessandro Galli de Lima Dias

Comissão de Revisão de Português

1º Ten PM Fauzi Salim Katibe

1º Sgt PM Nelson Nascimento Filho

2º Sgt PM Davi Cândido Borja e Silva

Cb PM Fábio Roberto Bueno

Cb PM Carlos Alberto Oliveira

Sd PM Vitanei Jesus dos Santos

PREFÁCIO - MTB

No início do século XXI, adentrando por um novo milênio, o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo vem confirmar sua vocação de bem servir, por meio da busca incessante do conhecimento e das técnicas mais modernas e atualizadas empregadas nos serviços de bombeiros nos vários países do mundo.

As atividades de bombeiros sempre se notabilizaram por oferecer uma diversificada gama de variáveis, tanto no que diz respeito à natureza singular de cada uma das ocorrências que desafiam diariamente a habilidade e competência dos nossos profissionais, como relativamente aos avanços dos equipamentos e materiais especializados empregados nos atendimentos.

Nosso Corpo de Bombeiros, bem por isso, jamais descuidou de contemplar a preocupação com um dos elementos básicos e fundamentais para a existência dos serviços, qual seja: o homem preparado, instruído e treinado.

Objetivando consolidar os conhecimentos técnicos de bombeiros, reunindo, dessa forma, um espectro bastante amplo de informações que se encontravam esparsas, o Comando do Corpo de Bombeiros determinou ao Departamento de Operações, a tarefa de gerenciar o desenvolvimento e a elaboração dos novos Manuais Técnicos de Bombeiros.

Assim, todos os antigos manuais foram atualizados, novos temas foram pesquisados e desenvolvidos. Mais de 400 Oficiais e Praças do Corpo de Bombeiros, distribuídos e organizados em comissões, trabalharam na elaboração dos novos Manuais Técnicos de Bombeiros - MTB e deram sua contribuição dentro das respectivas especialidades, o que resultou em 48 títulos, todos ricos em informações e com excelente qualidade de sistematização das matérias abordadas.

Na verdade, os Manuais Técnicos de Bombeiros passaram a ser contemplados na continuação de outro exaustivo mister que foi a elaboração e compilação das Normas do Sistema Operacional de Bombeiros (NORSOB), num grande esforço no sentido de evitar a perpetuação da transmissão da cultura operacional apenas pela forma verbal, registrando e consolidando esse conhecimento em compêndios atualizados, de fácil acesso e consulta, de forma a permitir e facilitar a padronização e aperfeiçoamento dos procedimentos.

O Corpo de Bombeiros continua a escrever brilhantes linhas no livro de sua história. Desta feita fica consignado mais uma vez o espírito de profissionalismo e dedicação à causa pública, manifesto no valor dos que de forma abnegada desenvolveram e contribuíram para a concretização de mais essa realização de nossa Organização.

Os novos Manuais Técnicos de Bombeiros - MTB são ferramentas importantíssimas que vêm juntar-se ao acervo de cada um dos Policiais Militares que servem no Corpo de Bombeiros.

Estudados e aplicados aos treinamentos, poderão proporcionar inestimável ganho de qualidade nos serviços prestados à população, permitindo o emprego das melhores técnicas, com menor risco para vítimas e para os próprios Bombeiros, alcançando a excelência em todas as atividades desenvolvidas e o cumprimento da nossa missão de proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio.

Parabéns ao Corpo de Bombeiros e a todos os seus integrantes pelos seus novos Manuais Técnicos e, porque não dizer, à população de São Paulo, que poderá continuar contando com seus Bombeiros cada vez mais especializados e preparados.

São Paulo, 02 de Julho de 2006.

Coronel PM ANTONIO DOS SANTOS ANTONIO

Comandante do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo

Lista de abreviaturas.....	10
Lista de tabelas.....	12
Lista de conversões.....	14
INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 1	
1. História e desenvolvimento do mergulho.....	20
1.1 A aventura do mergulho.....	20
1.1.1 Os primórdios da civilização.....	21
1.1.2 A atividade de mergulho nas idades moderna e contemporânea.....	26
1.2 História do escafandro.....	31
1.3 Desenvolvimento do mergulho autônomo.....	37
1.4 A última fronteira do mergulho.....	40
1.5 Os limites humanos.....	41
1.6 Mergulho no Corpo de Bombeiros.....	46
CAPÍTULO 2	
2 Física para o mergulho.....	48
2.1 Princípios básicos da física.....	48
2.2 O planeta em que vivemos.....	48
2.3 A atmosfera	49
2.3.1 Estrutura vertical da atmosfera.....	49
2.3.2 Composição da atmosfera.....	49
2.3.3 Pressão atmosférica.....	50
2.4 Grandezas e unidades de medidas físicas.....	51
2.4.1 Equivalências físicas.....	51
2.4.2 Pressão hidrostática e pressão absoluta.....	52
2.5 Flutuabilidade.....	52
2.5.1 Massa específica e densidade.....	53
2.5.2 Água doce e água salgada.....	53
2.5.3 Empuxo.....	54
2.5.4 Princípio de Arquimedes.....	54
2.6 Teoria cinética dos gases.....	54
2.6.1 Por que um gás exerce pressão?.....	54
2.6.2 As leis dos gases.....	55
2.6.3 Leis de Boyle e Mariotte.....	55
2.6.4 Temperatura.....	56
2.6.5 Lei de Charles.....	57
2.6.6 Equação geral dos gases.....	57
2.6.7 Lei de Dalton ou lei das misturas gasosas.....	58
2.6.8 Lei de Henry.....	58
CAPÍTULO 3	
3 Medicina e fisiologia do mergulho.....	60
3.1 Condições do ambiente subaquático.....	60
3.2 Efeito da pressão no organismo humano.....	60
3.3 Barotrauma.....	61
3.3.1 Barotrauma do ouvido médio.....	62
3.3.2 Barotrauma de ouvido externo.....	63
3.3.3 Barotrauma dos seios da face.....	63
3.3.4 Barotrauma dos pulmões ou torácico.....	64

3.3.5	Barotrauma total.....	65
3.3.6	Barotrauma facial ou de máscara.....	65
3.3.7	Barotrauma de roupa.....	66
3.3.8	Barotrauma dental.....	66
3.3.9	Bloqueio reverso.....	66
3.4	Embolia traumática pelo ar.....	67
3.5	Doença descompressiva.....	69
3.6	Narcorese pelo nitrogênio.....	72
3.7	Intoxicação pelo oxigênio.....	75
3.8	Intoxicação pelo gás carbônico.....	76
3.9	Intoxicação por outros gases.....	78
3.10	Monóxido de carbono (CO).....	78
3.11	Gás sulfídrico (H ₂ S).....	79
3.12	Apagamento.....	79
3.13	Hipoglicemia.....	81

CAPÍTULO 4.

4.1	Comando da equipe de mergulho.....	83
4.2	Preparação da faina.....	83
4.3	Comando no local.....	84
4.4	Equipe de mergulho.....	86
4.5	Exame médico.....	87
4.6	Habilidades natatórias.....	87
4.7	Preparando a equipe.....	88
4.7.1	Verificação preliminar das condições físicas.....	88
4.7.2	Equipagem rápida.....	90
4.8	Seqüência de Equipagem.....	91
4.9	Conferência do supervisor de MG.....	91
4.10	Conferência do guia do MG (1ª).....	92
4.11	Conferência do guia do MG (2ª).....	92
4.12	1ª Conferência do guia e do MG juntos (3ª).....	92
4.13	Última conferência do Guia do MG juntos (4ª).....	94
4.14	Verificação antes de entrar na água.....	95
4.15	Verificação na água antes de submergir.....	95
4.16	Equipe em terra ou embarcado.....	95

CAPÍTULO 5

5	Equipamentos.....	96
5.1	Cilindro de ar comprimido.....	96
5.1.1	Torneiras ou registros.....	99
5.2	Regulador.....	100
5.2.1	1º Estágio.....	100
5.2.2	2º Estágio.....	102
5.3	Colete equilibrador.....	104
5.4	Cinto lastro.....	105
5.4.1	Com roupa seca.....	106
5.5	Máscara.....	107
5.6	Snorkel.....	108
5.7	Nadadeiras.....	109
5.8	Instrumentos de medição.....	110
5.8.1	Relógio.....	110

5.8.2	Manômetro.....	111
5.8.3	Profundímetro.....	112
5.8.4	Console.....	112
5.8.5	Computadores de mergulho.....	113
5.9	Linha de vida.....	114
5.10	Suprimento de ar.....	115
5.11	Cilindros de emergências.....	116
5.12	Ferramentas de corte.....	116
5.13	Arnês ou Boldriê.....	118
5.14	Lanterna	118
5.15	Estrobo	119
5.16	Bússola	119
5.17	Carretilha	120
5.18	Levantador de Peso Submerso-LPS	121
5.19	Cuidados e Manutenção	122

CAPÍTULO 6

6	Proteção à exposição.....	124
6.1	Roupas de mergulho.....	124
6.2	Efeitos da temperatura.....	124
6.3	Roupa úmida.....	125
6.3.1	Equipando-se com a roupa úmida.....	126
6.4	Capuz.....	127
6.5	Luvas.....	127
6.6	Botas.....	128
6.7	Roupa seca.....	129
6.7.1	Quando usar.....	129
6.7.2	Quando uso a roupa seca estou totalmente protegido do meio externo?..	130
6.7.3	Capuz e luvas secos.....	130
6.7.4	Quem pode usar ?.....	131
6.7.5	Equipando-se.....	132
6.7.5.1	Vestindo os Pés	134
6.7.5.2	Vestindo os Braços e Mãos	134
6.7.5.3	Vestindo a Cabeça	135
6.7.5.4	Fechando o Zíper	135
6.7.5.5	Conectando a Mangueira de Inflagem	136
6.7.5.6	Liberando o Ar	136
6.7.6	Após o Mergulho	137
6.7.6.1	Cuidados	137

CAPÍTULO 7

7	Padrões de busca.....	140
7.1	Busca em arco.....	141
7.2	Busca na técnica de limpador de pára-brisas.....	142
7.3	Busca caminhada pelo píer.....	143
7.4	Busca através de cabo de fundo.....	144
7.5	Busca em círculo.....	145
7.6	Busca em linhas corridas.....	146
7.7	Busca Direta	147
7.8	Busca em Quadro.....	148
7.9	Busca Livre.....	149

7.10	Padrões Combinados.....	149
7.11	Busca com Múltiplos Mergulhadores em Linha.....	150
7.12	Busca Caminhando.....	151
CAPÍTULO 8		
8.	Comunicação e Sinais.....	153
8.1	Fonia.....	153
8.1.1	Comunicação através de cabo.....	153
8.1.2.	Comunicação através de ondas sonoras.....	153
8.2	Sinais de linhas.....	154
8.3	Sinais de linhas (guia-mergulhador).....	154
8.4	Sinais manuais durante o mergulho e na superfície	156
8.5	Comunicação através da escrita em prancheta.....	161
8.6	Sinalização com bandeiras	161
8.7	Sinalização com lanterna	162
CAPÍTULO 9		
9.1	Operações com bote.....	163
9.2	Escolhendo um bote.....	163
9.3	Equipando um barco de mergulho.....	165
9.4	Ancorando.....	166
9.5	Buscas em áreas extensas.....	168
9.6	Mergulhando com barcos pequenos.....	169
CAPÍTULO 10		
10	Água contaminada.....	171
10.1	Determinando a contaminação.....	171
10.2	Mergulhando em água contaminada.....	173
10.3	Procedimentos de descontaminação.....	175
10.3.1	Descontaminando.....	175
10.3.2	Descontaminação da roupa de mergulho.....	176
10.4	Infecção nos ouvidos e ferimentos.....	176
10.5	Descontaminação de vítimas.....	177
10.6	Treinamento.....	177
10.7	Monitoramento.....	177
CAPÍTULO 11		
11	Mergulho emergencial.....	178
11.1	Quando atuar.....	178
11.2	Limitações do equipamento.....	178
11.3	Necessidade de treinamento prévio	179
11.4	Equipamentos necessários.....	179
11.4.1	Acessórios.....	179
11.5	Procedimentos do bombeiro.....	180
11.6	Procedimentos após o uso do EPR.....	183
CAPÍTULO 12		
12	Descompressão a ar.....	184
12.1	Teoria da descompressão.....	184
12.2	Pressão parcial.....	185
12.3	Nomenclatura básica.....	185
12.4	O processo do mergulho repetitivo.....	186
12.5	Tabelas de mergulho.....	187

12.5.1	Tabela padrão de descompressão a ar.....	188
12.5.2	Tabela de limite sem descompressão.....	189
12.5.3	Tabela de tempo de nitrogênio residual.....	189
12.5.4	Tabela de descompressão na superfície usando oxigênio.....	190
12.5.5	Tabela de descompressão na superfície usando ar.....	191
12.6	Procedimentos especiais.....	192
12.6.1	Atrasos a subida.....	192
12.6.2	Velocidade de subida maior que 18 m/min.....	193
12.6.3	Esforço excessivo ou frio exagerado.....	193
12.6.4	Descompressão omitida.....	193
12.7	O mergulho em altitudes.....	209
12.8	O registro do mergulho.....	212
12.8.1	Folha de registro de mergulho.....	212
12.8.2	Livro de registro de mergulho - LRM.....	214
ANEXOS		
1-	Questionamento de testemunhas.....	215
2 –	Check List de material náutico.....	216
3 –	Centros de Controle de Intoxicação.....	217
4 –	Check List de primeiros socorros.....	220
BIBLIOGRAFIA		
	Referências bibliográficas.....	221

A.B.N.T. = Associação Brasileira de Normas Técnicas	ATA = Atmosfera Absoluta
Atm = Atmosfera	C = Consumo
CF = Chegou ao fundo	CO₂ = Gás carbônico
CT = Capacidade total	CS = Chegou à superfície
CV = Capacidade vital	D = Duração
DD = Doença descompressiva	DF = Deixou o fundo
DS = Deixou a superfície	ETA = Embolia traumática pelo ar
ft = Feet ou pé	ft/sec = Pé por segundo
GR = Grupo repetitivo	HP = High Pressure ou alta pressão
IS = Intervalo de superfície	Kgf/cm² = Quilograma força por centímetro quadrado
LRM = Livro registro de mergulho	LPM = Litro por minuto
l = Litro	LP = Low pressure ou baixa pressão
lpq = Libra por polegada quadrada lb/pol ²	m = Metros (profundidade ou distância)
MG = Mergulhador ou mergulho	Nó = Velocidade marítima
min = Minutos também indicado por : (perfil de mergulho) Ex.: :05 (cinco minutos)	m/min = Metros por minuto
mm/Hg = Milímetros de mercúrio	N₂ = Nitrogênio
NGR = Novo grupo repetitivo	O₂ = Oxigênio
P abs = Pressão absoluta	Pc = Pressão de carga
PPM = Partes por milhão	Pp O₂ = Pressão parcial do oxigênio
Pr = Pressão da reserva	Prof = Profundidade
psi = Pound per Square Inch (libras por polegada quadrada) lb/pol ²	SCUBA = Self Contained Underwater Breathing Apparatus (equipamento autônomo de respiração subaquática)
Seg = Segundo também indicado por :: (perfil de mergulho) Ex.: ::37 (trinta e sete segundos)	TD = Tempo de descompressão
TDSA = Tabela de descompressão na superfície usando ar	TPSO = Tabela de descompressão na superfície usando oxigênio
TLSD = Tabela de limite sem descompressão	TNR = Tempo de nitrogênio residual
TPD = Tabela padrão de descompressão	TPP = Tempo até a primeira parada

TTD = Tempo total de descompressão	TTF = Tempo total de fundo
TTNR = Tabela de tempo de nitrogênio residual	VC = Volume corrente
Vd = Volume disponível	Vh = Volume hidrostático
VMR = Volume minuto respiratório	VR = Volume residual
: = representa minutos (no perfil de mergulho) Ex.: :05 (cinco minutos)	:: = representa segundos (no perfil de mergulho) Ex.: ::37 (trinta e sete segundos)

COMPRIMENTO							
	cm	m	km	in	ft	mi	millha náutica
1 centímetro (cm)	1	0,01	0,00001	0,3937	0,0328	0,000006214	185325
1 metro (m)	100	1	0,001	39,3	3,281	0,0006214	1853,25
1 quilômetro (km)	100000	1000	1	39370	3281	0,6214	1,85325
1 polegada (in)	2,54	0,0254	0,0000254	1	0,08333	0,00001578	72962,4
1 pé (ft)	30,48	0,3048	3,048	12	1	0,0001894	6080,4
1 milha terrestre (mi)	160900	1609	1,609	63360	5280	1	1,1515
millha náutica	185325	1853,25	1,85325	72962,4	6080,4	1,1515	1

ÁREA				
	m ²	cm ²	ft ²	in ²
1 metro quadrado (m²)	1	10000	10,76	1550
1 centímetro quadrado (cm²)	0,0001	1	0,001076	0,155
1 pé quadrado (ft²)	0,0929	929	1	144
1 polegada quadrada (in²)	0,0006452	6,452	0,006944	1

VOLUME					
	m ³	cm ³	L	ft ³	in ³
1 metro cúbico (m³)	1	1000000	1000	35,31	61020
1 centímetro cúbico (cm³)	0,000001	1	0,001	0,00003531	0,06102
1 litro (l)	0,001	1000	1	0,03531	61,02
1 pé cúbico (ft³)	0,02832	28320	28,32	1	1728
1 polegada cúbica (in³)	0,00001639	16,39	0,01639	0,0005787	1

VELOCIDADE					
	m/s	km/h	nó	Mil/h	ft/seg (pé/seg)
m/s	1	0,28	0,51	0,45	0,30
km/h	3,6	1	1,85	1,60	1,09
nó	1,94	0,54	1	0,86	0,59
mil/h	2,23	0,62	1,15	1	0,68
ft/seg(pé/seg)	3,28	0,91	1,69	1,46	1

PRESSÃO								
	atm	PSI (lbf/in²)	Kgf/cm²	Bar	mmHg(Torriceili)	m H₂O	in. Hg	Pascal (Pa)
atm	1	14,6959	1,033	1,01325	760	10,33	29,92	101325
PSI (lbf/in²)	0,068	1	0,07031	0,06895	51,71	0,70307	2,04	6894,8
Kgf/cm²	0,96778	14,2234	1	0,98	735,514	10	28,9572	98066,5
Bar	0,9869	14,5	1,02	1	750,061	10,195	29,53	10000
mm Hg	0.001315789	0.01933677	0.00135951	0.001333224	1	0,0136	0,03937	133,3224
m H₂O	0,09678	1,42234	0,1	0,0980872	73,5514	1	2,89572	9803,1176
in. Hg	0,03342	0,49119	0,03453	33900	25,4	0,34534	1	3386,5
Pascal (Pa)	9,869E-06	0,000145038	0,0000102	0,00001	0,007500617	0,000102	0,0002952	1

MASSA					
	g	Kg	onça	lb	ton
1 grama (g)	1	0,001	0,03527	0,002205	0,000001102
1quilograma (Kg)	1000	1	35,27	2,205	0,001102
1 onça	28,35	0,02835	1	0,0625	0,00003125
1 libra (lb)	453,6	0,4536	16	1	0,0005
1 ton (tonelada)	907200	907,2	32000	2000	1

A prática do mergulho começa com a adaptação do corpo a água. O homem vive imerso numa redoma de ar, onde cada molécula do corpo humano está comprimida sob esse imenso oceano gasoso. Respirar é um alívio. Os músculos peitorais se expandem e o diafragma movimenta-se permitindo a expansão dos pulmões e a suave entrada de ar, ao relaxar-se o ar é exalado, e o ciclo mágico continua perpetuamente, sem que tenhamos conta de sua importância. A perfeita sincronia de um simples respirar muda drasticamente quando o ser humano está na água.

O nadador tem muita intimidade com a água, gosta de sua temperatura, e busca a ausência de atrito, em cada braçada vigorosa, no anseio de conquistar a maior velocidade possível. A respiração é o ponto chave, e deve ser cadenciada, ritmando o corpo e oxigenando os músculos, traçando uma reta imaginária, até ao alcance da melhor performance. Independente de qualquer instrumento pode-se assim deslocar-se pela superfície líquida, sem nenhum aparato especial, desde que seja suprida a porção vital de ar.

E antes de tudo deve ter preparo técnico, psicológico e profissional. Ao imergir, o mergulhador certamente coloca em risco sua integridade física, alterando seu metabolismo de forma brusca, mas com inteligência supera cada obstáculo, até alcançar o objetivo, que é atingir níveis mais profundos. Flutuar é apenas uma questão de empuxo. Nesse mundo novo, os aparatos chegam a ser muito incômodo na superfície, mas no meio líquido resulta numa sensação de leveza, equilibrando-se hidrosticamente, graças a ajuda de pesos e coletes equilibradores, que podem inflar na medida certa e proporcionar conforto e segurança.

Até agora nada de novo. Ao tema mergulho, além da aventura e adrenalina pitoresca, deve enfatizar com muita propriedade, a elevação do padrão de segurança nessa perigosa atividade. Segurança em todos os aspectos, quer na preparação, na execução e no pós-mergulho, em prol da saúde no que couber minimizar as conseqüências nocivas ao organismo, sob efeito da pressão e descompressão, de forma contínua.

Antes do mergulho, cada ação deve ser cuidadosamente calculada, avaliando a formação da equipe adequada, o preparo técnico individual, o grau de treinamento, as condições psicológicas e orgânicas, requisitos indispensáveis para o início dos trabalhos subaquáticos. O mais experiente deve coordenar as ações. Avaliar a equipe é o primeiro passo para o sucesso da missão. Os homens devem ser o foco da atenção, o equipamento, não menos importante, deve ser cuidadosamente preparado, pois o acidente acontece onde a prevenção falha.

Definida a equipe e preparado o material, a avaliação seguinte será as condições do ambiente. Profundidade a se atingir, tempo de fundo, visibilidade, composição do fundo e trabalho a executar. As condições desfavoráveis devem ser avaliadas, como pedras, obstáculos, cercas, restrições, enroscos, tubulações, que podem tornar-se armadilhas para o mergulhador, bem como outros fatores de risco como, poluição da água, correnteza, temperatura baixa e escuridão. É sempre importante ter em mente que imprevistos acontecem, normalmente fruto da distração ou mesmo da imprevisibilidade, como mudança repentina das condições climáticas, um equipamento mal ajustado ou defeituoso, objetos soltos, cordas que se prendem por formação de nós e laços, dificultando a equipe de apoio, normalmente atenta, mas isolada no barco ou superfície.

Trabalhar em equipe não é uma garantia, mas quando um depende do outro, cria-se um vínculo sólido de companheirismo e de cooperação. O revezamento nas funções é salutar e gera um menor desgaste físico, beneficiando o desempenho do mergulhador, que em todo o tempo estará atento quanto a sua segurança pessoal. O cansaço pode se tornar um fator de risco acentuado, na medida que predispõe a diminuição de reflexos, e de um pensamento claro. Dentro da água, pensar com clareza é fundamental, mas exige treinamento e experiência, sendo, a princípio, bastante difícil.

Um dado importante a ressaltar é a média de profundidade em que se dará o mergulho. Quanto mais profundo, mais problemático. O consumo de ar aumenta, o tempo de fundo diminui, e há possibilidade de saturação pelo nitrogênio, o que deve ser contornado com o uso adequado de tabelas,

programando-se paradas durante a subida, possibilitando ao organismo eliminar o excesso dissolvido na corrente sanguínea.

Nas águas interiores verificou-se que a maioria dos trabalhos ocorreram em torno dos 30 metros. Nessa profundidade é possível utilizar-se apenas de ar comprimido. Este poderá ser armazenado em cilindros acoplados as costas do mergulhador, sendo o principal suprimento de ar. Outra possibilidade é o mergulho dependente, havendo o fornecimento do ar através de um compressor ou suprimento de superfície alcançando o mergulhador por intermédio de uma mangueira e regulador. Junto com a mangueira há uma corda que é conectada ao arnês do mergulhador, e é conhecida como linha de vida, e esse nome é bem apropriado.

A excelência do mergulho baseia-se na capacidade do homem, o quanto está treinado e preparado, aliado ao cabedal de situações experimentadas na prática, conferindo um autodomínio e autoconfiança para safar-se das situações inesperadas da maneira mais tranqüila possível, pois exatamente dessa calma depende o controle da situação e uma subida disciplinada para o porto seguro a superfície.

Os equipamentos devem, preferencialmente, ser individuais, ajustados de acordo com as condições físicas pessoais. Equipamento de uso coletivo tende a sofrer um desgaste precoce. O ideal para o mergulhador é possuir todos os equipamentos básicos. A afinidade com o material deve ser tal como uma segunda pele, não pode incomodar, tem que vestir perfeito e confortavelmente, ficando fácil visualizar o surgimento de defeitos ou de outras anomalias.

Conhecer as normas é outro fator de primordial importância. Nunca as desrespeita é conduzir as atividades para um mergulho seguro. A atividade subaquática intrinsecamente é um fator de risco, não sendo recomendáveis peripécias que agravem a situação. O planejamento deve ser obedecido sem variações ou improvisações. Os limites (tempo de fundo, profundidade, e velocidade de subida) que as normas impõem são preceitos básicos para o desenvolvimento seguro do mergulho.

Treinamento é chave do sucesso. O preparo do mergulhador depende de um constante aperfeiçoamento. Cada mergulho deve vir acompanhado do

respectivo registro, em caderneta própria, adicionando horas preciosas ao “*curriculum vitae*”, comprovando com eficácia que o homem encontra-se em franca atividade, como um piloto experiente que soma suas horas de vôo, merecendo, sem dúvida, um maior respeito.

Enfim, aos heróis desbravadores do desconhecido, nenhum escapou incólume, havendo no curso da história bravos que transcenderam dessa vida para outra, vitimados por acidentes, quer por descuido ou por ignorância, mas deixando lições preciosas das quais não podemos negligenciar. O exemplo edifica.

O trabalho debaixo d’água não é somente um esforço físico e perigoso, mas, é também um trabalho mental, até mesmo quando os esforços são bem sucedidos.

A visão geral aqui apresentada busca informar e criar alternativas viáveis que aperfeiçoem o trato nas questões relacionadas a atividade de mergulho no Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

CAPÍTULO 1

1 HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DO MERGULHO

1.1 A aventura do mergulho

O espírito de aventura do ser humano sempre o levou a exercer atividades perigosas e inusitadas, em alguns casos devido a necessidade de sobrevivência e em outros por diversão ou superação de seus limites. O mar sempre foi considerado uma fronteira do planeta e desde os primórdios da humanidade desafiou o homem a conquistá-lo. A maior parte do ambiente aquático jamais foi vista pelo homem e há muito tempo fascina aventureiros e exploradores. A fascinação que o misterioso mundo submarino despertou e o desejo de explorar suas riquezas, potencializaram o interesse pela atividade subaquática e fez com que o homem passasse a mergulhar.

Fica difícil determinar, com exatidão, o momento da história da humanidade em que o homem realizou suas primeiras experiências subaquáticas. Todavia, existem razões que nos fazem pensar sobre o motivo que justifique a tendência do homem, de forma instintiva, a procurar, uma vez ou outra, através dos séculos, a conquista do imenso mundo das águas marinhas. Talvez esta razão tenha uma justificada relação com as modernas opiniões sobre as origens da vida em nosso planeta, segundo as quais o homem é portador de uma herança recebida de anteriores e remotas formas de vida marinha, o que conduziria à inconsciente busca ou retorno ao ambiente do qual procede. O homem, em razão de seu parentesco direto com as diferentes formas de vida que povoaram os oceanos, durante milhões de anos, é portador de uma remota origem marinha, como se atesta pela semelhança que existe entre a composição química do sangue e da água do mar, onde os componentes majoritários (sódio, cálcio e potássio) encontram-se em quantidades muito similares.

Este largo processo evolutivo que o homem atravessou acarretou uma clara consciência do que significa para si esse imenso mundo subaquático, que sempre admirou com respeito e com uma grande curiosidade, às vezes idealizando esse mundo desconhecido como moradia de divindades, monstros e mitos marinhos. Partiu, então, para a conquista dos limites entre seu ambiente terrestre e o mundo submarino. Nessa conquista foram verificados alguns dissabores que, apenas com a força de sua determinação, motiva o homem para superar todas as dificuldades, foram vencidos,

conduzindo ao merecido triunfo e fazendo com que a humanidade possa contemplar, aproveitar e usufruir com respeito e amor, o mundo silencioso, a imensidão azul das águas.

1.1.1 Os primórdios da civilização

No transcorrer dos tempos, chegamos em épocas relativamente recentes, se considerarmos os milhões de anos que o homem habita a face do planeta, algumas regiões que, por ser o berço de civilizações, contém uma maior fonte de informações: a Ásia Menor e o Egito. Escavações realizadas encontraram ornamentos de madrepérolas, com datas de 4500 a 1500 a.C.; também na Babilônia e Tebas se encontraram jóias com incrustações de pérolas procedentes de épocas similares, o que demonstra que o homem submergiu para a extração e coleta de ostras perolíferas.

Outro dado muito significativo se refere à uma descoberta dentro das ruínas do palácio do rei persa Assurbanipal II, de um desenho em baixo relevo procedente do ano de 880 a.C., no qual se constata perfeitamente a figura de um guerreiro provido de um odre¹, abaixo de seu peito, como se fosse um saco respirador, em posição de natação. Parece que representa o próprio rei cruzando um rio à frente de seu exército.

Na cidade de Tiro (Fenícia), onde o comércio da púrpura era muito próspero, encontram-se abundantes restos deste molusco, cuja coleta só era possível com submersão ao mundo aquático.

Uma informação mais completa da atividade subaquática do homem é em Creta, cuja época de máximo esplendor se remonta aos anos 3.000 a 1.400 a.C., anos em que aquela localidade era considerada a primeira potência marítima do mundo. Nas escavações realizadas encontraram-se abundantes restos arqueológicos que permitiram reconstruir parte do interessante passado do povo, destacando-se as informações relativas às atividades do homem no fundo do mar. Também a mitologia da época nos dá um relato expressivo relacionado com o mergulho: a famosa história de Teseu, o herói ateniense que segue a Creta para matar o terrível Minotauro do palácio de Cnosos, e a que desafiou o legendário Rei Minos a recuperar um anel de ouro do fundo do mar, ação que Teseu

¹Saco feito de pele e destinado ao transporte de líquidos; pele.

terminou com êxito, se mostrando um grande mergulhador. Mas se em Creta parece que se iniciou a atividade subaquática, é sem dúvida na Grécia o país onde esta atividade alcançou maior auge; dali chegam narrações realmente interessantes a respeito. A primeira delas se refere ao mito de Glauco, controvertido personagem que se apresenta como um simples pescador da Beócia e, outros lhe relacionam como tripulante da lendária nau Argo, em busca do manto de ouro. Em qualquer caso, sua história é curiosa. Um dia, quando regressava de sua atividade de pesca, colocou os peixes sobre umas ervas que cresciam na orla do mar e o contato com estas ervas os fez reviver. Diante deste acontecimento extraordinário, Glauco não pode evitar a tentação de verificar o porquê daquele fenômeno e, assim, colocou na boca um punhado daquelas ervas, observando que lhe causava enormes desejos de submergir e comprovando que podia permanecer debaixo da água quanto tempo desejasse. Dizem que a partir daquele momento, ganhou a confiança das divindades do mar, tendo o rei Poseidon lhe elevado à condição de divindade. Suas largas permanências abaixo d'água lhe deram um aspecto entre homem e peixe, com seus cabelos e barbas tomando uma cor verde, similar as das algas marinhas.

Existem outros fatos em que a realidade se mistura com o mito, como no caso de Glauco, e que são bastante surpreendentes. Um deles teria acontecido no ano 484 a.C., durante a batalha do Cabo de Artemisa entre Gregos e Persas. Os protagonistas foram dois personagens, pois eram os excelentes mergulhadores da época: Escilias de Esción e sua filha Ciana: ambos submergiram protegidos pela escuridão da noite e debaixo de uma forte tormenta, conseguindo chegar sem serem avistados até onde estavam ancorados os barcos persas, cujas amarras cortaram, causando um verdadeiro desastre que valeu a vitória dos Gregos. A façanha foi de tamanha importância que, para imortalizá-la, foram erigidas estátuas de ouro em Delfos. Hoje conhecida como Vênus de Esquilo, não é nada mais nada menos que a bela mergulhadora Ciana.

Outro testemunho do conhecimento que os gregos tinham da natação e do mar em geral era o fato de que, durante a batalha de Salamina contra os persas, estes últimos, que em sua maior parte desconheciam a natação, quando caíam ao mar, durante a luta, logo se afogavam, enquanto os gregos, muito mais espertos, retornavam à batalha com mais ímpeto, condição que valeu a vitória grega. Esta aptidão dos gregos para a luta no mar justifica o fato de que na Grécia se rendia um grande culto à natação, até o extremo de que chamavam de analfabetos aqueles que a desconheciam.

Naquela época, se utilizava na Grécia, um aparato para submergir e permanecer debaixo d'água, que denominavam de “Lebeta”, que era um primitivo sino de mergulho. Aristóteles havia mencionado em seus escritos sobre a “Lebeta”, da seguinte forma:

“Trata-se de uma espécie de sino cheio de ar, colocado em posição invertida, de forma cônica, em cujo interior, uma vez submergida, coloca-se a cabeça e a parte superior do corpo do mergulhador.”

Nos relatos sobre a conquista de Tiro pelas tropas de Alexandre Magno, constam que os gregos levavam mergulhadores a bordo de suas embarcações, os quais lograram destruir as defesas submarinas dos fenícios. Outro historiador, Quinto Quercio (41 a 45 a.C.), diz também, sobre os mesmo fatos, que os fenícios cercados pelas tropas de Alexandre, o Grande, receberam ajuda de víveres e armas por meio de mergulhadores e que, graças a isto, conseguiram resistir ao ataque durante sete meses.

Os mergulhadores gregos se distinguiam por umas incisões que se fazia no nariz e nas orelhas; sobre estes cortes, apesar das várias conjecturas sobre o motivo, nunca se chegou a encontrar uma razão que as justificasse. Resta pensar, apenas, que representavam uma espécie de distintivo entre os demais homens do mar, para aqueles mergulhadores que na Grécia se rendia um tributo de admiração.

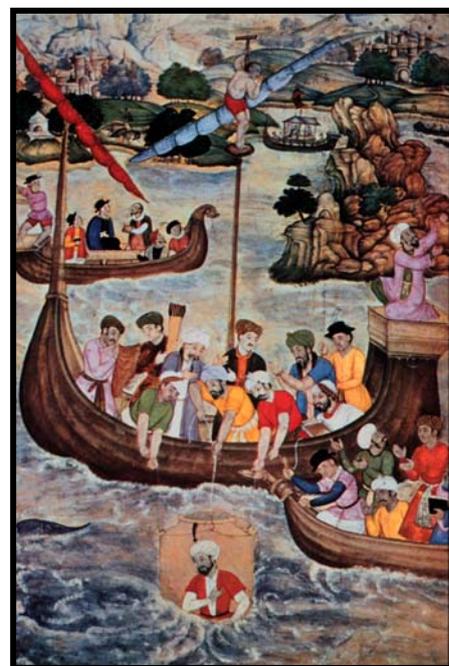


Figura 1-1 Alexandre o Grande, vê o fundo do mar.

Por mais estranho que possa parecer o comentário anterior, não é menos estranho o costume que tinham os homens de introduzir na boca e nos ouvidos pedaços de esponjas embebidas em azeite, cuja utilidade tampouco se conhece a razão correta. Utilizavam para melhorar a visão submarina. A técnica era a seguinte: uma vez submergidos mordiam o pedaço de esponja, fazendo sair gotas de azeite, os quais faziam deslizar até os olhos; uma vez ali, permaneciam por certo tempo na órbita ocular, reduzindo os erros de refração da água. Este procedimento, que pode parecer absurdo e ineficaz, não é tanto, visto que, quem realizou a prova logrou resultados bastante satisfatórios. Que não se pode averiguar

é a razão dos pedaços de esponja nos ouvidos, pois todos sabemos que tapar o conduto auditivo externo durante o mergulho é prejudicial, pois impede a normal adaptação da membrana timpânica às variações de pressões. Para esta interrogação só cabe uma resposta possível, uma vez que a suavidade da esponja se adapta à pressão exterior, liberando o azeite e, este, em contato com a membrana timpânica, faz a sua lubrificação, favorecendo sua elasticidade.

Por certo que Aristóteles se ocupou, em sua parte científica, com os problemas que se apresentavam aos mergulhadores durante a imersão, tal como sangrar pelo nariz, a ruptura do tímpano ou a surdez, acidentes muito freqüentes nos mergulhadores de apnéia, principalmente nos coletores de esponjas e coral. Em uma de suas obras faz alusão a algo que tem relação com um tubo respirador, pois disse assim:

“Os mergulhadores da época estavam dotados para permanecer longo tempo debaixo da água, respirando através de um tubo que os faz parecer com os elefantes”.

Figura 1-2 Equipamento para respiração subaquática.
NOAA National Oceanic & Atmospheric Administration
EUA



Apesar de toda atividade e tradição subaquática dos gregos, foi no Império Romano que um povo, sem nenhuma tradição marinha, chegou a criar as primeiras unidades organizadas de mergulhadores de combate: os “urinadores”². Estas unidades estavam formadas por jovens atletas que dominavam com perfeição a natação e o mergulho, e entre suas missões mais importantes destacavam-se: atacar as defesas dos portos inimigos, afundar os barcos fundeados e transferir seus estoques de armas, alimentos e mensagens às guarnições sitiadas. Estas unidades chegaram a alcançar um grau de operatividade tão alto que contra elas foram concebidos os engenhos mais diabólicos, desde a simples rede cheia de campainhas que denunciavam sua presença, até

² Primeiras unidades organizadas de mergulhadores de combate.

máquinas infernais providas de rodas com afiadas machadinhas que funcionavam na entrada dos portos e arsenais e que mutilavam horrivelmente os aguerridos mergulhadores. Diz-se também que os guardiões daquelas instalações estavam providos com largos tridentes que espetavam os mergulhadores.

Os “urinadores” tiveram sua primeira atuação nas guerras de César contra Pompeu, no porto de Orique, no Mar Adriático; segundo narra Don Casius, no ano de 49 a.C., estando sitiadas as tropas de César pela esquadra de Pompeu, seus mergulhadores nadaram submergidos durante a noite até os barcos inimigos; enganchando potentes garfos e cortando as amarras, os rebocaram sigilosamente até a terra, onde foram atacados e vencidos pela guarnição sitiada. A partir deste momento, suas ações se sucederam uma atrás da outra, até ao ano 200 de nossa era, quando constam as últimas informações de suas operações, as quais tiveram lugar durante o cerco de Bizancio pelo general Severo.

Com a queda do Império Romano se perde, em parte, a continuidade das atividades subaquáticas, no campo militar, por parte dos famosos “urinadores” e, ainda quando seguem existindo ao tempo medieval, sua atividade perde a condição guerreira, até que se dedicaram a atividades de recuperação de barcos afundados, trabalhos em portos e arsenais, correio entre ilhas, etc., atividades que deram lugar à aparição dos primeiros mergulhadores profissionais da história. A respeito dos correios entre ilhas, o jesuíta Atanasio Kircher (1601/1680) falou em seus escritos da existência de certo personagem que se dedicava a passar mensagens de um lugar para outro no estreito de Mesina, um tal de Nicolao, que todo mundo conhecia como “O Peixe”; menciona façanhas incríveis, entre elas que percorria até quinze milhas marinhas (1800m cada uma) e que nesses percursos abordava as naus para facilitar a seus tripulantes informações daquelas costas marítimas e, em troca, lhe davam comida e bebida. Diz-se, também, que se dedicava a recuperar barcos e objetos afundados e que, uma vez foi solicitado pelo Rei da Sicília para que recuperasse uma taça de ouro que havia caído no mar, em um lugar de bastante profundidade e fortes correntes, operação que terminou com êxito. Joviano Pontanus disse que ele havia abandonado de tal forma os costumes dos homens que chegou a perder sua aparência humana, pois seu rosto era escamoso e horrível. Consta que o poeta alemão Friedrich Schiller se inspirou na vida deste personagem para compor a sua balada “O Mergulhador”.

Na época medieval se perdeu todo interesse pelas coisas do mar, de onde as pessoas somente viam monstros horríveis em suas profundidades, e daquela antiga

pujança marinha e subaquática somente os romano-bizantinos mantiveram alguma atividade, ainda que sem apontar nada de novo. Também nas regiões de grande desenvolvimento desta atividade, como a Grécia e a Sicília, havia alguns mergulhadores que se dedicavam à coleta de esponjas e corais. Como visto, os mergulhadores gregos sempre tiveram fama em todo o mundo.

1.1.2 Atividade de mergulho nas idades moderna e contemporânea

O Renascimento trouxe entre outras coisas boas para a humanidade, o despertar do interesse pelas coisas do mar, culminando com uma das principais aventuras humanas, representadas pelas grandes conquistas marítimas. Foram ultrapassados os limites do tão temido “mar tenebroso” e os horizontes do homem europeu se ampliaram até níveis antes impensados. Com este impulso dado pelos homens da ciência da época e o interesse por estes temas e pela conquista das profundidades marítimas, nasceu a “Ars urinaria”, como então foram chamados os artistas e cientistas, dos quais Leonardo da Vinci foi um representante. Da Vinci, dentre outros inventos mais ou menos fantásticos, desenhou umas luvas palmeadas e uns pés de pato (nadadeiras), mas a sua mais original criação subaquática foi um capuz de couro que cobria a cabeça e o pescoço do mergulhador e colocou, na altura da boca, uma saída de um tubo respirador. Ademais, o capuz era coberto por agudos espinhos que, segundo Da Vinci, serviam para defender-se dos peixes. Curiosamente, a longitude do tubo não era superior a dos atuais; Leonardo, deve ter intuído ou, quiçá, comprovado, ainda que desconhecendo os princípios da hidrostática, que um tubo com tamanho maior não era utilizável, e não caiu nos exagerados desenhos de Vegetius.

Na mesma época o historiador militar Flavius Renatus Vegetius descreveu o equipamento dos “urinatores”, e inclusive o ilustra com gravuras mais ou menos pitorescas. E já se sabia que estes mergulhadores levavam como único equipamento um machado, braceletes de chumbo onde se gravavam as mensagens e um tubo respirador, que, segundo alguns acreditam, não deviam ter muitos a ver com a figura dos livros de Vegetius e que assim descrevia:

“Portavam capuzes de couro com um tubo na parte superior, que aflorava à superfície, e saco cheio de ar para sustentar sua flutuação, construídos com a pele do estômago dos cordeiros.”

Seu quase contemporâneo Diego Ufano introduziu algumas modificações nos desenhos de Vegetius, tais como colocar pesos nos pés do mergulhador e abrir orifícios no capuz na altura dos olhos, acoplado umas lentes de haste muito delgadas, fixadas com arandelas. Não cabe dúvida de que isto demonstrava o interesse daqueles povos em melhorar o equipamento dos mergulhadores. A vista do desenho de Vegetius se vê facilmente que um tubo respirador daquela longitude não era utilizável.

Alguns outros engenhos também surgiram, como demonstra o desenho de Pedro Ledesma, a respeito de um equipamento concebido no ano de 1623. Fora os tímidos projetos de Leonardo, Vegetius e Diego Ufano, não se tem notícias de que outros desenhos ou invenções. O sino de mergulho (“lebeta”) ainda era utilizado, com as limitações conhecidas, pois ainda não se havia obtido a renovação do ar em seu interior, nem conhecidas as causas de sua escassez, da qual os sábios da época diziam:

“resolviam-se em maus e fortes humores.”

Conscientes do mal que atacava implacavelmente os mergulhadores dos sinos trataram de resolver o problema suprindo ar desde a superfície por meio de um tubo, operação irrealizável sem poder dispor de um compressor de ar, por cuja razão o projeto teve que ser desenhado, pois escapava mais ar do que penetrava no interior. Esta situação se manteve até o ano de 1648, quando o famoso físico francês Blas Pascal deu lugar ao seu conhecido teorema, que seria o princípio fundamental da hidrostática. Descobrimos que unindo o realizado na mesma época pelo físico italiano Evangelista Torricelli, com o que se pode medir a pressão atmosférica, aclararam-se grande parte dos muitos problemas que até então atormentavam os cientistas.

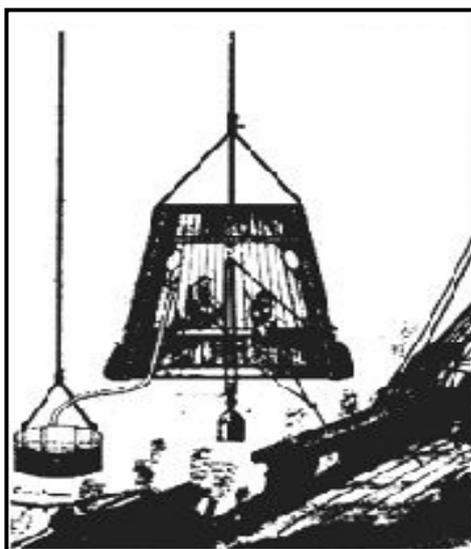
Com alguns conceitos científicos mais claros, mas ainda limitados quanto aos meios materiais que na época eram disponíveis para a construção de seus inventos apenas materiais como o ferro, a madeira e o couro, os físicos franceses, alemães e italianos trabalharam em excesso para desenhar aparatos mais ou menos fantásticos, alguns distanciados do clássico sino e, dentre outros, cabe destacar por sua originalidade para a época o do físico italiano Giovanni Alfonso Borelli, no ano de 1652. O invento consistia

em um suposto equipamento de mergulho composto por um depósito de ar, em que o mergulhador enfiava a cabeça. Era constituído de um saco de couro de grande tamanho, que em sua parte dianteira levava acoplada uma vigia (abertura) para facilitar a visão. O ar que se aspirava pelo nariz era expulso pela boca através de um tubo de aproximadamente oitenta centímetros de distância, havia um pequeno saco, por onde, segundo o autor, eram retidos os vapores quentes; o corpo do mergulhador era protegido por um traje de couro, curiosamente, o equipou com um par de nadadeiras que lembravam as garras de um felino ligeiramente espalmado. O mais curioso neste equipamento era o cilindro que, a pretexto de estabilizador hidrostático, levava preso na cintura; ao que parece, o ar comprimido manualmente no cilindro deixava espaço livre em seu interior na água, o qual aumentava seu peso; em sentido contrário, ao dilatar-se o ar expulsava a água e o cilindro flutuava. Pelo menos na teoria, assim assegurava seu inventor, já que este aparato, ao que parece, não passou de simples projeto, pois nem sequer foi provada sua eficiência, uma tanto duvidosa.

Na obstante todos estes projetos, o sino de mergulho continuava sendo utilizado, pois não havia sido obtido nada que o substituísse, pelo que, durante vários anos, os cientistas se limitaram a aperfeiçoar a campana. Em 1665, o escocês Jean Barrí desenhou um sino no qual introduziu um tamborete para o descanso em seu interior; na mesma época, o veneziano Boniauto Lorini incorporou pela primeira vez uma janela que permitia observar o exterior, que declarou:

“útil para a recuperação de canhões afundados ou de qualquer outro objeto que tivera sido afundado e para a pesca de coral” .

Com efeito, o que daria uma nova concepção ao sino de mergulho, seria o astrônomo e cientista inglês Edward Halley (1656/1742), o qual, talvez um tanto cansado de tanto olhar o céu, dirigiu sua atenção para uma nova dimensão, que se apresentava como incipiente conquista dos fundos marinhos pelo homem. Baseando-se em modelos conhecidos, todos de reduzidas dimensões, desenhou um sino de grandes dimensões, com capacidade para quatro pessoas, adicionando um banco circular, no qual se podia



permanecer sentado em seu interior. Porém o mais engenhoso era a forma pelo qual se fornecia o ar, que chegava ao lado em barris e se transportava para o interior do sino por meio de tubos, dotando de uma grande autonomia. Sem dúvida, não terminou aqui a capacidade inventiva de Halley, pois quis facilitar aos mergulhadores uma autonomia independente do sino, adotando um mini sino de uso pessoal, recebendo ar deste o sino principal.

Figura 1-3 Representação do uso do Sino de Halley

A prova de água o sino de Halley foi construído no ano de 1690; alguns autores creditam a paternidade deste invento ao físico francês Denis Papin. O irlandês Sparling introduziu a novidade de que os tripulantes poderiam movimentar o sino à vontade, mas, quem realmente aperfeiçoou o sino com fundamentos modernos foi o engenheiro inglês John Smeaton (1724/1792), que idealizou um sistema de renovação do ar em seu interior, por meio de uma bomba pneumática. A incorporação deste método deu lugar à criação de novos desenhos de equipamentos de mergulho próximos do que mais tarde seria o clássico escafandro de mergulho.

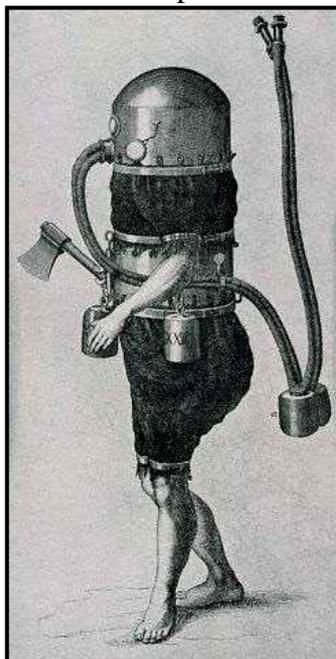
Um dos primeiros equipamentos conhecidos foi idealizado pelo inglês John Lethebridge, que inventou em 1716 um aparato que consistia numa espécie de tonel construído de madeira reforçada com aros de ferro, no qual se introduzia o mergulhador até abaixo da cintura. Dispunha de orifícios revestidos de couro para os braços e o ar era fornecido através de tubos colocados na altura da boca. O ar expirado saía pela parte inferior do tonel. Na realidade, era uma adaptação do clássico sino de uso individual.



Figura 1-4 Traje de Lethebridge
NOAA National Oceanic & Atmospheric
Administration EUA

Na época o conhecimento das técnicas da imersão tinha sido melhorado sensivelmente, e juntando-se com os demais certos avanços da ciência, proporcionou a criação de novos modelos.

Os franceses Freinemem (1772) e Forfait (1783) também colaboraram de forma significativa para o aperfeiçoamento de equipamentos individuais de mergulho, mas foi o alemão Klingert que quatorze anos mais tarde, aproveitando todas as experiências anteriores, construiu um novo aparato, de concepção mais avançada, constituído por um casco unido à parte central, confeccionado em couro e protegido por arandelas de ferro.



Os braços saíam da estrutura de forma similar ao modelo de Letherbridge e na parte inferior levava uma espécie de calça, também de couro, até a panturrilha. Todo o conjunto se comunicava com um depósito de ar de forma cilíndrica ligado à parte central do corpo, o qual poderia servir como estabilizador e permitia ao mergulhador ascender ou descer a vontade. Para manter o equilíbrio hidrostático, era dotado de pesos de chumbo colocados na cintura, que serviam de lastro.

Figura 1-5 Modelo do traje de mergulho alemão “Klingert”
Historical Diving Society - EUA

A partir do ano de 1800, novos modelos de aparato de mergulho se sucederam. Franceses, ingleses e também alemães se dedicaram a obter equipamentos que permitissem o mergulho autônomo e liberassem definitivamente o homem do conceito do sino, abrindo-lhes definitivamente as portas do mundo submarino.

Em 1819, o engenheiro alemão August Siebe, idealizou um casco metálico de forma semi-esférica a que denominou de “escafandro”.

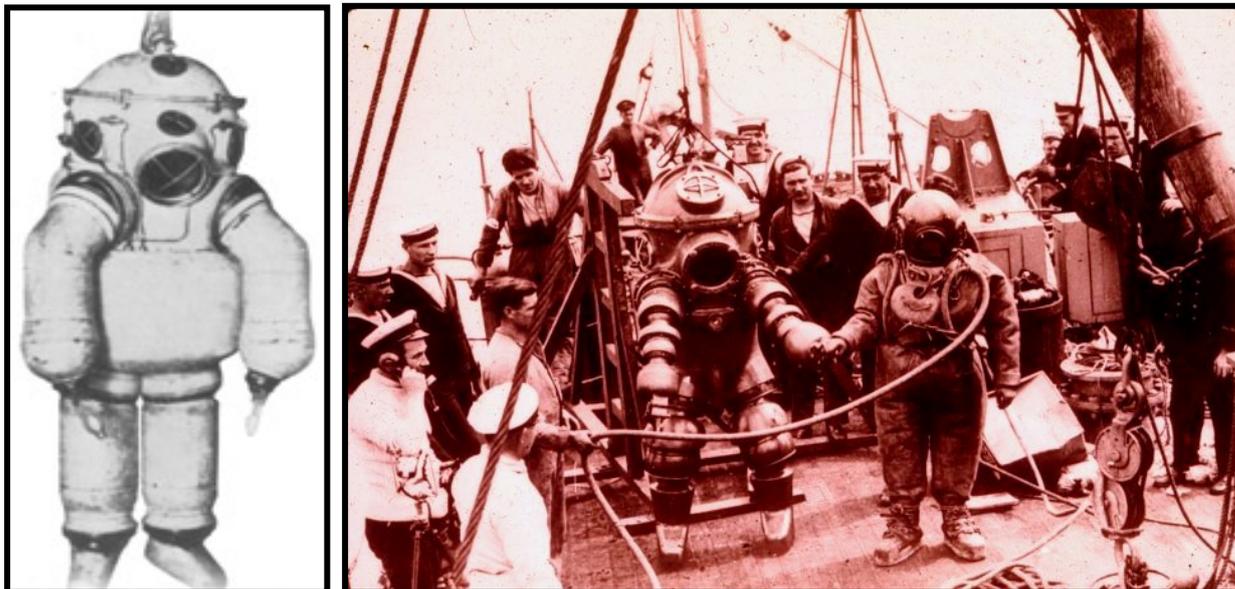


Figura 1-6 e 1-7
Representação do traje rígido modelo “August Siebe”, e
Traje rígido e escafandros juntos
NOAA-National Oceanic & Atmospheric Administration EUA

Tal equipamento dispunha de uma vigia dianteira e sua parte inferior se apoiava sobre os ombros do mergulhador; o ar era bombeado da superfície e recebido através de uma válvula anti-retrocesso, inventada por ele, enquanto o ar expelido era liberado de forma natural, pela parte inferior. Com isso dotava o mergulhador de um aceitável equilíbrio de pressão e uma respiração bastante cômoda. Este equipamento tinha o inconveniente de obrigar o mergulhador a manter-se em posição ereta, pois qualquer inclinação do casco não permitia a saída do ar que correspondia à entrada de água em seu interior, limitando a liberdade de movimentos.

1.2 A História do escafandro

Em 1837, August Siebe, como resultado de sua experiência anterior, criou o primeiro traje de mergulho completo e batizado com o nome de “diving-suit” (traje de mergulho). O novo equipamento era composto da união de traje e casco. O traje era confeccionado com lona cauchutada³ de grande resistência e o casco era feito de cobre, com três vigias circulares (uma dianteira e duas laterais), que permitiam ao mergulhador um amplo campo de visão. O ar penetrava pela parte superior, de forma similar aos modelos anteriores.



Figura1-8 Roupa de lona e do escafandro modelo “August Siebe”
Historical Diving Society - EUA

A retirada do ar expirado se realizava por meio de uma válvula localizada ao lado do casco. O ajuste do equipamento era feito por meio de uma arandela situada na parte superior do traje, próximo ao pescoço do mergulhador, que ao unir-se à base do casco por um sistema de meia volta a pressão, transformava em uma única peça.

O escafandro de Siebe foi um sucesso, sendo adotado pelas marinhas militares de muitos países, assim como pelos mergulhadores profissionais da época.

Entre tantos dados históricos, merece fazer menção dos acontecimentos que, mesmo não guardando relação direta com o invento de novos equipamentos de mergulhos, entraram diretamente na história da navegação submarina. Trata-se dos inventos dos espanhóis Narciso Monturiol e Issac Peral e Caballero. O primeiro inventou um submarino que batizou como Ictíneo “O Barco Peixe”, criado em 1859 e posteriormente melhorado em 1864”. Sua utilização no mar deu excelentes resultados, mas, devido ao desinteresse das autoridades da época, acabou sendo abandonado. Também acabou sendo

³ Constituir a banda de rodagem de (o pneumático), aplicando-lhe uma camada de borracha.

abandonado o submarino de Issac Peral e Caballero, apesar de ter melhorado notavelmente o modelo de seu compatriota Montouriol, incorporando um inédito sistema de propulsão elétrica durante a imersão, o que lhe permitiu uma maior capacidade de tonelagem e um melhor desenho.

Após a invenção do escafandro fechado por August Siebe em 1837, a exploração do fundo do mar ganhou, literalmente, fôlego. Por mais de 100 anos o escafandro tradicional sofreu pouquíssimas modificações e foi a principal ferramenta de trabalho dos mergulhadores.

O escafandro é provavelmente a imagem mais fácil de ser associada à exploração submarina e pode ainda ser encontrado em uso até os dias de hoje.



Figuras 1-9 e 1-10
Modelo de escafandro MARK V
Historical Diving Society - EUA

Apesar do peso, da pouca mobilidade (devido ao umbilical que fornecia ar a partir da superfície) e da visibilidade limitada, o uso do escafandro permitiu a realização de façanhas simplesmente inacreditáveis ao longo dos tempos.

Em 1885, por exemplo, o mergulhador Alexander Lambert resgatou sozinho meio milhão de dólares em moedas de ouro de uma sala forte do naufrágio do Alfonso XII a 50

m, embora isto tenha custado a Lambert uma aposentadoria precoce graças a doença descompressiva.

Em 1890, arquitetos descobriram que a Abadia de Westminster (Inglaterra) estava prestes a ruir devido a infiltração de água em suas fundações. Construída no século VII, a catedral era um monumento histórico e era inaceitável perdê-la. A única saída era utilizar mergulhadores para instalar apoios nas fundações, um trabalho gigantesco para a época.

O surpreendente é que a tarefa foi realizada por um único homem, William Walker, entre 1906 e 1911. Durante seis anos Walker mergulhou com seu escafandro 6 horas por dia em visibilidade zero para escavar 235 poços e instalar os reforços a 8 m de profundidade.

No início do século acidentes com mergulhadores se tornavam cada vez mais graves e frequentes devido a um mal que poucos compreendiam: a doença descompressiva. Em 1906 o almirantado inglês decidiu criar um comitê para investigar o problema, nomeando o professor John Scott Haldane como seu líder. Haldane atacou os problemas do mergulho de forma científica e introduziu diversos novos equipamentos, como câmaras de descompressão e compressores mais eficientes. Mas ele é lembrado até hoje por ter criado o conceito de descompressão em estágios e as tabelas de descompressão. As tabelas sofreram diversas modificações durante este século, mas suas teorias são utilizadas até hoje, inclusive nos modernos computadores de mergulho, na Inglaterra é comum a expressão "Modelo Haldaniano" para designar tais tabelas.

O grande público começou a ter contato com o mundo submarino em 1916, quando estreou nos EUA o filme 20.000 Léguas submarinas. A maioria das pessoas que assistiram ao clássico de 1954, produzidos pelos estúdios Disney, nem imaginavam que aquela é a segunda versão para o cinema da obra de Júlio Verne. Quase 40 anos antes os irmãos Williamson utilizaram escafandros para produzir a primeira versão, mostrando cenas submarinas nunca antes vistas. Como as caixas estanques ainda não haviam sido inventadas, os Williamson criaram a fotosfera, uma esfera submersa para abrigar a câmara, ligada por um longo tubo à superfície que permitia ao operador subir e descer.

Apesar do grande interesse do público, quando o transatlântico Laurentic afundou durante a primeira guerra mundial carregando mais de 25 milhões de dólares em barras de

ouro, a marinha inglesa foi obrigada a iniciar uma operação altamente secreta para não chamar a atenção dos alemães. Entre 1917 e 1924 os mergulhadores da “Royal Navy” recuperaram praticamente toda carga do interior do naufrágio a 36 m de profundidade.

Os mergulhadores utilizavam o escafandro para executar trabalhos no mar, em pontes, portos, rios, naufrágios e em qualquer outro lugar onde houvesse água, mas apesar da evolução, a profundidade máxima ainda era limitada. Alguns mergulhadores chegaram a descer mais de 100 m com este tipo de equipamento e respirando ar, mas a narcose pelo nitrogênio praticamente impedia a execução de trabalhos mais complexos em profundidades além dos 30m.



Figura 1-11 Trabalho com Escafandro
Historical Diving Society - EUA

Várias idéias surgiram nas primeiras décadas do século XX para romper esta barreira e uma das mais interessantes era a roupa blindada. A princípio a idéia era simples: construir uma roupa que mantivesse o mergulhador a pressão atmosférica (evitando a narcose e a descompressão) e permitisse sua movimentação através de juntas flexíveis (como um micro-submarino com braços e pernas). Em 1913 já existia um modelo operacional, denominado roupa de “Neufeldt-Khunke”, que chegou a ser utilizada com sucesso em alguns resgates. Infelizmente estas roupas apresentavam problemas, pois devido ao aumento da profundidade, a pressão “travava” as juntas e impedia que o mergulhador se mexesse.

O impulso que faltava para o desenvolvimento do mergulho profundo veio da marinha dos Estados Unidos da América após a perda do submarino S-4 e toda a sua tripulação a 31 m. A revolta da opinião pública ao saber que a equipe de salvamento era capaz de se comunicar com os sobreviventes a bordo do submarino, mas não tinha como resgatá-los foi tanta que a marinha decidiu formar um grupo de especialistas com o

objetivo de aumentar a profundidade máxima de trabalho das equipes de resgate. Entre outros projetos, o grupo começou a trabalhar na utilização de hélio nas misturas respiratórias para diminuir o efeito da narcose.

Praticamente ao mesmo tempo, o Dr. Edgar End investigava o mesmo assunto com o auxílio de dois amigos, Max Gene Nohl e John D. Craig. Após diversos testes em câmara e o cancelamento de uma expedição ao naufrágio do Lusitania (95 m), em 1937 eles se sentiam prontos para tentar superar os recordes de profundidade da época. Utilizando um escafandro desenhado por ele mesmo e que parecia mais um farol que um equipamento de mergulho, Nohl atingiu a marca de 128 m. O escafandro funcionava de modo autônomo com dois cilindros de mistura respiratória e só era ligado à superfície por um cabo guia e pela linha de comunicação.

Mas a prova final de que o hélio era uma alternativa viável para o problema da narcose só veio em 1939 com o afundamento de outro submarino americano. O Squalus submergiu sem fechar uma válvula e, com a água invadindo o submarino, os tripulantes não tiveram tempo de escapar e foram obrigados a refugiar-se nos compartimentos não alagados. Dos 59 tripulantes, 33 sobreviveram e ficaram presos a 75 m de profundidade.

O Squalus foi localizado rapidamente e em poucas horas um navio de resgate estava em posição. A idéia era utilizar um novo sino de mergulho que podia se acoplar em uma das escotilhas do submarino, funcionando como um elevador para trazer os tripulantes de volta à superfície. No entanto, era preciso fixar um cabo guia ao submarino. Os mergulhadores tentaram fixar o cabo diversas vezes, mas a narcose e o frio impediam que eles completassem a missão. Com o tempo se esgotando, a equipe tomou uma decisão: enviar um homem ao fundo utilizando um equipamento experimental e uma mistura à base de hélio. Em poucos minutos o mergulhador prendeu o cabo e após 12 viagens do sino, os 33 sobreviventes foram resgatados. Nas semanas seguintes, a marinha realizou mais de 100 mergulhos utilizando hélio para trazer o Squalus de volta à tona na operação de salvatagem mais profunda até então. A "embriaguez das profundezas" não era mais uma barreira para a exploração do fundo do mar.

Durante a segunda guerra o escafandro clássico continuou a ser utilizado, mas a necessidade de equipamentos mais simples e com mais mobilidade obrigou os beligerantes a aprimorar sua tecnologia. Os alemães desenvolveram o "rebreather", que era um equipamento que reciclava parcial ou totalmente o gás exalado pelos

mergulhadores, aproveitando esse mesmo gás nas próximas inspirações. Embora a tecnologia do Rebreather não fosse nova, pois em 1680 Giovanni Borelli⁴ já mencionava um equipamento de circuito fechado, e em 1726 houvesse registros de tais equipamentos sendo utilizados para o salvamento de trabalhadores de minas na Itália⁵, foi durante a segunda guerra que seu uso foi aperfeiçoado para operações militares anfíbias, tanto por alemães quanto por ingleses, japoneses e italianos.

Os rebreathers eram equipamentos mais complexos que os de circuito aberto e empregados quase que exclusivamente nas operações de salvamento e combate militar, pois não foram considerados seguros para uso em mergulhos recreativos, bem como os efeitos da toxicidade pelo oxigênio em profundidades maiores que 10 m limitava a aplicação deste tipo de equipamento.



Figura 1-12 Modelo inicial de rebreather

Era preciso encontrar uma forma de libertar os mergulhadores e, embora diversos pioneiros tenham demonstrado soluções para o problema durante a década de 30, foi preciso esperar até 1943 para que dois franceses, Jacques-Yves Cousteau e Emile Gagnan cortassem de forma definitiva os umbilicais, criando o Aqualung e dando início a um novo capítulo da história do mergulho.

⁴ Giovanni Borelli – Il mergulgio in mare di Trento.

⁵ Corriere de La Sera.

1.3 O Desenvolvimento do Mergulho Autônomo

As tentativas de dotar o homem de maior autonomia debaixo da água se sucederam e alcançaram cada vez maiores profundidades, quando começaram a surgir os problemas provocados pelas variações de pressão as quais eram submetidos os mergulhadores. Os males causados pela exposição a pressões elevadas eram verdadeiros pesadelos para o mergulho de então. Tentando encontrar uma solução para estes problemas, as investigações se orientaram para um aparelho que facilitasse a regulação automática do suprimento de ar e que ao mesmo tempo pudesse liberar o mergulhador do cordão umbilical da superfície.

Aqueles cientistas que tinham consciência dos problemas que atormentavam o mergulhador continuavam sem levar em conta que o homem se movia na água em um meio 800 vezes mais denso que o ar e insistiam em fazer o mergulhador caminhar ereto, arrastando sapatos de chumbo.

Por fim, o tão esperado acontecimento se produziu por obra de um oficial da marinha francesa e um engenheiro: Auguste Denayrouse e Benoit Rouquayrol, ambos em colaboração, conceberam um aparelho que deram o nome de “aerófago” (portador de ar) que pela primeira vez regulava automaticamente o suprimento de ar e liberava o mergulhador da dependência da superfície.

O aparato era simples e propiciou o surgimento do moderno regulador de pressão. Sem dúvida, este invento foi de extrema importância na época e por suas conseqüências posteriores, possibilitou a utilização do princípio da membrana equilibradora, representando assim o primeiro passo para o regulador automático de pressões.

Tal aparelho foi pouco utilizado, já que sua autonomia era muito limitada e por não dispor de visor adequado. O mergulhador, uma vez submerso ficava praticamente sem visão.

Em 1925, outro inventor francês, marinheiro de profissão e apelidado Le Prieur, desenhou um novo aparato, baseado no equipamento de Denayrouse y Rouquayrol, que melhorou sensivelmente o modelo. Este aparelho era dotado, pela primeira vez, de uma garrafa de aço carregada a aproximadamente 22,05 PSI, mas sua capacidade era muito limitada pois não passava de 6,5 litros.

O regulador era acoplado sobre a garrafa e tinha duas câmaras: uma de pressão ambiente pela qual penetrava a água e outra de baixa pressão; entre ambas as câmaras eram ajustada uma membrana que fazia o papel de equilibrador de pressão, da qual saía o tubo de suprimento de ar. O aparelho tinha um manômetro que facilitava ao mergulhador um suprimento de ar adicional, quando o regulador não enviava o suficiente. Para solucionar a falta de um visor, pela primeira vez se utilizou um sistema de visão submarina por meio de uma grande máscara facial, por cuja borda inferior era expelido o ar expirado.

Porém, este aparelho não chegou a satisfazer todas as esperanças que se haviam depositado, pois o fato de não dispor de um controle do consumo de ar, presumia um desperdício que limitava de grande maneira sua autonomia, reduzida a aproximadamente quinze minutos, a profundidades não superiores a 15 m. Nas provas de profundidades maiores, entretanto, realizadas com este aparelho, foi atingido satisfatoriamente os 50 m de profundidade.

Indubitavelmente foi dado um importante passo, com a liberação do mergulhador do cordão umbilical da superfície, livrando-o da claustrofóbica sensação dos escafandros clássicos, até então utilizados. Tal avanço propiciou também o conhecimento de alguns itens de segurança que anos mais tarde seriam consagrados para as atividades de mergulho.

Apenas um pequeno, mas importante detalhe não fora ainda satisfeito: melhorar o deslocamento do mergulhador embaixo d'água, liberando-o da posição ereta e dos pesados e incômodos sapatos de chumbo.

Oito anos depois do invento de Le Prieur, um outro compatriota, marinheiro de profissão, apresentou ao alto comando da Marinha Militar Francesa, um par de nadadeiras de borracha e, mesmo que aquela demonstração não tenha causado nenhuma sensação, no transcorrer dos anos, foi reconhecido o valor do invento de Luis de Corlieu.

Em 1937, na costa francesa do Mediterrâneo, foi testado um dos primeiros cilindros de ar comprimido, no qual o mergulhador regulava manualmente o fornecimento do ar, abrindo e fechando uma válvula.

Em 1943, outro francês chamado George Commheines realizou a primeira prova de um equipamento de sua invenção que melhorava sensivelmente o aparato de Le Prieur.

Foi testado nas águas de Marselha e obteve êxito ao alcançar os 35 m de profundidade. Paralelamente aos trabalhos de Commheines, no mesmo ano de 1943, foi constatado um feito histórico na evolução do mergulho: uma equipe, também composta por um marinheiro e um engenheiro deu os últimos toques e se dispôs a submeter a prova o aparato que era considerado a solução dos problemas sofridos por várias gerações de exploradores subaquáticos. A equipe era composta pelo engenheiro Emile Gagnam, e pelo marinheiro Jacques Ives Cousteau, além de um voluntário que provaria o aparato, o jovem desportista Frédéric Dumas.

O acontecimento teve lugar numa manhã do mês de julho de 1943, na Costa Azul francesa. De uma forma discreta, aparentemente sem importância, Dumas conseguiu alcançar os 63 m de profundidade, coroando de êxito a experiência.



Figura 1-13 Modelo de “Aqualung”

O equipamento Cousteau-Gagnam foi denominado “Aqualung”, baseava-se nos predecessores de Denayrouse e Rouquayrol e Le Prieur, e continha um sistema da membrana equilibradora de pressão, melhorando sensivelmente seu conceito. Todo o processo e regulação de pressões realizava-se em um corpo único de regulador, composto por três câmaras: de alta, baixa e pressão ambiente. Apresentava, ainda, uma grande novidade, pois o circuito respiratório se desenvolvia praticamente todo através do regulador. O regulador tinha incorporado dois tubos traqueais: um de admissão e outro de expulsão de ar que ia desde o bocal até a câmara de pressão ambiente, de onde saía o ar para o exterior. Tal sistema facilitava a respiração tornando-a bastante cômoda até

profundidades aceitáveis, que não eram atingidas até então. Outra vantagem do novo aparelho era a autonomia proporcionada pelos três cilindros de aço. O "aqualung", também conhecido como scuba (self-contained underwater breathing apparatus), se tornou disponível comercialmente em 1946.

1.4 A última fronteira do mergulho

Anos depois Jacques Cousteau, junto com Dumas e Philippe Tellez, criaram o “Groupe de Recherches Sous-marines”, que posteriormente se denominaria “Grouped’Etudes de Recherches Sous-marines (GERS)”, e a bordo de um caça-minas inglês da época da 2ª guerra, pesando 360 toneladas, com 42 m de comprimento, batizado de Calypso e convertido em barco oceanográfico percorreram todos os mares do globo, apontando inúmeros descobrimentos científicos e recuperando grande quantidade de sítios arqueológicos.

A grande aventura dos descobrimentos submarinos havia ganhado um significativo impulso e depois, tudo seria uma sucessão de fatos e descobrimentos. Homens da ciência passaram a se interessar pelas grandes profundidades. O primeiro deles foi o professor Auguste Piccard, cientista suíço que como Halley se cansou de procurar a aventura nas grandes escaladas, preferindo conquistar as inóspitas profundidades.

Em 1948, Piccard junto com o físico belga Max-Cossyns, construiu a primeira nave de investigação abissal, a qual denominaram Batiscafo (ou nave das profundidades) e cujas siglas eram FRNS-2, que correspondiam à fundação belga patrocinadora. Sua primeira imersão se realizou nas águas das ilhas Cabo Verde, chegando aos 1800 m. Ainda que a profundidade alcançada fosse importante para aquela época, a nave acusou certas deficiências de construções que depois foram corrigidas no modelo seguinte. Graças a colaboração de Jacques Cousteau e de Tilliez, a nova nave, denominada FNRS-3, desceu em 1953, nas águas de Marselha, a uma profundidade de 1550 m, cota que seria ultrapassada dias depois, alcançado os 2.100 m. A mesma nave chegaria aos 4.050 m três anos depois, em águas de Dakar.

Mas não terminaram aí as tentativas do inquieto professor Piccard, pois imediatamente se colocou a trabalhar no projeto de uma nova nave submersível cujas primeiras provas realizou em agosto de 1953, com resultados plenamente satisfatórios; no

mês seguinte, tripulado por seu filho Jacques, alcançaria os 1800 m e três dias depois, pai e filho desceram aos 3150 m; a imersão se realizou nas águas do mar Adriático, em um ponto situado a 80 km da ilha de Ponza.

Enquanto isso, a equipe de Cousteau trabalhava no projeto de um submersível, mesmo que menos ambiciosa da realizada pelo Prof. Piccard, não por isso era menos útil; naquele momento somente estavam interessados na exploração da plataforma continental. Em seu projeto também participaria um velho colaborador de Cousteau, o engenheiro Emile Gagnan, enquanto a construção seria dirigida pelo engenheiro francês do CFRS, Jean Mollard. A primeira prova desta pequena e, como depois se mostraria, utilíssima nave submersível, realizou-se em 1957 nas águas do Mediterrâneo, mas, por causa de uma falha em um dos cabos de amarração, ao ser colocada na água se soltou, caindo ao fundo de 1.000 m, e, ainda que não tenha sido projetada pela tal profundidade, com grande surpresa para seus construtores, ao ser recuperada, pode-se observar que apenas havia sofrido danos em sua estrutura principal; isso serviu para que continuassem com o projeto e construção de uma segunda nave submarina, que seria denominada de *La soucoupe plongeante* (disco mergulhador) D S-2, tendo sido batizada com o nome de Denise; dispunha de uma autonomia de 24 horas e a lotação era de dois homens. Sua primeira prova se realizou em águas da plataforma continental de Porto Rico, em 1959, sendo tripulada por Albert Falcó e Jean Mollard, operação que resultou em pleno êxito. Meses depois, na baía de Ajaccio (ilha da Córsega), também tripulada por Falcó e Cousteau, alcançariam os 300 m de profundidade máxima para que havia sido construída. Posteriormente, este aparelho seria utilizado numa infinidade de ocasiões durante as jornadas do Calypso.

1.5 Os limites humanos

A medida em que os cientistas continuavam a trabalhar e construir submersíveis capazes de alcançar maiores profundidades, o interesse pelos recordes de profundidade seja em apnéia (pulmão livre), seja por escafandro autônomo, começa a ter mais adeptos. No que diz respeito ao mergulho livre (apnéia) e sem que se tenha a remontar aos antigos pescadores de esponjas e corais, se dispõe de dados mais recentes, ainda que um pouco contraditórios. Das imersões dos mergulhadores gregos, alguns autores mencionam apenas um deles (Scotti Geris) a 60,95 m em 1913, outros escritores referem apenas ao seu

compatriota Starki Hasikel em 1918, que descendo para liberar uma âncora engatada aos 80 m de profundidade, para cuja tarefa se serviu de uma simples pedra como contrapeso. Ambas as façanhas, se considerarmos a forma em que foram realizadas, são dignas de menção, mas, sem dúvida, é a última a que se pode qualificar de marca não superada, pois enquanto atualmente já tenha ultrapassado os 130 m em apnéia, devemos considerar que aquele mergulhador carecia dos meios e conhecimentos disponíveis aos mergulhadores de hoje, os quais, ainda que possuindo os meios e conhecimentos atuais, demoraram mais de vinte anos para poder superar a marca de Hasikel.

Foi a partir do ano de 1949, que começaram as primeiras tentativas de recordes em apnéia, quando o italiano Raimondo Bucher, alcançou os 30 m, batendo aos 39 m três anos mais tarde; o também italiano Alberto Novelli, em 1953, obteve a marca dos 41 m, que outro italiano, Anerio Santarelli, superaria em 1960, atingindo os 60 m.

Também os mergulhadores autônomos desejavam conhecer o limite de suas possibilidades e a equipe de Cousteau inicia, em 1946, uma série de provas, sendo que, em uma delas, na profundidade de 120 m, pereceria um dos membros de sua equipe, o contramestre M. Farques. Dois anos mais tarde, Frédéric Dumas desceu aos 93 m, deixando esta cota como limite para o mergulho autônomo; todavia, seria um espanhol, o catalão Eduardo Admetlla, que no ano de 1957, equipado com um equipamento autônomo “Nemrod” e com carga de ar comprimido, alcançaria as águas de Cartagena aos 100 m de profundidade, recorde jamais superado com esta classe de equipamento. Ainda que dois anos mais tarde a equipe formada pelos italianos Falcó, Novelli e Olgiani obtivesse a marca de 130 m, fizeram em condições técnicas superiores ao espanhol Admetlla, já que para esta prova utilizaram um regulador desenhado por Novelli, de características muito melhores que o do tipo “standard” utilizado por Admetlla.

Os êxitos de Piccard e Cousteau serviram de incentivo para que os técnicos e cientistas de outros países também se interessassem pela conquista das profundidades. Os norte-americanos, sempre abertos a qualquer novidade, captaram o professor Piccard e, em colaboração com a “U.S. Navy”, este começou uma série de experiências com o batiscafo Trieste, que em 1960, tripulado pelo filho do professor e um tenente da marinha americana, submergiram na Fossa das Marianas, alcançando a impressionante profundidade de 10.916 metros.

Apesar de todo o avanço científico, sobretudo quando se desenvolve em um ambiente que não é habitual ao homem, algumas conseqüências decorrentes da adaptação ao meio foram constatadas, problemas que não eram novos, já que começaram a aparecer nos primeiros tempos do mergulho com ar comprimido; o considerável aumento da autonomia dos equipamentos e o desejo de ampliar cada vez, fizeram com que alguns cientistas dedicassem seus estudos a busca de soluções àqueles problemas. Entre eles, cabe destacar o então jovem professor suíço Hans Keller, que, junto com o Dr. Albert Bühlmann, utilizando uma mistura de gases que haviam concebido, desceram várias vezes, durante os anos de 1959 e 1960, a profundidades de 120 m em diversos lagos suíços, inclusive atingindo, em uma ocasião, os 155 m, com a utilização de equipamento de mergulho autônomo. Com misturas similares, Keller submeteu-se a uma pressão equivalente a 25 atmosferas (250 m) em uma câmara hiperbárica da marinha francesa em Tulon. Os problemas do nitrogênio, principal inimigo do mergulhador, começaram a ser investigados com técnicas mais avançadas, tais como reduzir a concentração de oxigênio em benefício do nitrogênio ou substituir o nitrogênio por hélio ou por hidrogênio. Todavia, apesar de todas as imersões com equipamento autônomo, inclusive com alguma dessas misturas gasosas, não superaram os 70 m naqueles tempos, ainda que considerada a marca de 130 m atingida, em 1945, pelo mergulhador sueco Zatterström, utilizando uma mistura de oxigênio, nitrogênio e hidrogênio, uma vez que, lamentavelmente, perdeu a vida nesta tentativa.

O Prof. Keller continuou suas experiências e, em 1962, desceu nas águas da Califórnia a 300 m, tripulando uma cápsula submergível, da qual efetuou uma saída e procedeu algumas evoluções em seu redor durante vários minutos, utilizando uma mistura de gases de sua invenção, baseadas em suas experiências anteriores.

No mesmo ano de 1962, a equipe de Cousteau põe em marcha a operação “Precontinente I”, dedicada a estudar o comportamento do homem alojado em uma casa submarina situada a 10 m de profundidade. Esta experiência que resultou em êxito, foi protagonizada por Albert Falcó e Claude Wesley, os quais permaneciam submersos ininterruptamente durante uma semana, realizando freqüentes saídas às cotas mais profundas. O resultado desta operação animaria Cousteau a por em prática, no ano seguinte, outra de maior alcance, a “Precontinente II”, elegendo para esta experiência as águas do mar Vermelho. A operação consistiu em criar uma pequena colônia submarina, composta de três habitações submarinas. A primeira unidade, fundeada a 10 m, era o

principal abrigo dos aquanautas; a segunda unidade, situada ao lado da primeira, era a garagem do “disco mergulhador”, enquanto que a terceira, a 26 m, era ocupada somente pelos homens e servia de base para as operações de maior profundidade. Esta pequena colônia, que foi habitada por um mês ininterruptamente, tornou pública a adaptabilidade do homem a estas circunstâncias.

Durante este tempo, cientistas da marinha americana trabalharam em um projeto semelhante, no ano de 1964, nas águas da Califórnia, conhecida como operação “Sealab I”, na qual quatro pessoas permaneceram, com êxito, durante 11 dias a uma profundidade de 58 metros.

O êxito dessas operações animaria seus realizadores a buscar metas mais ambiciosas e, enquanto uma parte de Cousteau prepara a operação “Precontinente III”, os norte-americanos trabalharam paralelamente na “Sealab II”; curiosamente, ambas operações se realizariam de forma convergente em data similar, e seu desenvolvimento iria produzir um acontecimento histórico. No mês de setembro de 1965, data de ambas as operações, enquanto os americanos se encontravam em sua habitação submarina nas águas de La Joya (Califórnia), a 62 m de profundidade, os franceses se achavam a 100 m nas águas do Mediterrâneo; a distância entre os “habitats” era de 11.000 km, mas, pelos progressos da ciência, puderam estabelecer entre ambos uma conversa telefônica, entre Philip Cousteau e Scott Carpenter. Depois deste experimento se chegou à conclusão de que o homem, devidamente treinado e com equipamento apropriado, providos com os meios que a ciência e tecnologia moderna conquistou, pode realizar debaixo d’água qualquer atividade que normalmente realiza em seu ambiente natural. Certo que ainda encontramos limites que consideram estar próximos aos 300 m, mas, também é certo que, por muitos progressos que a ciência possa conseguir, existe um fato que coloca uma barreira intransponível, o de que para sobreviver o homem necessita respirar na atmosfera, isso significa que, qualquer mistura gasosa, não bastaria para que nossos pulmões ventilassem a profundidade maior que 500 m (60 atmosferas).

Entretanto, Cousteau não havia abandonado o desenho e construção de novos submersíveis e lançou três novas versões, cuja referência numérica corresponde aos metros que podiam alcançar: o SP-350, o SP-1200 e o SP-3000. Depois das experiências da chamada operações “Precontinent” e ante os problemas que constataram com os chamados cabos de segurança que uniam as habitações submarinas com a superfície e através dos quais se recebia a energia necessária, projetou e começou a construir um

submarino de imersão profunda, totalmente autônoma, capaz de uma autonomia de 400 milhas e uma profundidade de 600 m. O submarino estava projetado para poder pousar em qualquer lugar do fundo e servir de base para saídas dos mergulhadores, mas, lamentavelmente, este projeto tão ambicioso e tão interessante não passou de sua etapa inicial de construção, por falta de suporte financeiro. O curioso é que, apesar de tanto progresso científico e tecnológico, o homem continua desafiando o mar e a profundidade por seus próprios meios naturais, e os mergulhadores em apnéia seguem obtendo marcas e recordes. A marca de Santarelli foi superada por Enzo Maiorca que alcançou os 53 m no ano de 1964, depois de outras marcas anteriores, e que por um breve período superara o polinésio Tetake Williams, com 59 m; esta marca foi superada por outro grande nome da apnéia, o francês Jacques Mayol, nascido em Shangai, que alcançou a marca de 60,358 m em 1965. A partir deste momento e somente com um breve parêntesis dos três recordes obtidos pelo americano Robert Crof que, depois dos 64,616 m, chegaria aos 73,150 m, a briga maior era restrita entre Mayol e Maiorca; Mayol seria o primeiro a alcançar os 100 m, proeza que obteve em 1977, se bem que Maiorca chegaria muito perto dessa marca; Mayol conseguiu atingir os 110 m anos mais tarde.

Isto demonstra que, apesar de todo o desenvolvimento técnico e científico, o homem, utilizando suas próprias faculdades físicas, continuará conservando suas melhores qualidades físicas e naturais e colocará a prova, uma ou outra vez, em busca da superação de seus limites.

Este relato da evolução do mergulho por meio do tempo demonstra o esforço do homem realizado através dos séculos, para conquistar os fundos marinhos, esforços que, como todos os avanços científicos, durante os últimos trinta anos, adquiriu um ritmo vertiginoso; com os avanços tecnológicos e científicos, não havendo barreiras que possam limitar o gênio criador do homem. Ainda assim, as fronteiras que no momento nos impõem o meio marinho, parece que até certo ponto são insuperáveis e provavelmente será muito difícil ultrapassá-las, pois pensar em recorrer à cirurgia para transformar um homem em um semipeixe, nos parece um tanto monstruoso.

Os êxitos atuais e os meios que um futuro próximo poderá oferecer, cabe pensar que a aventura submarina está apenas começando, pois as perspectivas que se abrem diante de nossos olhos, atônitos diante de tanto progresso, são inimagináveis. E, talvez, todas as fantasias que temos visto em tantas publicações de ficção científica sobre cidades submersas, grandes fazendas submarinas, etc., nos façam pensar que, dadas as

possibilidades da ciência do futuro, em espaço de tempo não muito longe, possam ser realidades e com elas o sonho de tantas gerações. Seria, então, quando se poderia produzir o curioso fenômeno do retorno do homem às fontes de sua origem, o mar.

1.6 Mergulho no Corpo de Bombeiros

Os antecedentes históricos da atividade de mergulho no Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo são imprecisos e pouco registrados. Nos primeiros anos da corporação quando os bombeiros eram requisitados para buscar pessoas afogadas, muitas vezes utilizavam-se apenas de equipamentos como rede de arrasto de pescadores ou garatéias, (gancho de metal ligado a uma corda), com os quais vasculhavam o fundo dos muitos rios e lagoas existentes, nas cercanias da cidade de São Paulo, tentando encontrar as vítimas. Não raras vezes tal procedimento mutilava os corpos das vítimas e provocava danos maiores que o próprio acidente, trazendo assim conseqüências desagradáveis. Quando havia necessidade de mergulhar e possibilidades mínimas de fazê-lo, os primeiros bombeiros do salvamento executavam mergulhos livres, em alguns casos sem ter, ao menos, máscara ou nadadeiras para auxiliá-los.

Por tudo isso, a década de 1960 pode ser considerada como marco inicial das atividades de mergulho do Corpo de Bombeiros no Estado de São Paulo, pois em agosto de 1964 foi iniciado o primeiro curso de técnicas de mergulho, destinado a formar mergulhadores pertencentes à 4ª Companhia de Salvamento, localizada no quartel de bombeiros do bairro do Cambuci, onde foram centralizados os profissionais exclusivamente de busca e salvamento.

Em 32 de março de 1965 dezessete praças e dois oficiais foram treinados para utilizarem os equipamentos e dotados de conhecimentos técnicos de mergulho disponíveis na época, realizando a primeira preparação adequada para efetuar buscas e atender ocorrências de pesquisa de afogados, além de toda a sorte de acidentes no meio líquido.

Os pioneiros, dentre eles o legendário Coronel PM Hélio Barbosa Caldas e o valoroso Coronel PM José Carnecina Martins, deram início ao aprimoramento das técnicas e ao desenvolvimento de equipamentos, adaptando-os à realidade do serviço de bombeiros. A grande quantidade de rios, lagos e represas nas quais os destemidos bombeiros tinham que exercer sua nova atividade possuía condições extremamente

críticas, como a total falta de visibilidade e a ausência de meios de comunicação com a superfície, fatores que sem dúvida dificultaram a adaptação. Assim sendo, o pioneirismo daqueles bombeiros foi responsável pelo desenvolvimento do mergulho na corporação e pela adoção, desde o início, de uma postura extremamente técnica e profissional no trato com as questões subaquáticas. A partir de meados da década de 1970, quando houve um significativo desenvolvimento do Corpo de Bombeiros e um expressivo crescimento das atividades de salvamento, os oficiais e praças passaram a freqüentar os cursos de mergulho autônomo e de escafandrista da Marinha do Brasil, realizando assim um proveitoso intercâmbio com aquela corporação.

Nessa época toda instrução de mergulho foi centralizada no antigo Quartel do Cambuci que passou a ser denominado 1º Grupamento de Busca e Salvamento (1º GBS), sendo em seguida descentralizada para algumas unidades localizadas no interior do Estado.

No início da década de 1990 os cursos de mergulho passaram a ser coordenados pelo Centro de Ensino e Instrução de Bombeiros, e realizados de forma descentralizada por todas unidades operacionais do Corpo de Bombeiros. Também foi nessa época que a Marinha do Brasil passou a homologar os mergulhadores formados pelo Corpo de Bombeiros, reconhecendo o centro de ensino e instrução como escola formadora de mergulhadores, confirmando as condições técnicas e os equipamentos utilizados na formação daqueles profissionais.

Hoje temos o uso do cão, não para mergulhar, mas para auxiliar o mergulhador, pois quando treinado é capaz de farejar odores provenientes dos gases da decomposição do ser humano; estudos já foram realizados e foi provado cientificamente tal fato. Unidades Operacionais do interior já estão usando tal recurso com sucesso. E o cão auxiliando e poupando nosso mergulhador, dando assim mais segurança à atividade subaquática.

CAPÍTULO 2

2.1 Princípios básicos da física

Mergulhar não é somente equipar-se e cheio de coragem saltar na água para cumprir uma missão árdua, o mais difícil é o treinamento, as aulas, os estudos necessários e o constante aperfeiçoamento. Não basta resistência e força, a perspicácia e o respeito às nossas limitações são condições essenciais à sobrevivência.

No mergulho não estamos participando de um jogo, mas as regras e leis não podem ser quebradas, aqui, diferente de outras atividades no mundo, o cometimento de um deslize custará nossa própria vida ou a de um companheiro.

Física, química, biologia, bioquímica, meteorologia, ecologia e outras ciências são necessárias a um bom mergulhador, aquele que se preocupa consigo próprio, com sua equipe e com a faina a ser desenvolvida.

2.2 O Planeta em que vivemos

Nosso planeta tem uma superfície aproximada de 510.000.000 Km². Desse total, quase 70% (310.000.000 Km²) é coberto por água com uma extensão muito irregular, pois as terras emersas os dividem em uma série de bacias que se comunicam entre si. As cinco maiores, que separam continentes inteiros, são chamadas de oceanos: Atlântico, Pacífico, Índico, Ártico e Antártico. As bacias menores, bem mais numerosas, denominam-se mares e são circundadas em boa parte pelos continentes ou por grupos de ilhas, interligando-se entre si, com os oceanos apenas em alguns pontos.

Sob o olhar de um observador do espaço o planeta Terra deveria ser rebatizado de planeta água, pois nenhum outro mundo conhecido apresenta uma camada brilhante de água que cobre mais de 2/3 de sua superfície.

Além de elemento indispensável aos organismos vivos, a água proporciona uma série de benefícios ao homem, servindo-lhe, ao longo da história da humanidade, como meio de transporte, força motriz e fonte de apoio à agricultura.

Sendo assim tão especial, a água é tida por alguns pesquisadores como responsável pelo surgimento e desenvolvimento da vida. Tanto é verdade que a porcentagem de água nos seres vivos e nos alimentos é impressionante. Por exemplo: no tomate 95%; no leite, 87%; na batata, 75%; no milho, 70%; no sapo, 78%; na galinha, 74%; no peixe, 67%; e, finalmente no ser humano, 65%.

Essa característica de seu organismo apresentar uma consistência de mais da metade de água, possibilita ao homem suportar grandes pressões atmosféricas, permitindo executar mergulhos a grandes profundidades, como mostraremos adiante.

2.3 A atmosfera

Vista do espaço, a Terra parece como uma esfera de coloração azul brilhante. Esse efeito cromático é produzido pela dispersão da luz solar sobre a atmosfera, que nada mais é do que uma fina camada de gás que envolve o globo terrestre.

Por suas características, sabe-se que ela existe, sem contudo ser possível visualizá-la, mas sim, senti-la.

2.3.1 Estrutura vertical da atmosfera

Supõe-se que a atmosfera tenha cerca de 1.000 Km de espessura, com 99% de sua densidade concentrada na camada inferior (até 20 Km de altitude). Acima desse nível o ar torna-se rarefeito e perde a homogeneidade.

2.3.2 Composição da atmosfera

O ar, mistura gasosa que constitui a atmosfera, compõe-se principalmente de oxigênio e nitrogênio, contudo outros gases também estão presentes.

A análise de uma amostra de ar colhida ao nível do mar acusa, em média, a seguinte composição percentual (depois de eliminada sua umidade):

Gás	Porcentagem no volume	Partes por milhão (ppm)
Nitrogênio (N ₂)	78,084%	
Oxigênio (O ₂)	78,084%	
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,033%	
Argônio (Ar)	0,0934%	
Neônio (Ne)		18,18%
Hélio (He)		5,24 %
Criptônio (Kr)		1,14%
Xenônio (Xe)		0,08
Hidrogênio (H ₂)		0,5%
Metano (CH ₄)		2,0%
Óxido Nitroso (N ₂ O)		0,5

Tabela 2-1 Representação dos gases presentes no ar atmosférico

Para efeitos didáticos dos assuntos abordados neste manual, consideraremos a composição da atmosfera com: **79%** de **Nitrogênio** e **21%** de **Oxigênio**, desprezando as porcentagens dos outros gases.

2.3.3 Pressão atmosférica

O ar pesa! Essa afirmativa, embora pareça absurda, encontra respaldo científico. Cientistas conseguiram provar que 1 litro de ar, ao nível do mar, pesa em torno de 1.293 gramas. Dessa forma, as camadas mais inferiores da atmosfera (próximas à terra), são comprimidas pelas superiores. Se considerarmos portanto, uma pilha de moléculas de ar, sobrepostas umas às outras, as que estiverem mais abaixo sofrerão uma pressão maior do que as de cima.

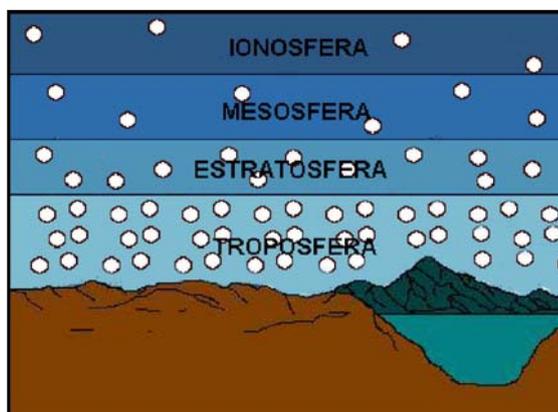


Figura 2-1 Representação das camadas da atmosfera

É por isso que ao nível do mar a pressão atmosférica é maior do que nas grandes altitudes. Se o ar tem peso e está apoiado sobre tudo o que existe, esta pressão recebe o nome de **pressão atmosférica**. Ela atua portanto em todos os corpos que estão na superfície da Terra e em todas as direções.

Assim como usamos a unidade metro para medir comprimento, o litro para medir volume, Torricelli usou a unidade atmosfera para medir a pressão atmosférica. Para medir a pressão fora d'água usa-se o barômetro, já quando estamos submersos usamos o profundímetro (que converte a pressão hidrostática em profundidade-metros ou pés), e para sabermos a pressão interna do cilindro é usado o manômetro.

2.4 Grandezas e unidades de medidas físicas

As partes constitutivas da Física são as grandezas pelas quais as leis são expressas, e dentro dessas grandezas, são necessárias unidades que as representem. Exemplificando:

Grandezas físicas: o tempo; o comprimento; a pressão; o volume; a temperatura; etc.

Unidades físicas: o minuto; o metro; o bar; o litro; os graus Celsius; etc.

2.4.1 Equivalências físicas

Pressão_: é definida como a razão entre a força que atua perpendicularmente sobre a superfície e a área dessa superfície; no caso do mergulho, é a força que age sobre a superfície de um corpo imerso num fluido qualquer. Dessa forma, está diretamente relacionada com a distância vertical (altura do corpo em relação à superfície do fluido).

A unidade que mede a pressão é a atmosfera. Ela corresponde ao peso que a massa de ar exerce sobre a superfície, e pela experiência de Torricelli ficou comprovado que a pressão atmosférica, ao nível do mar, é igual a 1Kgf/cm^2 .

Uma coluna de água, que tenha 10,33m de altura, por uma seção de 1 cm^2 , corresponde exatamente ao peso de $1033,6\text{ g/cm}^2$, ou seja, aproximadamente $1,033\text{ Kgf/cm}^2$.

$$760\text{mm Hg} = 1,033 \text{ Kgf/cm}^2 = 10,33 \text{ mca} = 14,7 \text{ lpo}^2 \text{ (PSI)} = 1\text{bar} = 1 \text{ atm}$$

2.4.2 Pressão hidrostática e pressão absoluta

A pressão hidrostática é aquela originada pelo peso da massa de ar na superfície, ou seja, 1 atm. Como 1 atm corresponde a 10 metros de coluna de água, podemos afirmar que a cada 10 metros de água que colocamos sobre nossas cabeças é como se recebêssemos o peso correspondente a mais uma atmosfera.

A pressão absoluta portanto é a somatória da pressão hidrostática mais a pressão adicional, provocada pela coluna de água. Dessa forma a cada 10 metros que uma pessoa mergulhar, ela sofrerá um aumento de 1 atmosfera de pressão.

Por exemplo: Se um mergulhador executar um mergulho a 30 metros de profundidade ele estará sujeito a uma pressão absoluta de 4 atmosferas absolutas, ou 4 ATAs.

$$\text{ATA} = (\text{profundidade convertida em pressão do mergulho}) + 1 \text{ ATM}$$

Profundidade (metros/pés)	Pressão atmosférica	Pressão absoluta
0 m / 0 pés	1 atmosfera	1 ata ou (14,7 psi)
10 m / 33 pés	+ 1 atmosfera	2 ata ou (29,4 psi)
20 m / 66 pés	+ 1 atmosfera	3 ata ou (44,1 psi)
30 m / 99 pés	+ 1 atmosfera	4 ata ou (58,8 psi)

Tabela 2-2 Correspondência entre profundidade e pressão absoluta

2.5 Flutuabilidade

Por que determinados objetos afundam e outros não? Observe esse fato, colocando num recipiente contendo água, objetos como: bolinhas de gude, rolhas de garrafas, pequenos pedaços de madeira e tecido, de imediato, as bolinhas de gude irão ao fundo, as

rolhas permanecerão na superfície, e os pedaços de madeira e tecido poderão apresentar um comportamento neutro ficando a meia água.

Esse fenômeno é explicado pela massa específica de cada material, densidade desses materiais e do líquido, e do princípio de Arquimede que veremos mais adiante.

2.5.1 Massa específica e densidade

A massa específica de um corpo é a relação da sua massa com o seu volume (M/V), e sua densidade é a relação de sua massa específica com a da água, tomada em uma temperatura padrão de 4° C.

Densidade de um corpo é relação entre sua massa e o seu volume.

Quando dizemos que o mercúrio é mais pesado que a água, ou melhor, mais denso que a água, na realidade queremos dizer que um certo volume de mercúrio é mais pesado que o mesmo volume de água.

Na tabela abaixo são indicadas as densidades de algumas substâncias:

Substância	Densidade
Madeira Pinho	0,3
Gasolina	0,67
Madeira Carvalho	0,7
Álcool	0,79
Água	1,0
Leite	1,02
Alumínio	2,7
Ferro	7,9
Prata	17,9
Ouro	19,3
Platina	21,4

Tabela 2-3 Comparação entre densidade de substâncias

2.5.2 Água doce e água salgada

Devido a propriedade da água conter sais e outros minerais diluídos, sua densidade é maior em relação a água doce, sendo necessário o uso demais lastro quando se mergulha na água salgada.

A água salgada tem a densidade = 1,027.

2.5.3 Empuxo

Quando você entra em um bote que flutua, o seu peso faz com que ele afunde mais na água. O fundo do bote, estando a maior profundidade, onde a pressão é maior, recebe agora uma força maior da água, de baixo para cima. Essa força é o empuxo da água.

2.5.4 Princípio de Arquimedes

“Todo corpo mergulhado num fluido recebe uma força (empuxo) de baixo para cima igual ao peso do volume do fluido deslocado” ou Lei do Empuxo.

Sendo assim, um navio vazio flutua pois, nessa condição o empuxo que está recebendo é maior que seu peso. À medida que vai sendo carregado ele imerge (afunda) mais e mais, até que a força de empuxo fique menor que seu peso e ele então afundará.

2.6 Teoria cinética dos gases

Todas as substâncias são feitas de partículas chamadas moléculas. O termo “cinética” indica a existência de movimento, portanto, essas moléculas se movem em todas as direções, e com velocidade de centenas de metros por segundo. Elas se chocam constantemente umas as outras e contra as paredes do vaso ou recipiente que as contém.

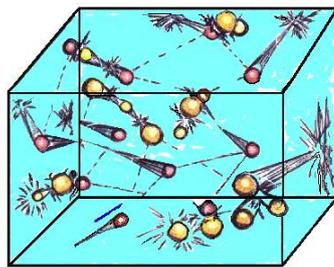


Figura 2-2 Representação do movimento das moléculas

2.6.1 Por que um gás exerce pressão ?

Todas as substâncias são feitas de partículas chamadas moléculas que a todo momento estão em movimento.

A direção e velocidade do movimento de cada molécula pode mudar abruptamente por consequência das colisões e, dessa forma, elas descreverão uma trajetória aleatória em zigue-zague de modo que, o número de moléculas que se movem numa direção seja sempre em média, igual ao número das que se movem em quaisquer direções.

Imagine um enxame de abelhas voando desordenadamente dentro de uma caixa. Elas se chocam continuamente contra as paredes e portanto exercem uma força (pressão) contra a caixa. Suponha que você possa reduzir o tamanho (volume) da caixa pela metade. Então cada abelha se chocaria contra as paredes duas vezes mais que anteriormente.

De modo idêntico, o choque continuado das moléculas de um gás causa a pressão do gás. Se você comprime as moléculas do gás em metade do espaço ocupado anteriormente, cada molécula vai se chocar com frequência dobrada. Isso portanto, dobrará a pressão.

2.6.2 As leis dos gases

O comportamento dos gases é afetado pela *pressão*, *volume* e *temperatura*, efeitos intimamente ligados entre si. Diversas regras, chamadas leis, descrevem o comportamento dos gases sob variadas condições, e são conhecidas pelo nome de seus formuladores.

2.6.3 Leis de Boyle e Mariotte

“Sob temperatura constante o volume de um gás é inversamente proporcional à pressão exercida sobre ele”.

Em outras palavras, se a pressão de um gás for dobrada, seu volume ficará reduzido à metade. Daí as expressões:

$$1) (P \times V = \text{Constante})$$

$$2) P1 \times V1 = P2 \times V2$$

Onde: P1 = pressão inicial, V1 = volume inicial, e

P2 = pressão final, V2 = volume final

Imagine uma bolha de ar de volume igual a 1 litro a 20 metros de profundidade. A medida que ela sobe, a pressão irá diminuindo. Seu volume irá aumentando até chegar a superfície quando a pressão será de 1 ATM.

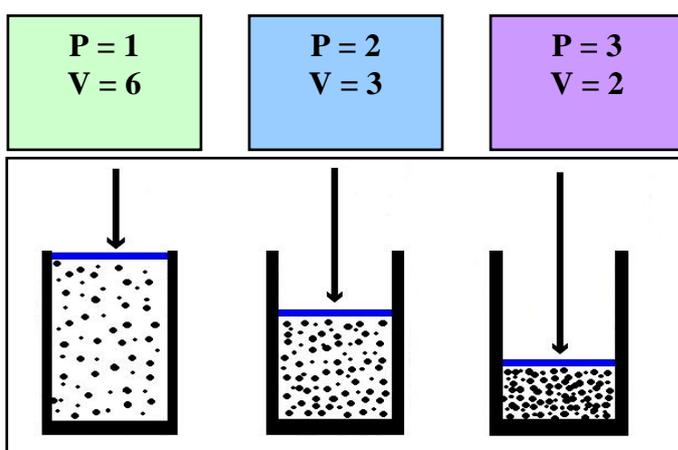


Figura 2-3 Representação do aumento da pressão e conseqüente diminuição do volume (Lei de Boyle)

Da mesma forma, um mergulhador que estiver a 20 metros de profundidade com 6 litros de ar nos seus pulmões, terá que exalar para subir porque o volume de 6 litros aumentarão para 18 litros na superfície e os alvéolos pulmonares não resistirão, rompendo-se, caracterizando um dos acidentes mais graves que pode vitimar o mergulhador.

2.6.4 Temperatura

No mergulho as escalas mais usadas são Celsius (°C) e Fahrenheit (°F).

Considerando que:

	ponto de solidificação da água	ponto de fusão da água
Escala Celsius	0 °C	100 °C
Escala Fahrenheit	-32 F	212 F
Escala kelvin	273 K	373 K

Tabela 2-4 Comparação entre escalas de temperatura

Torna-se necessário estabelecer uma relação entre as escalas, facilitando assim uma conversão que é dada pela fórmula:

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$$

2.6.5 Lei de Charles

“a pressão absoluta e o volume de um gás variam, cada um, diretamente com sua temperatura absoluta”.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{e} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

2.6.6 Equação geral dos gases

É fornecida com a combinação das Leis de Boyle e Charles.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Essa expressão tem efeito direto na operação de recarga dos cilindros de mergulho, por exemplo:

Um cilindro de mergulho, com 10 litros de volume é carregado a uma pressão de 149 atm, e a sua temperatura sobe a 127 °C. Que volume de ar será liberado para a atmosfera, quando a temperatura for de 27 °C ?

Resposta: se $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

P_1 = pressão absoluta correspondente a 149 atm = 149 + 1 = 150 ATA

P_2 = pressão absoluta correspondente à atmosférica = 0 + 1 = 1 ATA

T_1 = temperatura absoluta correspondente a 127° C = 127 + 273 = 400°

T_2 = temperatura absoluta correspondente a 27° C = 27 + 273 = 300°

V_1 = 10 litros

V_2 = ?

Calculando: $\frac{150 \times 10}{40} = \frac{1 \times V_2}{300}$

$$V2 = 1.125 \text{ litros}$$

2.6.7 Lei de Dalton ou lei das Misturas Gasosas

“a pressão total de uma mistura de gases é igual à soma das pressões parciais de cada gás que compõe essa mistura”.

$$\text{Demonstrando : } PT = Pp1 + Pp2 + Pp3 + \dots$$

Qual a pressão parcial de O₂ na mistura gasosa do ar a 50m de profundidade ?

$$Pt = \text{pressão total a 50m} > 6 \text{ ATA (5 atm + 1 atm)}$$

$$PpO_2 = 21\% \text{ da mistura} >$$

$$PpO_2 = 21\% \text{ de 6 ATA} >$$

$$PpO_2 = 1,26 \text{ ATA}$$

2.6.8 Lei de Henry

Todos nós já observamos o que acontece quando uma garrafa de refrigerante quente é aberta abruptamente. Imediatamente surgem bolhas. Se a temperatura do refrigerante estiver baixa, uma quantidade menor de bolhas surgirá, indicando que o gás dissolvido em seu conteúdo permanece lá.

“a quantidade de gás dissolvido em um líquido, a determinada temperatura, é diretamente proporcional à pressão parcial do gás”.

No exemplo do refrigerante, o gás (CO₂) dissolvido no líquido, se mantém lá enquanto a garrafa estiver fechada. Retirada a tampa há uma queda da pressão exercida sobre o líquido e o excesso de pressão do gás dissolvido causa a formação de bolhas. Se a pressão no interior for reduzida lentamente, o excesso de gás se difundirá gradualmente para fora do refrigerante e não haverá a formação de bolhas.

O mergulhador pode subir à superfície em segurança, se a sua subida for feita de maneira que o nitrogênio dissolvido em seu organismo seja liberado, gradativamente, através das trocas gasosas normais da respiração. Cada vez que um mergulhador não segue as regras ao subir à superfície, ele estará acumulando nitrogênio em seu corpo, podendo sofrer efeitos imediatos e também tardios (doença descompressiva).

CUIDADO: Para que o N_2 seja liberado sem deixar seqüelas (doença descompressiva) é extremamente importante respeitar:

- O tempo de limite não descompressivo para determinada profundidade,
- Os tempos limites para cada profundidade, quando realizar mergulhos descompressivos,
- Os tempos exigidos em cada parada de descompressão, e
- A velocidade de subida

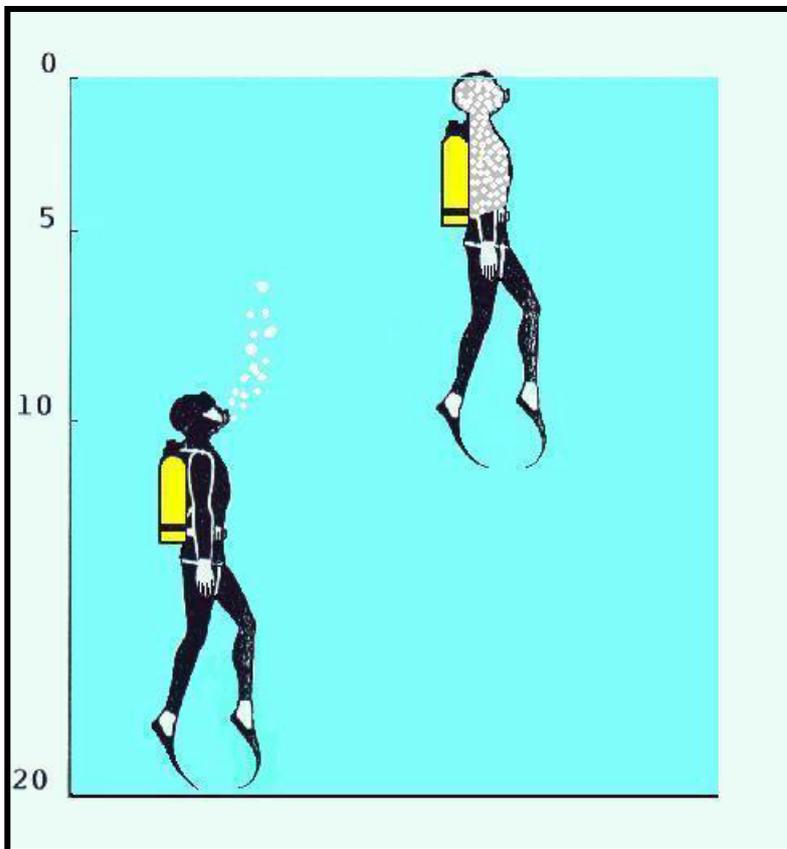


Figura 2-4 Demonstração do aumento do volume dos gases no corpo do mergulhador durante a

CAPÍTULO 3

3. Medicina e fisiologia do mergulho

3.1 Condições do ambiente subaquático

Como já vimos, o ser humano vive, por assim dizer, no fundo de um mar gasoso e na superfície de um mar líquido. Suporta nessa superfície uma pressão atmosférica de 1,033 Kg/cm² e a cada 10 metros de profundidade na água é como se outra pressão atmosférica se juntasse as preexistentes.

Aventurando-se nas incursões submarinas, o homem enfrenta condições adversas, para as quais, sua fisiologia não está preparada. Sua inteligência, contudo, possibilita-o vencê-las pelo uso de equipamentos por ele construídos. Alguns destes o mantém, mesmo nas profundidades oceânicas. Outros preparam-no para adaptar-se a reagir favoravelmente a grandes aumentos de pressão, mesmo assim o ser humano continua a sofrer os problemas que vamos agora estudar.

3.2 efeitos da pressão no organismo humano

Os efeitos da pressão no ser humano podem ser diretos ou indiretos. Os efeitos diretos ou primários são aqueles que resultam da ação mecânica da pressão sobre as células e espaços corporais. Suas conseqüências são o *barotrauma* e a *embolia traumática pelo ar*.

Os efeitos indiretos ou secundários são assim chamados, devido as alterações fisiológicas, produzidas em decorrência das pressões parciais dos gases absorvidos pelo organismo.

Podemos resumir na seqüência abaixo:

EFEITOS DA PRESSÃO NO ORGANISMO HUMANO	
DIRETOS	INDIRETOS
BAROTRAUMAS	BIOQUÍMICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Barotrauma de ouvido médio - Barotrauma de ouvido externo - Barotrauma dos seios da face - Barotrauma dos pulmões - Barotrauma total - Barotrauma facial ou de máscara - Barotrauma de roupa - Barotrauma dental - Bloqueio reverso 	<ul style="list-style-type: none"> - Narcose pelo nitrogênio - Intoxicação pelo oxigênio - Intoxicação pelo gás carbônico - Intoxicação por outros gases - Apagamento
	BIOFÍSICOS
EMBOLIA TRAUMÁTICA PELO AR	- Doença descompressiva

Tabela 3-1 – Efeitos da pressão no organismo.

3.3 Barotrauma

Do grego “baros”, cujo significado é pressão; barotrauma são os traumatismos causados pela pressão. É a lesão que sobrevêm da incapacidade do mergulhador de equilibrar as pressões entre um espaço aéreo e a pressão do meio ambiente e, no estudo do mergulho, são denominados em função do modo como ocorrem. Assim, são eles:

- a) barotrauma do ouvido médio;
- b) barotrauma do ouvido externo;
- c) barotrauma dos seios faciais;
- d) barotrauma dos pulmões;
- e) barotrauma total;
- f) barotrauma facial ou de máscara;
- g) barotrauma da roupa;
- h) barotrauma dental.

3.3.1 Barotrauma do ouvido médio

A característica desse acidente é que ocorre sempre na fase de descida do mergulhador, sendo a doença mais leve e freqüente nos mergulhos. À medida que aumenta a pressão exterior durante a descida, a membrana do tímpano sofre o efeito direto desse aumento, abaulando-se para dentro, podendo inclusive romper-se, caso o mergulhador não conseguir equilibrar as pressões por meio do envio forçado de ar através da tuba auditiva.

Quando o tímpano se rompe, o ouvido médio é invadido pela água e, se a temperatura desta for baixa, o mergulhador poderá apresentar, por irritação dos canais semicirculares, náuseas e vômitos, sendo acometido pela síndrome da desorientação espacial. Esse fenômeno é de curta duração e tão logo a temperatura da água se eleve, os sintomas desaparecem.

Quadro clínico

Dor no ouvido durante a descida, que normalmente cessa se o mergulho é interrompido e a pressão aliviada. Nos casos graves, quando há o rompimento da membrana timpânica, podem ocorrer hemorragias, náuseas, vômitos e tonteiras.

Tratamento

Para evitar o barotrauma do ouvido médio, o mergulhador deverá equilibrar as pressões, fazendo a compensação das cavidades aéreas do ouvido, por meio da manobra de “Valsalva”. Para os casos em que houve o rompimento do tímpano, não molhe mais o ouvido afetado, aplique curativos secos e procure um médico especialista.

Medidas profiláticas

Conhecer a mecânica que desencadeia o barotrauma do ouvido médio, bem como as manobras para equilibrar as pressões.

Não mergulhar resfriado, ou com as vias aéreas congestionadas.

Não prosseguir mergulhando, sem compensar os ouvidos.

Tímpano rompido

A ruptura da membrana timpânica requer tratamento médico especializado. Na grande maioria dos casos, o médico toma cuidados gerais para evitar uma infecção e

assegurar a permeabilidade das trompas, e apenas observa a cicatrização espontânea que se dá, normalmente, dentro de uma a três semanas. Caso contrário, se torna necessária a intervenção cirúrgica chamada de timpanoplastia. Esse acidente pode não deixar seqüelas, mas pode também causar diminuição da audição para determinadas frequências, devido a cicatriz que se forma no tímpano.

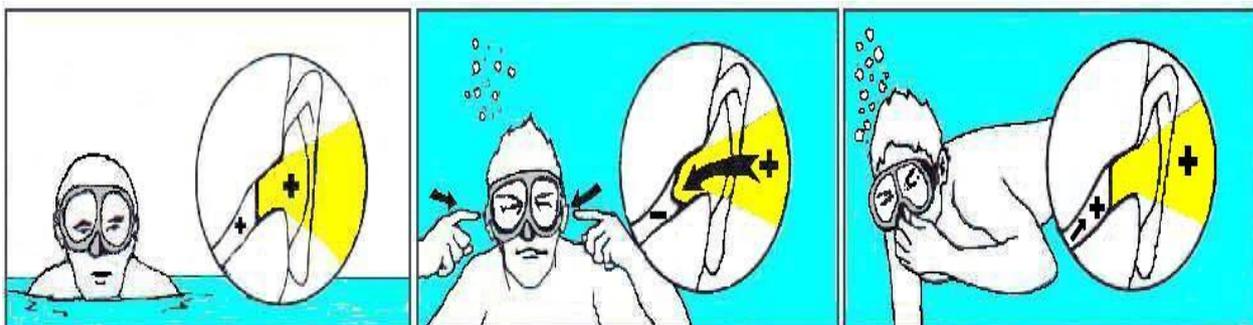


Figura 3-1

A 1ª gravura representa a situação do tímpano do mergulhador, quando na superfície.

A 2ª gravura representa a ocorrência de barotrauma de ouvido médio pela falta de equilíbrio das pressões, ou falta de manobra de compensação.

A 3ª gravura representa a realização da manobra compensadora de “Valsalva”.

3.3.2 Barotrauma de ouvido externo;

Ocorre pelo uso de tampões na orelha, rolha de cerúmen, ou o uso de gorros de neoprene muito justos, que acabam criando uma câmara fechada no ouvido externo. Nesse caso a membrana timpânica abaúla-se para fora, surgindo edemas e lesões hemorrágicas no conduto auditivo. Esse acidente tanto pode ocorrer na descida do mergulhador, como também na subida.

Medidas profiláticas

Não utilizar capuz apertado, manter limpos os condutos auditivos e, de forma nenhuma, usar tampões de nadadores durante o mergulho.

3.3.3 Barotrauma dos seios da face

Como os seios faciais se comunicam com a faringe por estreitas passagens, a obstrução de um desses circuitos por um processo inflamatório qualquer ou má formação

anatômica, impede o equilíbrio das pressões, criando uma região de baixa pressão no interior das cavidades ocas, produzindo uma sucção nas mucosas que as revestem.

Quadro clínico

Dor de intensidade crescente na face durante a descida, com alívio imediato se o mergulho é interrompido. Saída de secreção nasal com sangue. Áreas sinusiais dolorosas ao toque.

Tratamento

Não voltar a mergulhar até que o problema esteja resolvido. Utilização de medicamentos descongestionantes e analgésicos, sob orientação médica.

Medidas profiláticas

Evite mergulhar com infecção das vias aéreas. Inspeção médica, pois a repetição desse acidente pode transformar-se em sinusite crônica.

3.3.4 Barotrauma dos pulmões ou torácico

Como foi demonstrado pela Lei de Boyle, a pressão e o volume são valores inversamente proporcionais, isto é, quando um aumenta o outro diminui. Dessa forma, à medida que o mergulhador vai descendo, a pressão aumenta consideravelmente e, por consequência, os pulmões vão-se comprimindo, reduzindo seu volume.

A partir de um determinado ponto (quando se atinge o limite do volume residual), a flexibilidade da caixa torácica impede, aos pulmões continuarem reduzindo seu volume e se o mergulhador prosseguir, haverá uma congestão e passagem de transudato (líquido que extravasa de uma membrana ou vaso sanguíneo) para o interior dos alvéolos e finalmente edema agudo de pulmão.

Quadro clínico

Sensação de opressão ou dor no tórax durante a descida. Falta de ar ou tosse no retorno à superfície. Secreção mucosanguinolenta. Acidente mais comum na prática do mergulho livre.

Tratamento

Trazer o mergulhador à superfície, interrompendo a atividade. Adotar uma posição que facilite a saída de secreções. Ministrando oxigênio. Aplicar respiração artificial, se necessário.

Medidas profiláticas

Conhecer a mecânica que o desencadeia e estar atento para seu limite individual no mergulho livre.

3.3.5 Barotrauma total

Só ocorre quando são utilizados equipamentos dependentes, rígidos e que formam espaços preenchidos com ar. Se a pressão no interior da roupa cair bruscamente (aumento brusco da profundidade ou interrupção no fornecimento de ar) a pressão exterior aumentada atua no corpo do mergulhador, podendo em casos extremos, comprimi-lo em direção aos espaços internos do equipamento.

3.3.6 Barotrauma facial ou de máscara

A pressão no interior da máscara facial deverá ser mantida em equilíbrio com a pressão exterior. A não equalização entre essas pressões ou a queda da pressão no interior fará com que a máscara se transforme em uma ventosa de sucção atingindo a face propriamente dita e os tecidos moles, como globos oculares e capilares nasais.

Quadro clínico

O mergulhador acusa a sensação de sucção durante o mergulho. Na superfície geralmente são constatados edemas, equimoses faciais, sangramento pelo nariz, hemorragia do globo ocular (casos graves) e nas conjuntivas.

Tratamento

Compressas geladas, sedativos e analgésicos. Se houver sangramento nos olhos, procurar um médico especialista.

3.3.7 Barotrauma de roupa

Dobras na roupa de neoprene mal ajustadas ao corpo podem transformar-se em câmaras aéreas sem possibilidade de se equilibrar as pressões. Nesses casos podem ocorrer equimoses, sem maiores conseqüências.

3.3.8 Barotrauma dental

Obturações mal feitas, sem o devido preenchimento total do canal, podem levar à formação de espaços aéreos impossíveis de se equilibrar as pressões. Dor muito forte ocorrerá durante a descida e o tempo todo em que o mergulhador permanecer sob pressão. O problema só será resolvido após consulta a um especialista.

3.3.9 Bloqueio reverso:

Embora não conste da tabela anteriormente apresentada, o bloqueio reverso é também considerado um tipo de barotrauma de ouvido médio. Ocorre na subida do mergulhador e é provocado pelo uso de descongestionantes, cujo efeito venha a terminar, gradativamente, durante o mergulho. Nesse caso a redução da pressão que ocorre à medida da subida do mergulhador não pode ser equalizada devido a obstruções do conduto auditivo, por secreções, provocando o abaulamento do tímpano para fora.

Tratamento:

Se isso acontecer, desça alguns metros e retorne a subir lentamente fazendo flexões laterais com o pescoço na tentativa de realizar a desobstrução do conduto auditivo.

Medidas profiláticas:

Descarte o uso de descongestionantes antes do mergulho.

3.4 Embolia traumática pelo ar

Também chamada de ETA, ocorre quando o mergulhador tendo inspirado ar em um equipamento de mergulho em profundidades maiores que a superfície, retorna a mesma sem o exalar. Esse efeito é provocado pela Lei de Boyle, pois à medida que a pressão externa diminui, o volume de ar no interior dos pulmões aumenta. Como os pulmões têm uma elasticidade limitada, poderá haver uma hiperdistensão alveolar e, em casos extremos, poderão romper-se, criando bolhas de ar na corrente sanguínea.

Após o surgimento da hiperdistensão podemos ter choque reflexo (sem ruptura), pneumotórax sem embolia, e finalmente, a embolia pelo ar, cujo quadro é o mais grave.

Assim como todos os tipos de barotrauma, a ETA pode ocorrer com uma variação pequena de pressão (baixas profundidades), principalmente se estivermos próximos da superfície, havendo registros desse tipo de acidente com variações de menos de 3 metros. É de evolução rápida e deve ser atendido prontamente.

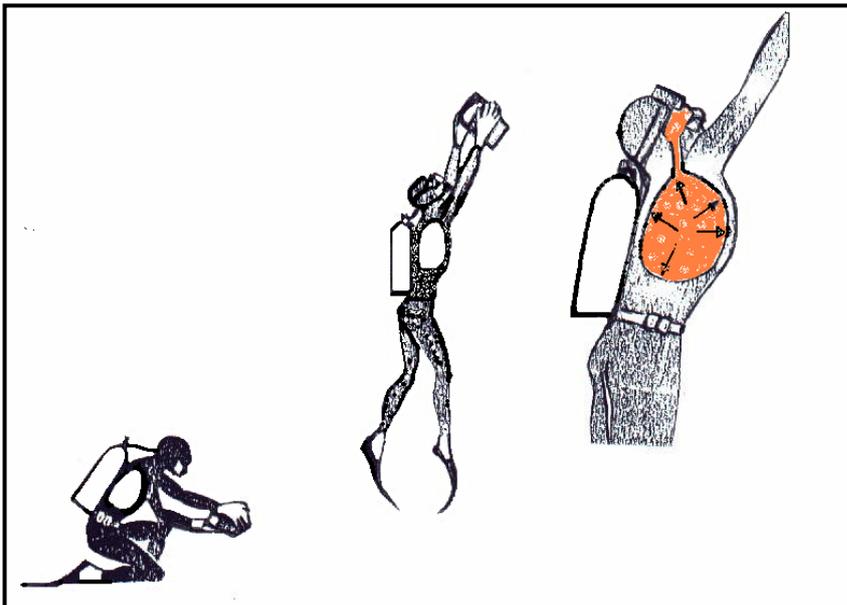
Outra característica importante é que esse acidente não ocorre no mergulho livre, pois os pulmões do mergulhador ao iniciar a subida em direção à superfície, não poderão conter volume de ar superior ao que tinham ao iniciar o mergulho. A exceção fica para o caso do mergulhador que executa o mergulho livre e, quando em profundidades maiores que a superfície, respira ar de um equipamento de mergulho qualquer (cilindro de ar, mangueira de ar, sino de mergulho, etc). Ao voltar à superfície, se não exalar totalmente o ar de seus pulmões, a embolia fatalmente irá se manifestar.

Quadro clínico

- Desencadeia-se subitamente;
- Desconforto ou dor no tórax
- Tonteiras, fraquezas nas extremidades, paralisias (casos moderados);
- Espuma sanguinolenta pelas vias respiratórias;
- Convulsões;
- Parada respiratória;
- Choque.

Tratamento

- Deitar o mergulhador em decúbito lateral esquerdo, com a cabeça mais baixa que o corpo.
- Ministrando oxigênio;
- Respiração artificial, se necessário;
- Recomprimir o mergulhador em câmara hiperbárica, sob supervisão médica.



A hiperdistensão pulmonar vai ser mais grave em razão da profundidade em que se encontra o mergulhador.

Figura 3-2 Demonstra a seqüência de eventos de uma ETA. Ela sempre ocorrerá, quando o mergulhador, tendo respirado ar no fundo, não exalar durante a subida

IMPORTANTE - Se um mergulhador chega a superfície inconsciente ou perde a consciência logo em seguida, parte-se do princípio de que se trata de ETA e todas as providências devem ser tomadas com urgência.

Medidas profiláticas

- Seleção cuidadosa do pessoal com atenção para problemas do aparelho respiratório;
- Treinamento intensivo e supervisionado da manobra de subida livre;
- Não exceder a velocidade de subida de 0,5 (meio) pé por segundo;
- Conhecimento da mecânica do acidente.

3.5 Doença descompressiva

Conhecida desde o século passado, a doença descompressiva ganhou fama aterrorizante e uma série de apelidos entre os mergulhadores. Os primeiros relatos da enfermidade surgiram por volta de 1870, atingindo trabalhadores de minas que utilizavam caixas pressurizadas para permitir que trabalhassem secos em leitos de rios, tanto é que ela foi chamada por algum tempo, como “mal dos caixões”.

Já no início do século 20, o fisiologista escocês, Dr John Scott Haldane criava as primeiras tabelas de mergulho, permitindo que integrantes da marinha inglesa fizessem incursões de até 60 metros de profundidade sem conseqüências descompressivas.

Etiopatogenia

Por definição, doença descompressiva ou DD, é um quadro de múltiplas manifestações, devido a formação de bolhas no sistema circulatório e em alguns tecidos, ocasionados pela descompressão após a exposição a pressões barométricas acima do normal.

Pelo enunciado da Lei de Henry, a quantidade de um gás que se dissolve em um líquido a determinada temperatura, é proporcional a pressão parcial do gás; dessa forma, quando um mergulhador se submete a um ambiente em que a pressão é superior à atmosférica, a quantidade de gás (principalmente o nitrogênio) dissolvida nos seus tecidos aumenta na mesma proporção. Quando começamos a subir de retorno à superfície, a pressão diminui e o gás vai ficando menos solúvel podendo haver a formação de bolhas.

Assim, se há, cerca de 1 litro de nitrogênio na pressão atmosférica, dissolvido em nossos tecidos e sangue, podemos esperar uma dissolução de cerca de 5 litros quando a

pressão for cinco vezes maior. Quanto mais descemos, mais gás sob pressão respiramos. O nitrogênio é absorvido pela respiração, daí para os alvéolos, para o sangue e para os tecidos. A forma com que o nitrogênio é distribuído pelo corpo envolve três fatores: **difusão, perfusão e afinidade.**

1. Difusão:

É a tendência de um gás passar de uma área de maior concentração para uma área de menor concentração, em razão de uma diferença de pressão. Em outras palavras, se um mergulhador ficar muito tempo numa determinada profundidade, seu corpo irá se saturar de nitrogênio.

2. Perfusão:

No nosso corpo, alguns tecidos recebem muito sangue, enquanto outros recebem pouco. Isso é uma característica de cada tecido. Na medida em que o nitrogênio está dissolvido no sangue, cada tecido vai receber uma carga de N₂ trazida pelo próprio sangue. Por exemplo: tecidos mais perfundidos, como os tecidos nervosos, recebem mais nitrogênio do que tecidos menos perfundidos como os ossos.

3. Afinidade:

É a qualidade que certos tecidos possuem de absorver o nitrogênio com menor ou maior facilidade. Isto é basicamente dado pela quantidade de gordura e água nos tecidos. Não conclua daí que a obesidade, por si só, é um fator de risco para a DD.

Fatores predisponentes

Podemos dividir os fatores predisponentes para a ocorrência da DD, naqueles relacionados com a saúde e estado físico do mergulhador, e nos proporcionados por condutas inadequadas ou má utilização de equipamentos.

1. Relacionados com a saúde e estado físico do mergulhador:

- trauma ou contusão anterior ao mergulho;
- estado de sonolência;
- fadiga ou tensão exagerada;
- estado gripal infeccioso ou convalescência;
- má hidratação, anterior e posterior ao mergulho.

Considerado por alguns pesquisadores como fator predisponente, a obesidade não aumenta o risco de DD, mas, potencialmente, pode influenciar de modo negativo o

aparecimento de manifestações mais graves da doença, quando atinge o sistema nervoso central.

Outros fatores a serem considerados:

- a medida em que envelhecemos, nossa circulação e hidratação dos tecidos são menores, bem como aumenta a proporção de gordura na coluna vertebral;
- o tabagismo deve ser evitado, pois eleva o nível de gorduras do sangue;
- o frio durante o mergulho além de torná-lo desconfortável, causa uma vasoconstrição na pele, diminuindo a circulação nesta área, o que irá retardar a eliminação do nitrogênio;
- drogas e medicamentos que alteram a função respiratória e circulatória devem ser evitados.

Quadro clínico

Metade dos casos de DD manifesta-se dentro dos primeiros 30 minutos após o término do mergulho; 80% dos casos, na primeira hora; e 95% dentro das primeiras 6 horas, já terá apresentado algum sintoma da doença.

O quadro clínico pode ser agrupado de acordo com as manifestações abaixo;

- cutâneas;
- articulares (*bends*);
- cardiorespiratórias (*chokes*);
- neurológicas.

Gravidade e sintomas

Quanto a gravidade pode ser classificada em:

- **Tipo I (DD I):** Chamada também de leve ou *bends*, a DD I é caracterizada basicamente por dores (articulares ou musculares), por prurido ou sensação “estranha” na pele e por inchaço de gânglio linfático;

- **Tipo II (DD II):** Mais grave que o anterior, freqüentemente produz seqüelas. Pode ser subdividida em dois ramos:

- **Cardiorespiratórios:** devido embolia gasosa da artéria pulmonar, manifestam se por uma sensação aguda de sufocação (*chokes*), falta de ar, dificuldade inspiratória,

sudorese abundante, respiração superficial, dor torácica, “batedeira” no peito, e com a evolução do quadro, cianose, arritmia cardíaca e choque;

• **Neurológicos:** decorrem do comprometimento do sistema nervoso central, no nível cerebral ou espinhal. Manifestam-se por formigamento, perda da sensibilidade, impotência funcional de extremidades, perda da força muscular, paralisia de membros inferiores, ou sensação “estranha de moleza nas pernas”. Quando atinge o nível cerebral podem se manifestar como dor de cabeça, tonturas, alterações do comportamento, convulsões e perda da consciência. As vertigens podem ser acompanhadas de vômitos, zumbidos e dores provocadas por sons comuns.

Tratamento

O tratamento clínico da DD baseia-se no manual da marinha americana, que determina que para qualquer forma de manifestação, a DD deve ser tratada com recompressão em câmaras hiperbáricas.

O tratamento emergencial da DD inclui uma série de procedimentos:

- forneça oxigênio;
- mantenha a vítima deitada na posição de coma;
- mantenha a vítima o mais confortável possível;
- se a vítima estiver consciente e sem problemas urinários, ofereça líquidos isotônicos;
- transporte à vítima para um hospital que possua recursos de medicina hiperbárica.

IMPORTANTE - Estudos apontam que 65% das vítimas de DD que receberam oxigênio no atendimento emergencial acabavam sem sintomas e muitas vezes sem tratamento em câmara hiperbárica.

CUIDADO - Nunca tente recomprimir a vítima na água.

Além de extremamente penoso para o acidentado, poderá agravar a situação.

3.6 Narcose pelo nitrogênio

Similar à embriaguez alcoólica, e por isso também chamada de “embriaguez das profundezas”, a narcose pelo nitrogênio é um tipo de acidente de mergulho provocado pelo aumento da pressão parcial dos gases componentes de uma mistura gasosa, em especial o nitrogênio, impregnando o sistema nervoso central.

As alterações comportamentais provocadas são tão intensas, que o mergulhador perde a capacidade de cumprir tarefas e despreocupa-se totalmente com os perigos que o cercam, podendo caminhar, se persistirem suas atitudes incoerentes, para uma provável morte por afogamento.

Itiopatogênia

Embora não reaja bioquimicamente com os tecidos, o nitrogênio tem mais afinidade pelo tecido gorduroso. Está comprovado que ele se dissolve cinco vezes mais na gordura do que na água, sendo assim, pode-se deduzir que quanto maior e mais espessa a camada gordurosa, maior a susceptibilidade do tecido em absorvê-lo.

Por ser uma síndrome de manifestações difusas do sistema nervoso central, ou seja, sem sinais de localização, varia muito em função dos seguintes fatores:

- profundidade;
- suscetibilidade individual;
- tipo de mistura gasosa empregada;
- velocidade de descida;
- tipo de atividade física do mergulhador.

Quadro clínico

As manifestações são divididas em: psíquicas, sensoriais e motoras.

1. Psíquicas:

- euforia;
- sensação de bem estar;
- alteração do temperamento;
- alongamento do tempo de reação;
- dificuldade em cumprir ordens;

- indiferença ao meio ambiente; etc.

2. Sensoriais:

- alteração na discriminação auditiva;
- alterações visuais no contraste de fundo;
- sensação (falsa) de aumento da acuidade visual e auditiva;
- redução da capacidade visual e auditiva.

3. Motoras:

- alteração na destreza manual;
- deterioração dos movimentos coordenados;
- pequena paralisia da musculatura facial;
- iteratividade;
- perda do tônus muscular.

De modo geral, os sintomas começam a aparecer após os 30 metros de profundidade, e agravam-se à medida que a pressão aumenta, conforme demonstra o quadro abaixo:

PROFUNDIDADE (metros)	SINAIS E SINTOMAS
30 a 60	Alterações da destreza manual, euforia, cabeça leve.
60 a 90	Reflexos diminuídos, alterações na associação de idéias e na discriminação auditiva
90 a 120	Progressiva depressão do sensório, com alucinações visuais e auditivas, estado depressivo, perda da memória
Acima dos 120	Inconsciência.

Tabela 3-2 Indicação dos sintomas apresentados pelo mergulhador devido a de narcose

Tratamento

A remoção do mergulhador da profundidade em questão afasta rapidamente os sintomas. Raramente permanece alguma consequência mais duradoura que justifique cuidados especializados.

Medidas profiláticas

Podemos destacar as seguintes medidas para se evitar a ocorrência desse mal:

- Seleção criteriosa dos mergulhadores não suscetíveis aos efeitos do nitrogênio sob pressão;
- Treinamento adequado, objetivando o reconhecimento precoce e os procedimentos corretivos, caso venha a se manifestar;
- Rigoroso planejamento dos mergulhos, respeitando os limites de profundidade e equipamentos;
- Evitar o uso de medicamentos que possam potencializar os efeitos narcóticos do N₂, como por ex.: remédios contra enjôo, tranqüilizantes ou antialérgicos.

3.7 Intoxicação pelo oxigênio

O oxigênio, gás indispensável para a vida, se respirado a 100% e a pressões parciais elevadas, pode trazer uma série de consequências danosas e mesmo fatais para o homem. Sua atuação, nessas condições, afeta a sistema nervoso central e o aparelho respiratório. No SNC, produz uma série de desordens neurológicas e no nível respiratório, provoca uma “queimadura química” nos alvéolos pulmonares.

Fatores desencadeantes

- pressão parcial do oxigênio elevada;
- tempo de exposição;
- tolerância individual.

Quadro clínico

Podemos dividir esse item nos dois níveis de manifestação do problema: no SNC e no aparelho respiratório;

No sistema nervoso central

- Visão alterada; distúrbios conhecidos como visão de túnel;
- Audição: zumbidos e surdez progressiva;
- Náuseas;
- Tonteiras; sensação de cabeça vazia, oca;
- Irritabilidade; estado ansioso ou excitação incomum;
- Tremores musculares; lábios e músculos da face.

No aparelho respiratório

- Tosse descontrolada;
- Sensação de falta de ar;
- Ardência ou queimação no peito;
- Escarros sanguinolentos;
- Parada respiratória, em casos extremos.

Tratamento

A redução da pressão parcial do oxigênio afasta rapidamente os sintomas. Isso pode ser conseguido trazendo o mergulhador para profundidades menores, ou mudando a mistura respiratória nos mergulhos dependentes. Na persistência dos sintomas, a assistência médica deve ser procurada.

Medidas profiláticas

Teste de tolerância ao oxigênio, aplicado a candidatos aos cursos de mergulho e mesmo para mergulhadores em atividade;

Respeitar os limites da utilização do oxigênio nas misturas gasosas.

3.8 Intoxicação pelo gás carbônico

O gás carbônico, CO₂ ou Dióxido de Carbono está presente no ar atmosférico na porcentagem de 0,33%. No processo respiratório do homem, é resultado da metabolização do oxigênio nos tecidos, e pode aparecer ainda em porcentagens maiores, como elemento adicional presente na mistura gasosa.

Através do processo respiratório, os tecidos são supridos do oxigênio que necessitam e o gás carbônico é eliminado para o ar atmosférico. Na realidade esses dois gases estão em constante equilíbrio, isto é, ora um aumenta e o outro diminui e vice e versa. Esse mecanismo funciona simplificada da seguinte maneira: quando o teor de CO₂ se eleva no sangue, este se torna ácido e atua no centro respiratório existente no bulbo (na base do cérebro), que provocará uma necessidade de respirar, restabelecendo os valores adequados.

Sintomas

Quando por qualquer motivo a taxa de CO₂ aumentar, podem ocorrer graves conseqüências para o mergulhador, conforme representado abaixo:

- aumento até 2%: os sintomas são mínimos ou imperceptíveis;
- de 2 a 5 %: o mergulhador sente “sede de ar” e respiração cansativa;
- de 5 a 10%: perda da consciência, e risco de afogamento;
- de 10 a 15%: espasmos musculares, convulsões e morte.

Quadro clínico

Lembrando da lei das misturas gasosas, as porcentagens acima correspondem as pressões parciais, portanto porcentagens menores representarão o mesmo perigo para o mergulhador, com o aumento de profundidade.

De modo geral as queixas mais freqüentes são as seguintes:

- dor de cabeça;
- secura na boca;
- falta de ar;
- tontura;
- sudorese abundante;
- dor epigástrica;
- sensação de frio ou de calor;
- desorientação espacial;
- dificuldade na percepção das cores;
- aumento no tempo de reação;
- cianose;
- contrações musculares involuntárias.

Tratamento

Por serem os efeitos do CO₂ proporcionais à pressão parcial, ao aparecerem os primeiros sintomas, o mergulhador deve ser trazido à superfície e exposto ao ar fresco. Em quase 100% dos casos não há seqüelas. Pode persistir uma dor de cabeça incômoda, que cede em poucas horas.

Medidas profiláticas

Recomenda-se sempre checar o local e a forma como são recarregados os cilindros de ar. A qualidade da mistura gasosa é fundamental para evitar esse problema;

Adequar a atividade a ser executada dentro da sua capacidade física;

Se o mergulhador for pouco experiente, evitar mergulhos profundos ou com tempo de fundo superior a 15 minutos;

Dar preferência aos equipamentos que possuam pequeno espaço morto.

3.9 Intoxicação por outros gases

O ar que respiramos nos cilindros de mergulho, como já vimos, é uma mistura gasosa composta por vários gases. Nas porcentagens certas não precisamos nos preocupar muito com eles, pois já estudamos os efeitos do nitrogênio, do oxigênio e do gás carbônico. A ressalva a ser feita diz respeito às condições anormais de recargas de cilindros, onde por diversas razões, a mistura gasosa acaba tornando-se contaminada.

3.10 Monóxido de carbono (CO)

Esse gás é o resultado da combustão incompleta e pode aparecer facilmente na mistura respiratória devido a falta de cuidado na recarga dos cilindros ou operações com compressores.

Ele é incolor, inodoro e reage com a hemoglobina do sangue, impedindo-o de cumprir sua função normal de carregar o oxigênio para os tecidos.

Sintomas

Tonteiras e dor de cabeça;

Sensação de pressão interna no crânio;
Têmporas latejando;
Pele, unhas e os lábios tenderão a apresentar tonalidade avermelhada.

Tratamento

Trazer o mergulhador à superfície e ministrar oxigênio a 100%. Em casos graves, conduzi-lo a um hospital.

Medidas profiláticas

Atenção especial para as descargas dos motores a explosão, próximas da captação do ar a ser comprimido nos cilindros ou utilizado nos compressores.

3.11 Gás sulfídrico (H₂S)

Resultado de forte atuação de bactérias anaeróbicas (decomposição orgânica). Em baixas concentrações cheira a ovo podre, mas em concentrações maiores é inodoro e incolor. Assim como o CO, também reage com a hemoglobina do sangue. É encontrado em compartimentos fechados de naufrágios, ou qualquer bolsão com ar represado e não renovado, como cavernas subaquáticas.

Tratamento

O mesmo adotado para o monóxido de carbono.

Medidas profiláticas

Nunca respire sem o regulador no interior de naufrágios ou cavernas, a não ser que tenha certeza da boa qualidade do ar.

3.12 Apagamento

Conhecido também como “blackout”, o termo apagamento refere-se à possibilidade da perda de consciência durante o mergulho, transformando-se num dos maiores perigos na prática do mergulho livre. Decorre basicamente da hipóxia cerebral que se segue à drástica queda da pressão parcial do oxigênio durante a subida. Como é um efeito que não

apresenta sintomas prévios, o mergulhador não se dá conta do perigo e simplesmente “apaga”. Caso esteja mergulhando sozinho ou sem acompanhamento, o final é sempre trágico e a morte por afogamento é inevitável. O apagamento é o grande responsável por inúmeros acidentes fatais envolvendo praticantes de caça submarina.

Embora com menos frequência, pode ocorrer também na prática do mergulho autônomo. Nesse caso está relacionado ao equipamento respiratório ou padrão respiratório do mergulhador. Há casos relatados de perda de consciência por respirações curtas devidas a tensão ou estresse do mergulho, tentativas de economizar ar do cilindro ou a baixa temperatura da água. De qualquer forma o risco de afogamento é o mesmo.

Etiopatogenia

O centro respiratório, localizado no bulbo, depende do desequilíbrio do teor de oxigênio e dióxido de carbono para provocar uma necessidade vital de respirar. Quando praticamos a apnéia, isto é, a suspensão voluntária da respiração, o organismo vai consumindo o oxigênio e produzindo o CO₂, até que o nível desse gás esteja em valores tão alto, que somos obrigados a efetuar uma troca gasosa completa.

Durante o mergulho, com o aumento da profundidade, a pressão cresce proporcionalmente, e a pressão parcial dos gases também. Como o mergulhador acabou de provocar uma inspiração máxima, seu volume de CO₂ está baixo e o de oxigênio alto, e a sensação de bem estar proporcionada pelo aumento da pressão parcial do oxigênio é grande. À medida que o O₂ vai sendo consumido, cresce também a produção de CO₂, até que o mergulhador comece a sentir vontade de respirar, iniciando a subida à superfície. Como a pressão irá diminuir gradativamente, à medida que o mergulhador se aproxima da superfície, ocorrerá também uma queda na pressão parcial do oxigênio, causando o desmaio, e por conseqüência o afogamento.

Mergulhadores pouco experientes ou desavisados acreditam que podem prolongar seu tempo de apnéia recorrendo a prática da hiperventilação, que consiste em respirar acelerada e intensamente, até sentir uma discreta tonteira. Isso provoca uma redução drástica na taxa de CO₂, sem, no entanto, produzir um ganho real de oxigênio. O que ocorre na verdade é que a hiperventilação abaixa tanto o teor de CO₂, que o estímulo ao centro respiratório é retardado a um tal ponto, que o mergulhador irá consumir quase que a totalidade do oxigênio. Uma vez que baixos níveis de oxigênio não forçam uma demanda

poderosa para se reassumir a respiração, o nível de oxigênio do sangue pode alcançar um ponto no qual o mergulhador perde a consciência antes de sentir necessidade de respirar.

Quadro clínico

Ao recobrar a consciência, o mergulhador apagado, ainda submerso, irá reiniciar seu processo respiratório inspirando água, o que causará a morte por afogamento.

Tratamento

Semelhante ao quadro do afogado, com as manobras de RCP, oxigenoterapia de emergência na superfície. Permitir que vias respiratórias estejam fora da água quando o mergulhador reiniciar o processo respiratório.

Medidas profiláticas

- perfeito adestramento, tendo perfeita noção de seu tempo médio de apnéia;
- não efetuar a hiperventilação, ou fazê-la com moderação, no máximo de 3 a 5 respirações profundas;
- evitar o excesso de lastro;
- nunca mergulhar sem apoio de pessoal capaz de atuar em caso de emergências.

3.13 Hipoglicemia

É uma síndrome caracterizada por sintomas de estimulação do sistema nervoso simpático ou disfunção do SNC (Sistema nervoso central) provocada por um nível de glicose plasmática normalmente baixa, o qual apresenta muitas causas potenciais.

Se o potencial para desenvolvimento de uma deficiência profunda de glicose no SNC se desenvolver, a atividade dos centros cerebrais altos diminui para reduzir as necessidades energéticas do cérebro.

Se a hipoglicemia em uma vítima inconsciente não for rapidamente tratada, pode haver o desenvolvimento de convulsões e uma deficiência energética verdadeira para o cérebro, conduzindo a deficiências neurológicas irreversíveis ou a morte.

Quadro Clínico

São observados dois padrões distintos:

- Sudorese, nervosismo, tremor, tontura, palpitações e algumas vezes fome são denominados **sintomas adrenérgicos** e são atribuídos a um aumento na atividade simpática e liberação de adrenalina;

- Confusão, comportamento inadequado (que pode ser confundido com embriaguez), distúrbios visuais, estupor, coma e convulsões são **manifestações do SNC**. Coma hipoglicêmico está comumente associado com uma temperatura corpórea abaixo do normal.

Medidas profiláticas:

O mergulhador deverá estar bem alimentado.

Tratamento

Após a ocorrência da hipoglicemia o mergulhador deverá passar por consulta e realizar exames, se necessário.

CAPÍTULO 4

4.1 Comando da equipe de mergulho

Embora uma equipe de mergulho possa ter toda a perícia e equipamento a sua disposição, pode não ser capaz de vencer o desafio de executar uma operação de mergulho bem sucedida. Uma equipe pode fazer pouco sem uma sólida liderança. Basicamente o sucesso dos trabalhos depende dessa liderança.

Cada integrante da equipe de mergulho deve cuidar de várias funções. Nesse conjunto de ações estão relacionados os resultados, desde o sucesso do evento até a segurança geral do grupo. O controle do grupo em operação deve ser baseado no sistema de gerência, sendo que poderá sofrer alterações para adequar a equipes maiores ou menores.



Foto 4-1 Equipe de mergulho em treinamento

4.2 Preparação da faina

A atividade de mergulho começa antes de tripular a viatura, e deixar o quartel. O comando da equipe precisa fazer uma previsão geral da atividade sabendo selecionar e

indicar os mergulhadores e equipamentos necessários, o planejamento é tão importante quanto a execução, devendo ser chefiados por mergulhador e encarregados experientes.



Foto 4-2 Preparação dos equipamentos para a faina

4.3 Comando no local

No local da ocorrência deve haver apenas um comandante, unificando as ações e coordenando os esforços de todos os mergulhadores envolvidos. O comandante definirá qual o tipo de atividade de salvamento ou pesquisa, quais as formas de ações na execução do trabalho, quais os padrões de segurança e distribuição de responsabilidades para os executores. A definição dos objetivos tem grande importância, bem como saber interpretar as informações oferecidas por testemunhas. O supervisor de mergulho da ocorrência deve ser observador, ter sólido treinamento para operações de mergulho e se possível o conhecimento prévio do local.

O Supervisor de Mergulho da ocorrência deve ter uma visão global de toda a operação, formulando um plano que tenha respaldo nas definições e procedimentos do Corpo de Bombeiros. Deve ser capaz de delegar funções efetivamente. Todos os

depoimentos das testemunhas e o perfil do mapa de informações devem chegar ao supervisor de mergulho que irá expor o plano de operações, bem como assimilar o conselho de sua equipe num plano de operações viável.

Ao chegar no local da ocorrência, as responsabilidades do supervisor de mergulho são as seguintes:

1. Obter informações;
2. Avaliar as condições do mergulho, então estabelecer objetivos e prever a necessidade de recursos;
3. Se necessário montar um sistema de comando e operações em emergência-SICOE, lembrando de viabilizar no mínimo as frentes: segurança, plano de operações táticas, suprimento, comunicação e informações.
4. Designar uma equipe mínima composta por:
 - 01 Supervisor,
 - 01 MG,
 - 01 Guia do MG, e
 - 01 MG reserva.
5. Autorizar um plano de ação e decidir se a operação continua ou pára, baseado nos padrões de segurança;
6. Definir a quantidade de mergulhadores baseados no efetivo especializado disponível;
7. Definir os recursos necessários a missão;
8. Gerenciar a equipe de MG;
9. Documentar o mergulho;
10. Definir o início e término da operação; e
11. Solicitar apoio quando necessário

Um supervisor de mergulho eficiente não deve apressar uma operação e precisa controlar aqueles apressados. Os movimentos de uma equipe de mergulho devem ser disciplinados e profissionais, em que cada ação tenha um objetivo planejado. A pressa geralmente resulta em erros, ferimentos e equipamentos quebrados. O supervisor de mergulho deve ter certeza que todos cumprem as ações de forma correta e no período de tempo esperado.

Caso o supervisor de mergulho seja substituído por qualquer razão, cabe ao novo supervisor decidir pela manutenção das operações como estavam planejadas, ou, se necessário adaptá-las a um novo quadro tático. Pode ser necessário realizar mudanças de planos para melhorar a segurança e o andamento da operação.

Por outro lado é importante lembrar que prolongar uma operação impraticável ou insegura, só trará efeitos negativos, aumentando a falta de segurança, desgaste da equipe e uso desnecessários de recursos.

4.4 Equipe de mergulho

A equipe de mergulho deve participar ativamente de treinamentos e operações reais, obedecendo os procedimentos, ajudando nas tarefas mais simples, tais como, limpeza, manutenção rotineira, e documentação. Mostrar interesse ativo com seus parceiros, com a operação, e com o público, além de estar em constante treinamento e atualização.

Tanto na superfície como na água devem ser capazes de fazer um trabalho em equipe, sendo o sucesso um resultado do trabalho conjunto dos integrantes do grupo.

A coordenação de esforços requer treinamento, prática, paciência e forte comunicação dentro da equipe. Os membros devem respeitar os talentos e habilidades dos outros reconhecendo as experiências e também as limitações individuais.

Uma equipe de MG deve ser capaz de reconhecer quando seu comandante, ou integrante mais experiente lhes dá uma tarefa. Inversamente, os membros mais avançados devem saber quando dar aos outros a chance de obter a experiência que eles precisam.

Verdadeiros profissionais são capazes de trabalharem juntos para alcançar um objetivo.

4.5 Exame médico

Tanto os candidatos a cursos como os mergulhadores formados devem passar por exames médicos, na apresentação dos cursos e no transcorrer de suas carreiras, ao menos uma vez ao ano. Exame médico com base no anexo “A” e “B” da norma regulamentadora nº 15 do Ministério do Trabalho.

4.6 Habilidades natatórias

Mergulhadores frequentemente lidam com condições de água adversas.

Testes de natação anual deverão ser realizados para assegurar que os mergulhadores desempenhem os padrões mínimos exigidos.

Como uma prática mínima, um mergulhador deve ser capaz de desempenhar os exercícios seguintes:

1. Nadar sem parar 200 metros no estilo crawl (em 06 minutos);
2. Atravessar mergulhando em apnéia e sem auxílio de equipamentos uma distância de 25 metros, com a cabeça e o corpo totalmente submersos.
3. Sem ajuda, rebocar pelo método “peito cruzado” outra pessoa do mesmo peso por uma distância de 25 metros.

4.7 Preparando a equipe

Algumas equipes de mergulho, especialmente aquelas inexperientes, ficam cansadas ou mesmo desgastadas fisicamente somente com a colocação dos equipamentos. Considerando-se a urgência, as expectativas envolvidas na ocorrência, e a tensão, não é raro que os mergulhadores fiquem estressados e exaustos e acabem realizando procedimentos errados na equipagem e até falham nos procedimentos de segurança

adequados ao mergulho, daí a importância da inspeção pelos outros integrantes da equipe de MG.

Esta exaustão pode ser atribuída a quatro causas principais:

- preparação mental inadequada;
- falta de condicionamento físico ou preparo físico inadequado;
- procedimentos inadequados ou incorretos; e
- sobrecarga de tarefas.

Em complemento a estes problemas, os mergulhadores devem ter em mente que a sua função básica é a de agir como segurança do seu canga no local do mergulho. Devem deixar as preocupações com testemunhas ou fatores externos; preferencialmente precisam seguir os procedimentos necessários ao mergulho, para os quais foram treinados. Com os procedimentos bem revisados, eles serão o mais simples possível e organizados da melhor forma para que a tarefa seja cumprida adequadamente. O mergulhador nunca deve ser apressado, pois isto somente aumenta a probabilidade de ocorrência de erros. De fato as vezes é melhor realizar uma pausa de 30 segundos imediatamente anterior a entrada na água para melhorar sua concentração voltando-se ao foco da missão. Caso a exaustão for a preparação física inadequada, o mergulhador deverá direcionar o problema de uma maneira diferente, seja abortando a realização do mergulho ou atuando em um atividade de suporte.

4.7.1 Verificação preliminar das condições físicas

CUIDADO - Pessoal com preparação física inadequada não pertence ao mundo subaquático, ancorado ou não.

Antes que um mergulhador seja solicitado a equipar-se, seu canga deve fazer duas perguntas básicas

- **Você consumiu bebida alcoólica nas últimas 12 horas?**
- **Você se sente capaz de realizar o mergulho agora?**

Caso o mergulhador esteja sob o efeito do álcool pela ingestão de bebida alcoólica ele terá dificuldade em equalizar, enrijecimento dos seios da face, calafrio ou ainda exibir outras contra-indicações para o mergulho, portanto ele deve ser redirecionado para realizar outras tarefas, ou proibido de participar da operação de mergulho.

Caso o mergulhador seja surpreendido dizendo: “eu tenho certeza, eu estarei melhor antes de entrar na água” **deverá ser impedido** de mergulhar.

O consumo recente de álcool por algum integrante da equipe de mergulho é fator excludente para o mergulhador não obter adequado performance nas questões que envolvem segurança e habilidades.

O canga deve observar cuidadosamente seu companheiro. Se o outro mergulhador mostrar qualquer sinal de relutância ao vestir-se ou mergulhar, isso deve ser reportado ao supervisor do MG. Comportamentos fora das características normais devem ser anotados e relatados. A principal responsabilidade do canga é de sempre zelar pela segurança e bem-estar do mergulhador.

Inicialmente deverá ser aferida a pressão arterial do MG antes de se vestir, e de se equipar.

O supervisor de mergulho deverá perguntar ao MG, quanto é sua pressão em situações normais de repouso e sem estresse.

Apesar de não oferecer dados exatos, mas, serve como base para qualificar a condição em que se encontra o mergulhador antes da missão, duas medidas deverão ser seguidas:

- aferir a pressão; e,
- aferir o pulso.

Não é recomendado mergulhar se:

- a pressão diastólica estiver 20 mm Hg acima do valor normal (para aquele indivíduo) em situação de repouso; e,
- o pulso estiver acima de 50 % do valor normal (para aquele indivíduo) em situação de repouso.

IMPORTANTE – Manter o exame médico anual.

4.7.2 Equipagem rápida

Mesmo que um mergulhador não seja o integrante principal da equipe de mergulho, ele deverá agir não apenas como auxiliar da equipe, ou segurança do MG, é importante que esteja em constante treinamento, não se esquecendo de praticar a equipagem rápida.

Apesar de não ser freqüente a intervenção rápida e imediata, a equipagem rápida deve ser praticada por todos os integrantes da equipe. A equipe de MG deve estar preparada e pronta para atender a maior diversidade possível de emergências. Mesmo que uma missão aparente estar concluída, a equipe deve estar preparada para atuação, pois poderá haver outros desdobramentos que exijam a intervenção dos MGs.

Não é a rotina do Corpo de Bombeiros, mas, já houve intervenções em que a guarnição de AB necessitou intervir em atividade de mergulho em piscina, e por não existir equipamentos específicos, foi utilizado EPR. Portanto treinamento de uso de EPR para emergências também é importante.

Também é importante treinar a equipagem rápida mesmo sobre o fardamento, para uma eventual intervenção inicial a uma situação emergencial.

Se necessário devido a situações emergenciais, e desde que a condição da água permita (não pode ser empregado em ambientes de alto risco), uma equipagem rápida é no mínimo composta por:

1. Colete equilibrador;
2. Cilindro de ar;
3. Válvula reguladora (1º e 2º estágios + 2º estágio reserva + console + mangueira de inflagem do colete);
4. Máscara facial;
5. Nadadeira;
6. Ferramenta de corte; e
7. Linha de vida presa ao pulso.

4.8 Seqüência de equipagem normal:

1. roupa úmida ou roupa seca;
2. arnês ou boldriê;
3. cinto de lastro;
4. colete equilibrador;
5. suprimento de ar;
6. ferramenta de corte;
7. lanterna e estrobo;
8. luva;
9. linha de vida;
10. máscara; e,
11. nadadeira;

4.9 Conferência do supervisor de MG

O supervisor deve conferir antes de iniciar a operação de mergulho, se estão presentes no mínimo os itens:

1. Um plano apropriado para o mergulho;
2. Um equipamento de flutuação (colete equilibrador) apropriado para a atividade a ser realizada e que suporte os equipamentos utilizados;
3. Roupa de mergulho apropriada para a atividade a ser realizada. Se estiver com roupa seca, que o traje de baixo (undergarment) seja adequado ao tempo de duração do mergulho;
4. Luvas adequadas à atividade que será realizada;
5. Um cronômetro;
6. Um sinalizador luminoso estrobo;
7. tenda de proteção do sol e chuva;
8. Uso do arnês ou boldriê;
9. Uma prancheta com:
 - os itens a conferir marcados;
 - o plano do mergulho;
 - plano de segurança;

- tabelas de mergulho;
10. Equipamentos de primeiros socorros.

4.10 Conferência do guia do MG (1ª)

O guia do MG deve realizar mais uma conferência dos equipamentos antes da zona quente; e deve durar menos de 90 segundos; repetindo-se os itens já conferidos pelo supervisor.

4.11 Conferência do guia do MG (2ª)

No ponto de mergulho o guia deve conferir cinco itens:

1. A existência de um regulador reserva e um cilindro cheio;
2. A existência de um cilindro reserva (stage) com um regulador;
3. Quando o mergulho for em águas com correnteza:
 - a existência um “rescue-bag” (bolsa de salvamento aquático); e,
 - a presença de um bote com remos e motor.
4. Equipamentos de primeiros socorros;
5. Água potável.

4.12 1ª Conferência do guia e do MG juntos (3ª)

O guia e o MG devem conferir:

1. Se o registro do cilindro e do cilindro de reserva estão abertos e se os reguladores estão funcionando;

2. Se o capuz do mergulhador está sobre a máscara e não sob ela, a menos que esteja usando uma máscara “full-face”;

3. Se a máscara está devidamente no lugar, e que não esteja ocorrendo vazamento pelos selos (bordas). **Teste de inspiração;**

- Observar o estado das tiras e a posição (na cabeça e não sobre os ouvidos);
- Se for uma máscara “full-face”:
 - Verificar a fixação dos tirantes e a vedação.
 - O mergulhador deve saber onde está localizada a válvula para bloqueio de

ar.

- Portar uma máscara comum de reserva;
4. Se o cilindro está bem fixado ao colete equilibrador;
 5. Se o regulador principal, 2º estágio, está preso por pescoceira com fixador de bocal;
Na conferência do regulador, o MG deve respirar e exalar algumas vezes.
Verifique se as mangueiras estão livres.
 6. Se o cilindro reserva (stage) está bem fixado; e se sua válvula, 2º estágio, está fixada no triângulo de ouro;
 7. As condições da roupa seca: verificando:
 - se a válvula de inflagem está funcionando;
 - se a roupa está vazia (sem ar);
 - se a válvula de exaustão está parcialmente aberta;
 - Se os selos de pescoço e pulso estão sem dobras e na posição correta; e,
 - por último confira as luvas.
 8. O MG funciona 3 vezes a válvula de inflagem do colete equilibrador, enquanto observa o manômetro; oscila ou não (sabemos que este não poderá mover-se);
 9. realizar o teste com o console de rádio (havendo fonia);
 10. Se o MG é capaz de alcançar e usar a válvula de inflagem e desinflagem do colete equilibrador, mesmo sem visão;
 11. Se o mergulhador, sem visão alcança os seguintes itens:
 - o válvula 2º estágio reserva;
 - a faca primária;
 - a faca secundária;
 - e a terceira ferramenta de corte;
 - o mosquetão que se prende ao arnês;
 - a fivela de liberação do cinto lastro;
 - se alcança a válvula de inflagem e exaustão (se estiver usando roupa seca);
 - se alcança a torneira do cilindro (se estiver usando cilindro simples);

- se alcança as torneiras dos cilindros, e a válvula bloqueadora de ar (manifold) (se estiver usando dupla de cilindros);

12. Se o arnês do MG está preso pelo mosquetão;

Em ambiente de alto risco, o mosquetão deverá estar envolto com fita “Silver Tape”, para não abrir acidentalmente.

13. Se o cinto lastro pode ser liberado sem ficar preso a nada (tirantes do colete, bainha e faca etc). Confira se a fivela será liberada pela mão direita do MG, e que a fivela esteja bem fechada;

14. Se as nadadeiras estão devidamente fechadas;

15. Se há um auxiliar (guia) segurando a linha de vida do MG.

4.13 Última conferência do guia do MG juntos (4ª)

O guia e o MG supervisionam:

- se o mergulhador reserva está preparado;
- o mergulhador entrar na água;
- a aclimatação do rosto e a respiração com o regulador, mas sem a máscara na água;
- a colocação da máscara;
- a pressão dos cilindros; e,
- se o mergulhador alcança os reguladores (principal e reserva).

4.14 Verificação antes de entrar na água

Antes de entrar na água, o MG e guia verificam:

- pressão do cilindro;
- se a(s) torneira(s) do(s) cilindro(s) está(ão) aberta(s);
- se o colete equilibrador está com ar (inflado); e,
- se o MG está com o regulador 2º estágio na boca, ou máscara “full-face” no rosto.

4.15 Verificação na água antes de submergir

Na água antes de submergir, o MG e guia verificam:

- se há vazamento no cilindro ou mangueiras (check de bolhas).

4.16 Equipe em terra ou embarcada

Usando o sistema de posto de comando (viatura, trailer, container, barraca ou simplesmente uma lona no chão, se embarcado deve ser usada a própria embarcação), lembrar de:

- manter o local da operação em ordem e segurança;
- equipamentos dispostos sobre lonas;
- separar os cilindros cheios dos cilindros vazios:

	Cilindros cheio	Cilindros vazio
Em terra	Deitados com a torneira voltada para o lado da água (rio, represa, mar).	Deitados com a torneira voltada para a terra
Embarcado	Presos a suporte próprio, ou deitados com a torneira voltada para popa	Presos a suporte próprio, ou deitados com a torneira voltada para proa.

- Além de usar fita crepe nas saídas de ar das torneiras dos cilindros cheios, e marcar com fita os cilindros vazios.

CAPÍTULO 5

5. Equipamentos

Conjunto de materiais que possibilitam a adaptação do ser humano às profundidades do mergulho, e mantém o mergulhador em condições de segurança para realização de trabalhos submersos.



Foto 5-1 Equipamentos de mergulho autônomo

5.1 Cilindro de ar comprimido

Recipiente cilíndrico de metal utilizado para armazenar ar respirável a alta pressão e juntamente com a válvula reguladora formam o conjunto de respiração. É conhecido também por outras denominações como garrafa, tanque, ampola de mergulho etc. O nome técnico, contudo, aprovado pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é “*cilindro para gases a alta pressão*”. Como a pressão de trabalho normal desses cilindros pode variar de 150 a 210 ATA, sua fabricação e uso exigem cuidados rigorosos. Os cilindros são fabricados em ligas de metais, aço (liga de cromo-molibidênio) ou alumínio, o que os obriga a receberem um tratamento anticorrosivo e, assim, é cada vez maior o

número de cilindros feitos em alumínio. De qualquer forma não podem possuir costuras ou emendas e devem seguir as normas vigentes do fabricante, passam por um tratamento térmico adequado que os capacita às variações constantes de pressão, por essa razão, os cilindros de mergulho, jamais devem ser expostos à alta temperatura, o que contribuiria para reduzir a resistência do material e comprometer sua durabilidade e segurança.

Após o tratamento térmico, os cilindros são submetidos a um teste hidrostático, que tem por finalidade registrar as medidas de deformações, quando submetidos a uma pressão de 150% da pressão de trabalho. Essas medidas, por norma, não podem ultrapassar 10% de dilatação do volume original

Após os testes, o cilindro recebe uma marcação, gravada na parte superior, em volta do gargalo, que deverá conter, segundo a ABNT, o seguinte:

- número do cilindro; tipo de metal; capacidade de pressão e teste hidrostático

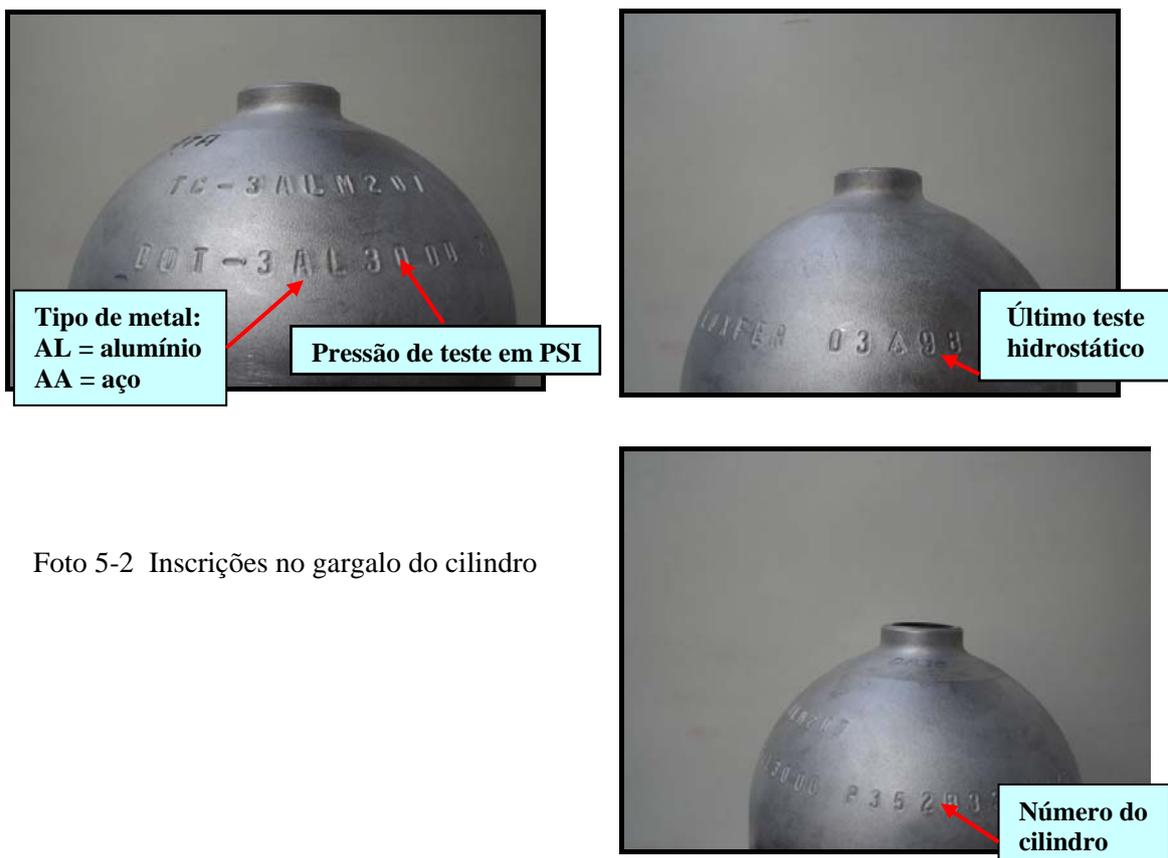


Foto 5-2 Inscrições no gargalo do cilindro

A cada cinco anos todo vaso sob pressão necessita ser analisado por meio do teste hidrostático e anualmente ser submetido a uma inspeção visual.

Inspeção Visual



Foto 5-3 Realização de inspeção visual no interior do cilindro

A corrosão é o maior problema que afeta os cilindros, sejam de aço ou de alumínio. O ferro combinado com o oxigênio resulta numa substância avermelhada chamada óxido de ferro (ferrugem). O alumínio, por sua vez, também reage com o oxigênio formando um pó esbranquiçado, o óxido de alumínio. A oxidação portanto, é um processo progressivo e responsável pela redução das paredes do cilindro ao longo do tempo.

Alguns fatores podem acelerar ainda mais esse processo, tais como a formação de partículas de água na parede do cilindro devido a um rápido esvaziamento ou mesmo a entrada de água ou maresia proporcionada por mergulhadores descuidados. Por essa razão, não é recomendável esvaziá-lo totalmente e ter o cuidado de sempre manter a torneira fechada.

O uso de telas de nylon ou tecido emborrachado, bem como suportes de borracha (bota) são bastante eficazes na proteção dos cilindros contribuindo para a durabilidade do material, evitando que a camada externa de agentes protetores (galvanização e tinta) seja atingida, por outro lado acumulam umidade e sal, exigindo assim, a lavagem e secagem após o uso. Atualmente é preferível dispensar tais implementos, sendo os suportes de base empregados apenas nos cilindros de aço que tem a base convexa.

No local de atendimento de ocorrência o mergulhador deve certificar-se de que o cilindro esteja carregado, checando sua pressão interna com o manômetro, mesmo que o cilindro contenha indicação de carga, através de fita adesiva ou etiquetas.

Os cilindros que foram utilizados durante os trabalhos devem ser marcados e separados dos carregados, essa prática deve ser feita em terra ou em embarcações.

Observar o [item 4.16](#)



Foto 5-4 Cilindro de aço com torneira DIN

Foto 5-5 Dupla de cilindro de aço com torneiras DIN, interligadas por manifold, e os cilindros com cintas metálicas.

Fonte: Ocean Management Systems-OMS

5.1.1 Torneiras ou registros

As torneiras ou registros são destinadas a manter o ar comprimido no interior do cilindro, compõe-se simplesmente de um mecanismo de abre e fecha, normalmente confeccionadas em liga de latão ou outro metal não ferroso. Não está sendo mais encontrada as torneiras ou registros que contenham sistema de reserva.

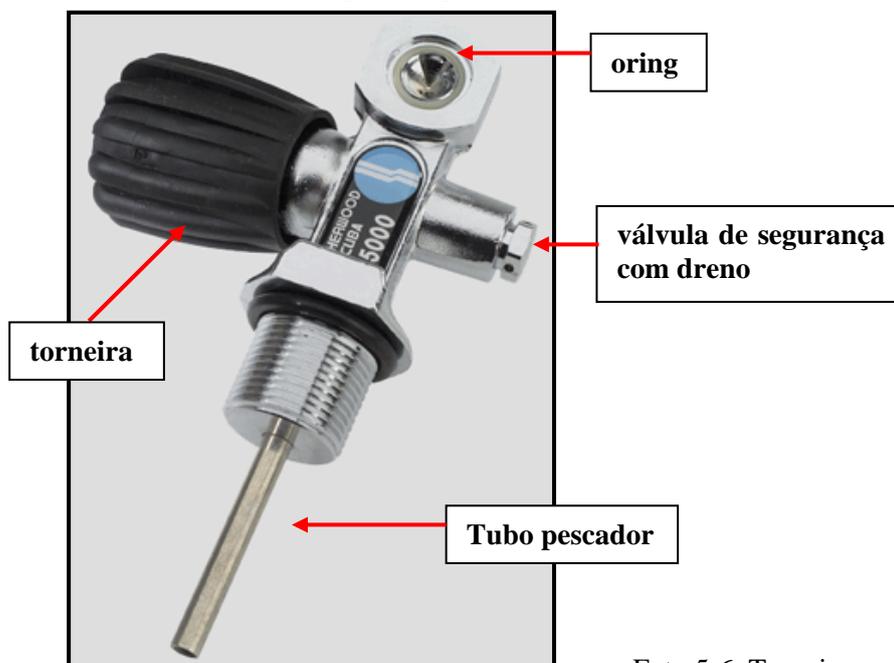


Foto 5-6 Torneira ou registro YOKE



Foto 5-7 Torneira YOKE em cilindro de alumínio. Fita crepe sobre o o-ring e a saída de ar indica que o cilindro está cheio. Rede sobre o cilindro protege a pintura, mas acumula umidade e sal, favorecendo a corrosão.

As torneiras YOKE devem ser usadas com 1º estágio YOKE, e geralmente são encontradas nos cilindros de alumínio



Foto 5-8 Torneira DIN
A válvula é rosqueada à saída de ar, que tem rosca fêmea.
O o-ring é localizado no assento da válvula e não na torneira.

5.2 Regulador

Também chamado de regulador de dois estágios, é assim conhecido porque é formado basicamente por duas peças interligadas por uma mangueira. A primeira peça ou primeiro estágio vai acoplada à torneira ou registro no cilindro, e a outra, o segundo estágio, é utilizada para respirar pela boca.

5.2.1 - 1º Estágio

É uma peça metálica composta por molas e pistões que reduz a pressão do cilindro para uma pressão intermediária entre 10 a 15 ATM na saída de baixa pressão do 2º estágio.

Os cilindros com torneiras YOKE devem ser usados com 1º estágio tipo YOKE, e os cilindros com torneiras DIN com o 1º estágio tipo DIN.

Regulador 1º estágio

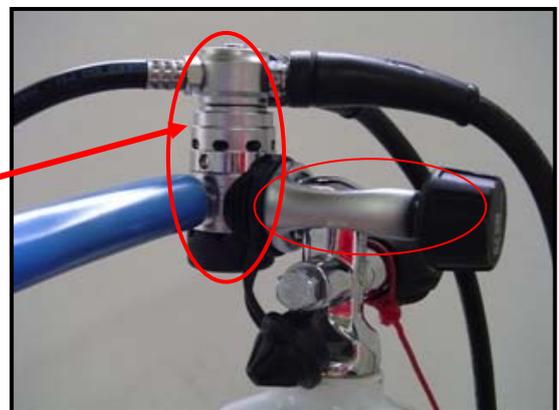


Foto 5-9 1º estágio acoplado à saída da torneira do cilindro de ar

O 1º estágio contém saídas de alta e baixa pressão:

- a saída de alta pressão fornece ar para o manômetro, permitindo a leitura da pressão interna do cilindro, e
- as saídas de baixa fornecem ar para:
 - 2º estágio,
 - 2º estágio reserva e
 - a mangueira do colete equilibrador.

As saídas, geralmente, são indicadas com marcação de fábrica H.P High Power (alta pressão) e L.P Low Power (baixa Pressão)

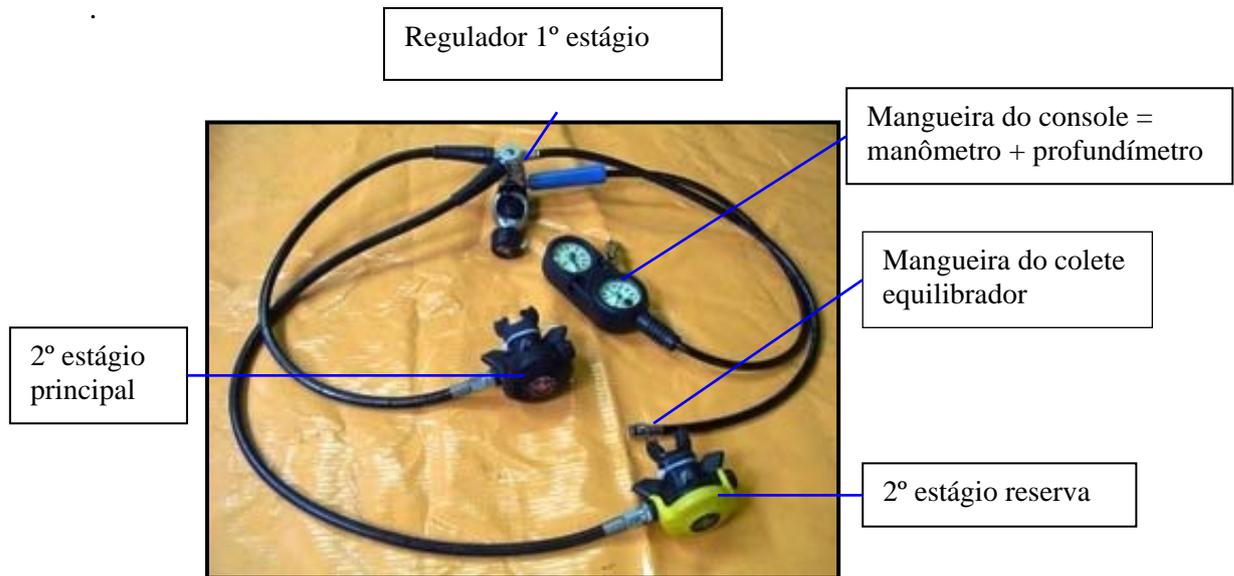


Foto 5-10 Regulador 1º estágio



(HP) saída de alta pressão do 1º estágio

Foto 5-11 1º estágio c/ saída de alta pressão



Foto 5-12 1º estágio DIN a rosca macho se acopla à rosca fêmea da torneira DIN



Foto 5-13 1º estágio blindado, a parte interna não tem contato com o meio líquido

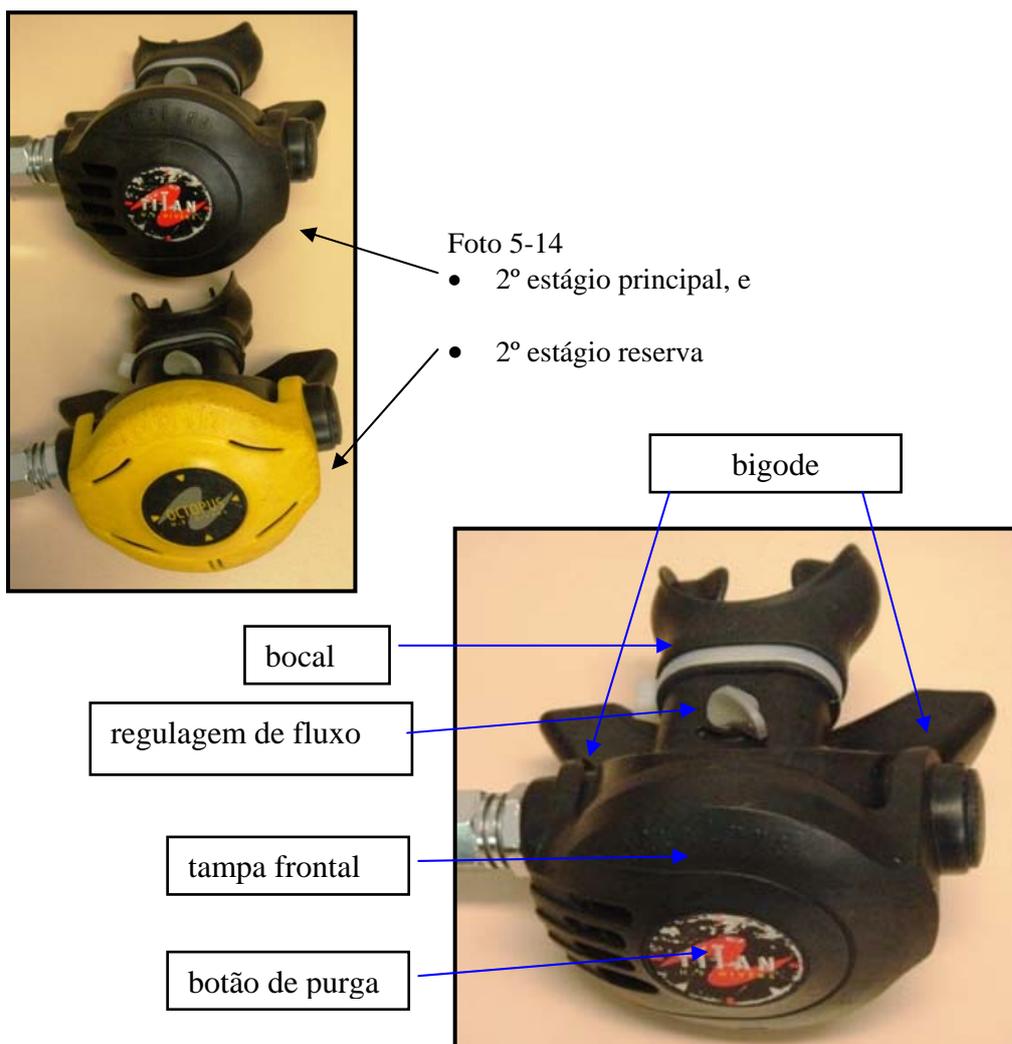
Fonte: Sherwood Scuba

Quando se mergulha em águas com partículas como detritos vegetais e minerais em suspensão, há o risco do regulador de 1º estágio ficar impregnado, daí a vantagem do uso do regulador blindado. Para uso em água contaminada é obrigatório.

5.2.2 - 2º Estágio

Peça que tem contato com a boca do mergulhador. No segundo estágio a pressão intermediária de 10 a 15 ATM é novamente reduzida e fornecida ao mergulhador para a respiração de acordo com a profundidade em que se encontra, ficando assim uma pressão apropriada de ar para respirar durante o mergulho. Seu funcionamento é bastante simples: quando o mergulhador inala, cria-se uma área de baixa pressão dentro do bocal e a pressão da água a empurra o diafragma que aciona uma alavanca, abrindo a válvula de saída do ar. Quando o ar é exalado, forma-se uma pressão de dentro para fora contra o diafragma que faz a alavanca de admissão de ar voltar à posição original, fechando-a. Ao mesmo tempo abrem-se as válvulas de descarga e o ar escapa para o ambiente.

Toda vez que o segundo estágio é removido da boca, a água penetra no seu interior e para removê-la devemos recolocar o bocal na boca, e soprar no bocal ou apertar o botão de purga.



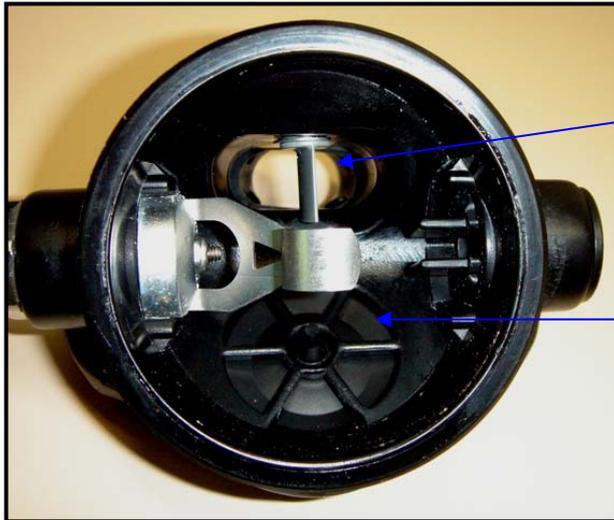


Foto 5-15 e 5-16 Regulador 2º estágio

haste de liberação de
demanda de ar

válvula unidirecional
de exaustão

5.3 Colete Equilibrador

É um equipamento de segurança e obrigatório nas atividades de mergulho.

Equipamento que possibilita flutuação do mergulhador na superfície, descida controlada, estabilidade na profundidade de trabalho, subida de emergência, pequena reserva de ar, suporte do cilindro; possui bolsos para acondicionar e fixar equipamentos como: manômetro, faca, lanterna e outros.

Pode ser inflado por enchimento:

- Oral, por meio do sopro do mergulhador feito diretamente no bocal da mangueira do colete, ou
- Automático, através do botão de inflagem na mangueira do colete; ao apertar o botão o ar que é recebido pela mangueira de baixa pressão, passa para a bóia do colete, inflando-o.

O colete equilibrador nada mais é do que uma bexiga inflável, capaz de assumir diversas formas, tamanhos, cores e padrões. O mais comumente encontrado é o tipo “jacket”, que incorpora o suporte (backpack) do cilindro, tornando o colete, o suporte, e os tirantes uma só peça.

Deve-se conectar a mangueira de baixa pressão ligada no primeiro estágio, inspecioná-la e acionar o botão inflador, observando se não está travando e se não está com vazamentos.



Foto 5-17 Colete equilibrador
Fonte: Sherwood Scuba



Foto 5-18 Colete equilibrador acoplado à
dupla de aço

5.4

CUIDADO: Não entre na água sem estar com o colete equilibrador

O cinto lastro é uma peça composta de fivela de engate/desengate rápido, tira e pastilha de peso.

Função:

- oferecer e dar flutuabilidade neutra ao mergulhador quando associado ao uso do colete equilibrador,
- oferecer e dar flutuabilidade negativa quando necessário para realizar um trabalho estacionário em que o mergulhador tenha que ficar no fundo; e
- servir como sistema de segurança, pois ao ser liberado o mergulhador passa a ter flutuabilidade positiva, podendo regressar à superfície com maior facilidade.

Quando usado o modelo de tira de nylon, deve-se lembrar que a extremidade livre fica do lado esquerdo do mergulhador e a fivela do lado direito. Portanto para realizar a liberação deve-se executar o movimento de soltura da esquerda para a direita.

O cinto lastro é colocado antes de entrar na água, e antes do colete equilibrador.

O cinto deve ser fixado na cintura de maneira que fique firme, e não atrapalhe a respiração ou os movimentos do mergulhador.

Se necessário, durante o mergulho, ajuste o cinto para que fique firme junto ao corpo.

Para saber qual o lastreamento correto, equipe-se e comece usando lastro no mínimo equivalente a 10 % do seu peso corporal; na piscina onde não dê pé, vá adicionando lastro de maneira que sem bater os pés (que deverão estar com nadadeiras) e apenas com o ar dos pulmões, a água fique no nível dos olhos. Use mais lastro para trabalhos que necessitem mantê-lo junto ao fundo.

Lembre-se: A água do mar é mais densa que a água doce.
Portanto é necessário usar mais lastro.

Os pesos devem ser distribuídos pelo cinto de maneira que fiquem equidistantes, evitando acumular mais pesos em um único lado, pois irá provocar um giro no cinto e o deslocamento da fivela de abertura de sua posição original.



Foto 5-19 Cinto lastro com fivela metálica e pastilhas

5.4.1 Com roupa seca:

Devido o volume de ar formado dentro da roupa seca e somado ao uso da roupa de baixo (undergarment) o mergulhador terá grande flutuabilidade.

CUIDADO: Com a roupa seca, a remoção acidental do cinto lastro causará flutuabilidade positiva, podendo levá-lo a uma subida descontrolada e um acidente de mergulho.

CUIDADO: Quando usar roupa seca, o cinto lastro deve:

- ser do tipo suspensório; ou
- ser usado com fivela dupla; ou
- a fivela ser virada para dentro, evitando abrir.



Foto 5-20 e 5-21 Inversão da fivela para evitar abertura acidental

5.5 Máscara

Usadas para:

- oferecer proteção aos olhos, e
- permitir ver sob a água, através do espaço aéreo formado entre os olhos e a água.

Observe:

- se o vidro é temperado;
- se aos tirantes permitem fácil regulagem; e
- se a borda ou selo de vedação se adapta bem ao rosto, permitindo a vedação.

Evite as máscaras transparentes para uso coletivo nos quartéis, além da luminosisade atrapalhar os trabalhos, com o tempo a mesma ficará cheia de manchas escuras.

Não coloque os dedos gordurosos na parte interna do vidro, pois causará embaçamento durante o mergulho.

Se necessário use antiembaçante ainda com a máscara seca.

Verifique o estado da tira antes de colocar a máscara no rosto.

Ajuste conforme o tamanho da cabeça, evitando-se colocá-la muito apertada.

Ao chegar na margem da zona quente (sendo água limpa) o MG deve imergir seu rosto sem a máscara para:

- aclimatar a temperatura da água;
- treinar o procedimento de respirar sem a máscara caso a mesma apresente algum defeito durante o mergulho; e
- adaptar-se ao regulador de 2º estágio, executando 3 ou 4 respirações.

A máscara deve ser colocada:

- Antes do capuz, quando usada com roupa úmida; e
- Sobre o capuz, quando usada com roupa seca.

CUIDADO: Em ambiente de alto risco ou usando máscara “full-face”:

- Realize os procedimentos acima citados em um recipiente com água limpa, e
- Use os tirantes da máscara sobre o capuz



Foto 5-22 Máscara facial de mergulho

Foto 5-23 Máscara full-face modelo OTS Interspiro DivatorMK-II

5.6 “Snorkel” ou respirador

O “snorkel” permite ao mergulhador respirar enquanto nada na superfície e continuar a observar o fundo ou meio líquido sem necessitar levantar a cabeça, podendo

deslocar-se com maior desenvoltura e facilidade respiratória, mantendo-se numa posição horizontal ou outra que desejar.

O tubo é de plástico, enquanto o bocal é de silicone e deve ser macio e agradável de morder, e as presilhas ou tiras de fixação devem ser de material flexível que são mais difíceis de quebrar, evitando perder o “snorkel”.

Possuem o formato “J” com diâmetro aproximado de $\frac{3}{4}$ de polegada, e cerca de 40 cm de comprimento.

Devem ser usados presos à tira da máscara, ficando do lado esquerdo da cabeça, evitando assim enroscar na mangueira do regulador de 2º estágio; que fica a direita do mergulhador.



Foto 5-24 Máscara e snorkel

Dê preferência aos modelos mais simples, sendo que modelos com muitos encaixes e válvulas de esgotamento possuem mais pontos para possíveis entrada de água quando o equipamento sofrer os efeitos do desgaste pelo uso.

CUIDADO: Em locais com enroscos ou escombros não mergulhe com snorkel. O mesmo irá enroscar-se e prender-se, deixando-o em situação arriscada.

5.7 Nadadeiras

As nadadeiras possibilitam o deslocamento na água, quer na superfície ou mergulhando, com menor esforço e mais eficiência através do mais forte grupo muscular existente no corpo humano, que está localizado nas pernas.

A maioria das nadadeiras são feitas de material plástico com tiras de silicone, mas ainda é possível encontrar aquelas com partes de borracha.

Antes de calçá-las, devem ser verificados:

- tamanho adequado, pois nadadeiras apertadas demais podem causar câimbras nos pés e pernas devido o estrangulamento da circulação sanguínea. Se forem folgadas o mergulhador irá perdê-las;

- a existência de deformações, ou se a sua palma está flexionando adequadamente sem sinais de rachaduras ou cortes; e

- estado das tiras (pé aberto)

É o último item para se equipar.

Só devem ser calçadas no momento de entrar na água, evitando-se o deslocamento em terra ou na embarcação usando as nadadeiras.

Se possível sente-se para calçá-las com ajuda do canga.

Para calçar a nadadeira sozinho, apoie-se segurando algo e dobre uma perna à frente do joelho da outra perna, calçando a nadadeira, depois repita a operação com a outra perna.

Com nadadeiras de pé fechado é útil usar talco para facilitar o ato de calçar.

Com nadadeiras de pé aberto:

- use botas de neoprene; e
- calce a nadadeira e puxe uma tira de cada vez de maneira que as duas tiras fiquem do mesmo tamanho.

Se for mergulhar em local com enrosco de fios ou rede, prenda as tiras da nadadeira com fita, diminuindo assim a superfície que possa prender-se.

CUIDADO: Não entre na água em local que não dê pé (fora da embarcação ou longe da margem) sem estar calçado com as nadadeiras.



Foto 5-25 Nadadeiras de pé fechado



Foto 5-26 Nadadeiras de pé aberto com bota de neoprene

5.8 Instrumentos de Medição

Os instrumentos de medição, comumente utilizados no mergulho autônomo, são: relógio, profundímetro, manômetro e termômetro

5.8.1 Relógio

Mais importante que apenas fornecer a hora certa, o relógio na atividade de mergulho é visto como um item de segurança e não pode ser deixado de lado. O controle do tempo de fundo, bem como o das paradas de decompressão, entre outras coisas, seriam impossíveis sem um relógio apropriado.

O relógio deve ter caixa metálica para uma perfeita vedação e ser resistente a mergulhos de até 100 metros.



Alguns modelos digitais possuem um minicomputador acoplado, e além da hora ainda indica o horário de início e término do mergulho, profundidade atual e máxima, e quanto tempo se está mergulhando.

Foto 5-27 Relógio digital que fornece dados sobre o mergulho.

5.8.2 Manômetro

Destinado a registrar a pressão de ar do cilindro, existem em dois tipos:

Submersível: está conectado diretamente a uma saída de alta pressão (HP) do primeiro estágio do regulador. Normalmente vem em um console, conjugado com outros instrumentos (profundímetro, bússola, etc). Neste caso, o mergulhador pode a todo momento fazer a leitura da pressão do cilindro.

De superfície: aplica-se diretamente na torneira do cilindro, antes de se acoplar a válvula reguladora, fornecendo a pressão somente no início do mergulho.

O manômetro deve possibilitar leitura fácil, com graduações em Kgf/cm^2 ou libras por polegada quadrada (PSI).

Antes do uso deve-se observar se o visor não apresenta trincas, e o estado da mangueira que sai do 1º estágio.

O manômetro não deve ficar solto ou simplesmente arrastando ao fundo do meio aquático, durante o trabalho de mergulho, pois poderá enroscar-se e quebrar-se.



Foto 5-28 Manômetro graduado em bar
Ocean Sports

5.8.3 Profundímetro

O profundímetro é uma escala graduada em metros ou pés, destinada a registrar a profundidade durante o mergulho.

A aplicação na atividade subaquática é a verificação exata da profundidade que será realizada o trabalho, portanto, antes de efetuá-lo a equipe deve usar um profundímetro preso a uma corda lastreada para aferir a profundidade do ponto onde ocorrerá a operação, auxiliando assim, a planejar a missão e escolher o melhor esquema e a tabela apropriada.

A agulha de arrasto permite sempre verificar qual foi a profundidade máxima atingida.

Alguns profundímetros tem em seu centro um pequeno termômetro, facilitando assim a verificação da temperatura da água. Lembre-se que a medição não é imediata.

5.8.4 Console

É uma peça presa à mangueira de alta pressão e agrega os instrumentos manômetro e profundímetro, podendo ainda ter bússola, prancheta de escrita, até um computador de mergulho englobando assim o manômetro e o profundímetro.

Utilize o menor console possível, prendendo-o com um pequeno mosquetão ao colete equilibrador, de maneira que você tenha fácil leitura dos instrumentos (manômetro e o profundímetro) sem precisar movê-lo.

Não use-o solto, nem deixe-o preso no bolso do colete (como no mergulho esportivo) pois irá prender-se em enroscos ou escombros.

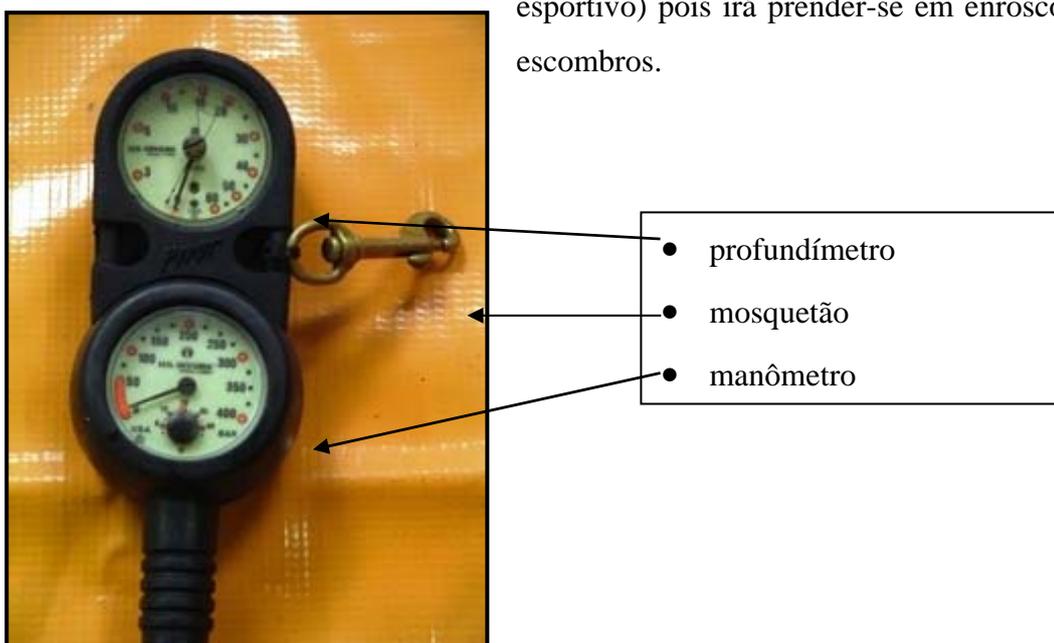


Foto 5-29 Console com manômetro graduado em bar, profundímetro graduado em metros, e termômetro em °C

5.8.5 Computadores de mergulho

São usados como acessório complementar fornecendo dados ao mergulhador.

Considerando que cada fabricante adota um algoritmo e tabela diferente, não é recomendado usá-lo no planejamento do mergulho especialmente quando realizado em altitude (acima de 300m). Mas, neste caso, as demais informações são úteis (profundidade atual, profundidade máxima, e tempo de mergulho)

Na prática, os computadores de mergulho adotam os mesmos dados da tabela padrão de decompressão a ar, só que eliminando a margem de segurança propositalmente imposta, abreviando assim o tempo de decompressão, mas expondo o mergulhador a um risco maior de doença descompressiva.

Se os mergulhadores usam computadores diferentes, siga as informações do modelo mais conservador.

Há modelos que permitem planejar o mergulho, ajustando a altitude e até a mistura de NITROX (oxigênio > 21% + nitrogênio) e TRIMIX (oxigênio + nitrogênio + hélio).

Geralmente fornecem os seguintes dados:

- quanto tempo está executando o mergulho;
- profundidade atual;
- limite não descompressivo para a atual profundidade;
- em qual profundidade de se realizar a primeira parada de segurança;
- quanto tempo deve-se ficar na primeira parada de segurança; e
- tempo total de mergulho – TTM.

Os computadores podem ser fixados ao pulso ou braço, ou uma peça única que é o computador com profundímetro. Caso seja usado computador nas operações do Corpo de Bombeiros deve ser usado o modelo de pulso.



Foto 5-30, e 5-31 Computadores de mergulho de pulso
Foto 5-32 Computador de mergulho no console devem ser evitados para os Bombeiros, pois são mais susceptíveis a danos e quebra
SCUBAPRO - Uwatec

5.9 Linha de vida

A linha de vida serve para:

É uma corda constituída de fibras sintéticas, maleável, resistente à abrasão, com diâmetro entre 08 a 10 mm, e resistir a carga mínima de 1000 Kgf.

Seu comprimento deve ser apropriado à profundidade de trabalho, possibilitando uma lazeira que permita ser acondicionado e removido na superfície sem molestar o trabalho do mergulhador submerso.

- permitir que a superfície tenha contato com o MG, podendo baixá-lo ou içá-lo;
- realizar comunicação através de toques; e
- não perder o MG quando a correnteza for forte.

Deve ser ancorada no “D-Ring” do arnês com um mosquetão ou nó.

Deve ser fixada em local que o mergulhador possa alcançá-la para responder aos sinais de superfície.

CUIDADO: Apesar de ser um equipamento de segurança, poderá prender-se em galhos, escombros e outras restrições.

Seu uso deve estar sempre associado ao uso de faca pelo mergulhador



Foto 5-33 Fixação da linha de vida no arnês.

Foto 5-34 Uso da linha de vida com o mergulhador equipado.



5.10 Suprimento de ar

Poderá se feito das seguintes formas:

- compressor de ar com tanque de volume constante (mergulho dependente), cilindros ligados à um console de superfície (mergulho dependente); e
- cilindro fixado ao colete equilibrador com válvula de 1º e 2º estágios (mergulho autônomo).

5.11 Cilindros de emergências

Lembrando que as torneiras com reserva não são mais fabricadas, e que em várias situações de mergulho não é possível ver e ler as marcações do manômetro, é importante o mergulhador usar cilindro de emergência, para ter uma reserva de ar se ocorrer alguma eventualidade.

O mais indicado é um cilindro de 6 a 8 litros, preso ao cilindro normal, ou preso ao colete equilibrador, possuindo torneira com registro e reguladores de 1º e 2º estágios.

O mergulhador deve ser treinado e habituado para que mesmo sem visão, possa tatear a torneira do cilindro para abri-la e alcançar o 2º estágio reserva.

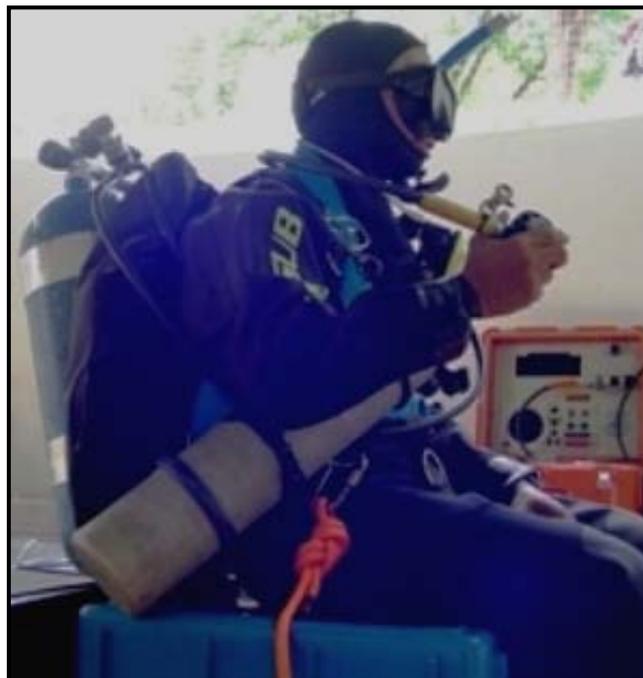


Foto 5-35 Cilindro de emergência de 3,5 litros fixado ao cilindro principal
NOAA National Oceanic & Atmospheric Administration EUA

Foto 5-36 Cilindro de emergência fixado ao colete equilibrador

5.12 Ferramentas de corte

Além de usar faca como ferramenta de corte é importante usar também uma tesoura e um alicate. Tesouras paramédicas estão entre as ferramentas mais eficazes para lidar com enroscos, e elas não propiciam corte acidental.

Facas também não são tão versáteis como os alicates, com uma ação que requer as duas mãos. Alicates podem cortar anzóis, arame farpado e muitos outros materiais e sua operação requer apenas uma das mãos.

As facas devem ter ponta “cega”, evitando-se acidentes, e também um possível furo no bote inflável.

Equipamento de corte não deve estar acoplado a perna onde está muito longe do alcance das mãos, além de poder enroscar-se.

Ferramentas deveriam estar acopladas dentro, ou mais próximo possível da região conhecida como “triângulo de ouro”, ou seja, da boca até as costelas inferiores em ambos os lados do mergulhador. Qualquer equipamento dentro desta área estará facilmente

acessível usando qualquer uma das mãos, aumentando assim as chances de um auto-salvamento e facilitando o resgate de um outro mergulhador.

Cada ferramenta deveria ser acoplada no mesmo lugar todas as vezes, para que o mergulhador saiba imediatamente onde está sem ter que olhar ou tatear.

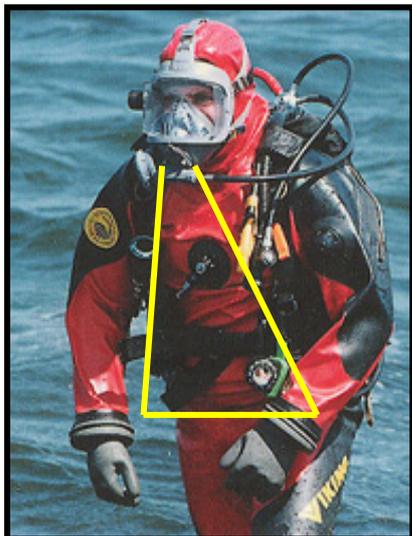


Foto 5-37 Área indicando o “triângulo de ouro”

Foto 5-38 Posicionamento de ferramentas de corte
Foto 5-39 Ferramentas de corte: tesoura, faca sem ponta, e corta-fio (Z-Knife)



5.13 Arnês ou Boldriê

Cadeira de mergulho que é desenhada para permitir ao mergulhador atrelado ter ambas as mãos livres. Vestida de maneira apropriada, permite também manter uma linha tensa sem qualquer desconforto ou esforço, tanto quanto sentir sinais pela linha da vida.

A função do arnês é fixar a linha de vida e permitir que a superfície tenha contato com o MG, podendo baixá-lo ou içá-lo; realizar comunicação através de toques; e não perder o MG quando a correnteza for forte.

O arnês deve:

- ser fixado sob os braços e tórax e maneira a ficar ajustado ao corpo do MG, sem restringir seus movimentos;
- ter um fechamento seguro, de maneira que não abra acidentalmente; e

- permitir o acesso a válvula de inflagem da roupa seca.

O arnês deve possuir um “D-Ring” que permita fixar um mosquetão ou mesmo fixar um nó que suporte no mínimo 1000 Kgf.



Foto 5-40 Modelo de arnês

5.14 Lanterna

As lanternas para mergulho devem ser de uso prático e oferecer boa iluminação e excelente vedação, não ficando de lado a durabilidade mínima de 02 horas.

As lanternas devem ser presas com mosquetões metálicos não ferrosos, ao colete equilibrador para as mãos ficarem livres para outras tarefas.

Atualmente as lanternas recarregáveis tem sido uma excelente opção, porém é fundamental possuir lanternas alimentadas a pilhas, especialmente para regiões afastadas e sem o apoio de energia elétrica.

É importante lembrar em toda operação:

- 1) Levar lanterna reserva.
- 2) Levar pilhas reserva.
- 3) Testar as lanternas antes de sair do Posto de Bombeiro.
- 4) Cada mergulhador deve conduzir sua lanterna.

- 5) Não deixe a lanterna acesa fora da água por muito tempo, pois irá se aquecer e ao ser mergulhada poderá ocorrer um choque térmico danificando a lâmpada.



Foto 5-41 Lanternas alimentadas a pilha



Foto 5-42 Lanterna com bateria recarregável

5.15 Estrobo

Não é um simples equipamento para iluminação, mas sim para sinalização e alertar o canga ou a equipe sobre a posição do mergulhador. Quando acionado emite lampejos intermitentes facilitando sua localização visual.

Deve ser fixado ao colete equilibrador ou conjunto cilindro-regulador de maneira que a luz produzida não interfira na faina do mergulhador .



Foto 5-43 Estrobo alimentado por uma pilha pequena AA.

5.16 Bússola

Instrumento auxiliar para missões de busca e orientação, permite o mergulhador quando submerso deslocar-se tendo como referência o alinhamento Norte-Sul.

A bússola deve ser presa ao pulso, oposto ao que estiver com o relógio, pois este irá causar interferência na leitura pela agulha imantada. Já as bússolas em console devem ser evitadas pois

Os trabalhos que exigirem maior precisão deverão ser usados bússolas acopladas à pranchetas, aumentando assim a “linha de fé”.

O uso de pequenas poitas e linhas ajudará a dividir a área em quadrantes dando maior precisão à operação de busca.



Foto 5-44 Bússola de console que deve ser evitada para os trabalhos no Corpo de Bombeiros, pois são mais susceptíveis a danos e quebra. E bússola de pulso.

5.17 Carretilha

Equipamento constituído por peças metálicas e plásticas com um cordim, uma trava, e um mosquetão metálico para prendê-lo ao colete equilibrador. Os cordins possuem cores variadas, espessura variando entre 1,5 a 2,0 mm, a cor, e o comprimento entre 20 a 50 metros

É usado como:

- 1) linha de vida emergencial;
- 2) demarcar um trecho percorrido ou a percorrer no mergulho;
- 3) linha guia em pesquisa;
- 4) linha guia para enviar um sinalizador flutuante (lift bag) ou levantador de peso submerso (LPS) até a superfície;
- 5) medição de uma distância ou profundidade.
- 6) referência de navegação



Foto 5-45 e 5-46 Carretilhas com cordins de diferentes espessuras, comprimento e cores.

5.18 Levantador de Peso Submerso-LPS

Equipamento destinado a manter com flutuabilidade neutra ou positiva objetos de pouco peso (até 50 Kg). Sua vantagem será mais prática quando associado ao uso de mosquetão e fita tubular.

Também é usado para:

- 1) quando no fundo, o mergulhador inflá-lo e com o uso da carretilha, enviá-lo à superfície indicando sua posição ou algum ponto que queira marcar.
- 2) inflá-lo na superfície para uso como suporte de flutuação para si ou algum equipamento.



Foto 5-47 e 5-48 LPS esportivo e LPS comercial
SUBSALVE underwater lift bags

Os sinalizadores flutuantes são práticos e funcionam como uma fator a mais de segurança e visualização. São transportados enrolados e presos no colete equilibrador ou no bolso.

Não possuem a mesma capacidade de flutuação dos LPS, pois não são projetados para elevar objetos e sim sinalizar para um campo de visão horizontal e até mesmo vertical. Também oferece mais flutuação ao mergulhador.

Mesmo em local com correnteza o mergulhador poderá inflar o flutuador e prendê-lo à carretilha que está acoplada ao colete equilibrador, fazendo assim a sinalização do local em que se encontra.



Foto 5-49 e 5-50 Modelos de flutuadores
OMS Equipment for Underwater Exploration

CUIDADO – Para uso de Levantador de Peso Submerso-LPS em ocorrências que exijam reflutuação, deverá ser observado o contido no POP-Reflutuação.

5.19 Cuidados e Manutenção

Devido as condições de operação dos equipamentos de mergulho que estão expostos aos raios solares, calor, águas sujas, superfícies abrasivas, perfuro-cortantes e outras, o desgaste e danos sofridos pelos equipamentos são acentuados.

Os cuidados são bem simples:

- 1) Armazene os equipamentos em local seco, fresco e arejado, protegidos dos raios solares.
- 2) Durante a operação não deixe os equipamentos expostos ao Sol desnecessariamente.

- 3) Após o uso lave os equipamentos com água doce corrente, escove-os, (se necessário aplique pouco sabão neutro e deixe de molho), secando-os na sombra.
- 4) Após o uso fique atento a reparos e ajustes. É importante ter a mão: silicone líquido e spray, talco industrial, peças de reposição e ferramentas.
- 5) Para os equipamentos não serem danificados por transporte incorreto, sempre use bolsas ou preferencialmente caixas plásticas, pois ficarão protegidos e melhor acondicionados.

CAPÍTULO 6

6. Proteção à Exposição

6.1 Roupas de mergulho

O mergulhador necessita de proteção a exposição e as roupas de mergulho ajudam a manter os mergulhadores aquecidos, bem como proteger o corpo de objetos e superfícies agressivos: galhos, troncos, espinhos, rochas, cracas, escombros, metais oxidados e cortantes, e outros.

6.2 Efeitos da temperatura

A troca de temperatura entre o mergulhador e a água é um fator importante para a atividade que será desenvolvida. Sabendo o tempo de permanência, bem como a temperatura nas diversas profundidades da água, é possível saber quanto tempo o ser humano consegue efetivar essa troca limitando assim sua permanência na água para a realização do mergulho. Portanto para mergulhos, principalmente na fase de pesquisa, quando não é possível estipular tempo em contato com água, a proteção para a manutenção da temperatura do organismo é fundamental.

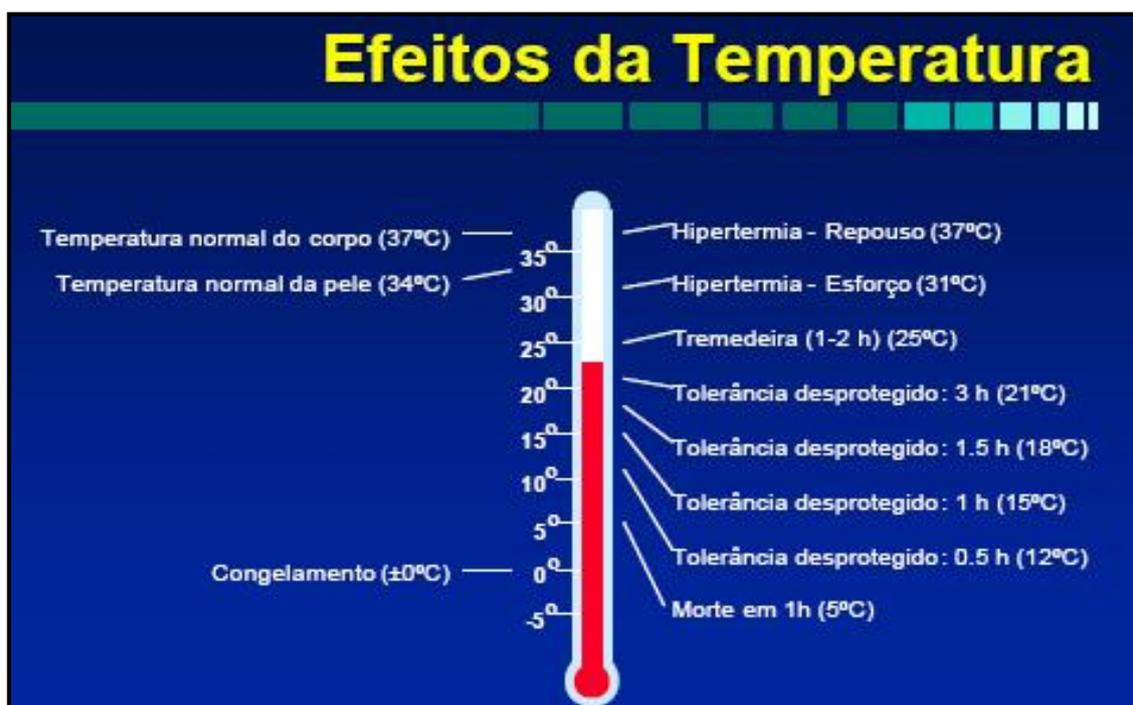


Figura 6-1 Efeitos da temperatura no corpo humano

Perda do calor corporal	
Cabeça	25%
Mãos	15%
Pés	15%

Tabela 6-1 Perda de calor corporal

6.3 Roupa úmida.

A roupa de mergulho úmida é confeccionada com o material neoprene, e mantém uma camada de água entre a pele do MG e o tecido interno da roupa, o corpo aquece a água e está funciona como um isolante. O neoprene é formado por tecido de borracha tendo internamente bolhas de ar, e com o aumento de profundidade e da pressão hidrostática as bolhas de ar se tornam menores, diminuindo a espessura do tecido da roupa; o que permite ocorrer uma maior circulação de água, que reduz a capacidade de proteção térmica do mergulhador.

Roupas úmidas não devem ser usadas nas condições:

- em água muito fria (temperatura da água < 13 °C), pois a água que ficará dentro da roupa, irá esfriar rapidamente, deixando o MG em uma situação desconfortável.
- em águas contaminadas com agentes biológicos ou químicos, pois a pele do MG não estará isolada de meio líquido, favorecendo assim a contaminação.

CUIDADO: Subprodutos do petróleo como a gasolina de um veículo submerso podem destruir o neoprene, fazendo o traje desintegrar-se.

CUIDADO: As roupas de mergulho de neoprene por serem muito porosas também tendem a absorver fluidos corporais e tecidos do corpo humano durante o trabalho de busca e pesquisa de cadáver; uma vez que o traje esteja contaminado é virtualmente impossível a limpeza.

Para uma eficiência nas operações de MG e para que o mergulhador tenha uma proteção adequada, a equipe de MG deve possuir pelo menos dois tipos de roupas para mergulho:

- roupa úmida, ou semi-seca, e

- roupa seca.

As roupas úmidas após serem limpas e secas devem ficar em cabides largos, e em local arejado e protegido do calor e luz do Sol.

6.3.1 Equipando-se com a roupa úmida.

Para facilitar a rápida colocação, pode-se usar talco ou sabão líquido, ou ainda, sacos plásticos nas mãos e pés.

Coloque um pé de cada vez (vista uma perna, depois a outra).

Não deixe dobras de tecido na roupa, pois irão contrair-se causando o efeito ventosa (barotrauma de roupa).

Não force muito as pernas e braços, vá avançando aos poucos.

Feche o zíper parcialmente, ajuste-se em seu interior e feche completamente.

Lembre-se: Não fique muito tempo exposto ao sol ou fazendo exercícios que o levem à exaustão ou insolação enquanto estiver vestido.

CUIDADO É importante manter-se hidratado. A roupa e o capuz devem ser justos e não apertados, pois neste caso irão prejudicar a circulação.



Fotos 6-1 e 6-2 Roupas úmida com e sem capuz

6.4 Capuz

A função mais importante do capuz é reduzir a perda do calor. Aproximadamente 25% de calor corporal é perdido pela cabeça, então, vestir um capuz pode fazer a diferença entre manter o conforto ou passar frio.

Um capuz deve ter no mínimo 3 mm de espessura para diminuir a perda de calor e ajudar a evitar vertigens causadas pela água nos ouvidos. Um capuz de 5 mm geralmente oferece uma boa proteção.



Fotos 6-3 e 6-4 Capuz úmido de mergulho, e Capuz úmido acoplado a roupa

6.5 Luvas

Perdemos cerca de 15% de calor corporal através das mãos, e fazemos buscas tateando com as mãos sobre os detritos no fundo. Assim, luvas são importantes tanto para reter calor como para proteger contra ferimentos.

Sempre que possível as luvas úmidas deverão ser utilizadas, pois em águas turvas o mergulhador terá sua visão reduzida aumento as chances de ferir-se.

Devido as condições do fundo e ambiente de trabalho, pode ser necessário o uso de:

- luva de couro sobre luvas finas de neoprene; ou

- luva seca para um isolamento entre o mergulhador e o meio líquido (sempre usar em água contaminada).



Fotos 6-5 e 6-6 Luvas úmidas para mergulho. OMS Equipment for Underwater Exploration

6.6 Botas

Cerca de 15% de nosso calor corporal é perdido pelos pés, e o uso de botas de neoprene nos oferece conforto térmico e proteção contra superfícies agressivas no local de mergulho.

É importante que a bota tenha um solado resistente e que também proteja o pé do mergulhador enquanto este caminha em terra, fora do local de mergulho.

O uso de botas de mergulho está associado ao uso de nadadeiras de pé aberto (com tiras).



Foto 6-7 Bota de neoprene

As meias de neoprene não oferecem proteção adequada aos pés do mergulhador, enquanto caminha por terra ou em águas sem visibilidade, apenas dará conforto térmico.

CUIDADO: Meias de neoprene só devem ser usadas em treinamento em piscina ou águas com boa visibilidade.

6.7 Roupa seca

A roupa seca tem a mesma função da roupa úmida quando falamos de conforto térmico, porém para águas muito fria ou permanência prolongada na água, é indiscutível sua superioridade sobre o traje úmido, ou semi-seco.

A maioria das roupas secas são feitas de neoprene; trilaminado (composto de 3 camadas de tecido sintético), e borracha vulcanizada. Lembre-se que o neoprene é muito poroso facilitando o acúmulo de resíduos, portanto as atividades do mergulho no Corpo de Bombeiros exigem preferencialmente o uso de roupa seca de material trilaminado, e para águas contaminadas a borracha vulcanizada.

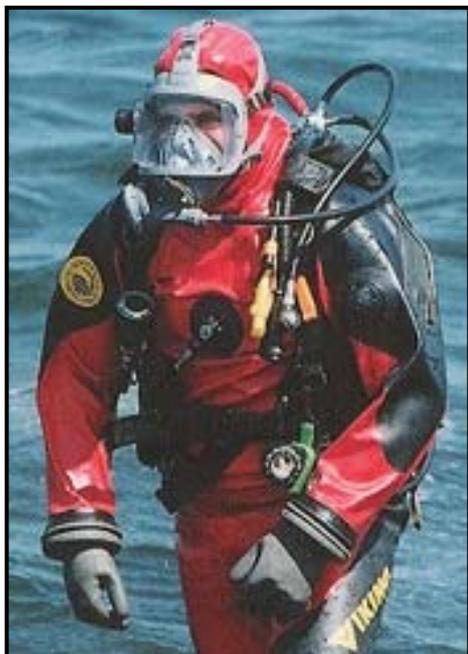


Foto 6-8 Roupa seca de borracha vulcanizada para ambiente de alto risco

Foto 6-9 Roupa seca de material trilaminado

6.7.1 Quando usar

Lembrando que a água não irá circular em seu interior, haverá sim um bolsão de ar, que por sua vez não irá aquecer o mergulhador.

A roupa seca isola, e o aquecimento é obtido pelas roupas internas que o mergulhador irá usar, as roupas devem ser grossas e de malha. De nada adianta usar uma calça, camisa e meia finos.

A principal vantagem no uso da roupa seca é o isolamento do meio líquido, principalmente em ambientes de alto risco (com a presença de contaminantes biológicos, químicos e outros).

6.7.2 Quando uso a roupa seca estou totalmente protegido do meio externo ?

Não, porque a cabeça e as mãos estão fora da roupa, e sujeitos aos riscos do meio líquido. Mas a roupa seca associada ao uso de luva seca e máscara “full-face” com o capuz seco nos oferece uma proteção (isolamento) do meio líquido, que a roupa úmida não pode oferecer.



Se a roupa seca possuir acoplamento para um capacete (por exemplo Superlight) aí sim estaremos obtendo a proteção e isolamento ideais.

O perfeito isolamento será obtido quando a roupa seca possuir a gola para encaixe em determinado tipo de capacete.



Foto 6-10 Capacete KM 47 Superlight
Kirby Morgan Dive Systems, Inc.

Foto 6-11 Mergulho em ambiente de alto risco com roupa seca,
luva seca e capacete Superlight

6.7.3 Capuz e luvas secos

Algumas roupas secas estão disponíveis com capuz acoplados. Na utilização de um traje com um capuz de látex acoplado, é preciso vestir um gorro antes para ganhar mais proteção térmica. E alguns capuzes de látex possuem tiras de regulagem externas.

Uma roupa seca oferece melhor proteção contra materiais perigosos se ela tiver um capuz acoplado que possa fazer uma vedação ao redor do rosto do mergulhador e sob a máscara “full-face”.

Para concluir o isolamento da roupa seca deve-se usar luvas secas.



6.7. Fotos 6-12 e 6-13 Luvas secas com aro de fixação, e sem aro de fixação.

Foto 6-14 Luvas secas com engate rápido-OMS Equipment for Underwater Exploration

CUIDADO Um mergulhador que não tenha realizado treinamento com roupa seca em ambiente confinado (piscina ou tanque) e em águas abertas (represa, rio, mar, lagoa) não pode usar uma roupa seca para uma operação de mergulho.

A roupa seca é um equipamento especial que exige treinamento específico para o uso.

Sem o devido treinamento o mergulhador estará sujeito a acidentes:

- Subida descontrolada que poderá resultar em doença descompressiva ou síndrome da hiperdistensão pulmonar;
- Entrada de água, que poderá causar hipotermia ou contaminação;
- Restrição da circulação que poderá causar apagamento (estrangulamento da carótida) ou falta de movimento das mãos (estrangulamento dos pulsos).

Lembre-se: A roupa seca oferece uma flutuabilidade bem maior que a roupa úmida e portanto necessita-se mais lastro para adquirir a flutuabilidade neutra.

CUIDADO: Caso ocorra a perda de lastro o mergulhador ficará muito positivo e dificilmente terá condições de manter-se no fundo, causando assim uma situação de extremo risco (subida descontrolada).

É possível ocorrer a entrada de água pelos pulsos, pescoço, zíper e até mesmo pela válvula de drenagem se estiver com defeito. Tais pontos merecem especial atenção quanto as condições de funcionamento, estanqueidade e manutenção.

É possível ocorrer a entrada de água pelo selo de pulso, quer pelos movimentos que se realiza, quando não se usa a luva seca acoplada; ou pela própria válvula de exaustão, daí a importância e necessidade de realizar treinamento específico antes de usar a roupa seca em operações de mergulho.

Uma roupa seca deve ser usada por um grupo específico de mergulhadores que tenha quase a mesma compleição física, pois o selo de pescoço será regulado, cortando-se tiras (em anéis) para um uso confortável e seguro para determinado diâmetro de pescoço. Após a remoção de um ou mais anéis, é impossível voltar ao diâmetro original. Tal roupa deve ser identificada para determinado grupo de mergulhadores (exemplo diâmetro do pescoço entre 38 e 40 cm). Outro fator determinante do grupo de usuários é o tamanho da bota da roupa seca.

CUIDADO Não use a roupa seca sem o devido treinamento.

CUIDADO: Quando usar roupa seca, o cinto lastro deve:

- ser do tipo suspensório, ou
- ser usado com fivela dupla, ou
- a fivela se virada para dentro, evitando abrir.

6.7.5 Equipando-se:

Retire relógio, pulseira, anéis etc., pois tais peças poderão danificar o selo de pulso e selo de pescoço, comprometendo a estanqueidade da roupa seca



Foto 6-15 Retirar de peças que possam danificar a roupa

Antes de usar a roupa seca vista no mínimo um agasalho (meia grossa, calça e blusa) para um bom conforto térmico e também evitar que ocorra o pinçamento da pele durante a descida no mergulho (barotrauma de roupa), pois o volume da roupa diminuirá.



Foto 6-16 Agasalho interno à roupa seca (undergarment)

Lubrifique os selos de pulso e de pescoço com talco, vaselina ou lubrificante íntimo .

Faça movimentos para espalhar o lubrificante e exercitar a borracha látex do selo, especialmente em dias frios. Tendo em vista que a borracha fica estacionária por muito tempo em uma posição, torna-se necessário um “aquecimento” (alargando e liberando 10 vezes antes de usá-la), evitando assim a ruptura.



Fotos 6-16 e 6-17 Lubrificantes; lubrificando o selo de pulso



Fotos 6-18, 6-19 e 6-20 “Aquecendo” o selo de pulso . Lubrificando o selo de pulso

6.7.5.1 Vestindo os pés:

Comece a se vestir pelas pernas até a cintura.

Vista o suspensório interno, se houver (ajustando-o ao seu tamanho).

Fotos 6-21, 6-22 e 6-23
Equipando-se com a
roupa seca.



6.7.5.2 Vestindo os braços e mãos:

Ao passar a mão pelo selo de pulso, ajude com os dedos da outra mão.

Agrupe os dedos da mão diminuindo a área e formando um cone para deslizar pelo selo de pulso.

Não deixe que a roupa de baixo fique entre o pulso e o selo de pulso; deve haver um espaço livre para perfeita vedação. Não pode formar volume ou saliência sobre o selo de pulso.

O selo não pode ficar dobrado (com o dedo indicador dê uma volta entre o selo e o pulso liberando a borracha látex que esteja dobrada).



Fotos 6-24 e 6-25 Afunilando os dedos para passar pelo selo de pulso; auxiliando com o dedo da outra mão.
Foto 6-26 deixando o selo junto ao pulso

6.7.5.3 Vestindo a cabeça

Com as duas mãos afaste cuidadosamente o selo de pescoço e passe a cabeça vagorosamente.



Fotos 6-27, 6-28 e 6-29 Vestindo a cabeça na roupa seca, passando pelo selo de pescoço



Foto 6-30 Situação incorreta, ficando a roupa de baixo presa ao selo de pescoço
Fotos 6-31 e 6-32 Ajustando o capuz com os dedos

O selo não pode ficar dobrado (com o dedo indicador dê uma volta entre o selo e o pescoço liberando a borracha látex que esteja dobrada).

Depois ajuste o capuz (caso a roupa possua) ao redor da cabeça.

A ajuda de um auxiliar é fundamental para a verificação dos selos (se há dobras e como retirá-las, especialmente se o mergulhador estiver com luvas).

6.7.5.4 Fechando o zíper:

O zíper é o principal componente que mantém a estanqueidade da roupa (evite dobras, torção e areia).

O zíper deve deslizar suavemente, sem trancos ou puxões fortes.

Com uma mão o auxiliar une as bordas superior e inferior da roupa (separadas pelo zíper) e com a outra vai realizando o fechamento vagorosamente.



Foto 6-33 Fechando o zíper

A ajuda de um auxiliar é importante para ajudar no fechamento e abertura da roupa, especialmente se o zíper for na parte de trás da roupa (nas costas).

No final do fechamento do zíper, o auxiliar realiza uma puxada extra para ter certeza que realmente está fechado e garantir a estanqueidade.

6.7.5.5 Conectando a mangueira de inflagem

Deve ser conectada a mangueira de baixa pressão na válvula de inflagem; em seguida apertar o botão de inflagem para verificar se está funcionando corretamente.



Fotos 6-34 e 6-35 Conectando a mangueira de inflagem, e testando o botão de inflagem

6.7.5.6 Liberando o ar

Com a válvula de exaustão aberta, ajoelhe ou agache e libere o excesso de ar pela válvula ou selo de pescoço, tal procedimento ajudará a reduzir o volume da roupa, permitindo ao mergulhador submergir com maior facilidade.



Foto 6-36 Agachamento para liberar o ar

Lembre-se: Se necessário, para um maior conforto use fralda geriátrica, pois o mergulho e as paradas descompressivas poderão ser demoradas, havendo assim a necessidade de urinar.

6.7.6 Após o mergulho:

Se necessário, lave o mergulhador com esguicho e escovação (em especial quando em contato com águas poluídas)



Foto 6-37 Lavagem e higienização do mergulhador NOAA National Oceanic & Atmospheric Administration EUA

Desequipe o mergulhador, desacoplando a mangueira de inflagem da roupa.

Auxilie na retirada da luva seca (se estiver usando)

Abra o zíper com cautela.

Com as mãos livres puxe a roupa e selo de pescoço deixando a cabeça livre.

Com as mãos e dedos, alargue um selo de pulso, liberando o pulso, depois repetir o mesmo procedimento para o outro pulso.

Retire a roupa.



Fotos 6-38, 6-39 e 6-40 Retirando a roupa seca

6.7.6.1 Cuidados:

Colocar a roupa em um saco plástico grande (saco de lixo), ou em caixa plástica evitando que suje ou contamine outros equipamentos.

Remover resíduos sólidos, pastosos e líquidos, podendo-se usar pouco sabão neutro diluído, e escova.



Fotos 6-41 e 6-42 Escovação da roupa seca para remoção de resíduos
Foto 6-43 Secagem da roupa seca

Lavar a parte externa da roupa.

Prender a roupa pelos pés para sair a água que possa ter penetrado na mesma, e secar na sombra e local arejado. Quando estiver seca poderá ficar dobrada e pendurada por mais um dia e submetê-la a inspeção visual

Lubrificar os selos de pulso e pescoço com talco industrial para evitar o ressecamento do látex.

Foto 6-44 Lubrificando o selo de pulso com talco



Lubrificar o zíper com parafina, feche o zíper e esfregue o bloco de parafina pelos dentes, depois abra zíper antes de guardar a roupa.



Foto 6-45 Lubrificação do zíper com parafina

Não use produtos a base de petróleo pois são incompatíveis com borracha e destroem o tecido de fixação do zíper na roupa.

Acondicionar a roupa, enrolando-a suavemente, e guardá-la abrigada em uma bolsa, protegendo-a da luz do Sol, calor e abrasão durante o transporte.



Fotos 6-46, 6-47 e 6-48 Acondicionamento da roupa seca



Fotos 6-49, 6-50 Colocando a roupa seca em uma sacola para proteção

Mensalmente a posição da roupa na sacola deve ser alterada para não “viciar” criando vincos e dobras que a danifiquem permanentemente.

CAPÍTULO 7

7. Padrões de busca

Uma vez que a área a ser pesquisada tenha sido estabelecida, é hora do supervisor de mergulho determinar qual tipo de padrão será utilizado. A decisão é baseada em:

- no tamanho da área;
- os recursos disponíveis;
- a correnteza;
- a profundidade;
- objeto da busca;
- provável contorno ou formato do fundo;
- obstáculos conhecidos ou presumidos; e
- outras possíveis variáveis.

Os mergulhadores devem ser instruídos a “varrerem” com as mãos por aproximadamente 60 cm para cada lado do ponto central quando estiverem no fundo. Embora seja previsto um intervalo de 120 cm, com o propósito de planejamento, considerar de 75 cm a 90 cm como a média palmeada para a busca em águas escuras. Os números mais conservadores ajudam a assegurar a eficiência entre passos consecutivos através do fundo. Isso também provê algumas incertezas contra o mergulhador que não faz varreduras completas.

Na maioria dos padrões de busca que seguem, o guia controla e coordena a corda de orientação, gradualmente parando o mergulhador no local correto. Em termos práticos, o sistema de curvas significa que mesmo se o mergulhador perdesse um pequeno objeto no primeiro passo, ele seria capaz de encontrá-lo no seguinte.

Em condições de boa visibilidade, um mergulhador pode ser parado em uma média superior. Também deve assegurar-se que o padrão de busca seja baseado na pior visibilidade que o mergulhador encontrar. Não somente a visibilidade poderá diminuir por si mesma, como também, a vegetação na direção seguida poderá aumentar, o mergulhador deve também remexer o fundo em uma varredura, arruinando a limpidez da água para a próxima varredura.

Quando a busca é visual, os mergulhadores não devem rastejar ao longo do fundo como eles fazem em águas escuras. Ao contrário, eles devem usar técnicas de flutuação para se deslocar sobre o fundo, verificando totalmente de um lado ao outro.

7.1 Busca em arco

A busca em arco é um dos padrões mais simples, mais efetivo e freqüentemente mais utilizado. Em uma busca em arco, também conhecida como busca em meia-lua, o guia se mantém em um local enquanto o mergulhador varre de um lado ao outro até o final da linha de vida (corda guia), gradualmente trabalhando no seu caminho correto. Ao final de cada passo, a corda pára em uma quantidade determinada da linha, entre 60cm a 1,50m, dependendo dos parâmetros da busca. Para assegurar-se que o mergulhador permaneça dentro dos limites da área de busca, o guia deve encontrar e determinar uma marcação visual de cada lado do padrão.

Uma busca em arco permite uma busca rápida do fundo, e é facilmente usada mesmo em finais de paredes, embarcadouros ou em fundos rochosos e pontudos. Funciona relativamente bem sobre fundos recortados, e extremamente bem em buscas tanto para grandes como para pequenos objetos. Esta técnica é a menos recomendável para áreas com copiosas quantidades de plantas submersas, visto que a linha de vida pode ficar presa na vegetação. Isso pode causar ao mergulhador, não apenas a perda do seu padrão, como também o peso do detrimento sobre a corda pode afetar a sua segurança.

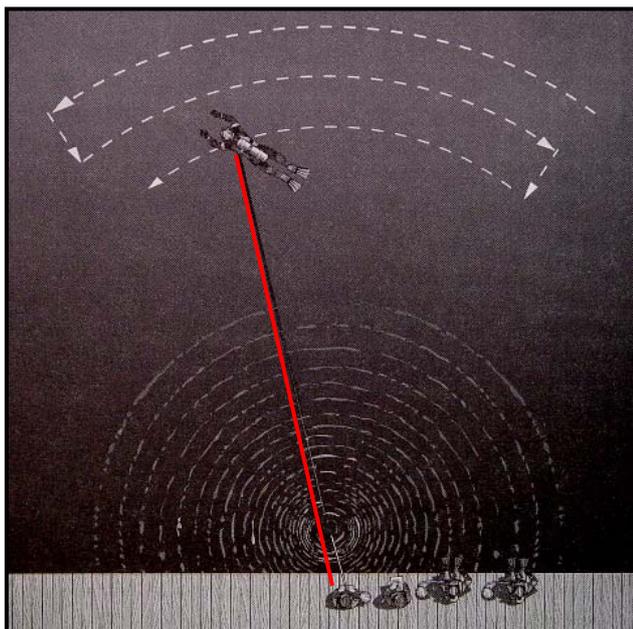


Figura 7-1 Busca em arco
Public Safety Diving. Hendrick, Walt. Fire Engineering, 2000.

7.2 Busca na Técnica de Limpador de Pára-Brisas

Para uma busca mais rápida em áreas largas, a busca em arcos pode ser combinada para criar um padrão de limpador de pára-brisas. Dois mergulhadores fazem a busca parcialmente em áreas semicirculares, movendo-se de um lado ao outro em sincronia.

Quando escolhido este tipo de busca, os guias geralmente devem permanecer tão distantes quanto seja necessário para que os mergulhadores se desloquem sem causar choques. Desta forma, se os mergulhadores são inicialmente mandados a 12m, os guias devem permanecer afastados 12m um do outro. Um fundo com valas ou outras restrições pode estreitar as buscas em arcos e fazer com que os guias fiquem mais próximos. Manter os mergulhadores se movendo no mesmo passo é tarefa dos guias. Se o guia vê que o seu mergulhador está se afastando demais, um simples sinal na linha de vida deve ser enviado para dizer ao mergulhador que pare.

O padrão de limpador de pára-brisas permite o uso efetivo de pessoal. Embora ambos os mergulhadores tenham um mergulhador reserva e um guia de apoio, os reservas deverão estar 90% equipados, ou seja, para entrada na água só basta colocar máscara no rosto e regulador 2º estágio na boca.

Desta forma, para operações conjuntas, apenas dois outros mergulhadores devem estar no local, mas note que ambos devem estar totalmente equipados e prontos para mergulhar.

Se um mergulhador de apoio é chamado para substituir o primeiro, o este deve ser parado, e se a situação permitir, deve ser trazido vagarosamente de volta ao ponto de início. Caso contrário, há o risco dos dois mergulhadores repentinamente necessitarem de assistência e não haver ajuda suficiente disponível. Os dois primeiros mergulhadores não devem atuar como apoio um do outro. Em uma emergência, simplesmente não há tempo para que um dos mergulhadores venha à tona, nade até o guia do outro, prepare outra linha de vida e desça de encontro ao mergulhador em dificuldade; além do mais, isso acarretaria no envio de alguém que já estava no fundo e muito provavelmente sem o cilindro completo

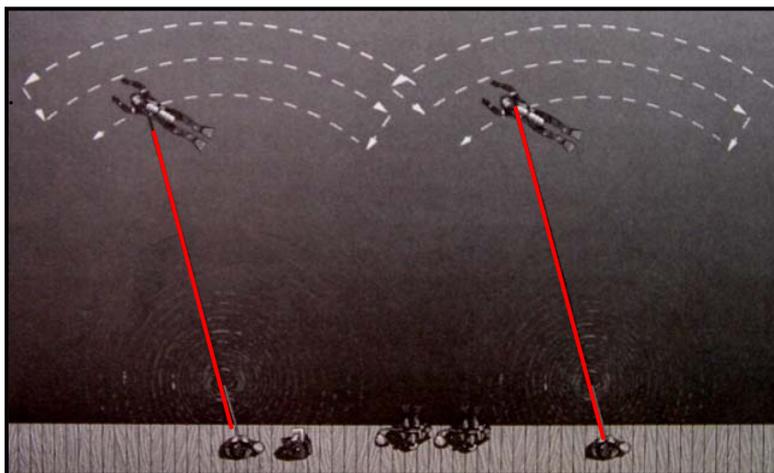


Figura 7-2 Busca limpador de pára-brisa
Public Safety Diving. Hendrick, Walt. Fire Engineering, 2000.

7.3 Busca caminhada pelo píer

Um dos quesitos para a técnica da caminhada pelo píer é que deve haver um caminho longo e reto podendo ser um píer, ou docas, ou uma outra área (barranco de represa) na qual o guia possa andar pelo sentido do comprimento. Ao contrário da busca em arco, o guia se move com o mergulhador, criando passadas paralelas e em linha reta sobre o fundo. Quando feito corretamente, o guia leva o mergulhador tão próximo quanto possível, assegurando que a linha de vida esteja perpendicular ao caminho todas as vezes. Ir muito rápido ou muito devagar desviará a linha de vida parando o mergulhador muito afastado e fazendo que muita área fique sem ser revistada.

Freqüentemente citada como “caixa de busca”, a caminhada pelo píer é um dos mais eficientes entre os padrões em uso. Devido a cobrir uma área retangular, ela não deixa seções do fundo sem busca. É também um padrão simples, fácil de seguir e fácil de prevenir. Funciona bem para buscas em áreas grandes e quando operando ao longo da estrutura oferecida. A caminhada no píer é geralmente utilizada em correnteza de até 1,5 nós (2,91 m/s).

Este método de busca apresenta uma consideração de segurança importante, em que deve ser usada com um sistema de duas pessoas de apoio ao invés de um apoio e um mergulhador 90% pronto. Por causa das distâncias envolvidas, o apoio deve ficar entre um quarto da distância do final de cada área de busca. Os apoios também funcionam como mergulhadores 90% prontos.

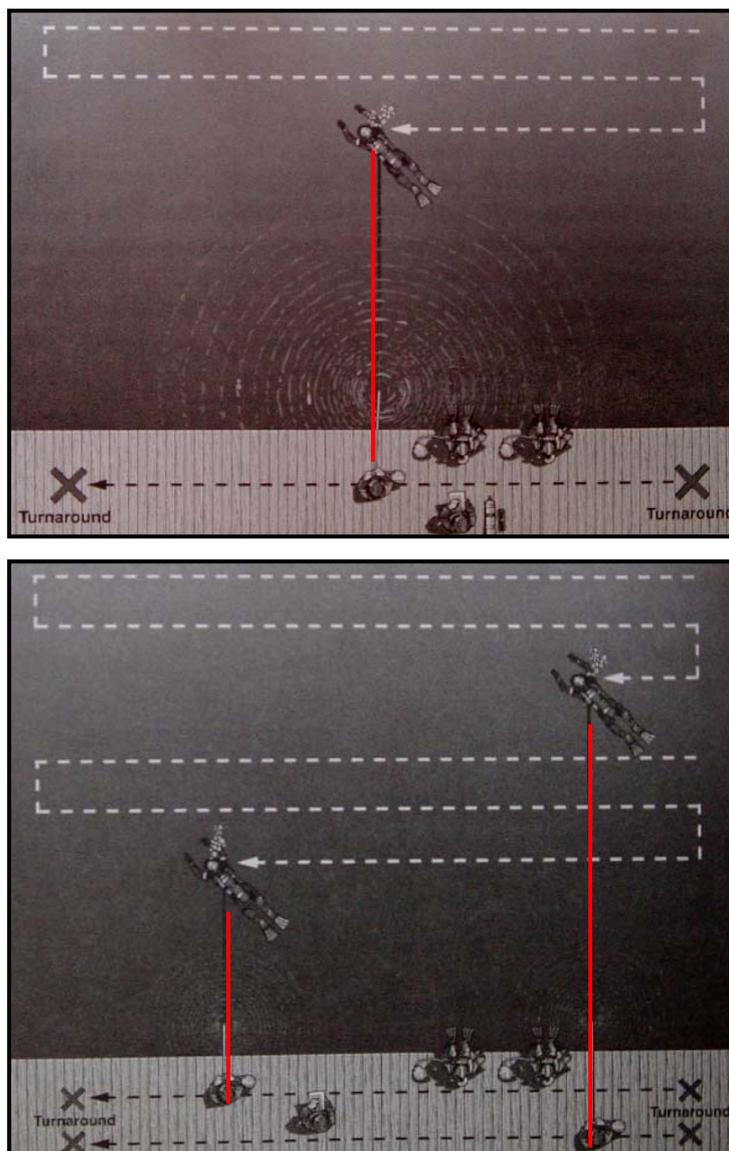


Figura 7-3 Busca Caminhada pelo pír-simples

Figura 7-4 Busca Caminhada pelo pír-em dupla

Public Safety Diving. Hendrick,Walt. Fire Enginnering, 2000.

7.4 Busca através de cabo de fundo

A técnica de busca específica é recomendada para fundos que são aproximadamente aplainados e para a busca de pequenos itens, como: armas, evidências, e propriedades pessoais. É uma busca metódica, uma das melhores em cobertura de uma grande quantidade de área em um curto espaço de tempo. Esta técnica pode ser usada por apenas um mergulhador que é preso à superfície, ou pode ser utilizada por dois mergulhadores sem linha de vida.

O mergulhador desce até o final de uma das linhas corrediças. Alcançando o final da outra, após buscar metodicamente ao longo de todo o comprimento, ele move a poita de 75cm a 90cm. Deve-se tomar o cuidado de mover a poita sempre para a mesma direção.

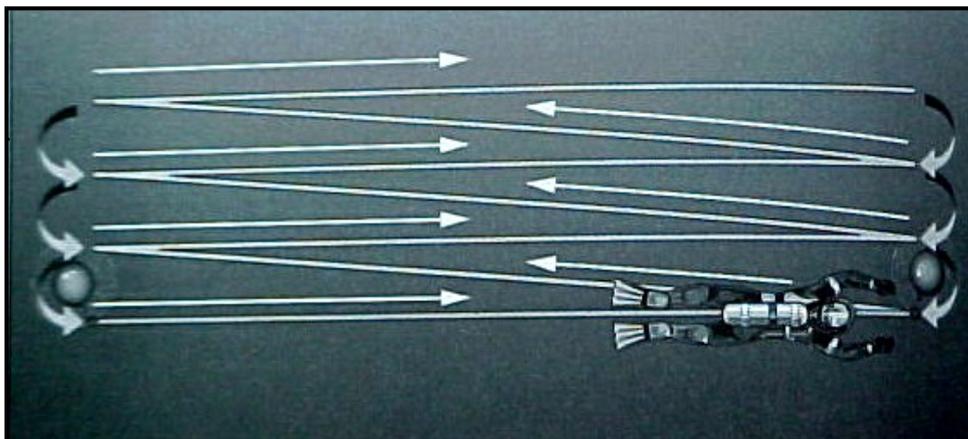


Figura 7-5 Busca através de cabo de fundo
Public Safety Diving. Hendrick, Walt. Fire Engineering, 2000.

7.5 Busca em círculo

Como o próprio nome indica, um mergulhador seguindo esta técnica faz um padrão circular do fundo enquanto permanece atado a um ponto central. Um segundo mergulhador pode sentar-se no núcleo para deixar a corda da maneira necessária, ou a corda pode ser atada a um elo móvel provido de peso, com a corda correndo para o guia a bordo do bote. Um terceiro método é usar um pivô, que é uma unidade com peso para um carretel de movimento livre, permitindo ao mergulhador fazer círculos desimpedidos ao redor do alvo. Neste caso, o mergulhador deixa correr sua linha de vida por um carretel atado ao seu arnês. Sempre que o pivô é utilizado, deve haver uma bóia com uma corda para a superfície, indicando o centro do padrão de busca e também atuando como uma corda sinalizadora.

Se um mergulhador está controlando a sua própria busca, ele deve marcar um ponto no fundo para que ele saiba cada vez que contorná-lo quando deve estender a busca. Também, se não há uma corda guia para a superfície, então um segundo mergulhador deve estar na água com ele para agir como um parceiro. Muito mais que nadar com o primeiro, o parceiro deve permanecer no núcleo, de onde ele possa monitorar e enviar sinais pela linha de vida.

Buscas em círculos não são geralmente tão efetivas por muitas razões: primeiro, elas possuem o risco de enroscos, independentemente de quais arranjos de mergulhadores e cordas sejam utilizados; segundo, esses padrões não são dirigidos por um guia. Conduzindo múltiplas buscas deste tipo deixará grandes áreas fora do perímetro do círculo sem serem checadas. Finalmente, o pior problema é que não existem grandes certezas em mapear as áreas realmente mergulhadas.

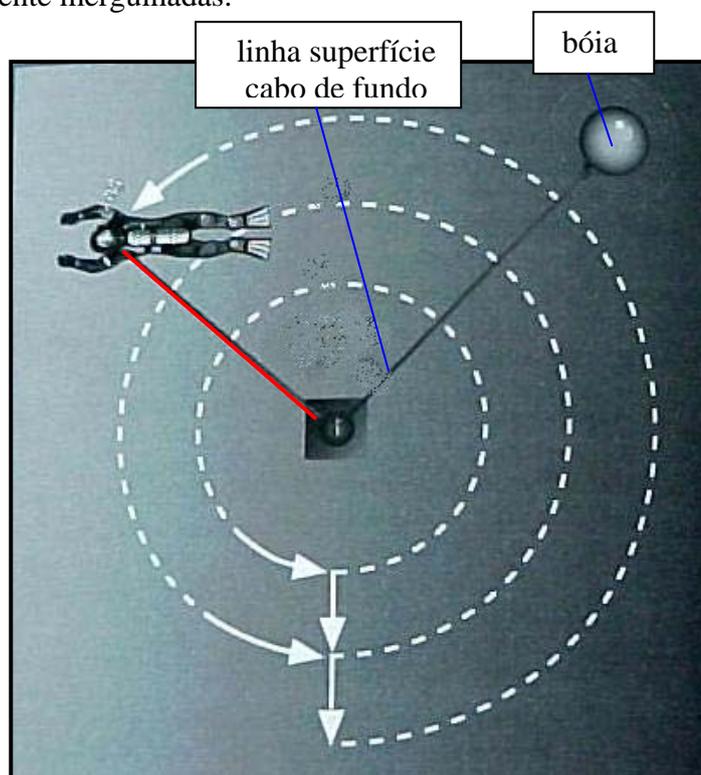


Figura 7-6 Busca em círculo
Public Safety Diving. Hendrick, Walt. Fire Engineering, 2000.

7.6 Busca em linhas corridas

A busca em linhas corridas é extremamente utilizada em áreas de vegetação pesada, escombros ou correntezas fortes. O mergulhador parte de uma estrutura como uma ponte ou de um bote para a execução do padrão de busca determinado. Se a água está em movimento, ele se desenvolve junto com a correnteza. Uma vez que alcance o final da primeira varredura, volta à superfície, então ele e o guia se movem como uma unidade algo entre 60cm a 1,5m de um lado, dependendo dos parâmetros da busca. O mergulhador então busca em direção ao guia, e o processo se repete por si mesmo. Esta técnica permite um grau razoável de controle enquanto reduz, de alguma forma, o problema de enroscos na vegetação. Se o problema é escombros, o mergulhador será capaz de “engatinhar”, rastejar sobre eles e prevenir que a linha de vida fique enroscada no seu entorno, e assim, diminuindo as áreas por ele perdidas. Estendendo-se e alinhando-se a favor da correnteza,

ele será “levado”, e depois puxado através da linha de vida ele volta contra a correnteza; o que significa que o mergulhador não será empurrado para fora do seu padrão de busca. Mergulhadores de apoio são usados normalmente.

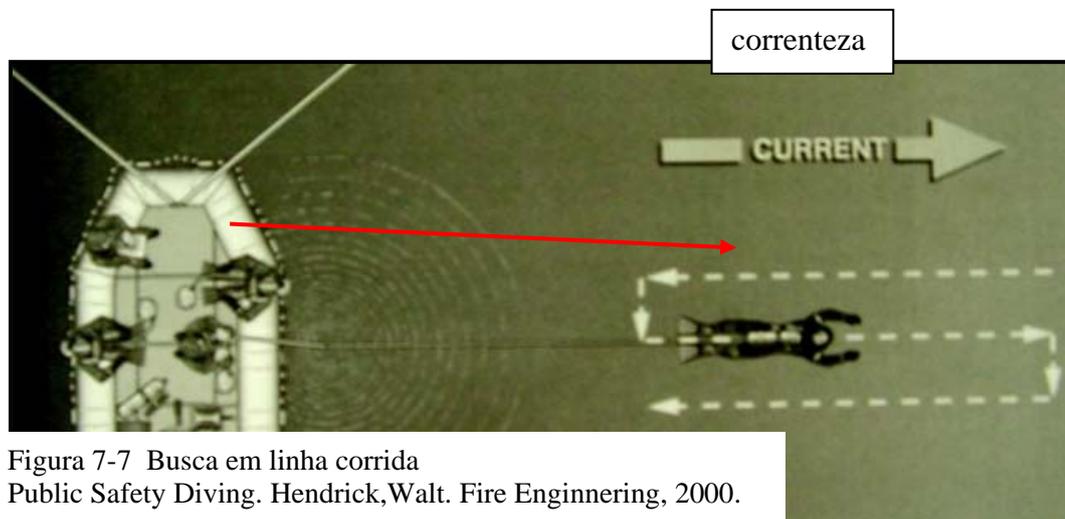


Figura 7-7 Busca em linha corrida
Public Safety Diving. Hendrick, Walt. Fire Engineering, 2000.

7.7 Busca direta

Em áreas com vegetação extremamente pesadas ou escombros, você poderá necessitar uma busca direta. Para este padrão, o mergulhador desce diretamente abaixo do guia, que está sobre uma plataforma e busca a área imediata. O mergulhador é então levantado acima da vegetação e baixado outra vez de 30 a 60cm de um lado. Se você utilizar este tipo de padrão assegure-se que os mergulhadores não sejam repentinamente e rapidamente parados pelos seus guias. O movimento repetitivo do sobe-e-desce aumenta os riscos de traumas nos ouvidos e nariz causados pela pressão barométrica, como também danos por superexpansão dos pulmões.

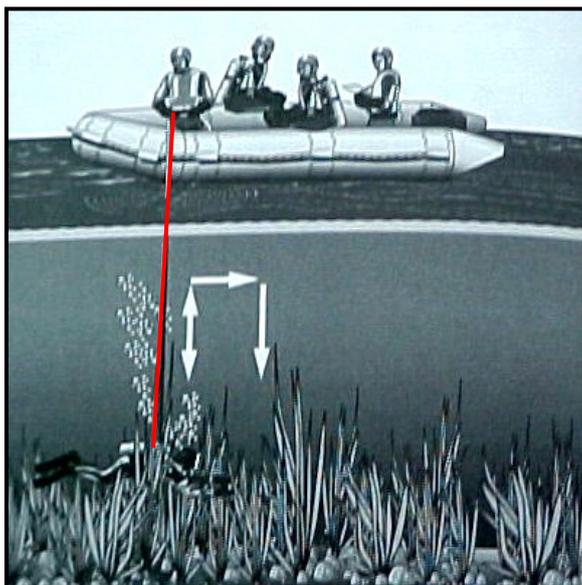


Figura 7-8 Busca direta
Public Safety Diving. Hendrick, Walt. Fire Engineering, 2000.

7.8 Busca em quadro

A busca por um objeto extremamente pequeno, como um anel ou uma cápsula de projétil, pode se tornar tediosa e difícil. Mesmo com um guia, um mergulhador poderá encontrar dificuldades em assegurar que ele tenha procurado cada espaço de uma determinada área do fundo. A solução é construir uma moldura quadrada de madeira, metal ou plástico para ser usada em pequenas áreas para concentrar as buscas. Coloque peso na moldura, se necessário, assim ela permanecerá no fundo. Deposite-a no início da primeira varredura de um padrão normal de busca, depois meticulosamente faça uma busca na área interior e passe a mão por baixo da moldura para completar o quadrado. Se a busca for verdadeiramente árdua, use uma peneira em conjunto com a moldura. Quando terminar com aquela área, mova o lado mais próximo a você deixando o lado oposto sobre o fundo, vire a moldura de maneira que ela cubra a área adjacente àquela que foi recém pesquisada. Ao final da varredura, vire a moldura lateralmente. Obviamente, este método de busca funciona melhor quando combinado com um padrão caminhada pelo píer, o qual, assim como a moldura, cobre áreas retangulares.

Quando o tempo do primeiro mergulhador estiver esgotado e a busca precisar ser passada para um próximo mergulhador, o primeiro deve simplesmente deixar a moldura no fundo. Como a equipe está utilizando linhas de vida e contornos, é fácil enviar um

substituto para continuar a pista. Os mergulhadores não devem esquecer de procurar por debaixo da própria moldura.

7.9 Busca livre

A busca livre quase nunca deve ser utilizada em águas com baixa visibilidade, não apenas porque isso é inexato como ineficiente, mas também pelo perigo que cria para os mergulhadores. Se um mergulhador tem algum tipo de problema, tal como um aprisionamento ou uma perda de ar, ele não terá meios de sinalizar para pedir ajuda, e não haverá meios de localizá-lo imediatamente, especialmente em águas escuras. A única vez em que mergulhadores de salvamento devem usar a busca livre é quando, em uma área extremamente restrita, obstruída por árvores ou outros obstáculos, poderiam constantemente impedir o movimento de um mergulhador assistido, e em águas muito rápidas. No primeiro momento, a busca livre requer confiança em um sistema de parceria, e ambos os mergulhadores devem levar um cilindro pequeno e completo de reserva. Isto é mais comumente feito em áreas limitadas, onde o mergulhador não pode se afastar muito. Em último caso, em correntes com mais de 3 nós, o mergulhador acompanha, se impulsionado ao longo do fundo e é resgatado após voltar à superfície por pessoal treinado. O mergulhador é depois levado rio acima para começar de novo. Buscas em águas rápidas e turbilhonadas requerem um treinamento altamente qualificado na equipe de apoio e um meticuloso controle a cada momento para que os riscos de perdas ou danos sejam minimizados.

7.10 Padrões combinados

Na escolha de qual padrão é o mais apropriado para a locação dada, você não deve limitar-se a um simples tipo. Diferentes padrões podem ser combinados para tornar a operação mais rápida e mais eficiente. Em uma operação com um píer, por exemplo, pode ser apropriado para o guia levar o mergulhador através de um padrão “caminhada pelo píer”, que permite que ele se mova para fora e ao redor em um arco padrão até o final.

7.11 Busca com múltiplos mergulhadores em linha

Algumas equipes optam por um sistema de busca comum ao esporte do mergulho, na qual vários mergulhadores, geralmente de quatro a seis, seguram-se a uma única corda que é ancorada por uma outra em local firme (píer/convés) ou sob a água. Os mergulhadores então nadam como em uma unidade, cobrindo uma larga área de território em uma única passada. Mesmo que o plano soe bem, ele tem tantas falhas que rapidamente se deteriora e se transforma em uma cena de confusão. Talvez o maior dos problemas seja que há muitas pessoas para serem coordenadas. Mergulhadores geralmente passam por dificuldades com relação ao peso, manter uma flutuação neutra, equalização, respiração, e tudo o mais. Se um dos mergulhadores ao longo da corda passa por esses problemas, a varredura inteira é retardada. Também, quando os mergulhadores estão tentando segurar a corda, manter o passo com os outros mergulhadores, e prestar atenção aos múltiplos sinais, muito do foco físico e mental que deveria estar voltado para a busca ao contrário, estará voltado para manter –se nadando como parte de uma máquina coordenada. Obviamente, nem todos os mergulhadores nadam na mesma velocidade, e isso por si mesmo já causa dificuldades. Se um dos mergulhadores encontra uma pilha de escombros, não há maneira dele informar aos outros para irem mais devagar para que ele possa revistar a área da maneira apropriada, mesmo que ele pudesse, isso retardaria os outros mergulhadores desnecessariamente, ainda que tudo seja identificado, segurar a corda com uma das mãos significa estar buscando com apenas metade da capacidade que um mergulhador assistido pode desenvolver no mesmo período de tempo.

Finalmente, este método é problemático para situações emergenciais. Conectado a uma única corda um mergulhador pode ser prevenido a fazer uma ascensão de emergência. Por outro lado, se os mergulhadores estiverem meramente segurando a corda, eles podem desligar-se simplesmente largando a corda. Um mergulhador em apuros teria apenas uma mão livre para seu próprio resgate. Se um mergulhador estiver em situação de ficar embaraçado ao longo do caminho e abandonar a corda, como os outros poderiam saber disso? Pior, se os mergulhadores ficassem todos embaraçados de uma só vez. Se o grupo estivesse nadando para dentro de uma rede de pesca, por exemplo, eles não seriam capazes de agir como apoio um para o outro, e seus sinais para a “ponte” se tornariam confusos com tantos mergulhadores puxando a corda ao mesmo tempo. Apropriadamente, utilizando esta técnica de varredura larga pode demandar a existência de um mergulhador de apoio para cada membro da equipe na água. Dada a limitação quase universal de equipe de trabalho, esta técnica seria impossível para a maioria das equipes.

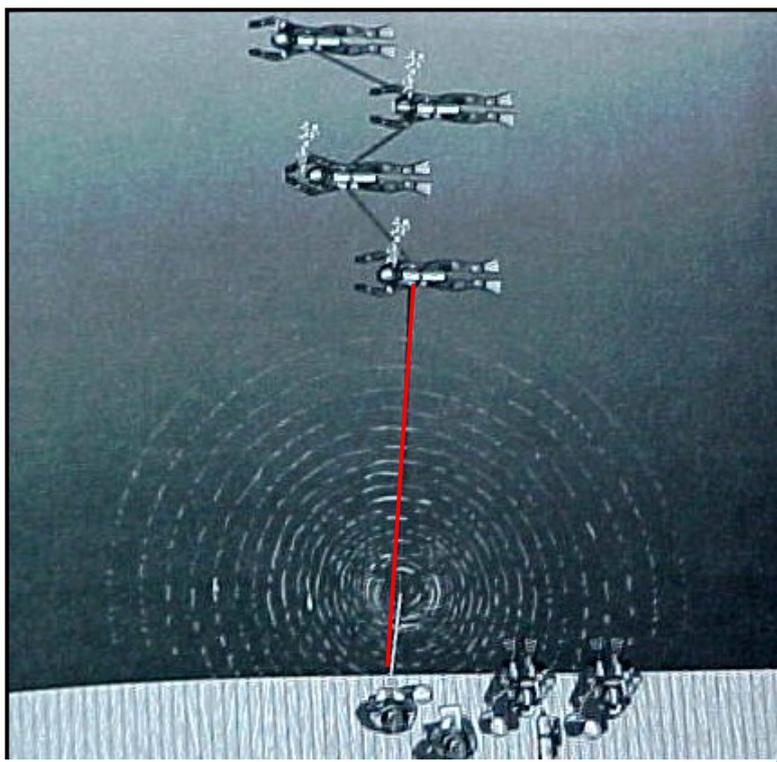


Figura 7-9 Busca com múltiplos mergulhadores em linha
Public Safety Diving. Hendrick, Walt. Fire Engineering, 2000.

7.12 Busca caminhando

Se a água é pouco profunda: por exemplo, até a cintura ou menos, sua equipe poderá optar por conduzir uma busca caminhando. Em uma busca caminhando, uma ou mais pessoas caminham dentro dos padrões de busca, literalmente em um esforço de evitar sair do alvo. Embora este método não seja aplicável na busca de pequenos objetos, ele pode ser muito efetivo quando se procura por algo maior, como um corpo humano.

Em buscas caminhando, existem duas maneiras de manter o padrão e assegurar que a área foi examinada de maneira apropriada. Primeiro, os caminhantes, devem ser instruídos da mesma forma que os mergulhadores. Segundo, os caminhantes podem simplesmente utilizar marcas e ajuda visual como um guia. Múltiplos caminhantes podem ser mais efetivos. Segurando as mãos e permanecendo juntos e próximos, uma equipe de caminhantes pode pesquisar uma ampla fileira através da área de busca.

Muitas considerações de segurança são aplicadas a este tipo de busca. Não utilize esta técnica em águas acima da cintura, e não envolva caminhantes em correntezas maiores que 2 nós. Águas mais rápidas podem arrastar a equipe e até afogá-los. Também evite utilizar uma busca caminhando em ressacas fortes. Em qualquer tipo de água, todos os

caminhantes devem vestir calçados que protejam os pés de pontas e pedras sobre seus trajes por causa da possibilidade de tropeços ou do risco de ficar com um pé preso. Rochas, escombros, e fundos lodosos podem tornar a busca caminhando muito difícil ou até mesmo impossível. Se a equipe tropeça, cai, ou fica presa na lama, continue a busca com mergulhadores. Mantenha números cordas de resgate em mochilas para auxiliar qualquer pessoa da equipe na água. Também mantenha um mergulhador de apoio pronto, por que mesmo em águas rasas, um mergulhador pode ser requisitado para liberar um caminhante de algum embarço severo.

CAPÍTULO 8

8. Comunicação e sinais

8.1 Fonia

A melhor opção para comunicação é a utilização do sistema de fonia. Quando funciona corretamente, tal sistema reduz a chance de falta de comunicação e assegura que o encarregado sempre saiba o estado do mergulhador. A capacidade de conversar com alguém é, também, psicologicamente tranquilizante para um mergulhador, especialmente durante a busca de um corpo em locais sem visibilidade.

8.1.1 Comunicação através de cabo

Sistemas de comunicação podem ser através de um cabo que fisicamente une o equipamento de fonia do mergulhador a uma unidade receptora/transmissora na superfície. Além do microfone do encarregado e alto-falante, algumas unidades de comunicação também permitem realizar comunicação com outros mergulhadores, e gravação. Quando a comunicação é feita por sistema de cabo de fonia, este deve ser unido à linha de vida, formando assim um umbilical.

8.1.2 Comunicação através de ondas sonoras

A comunicação pode ser através de ondas sonoras para transmitir sinais através da água. Alguns modelos transmitem e recebem bem os sinais, porém produzem ruídos e interferências, fazendo um barulho no fundo, tal como aquele causado por motores de barcos, bolhas emitidas pelo mergulhador, e ar passando através do regulador do mergulhador. Considerações acústicas também aparecem, desde casco de navios, pedras e cais de concreto podem refletir e distorcer sinais. A vantagem no uso de tal sistema é a aplicação em área com enroscos, eliminando o cabo de fonia o mergulhador terá um problema a menos para preocupar-se durante a operação. E mesmo que a linha de vida seja liberada, em uma situação emergencial, ainda haverá a comunicação entre a equipe.

Os dois sistemas requerem no mínimo uma máscara “full face”, onde será adaptado o microfone e o fone de ouvido, permitindo que o mergulhador fale e ouça.

Sistemas de comunicação subaquáticos são especialmente importantes quando o acesso (linha direta) entre o mergulhador e o guia pode facilmente ser interrompido; é fácil dizer a um mergulhador “vá para a direita” ou “vá para a esquerda”, mas é difícil dizer, “vá 3” ou “vá 4”, portanto é necessário treinar também os sinais de linha básicos. Se a tecnologia falha em um ponto, o mergulhador e o guia podem recorrer em puxar a linha de vida, mas a eficiência deles neste momento dependerá da experiência e prática.

8.2 Sinais de linhas

A qualquer momento que um sinal é dado, ele deve ser respondido com o mesmo sinal, assim assegurando que não há falta de comunicação, e que a mensagem foi entendida. Deve-se esperar pelo entendimento do primeiro antes de enviar o próximo sinal.

8.3 Sinais de linhas (guia – mergulhador)

Dos sinais padrão do mergulho dependente, selecionamos e adaptamos os seguintes para o mergulho autônomo:

SINAL	DA SUPERFÍCIE	DO MERGULHADOR
1	Pare ! (se em movimento) Tudo bem com você ?	Pare (de soltar cabo) Tudo bem comigo Cheguei ao fundo
2	Desça	Dê mais cabo
3	Preparar para subir	Colher cabo
4	Suba	Puxe-me para cima
2 – 1	Entendido Responda	Entendido Responda
1 – 2 – 3	-----	Mande-me uma marca
5	-----	Mande-me um cabo
2 – 1 – 2	-----	Mande-me uma prancheta
2 – 2 – 2	-----	Estou enroscado e preciso de auxílio
3 – 3 – 3	-----	Estou enroscado, mas posso safar-me
4 – 4 – 4	-----	Emergência – puxe-me imediatamente

Tabela 8-1 Sinais de linha

O sinal “4-4-4” não exige resposta, e sim atitude imediata.

Nas operações de pesquisa, quando o balizamento é feito pela superfície, os sinais padrão são:

SINAL	SIGNIFICADO
7	Você iniciará uma pesquisa; os sinais que se seguem são de procura
1	Pare. Procure onde você está
2 (folgada)	Afasto-se no sentido da linha de vida
2 (tesa)	Aproxime-se no sentido da linha de vida
3	De frente para a linha de vida, ande para a direita
4	De frente para a linha de vida, ande para a esquerda
7	Fim da pesquisa

Tabela 8-2 Sinais de pesquisa

Lembre-se: Todos os sinais emitidos devem ser respondidos

Os sinais devem ser padronizados.

Um único sinal do guia a qualquer momento significa, “**Você está bem?**”.

Um único sinal de retorno do mergulhador significa, “**Eu estou bem**”

Todos os sinais do guia devem ser precedidos por este puxão.

O 1º sinal do mergulhador (1 puxão): “Estou bem”. Com este sinal, o mergulhador está avisando todos na superfície que ele está bem, ou que ele está respondendo um sinal do guia. Também pode ser usado como um “por favor repita” do mergulhador.

Os Sinais de Linha podem ser:

- Rápidos e curtos, quando a linha de vida está bem tesada, bastando um movimento de pulso;

- Longas e amplas, quando o mergulhador está a mais de 15 metros e sob efeito de correnteza, mas tal movimento pode atrapalhar o mergulhador quando estiver realizando uma tarefa minuciosa; e
- Gigantes, realizados quando devido a profundidade e correnteza, a linha de vida não consegue manter-se tesada. É bem provável que tal puxão retire o mergulhador do exato local onde se encontra.

Cuidado: Puxões fortes podem alterar a profundidade do mergulhador, e causar acidente.

8.4 Sinais manuais durante o mergulho e na superfície

Enquanto na superfície, guias e mergulhadores podem se comunicar usando sinais das mãos.

É importante o mergulhador e seu canga repassarem alguns sinais antes de iniciar o mergulho, especialmente se houver algum sinal específico que usem entre si.

Os sinais devem ser amplos e pausados de maneira que o mergulhador se faça entender, e assim como nos sinais de linha, os sinais manuais também exigem resposta para confirmação de que foi entendido, salvo os casos emergenciais.



Foto 8-1 Comunicação através de sinal na superfície.



**Ok? – Ok !
Tudo bem? – Tudo bem!**



Algo está errado!



Perigo!



Suba.

Fotos 8-2, 8-3, 8-4 e 8-5 Sinais manuais durante o mergulho



**Desça
Estou descendo.**



Socorro, ajuda



Estou com pouco ar.



Vamos repartir o ar.



Estou sem ar.



Abri minha reserva

Fotos 8-6, 8-7, 8-8, 8-9, 8-10 e 8-11 Sinais manuais durante o mergulho



Tudo bem? Tudo bem.
(na superfície com uma mão ocupada)



Tudo bem? Tudo bem.
(na superfície com as mãos livres)



Devagar, calma



Olhe para mim



Venha aqui..



Não consigo compensar o ouvido

Fotos 8-12, 8-13, 8-14, 8-15, 8-16 e 8-17 Sinais manuais durante o mergulho



Vá naquela direção



Para onde/qual direção ?



Estou com vertigem



Estou com frio



Permaneça com sua dupla.



Siga o líder.

Fotos 8-18, 8-19, 8-20, 8-21, 8-22 e 8-23 Sinais manuais durante o mergulho

8.5 Comunicação através da escrita em prancheta

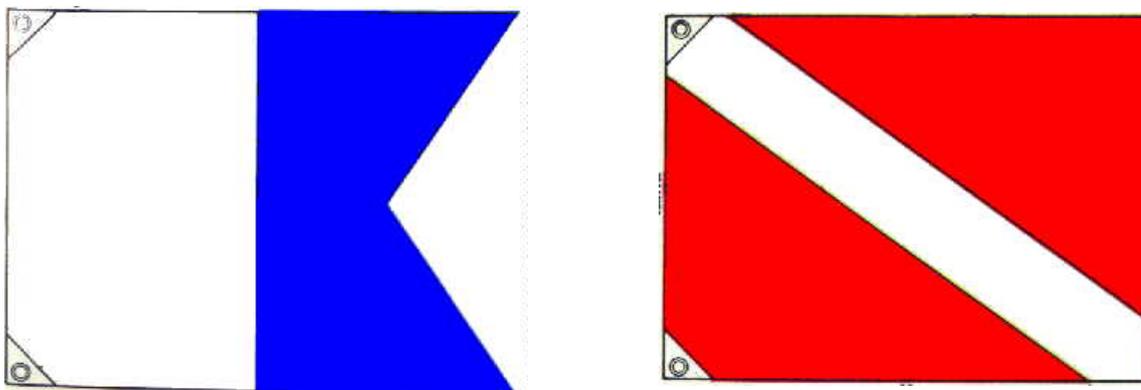
Pranchetas de PVC e PVA são excelentes para se escrever com lápis.



Foto 8-24 Prancheta de escrita subaquática

8.6 Sinalização com bandeiras

As bandeiras também são usadas para sinalizar atividades de mergulhos, e sempre devem estar fixadas à embarcação, ou flutuante, de maneira que sejam visíveis.



Figuras 8-1 Bandeira “Alfa” que significa “atividades de mergulho em andamento”

8-2 Bandeira internacional de mergulho e tem o mesmo significado da anterior

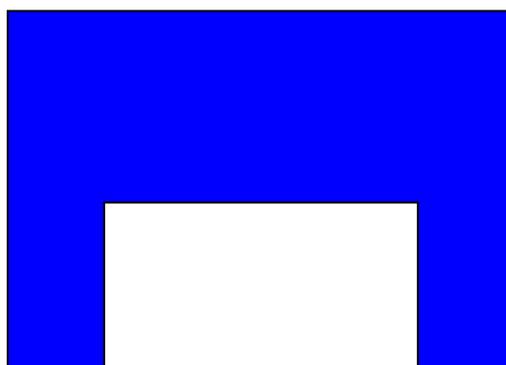


Figura 8-3 Bandeira “Papá” que significa “retornar à embarcação

8.7 Sinalização com lanterna

A noite, em águas profundas, e escuras os mergulhadores terão problemas para ver os sinais das mãos, deve-se portanto usar a lanterna para iluminar o que se está querendo avisar.

Supervisores e Guias não devem arbitrariamente direcionar luzes sobre o Mergulhador, pois irá atrapalhar sua visão.

O fecho da lanterna não deve ser direcionado diretamente sobre a face do mergulhador, pois irá ofuscar sua visão.

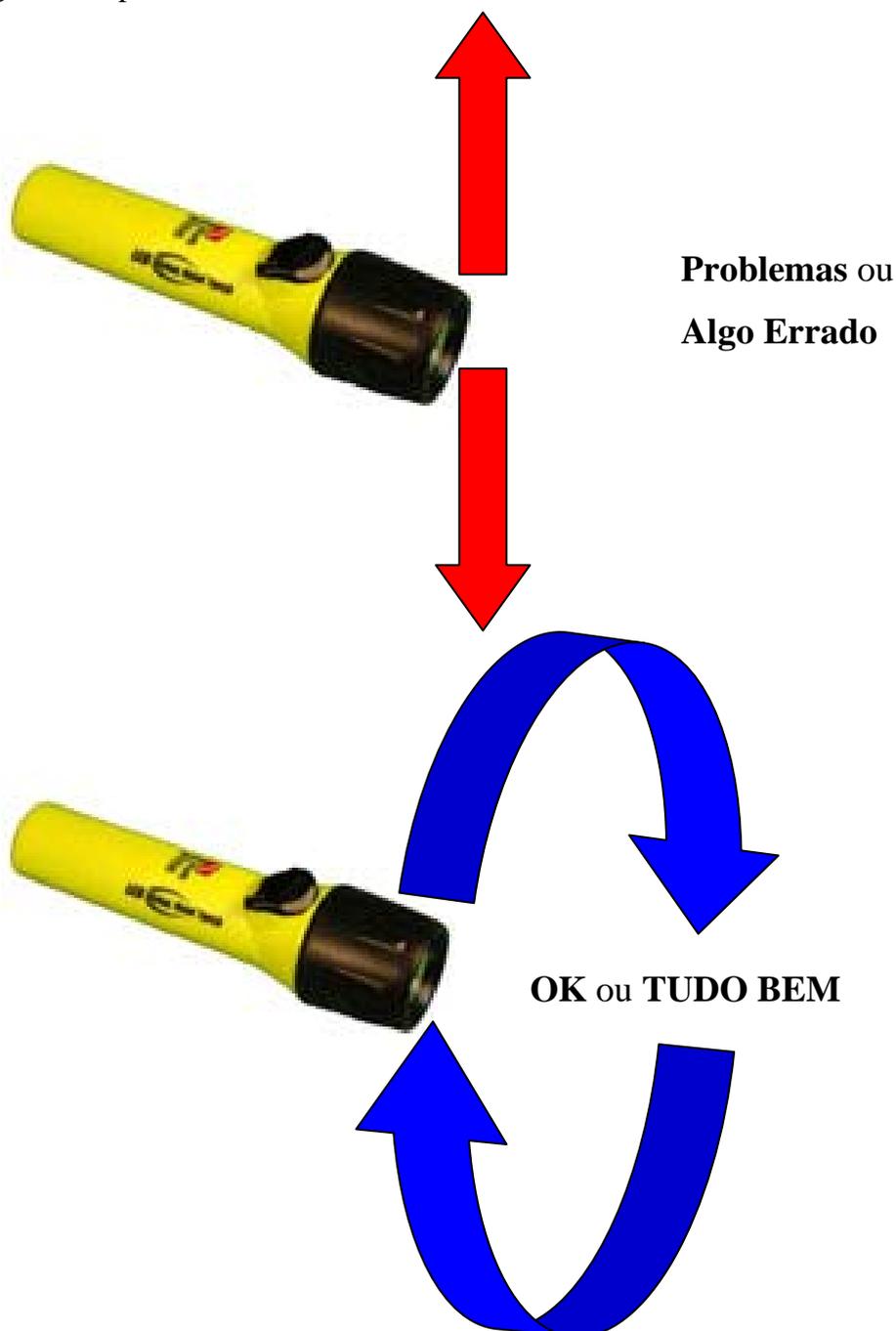


Foto 8-25 Movimento para cima e para baixo vertical

Foto 8-26 Movimento circular vertical OMS Equipment for Underwater Exploration

CAPÍTULO 9

9.1 Operações com bote

Usado como plataforma de mergulho, marcas de delimitação e trabalhos de travessia. Botes têm ótimas aplicações em qualquer operação subaquática. O uso de um bote deveria ser obrigatório quando:

1. não for possível ligar as duas margens com corda;
2. quando a velocidade da água estiver maior que 0,5 nós;
3. não houver outra plataforma estável rio-acima do local de mergulho;
4. quando a área a ser pesquisada possuir obstrução aérea, sem condições de trabalho na margem; e
5. quando o acesso direito precisar ser mantido.

Usados, também, em áreas de entulho pesado ou vegetação fechada, onde for desejável um ângulo de ancoragem muito acentuado a margem for muito íngreme, lamacenta, pedregosa ou impenetrável, a operação deverá ser feita com um bote.

9.2 Escolhendo um bote

Em geral, a melhor embarcação do tipo multiuso para qualquer equipe de mergulho é um bote inflável com motor de popa. As laterais macias e laterais baixas dos infláveis são mais apropriadas para mergulhadores, e estes permitem trazer vítimas a bordo mais facilmente. Laterais macias também são menos susceptíveis de serem danificadas por arranhões feitos por embarcadouros, pedras ou outras embarcações. O pouco peso de um bote inflável permite que a equipe transporte-o para o local de uso, e vice-versa, e, se necessário for, o bote pode ser desinflado e transportado através de uma mata e então reinflado já na margem. Apesar de serem mais leves, infláveis freqüentemente têm uma capacidade maior de suportar peso que embarcações de casco rígido da mesma dimensão. Em razão do fato de sua flexibilidade ser feita através de

suas bordas infláveis, eles são muito estáveis na água e tendem a oferecer boas características de maneabilidade. Um inflável não afundará se não o emborcar ou submergi-lo e ele o levará a áreas onde embarcações com casco mais profundo não podem atingir. Com o “design” mais raso é especialmente útil em saídas da margem. Uma vez que eles são feitos de PVC, estes não irão roubar calor dos mergulhadores e das vítimas como uma embarcação de metal faria, e remendar um, é mais fácil que realizar reparos em embarcações de metal ou fibra. Um bote inflável é excelente para mover-se como plataforma durante operações de mergulho. O bote inflável é mais barato que qualquer outra opção de embarcação com a mesma finalidade.

Apesar de todas estas vantagens, embarcações com casco rígido ainda são muito úteis, especificamente se você mantiver sua embarcação ancorada em um único local. É uma excelente opção para realizar trabalhos em áreas cheias de obstáculos não perceptíveis. Também os tripulantes tendem a permanecer mais secos numa embarcação de casco rígido que se estivessem num inflável, o que pode fazer uma grande diferença no conforto dos mergulhadores e equipe.

Mais estável em altas velocidades, embarcações de casco rígido, especialmente os de fibra, podem ser extremamente úteis para equipes que realizam operações a pouca distância da margem das praias ou em represas de tamanho considerável. A probabilidade da mesma operação em águas contaminadas é um fator a ser considerado quando a escolha entre os modelos básicos de casco.

Motores de popa trabalham melhor em termos de velocidade, quando em águas profundas, embora eles devem ser usados com muito mais cuidado em local onde se realize mergulho. Poderá, eventualmente, ser colocado uma proteção adequada na hélice. Caso a ocorrência seja em pequenas extensões de água, poderá ser dispensado a utilização do motor na embarcação. Muito dependerá de sua aplicabilidade e tamanho.

Par usar o bote inflável como plataforma de mergulho uma excelente opção é amarrar dois botes pequenos em vez de usar uma embarcação grande.

Caso exista apenas barco, este deve ter capacidade para transportar, no mínimo, seis pessoas:

- mergulhador e seu canga;

- mergulhador reserva e seu canga (o mergulhador deverá estar 90% equipado, faltando apenas colocar a máscara no rosto e o regulador na boca); e
- A vítima, havendo ainda mais um lugar “de reserva”.

Transporte é também uma questão a ser considerada.

Antes da equipe comprar qualquer tipo de embarcação, deve-se verificar seu índice de capacidade máxima sobre uma pequena chapa fixada em uma viga. O limite indicado não inclui o peso do motor, kit de ferramenta, remos, e equipamentos de segurança, âncoras, poitas e outros itens padrão. Ainda, deve-se manter em mente que não é interessante exceder o peso-limite do barco antes que exceda o número máximo de tripulantes. Um barco cuja especificação seja para 4 pessoas ou 350Kg, pode mesmo suportar 3 bombeiros de 120kg cada? Deve-se considerar a carga total. Todos os cilindros de mergulho, reguladores, lastros e outros itens contribuem significativamente para aumentar de peso em relação ao barco.

9.3 Equipando um barco de mergulho

Qualquer bote utilizado por uma guarnição de mergulho deve atender ou exceder as exigências da Capitania dos Portos. Adicionalmente, esteja certo de que a embarcação possui os seguintes equipamentos a bordo:

- Jogo de colete salva-vidas para cada um a bordo, inclusive a vítima;
- Um equipamento de flutuação tipo “life-belt”, que permita ser atirado às águas ;
- Cordas de resgate acondicionados em bolsas com furo em sua base;
- Para operações no inverno, cobertores de lã para os mergulhadores a bordo;
- Garrafas d’água (potável);
- Oxigênio portátil;
- Kit de primeiros socorros em um recipiente à prova d’água;
- Apito não-metálico sem esfera interna;
- Lanterna a prova de água com bateria sobressalente;
- Sinalização de emergência;
- Rádio (HT);

- Bandeiras de sinalização para os mergulhadores;
- Alicates, pinça e chave inglesa, todos ancorados;
- Uma chave de fenda e outra Phillips, todas ancoradas;
- Uma fita dobrável de bolso com cabo de ancoragem;
- Cordas para nós;
- Tubo extra de fita adesiva;
- Um kit de remendo para os botes infláveis;
- Remos;
- Um frasco pequeno de gasolina para borrifar no carburador;
- Um cordel para dar partida no motor manualmente;
- 3 contrapinos e pinos para lâmina a ser usado na hélice do motor;
- Uma hélice sobressalente;
- Âncoras e cabos apropriados para estas; e
- Holofote direcionável com base (para uso noturno).

9.4 Ancorando

Procurar uma área no fundo requer posicionamento e movimentação da embarcação na superfície, permitindo aos mergulhadores cobrir áreas que são quase sobrepostas. Um dos maiores problemas que equipes de mergulho enfrentam é a posicionamento de seu barco no lugar. Se uma embarcação se movimenta, mesmo que poucos metros haverá uma lacuna no modelo de busca.

Mesmo quando o vento e a corrente são mínimos, um barco ainda pode se mover. Se um barco está ancorado por uma linha ligada à âncora, esta irá balançar pelo movimento do mergulhador, especialmente se o cabo de ancoragem for mais longo que o cabo de ancora.

A solução é usar um sistema de ancoragem de 3 pontas. Com este método, o barco possuirá duas âncoras fixadas no casco e uma outra ligada a um cabo na popa. Um sistema de 3 âncoras previne a movimentação do barco, mesmo com correnteza, vento ou quando um mergulhador mantiver um cabo esticado em sua busca subaquática. Para configurar as âncoras desta maneira, manobre o barco o mais próximo possível do ponto onde se pretende iniciar a busca e estenda uma bóia até aquele ponto. A bóia apenas

marcara a posição onde o barco esta. Será empurrado uma vez que o barco tenha sido corretamente ancorado. A seguir, posicione o barco de maneira que a corrente, o que for mais forte, esteja a um ângulo de 45° em relação ao casco e estará reaproximando da bóia do lado do vento a favor, ou da corrente a favor. Depois de passar a bóia, jogue a âncora (popa do barco), colocando-a no mesmo lado do barco e da bóia.

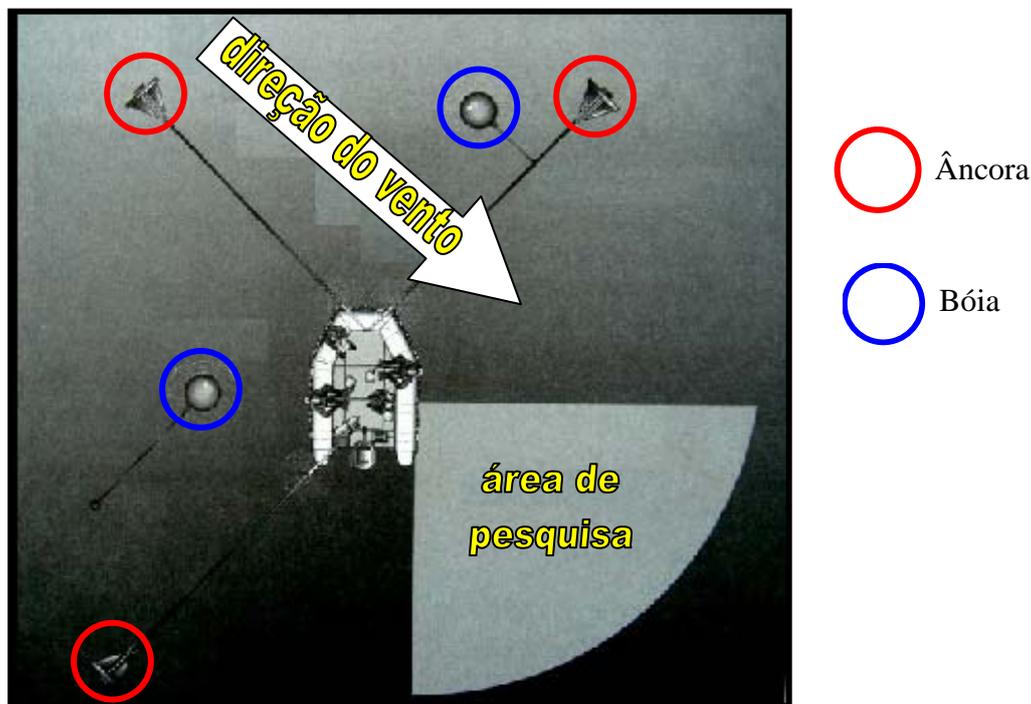


Figura 9-1 Sistema de ancoragem de bote “3 pontos”
Public Safety Diving. Hendrick, Walt. Fire Engineering, 2000

**CUIDADO: Nunca arremesse uma âncora.
Âncoras devem ser baixadas, para não entrelaçar a corda.**

Continuar movimentando-se paralelamente a bóia, ajustando-se a linha da âncora de popa enquanto prossegue. A certo ponto máximo da bóia, solte-a do casco do mesmo lado da de popa, de maneira que a do casco do mesmo lado da âncora esteja diretamente contra o vento e a correnteza. Então, movimente o barco lateralmente, para longe da âncora de popa, para esticar a segunda âncora do casco. Guardando e ajustando a linha se necessário, estabeleça o barco no foco destas âncoras. O ideal seria que houvesse uma âncora de 45° a 90° em ambos os lados do casco e uma na popa. Não desligue o motor até que o barco esteja seguramente ancorado.

Para assegurar que uma âncora firmará o barco, a linha da âncora ajustada, ou a extensão deveria, em termos ideais, ser 7 vezes a profundidade da água. Esta razão de 7:1 da extensão para a profundidade pode ser aplicada para operação atual, e as seguintes.

Deixe o vento e a corrente trazer o barco de volta para um ponto entre estas duas bóias, ou use o motor, se necessário. Alguém deveria seguir a linha da popa para prevenir que esta se enrole na hélice. A seguir, manobre o barco a estibordo e à frente para soltar a segunda âncora do casco, de maneira que esta esteja em linha com, aproximadamente 60 m da âncora do casco a bombordo. A distância entre as âncoras dos cascos será então igual a sua extensão. Finalmente, volte em posição, de maneira que a bóia esteja ao lado do barco.

Quando você tiver buscado toda a área possível a partir desta posição, mude de posição puxando e dando linha se necessário. Quando você tiver esgotado as buscas no raio destas bóias, tenha um outro barco para estender uma quarta âncora para você, de forma a trazê-lo ao fim da linha. A âncora substituirá uma das três primeiras. Recomponha as duas âncoras restantes e continue o processo de puxar e soltar a linha para movimentar-se ao longo da nova área de busca.

Embora o sistema de três pontos de ancoragem seja conceitualmente fácil, este requer treinamento para dominar a técnica. Com prática, o processo inteiro de ancoragem pode ser montado em menos de 10 minutos.

9.5 Buscas em áreas extensas

Cobrir uma área extensa é necessário fazer uma divisão em quadrantes, utilizando ângulos retos e aproveitando marcações como árvores, pontes até mesmo algum tipo de residência, com objetivo de determinar uma certa área e depois sinalizando com bóias. É uma maneira fácil de visualizar as zonas de buscas. No quadrante colocando 4 bóias, 30 m uma da outra, numeradas de 1 a 4. ao longo da extremidade mais curta, onde a guarnição irá começar, coloque 2 bóias distantes 22,5 m uma da outra. Designe estes pontos como A e B. Para um quadrante mais cumprido ou mais longo, adicione bóias quando for apropriado.

Para conduzir a pesquisa, acione o barco na extremidade da quadra marcada pela bóia, ao longo da linha central. Se houver pessoal suficiente e disponível, mergulhadores podem trabalhar simultaneamente em ambos os lados do barco. Distribuindo até as bordas do quadrante, assegurando que não invadam o quadrante adjacente, de maneira a trabalharem dentro do quadrante, em direção ao barco. Uma vez que os mergulhadores tenham coberto estas seções, mova o barco 7,5 m a 8,5 m distante da linha central do quadrante.

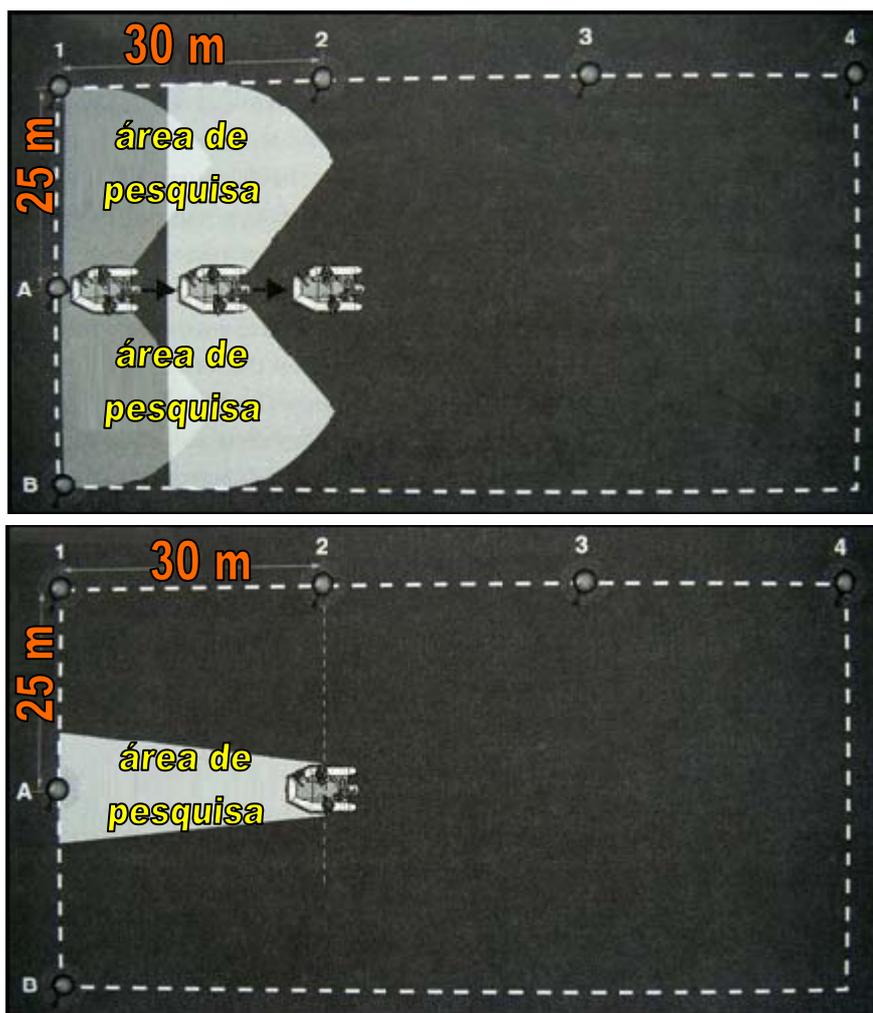


Figura 9-2 e 9-3 Após realizar a pesquisa nas laterais do barco, é enviado um MG para fazer a pesquisa na linha central a frente da popa. Public Safety Diving. Hendrick, Walt. Fire Engineering, 2000

Devendo repetir o procedimento até que o barco esteja em linha com a bóia 2, onde então deverá ser destacado um mergulhador para pesquisar a área que tinha estado sob o barco durante a busca anterior. O canga deve acompanhar o mergulhador da embarcação, impulsionando-o em uma trilha estreita ao longo da linha central da bóia A partir da posição do barco. Repita este procedimento até que o quadrante inteiro tenha sido pesquisado.

9.6 Mergulhando com barcos pequenos

Certas regras de segurança aplicadas a operações de mergulho de embarcações pequenas, são básicas e devem ser seguidas por todos:

1. Barcos nunca devem operar em uma área de mergulho a menos que:

- a) estejam puxando uma plataforma; e
- b) não haja outros mergulhadores na água.

2. Se um barco aparecer na área de mergulho, um sinal deverá ser dado ao mergulhador no sentido de permanecer onde está até que a embarcação deixe o local.

3. As operações não ocorrer com barcos em movimento.

4. Sempre que possível realize as operações partindo da margem, píer ou plataformas estacionárias.

5. Em operação de pesquisa o mergulhador não deve imergir sem um barco para apoio ou linha de vida, além de perigoso e desnecessário, também impossibilita determinar a exata posição onde o mergulhador entrou.

6. Quando trabalhando em um barco pequeno, todo pessoal precisa estar abaixado e junto ao centro de gravidade. Portanto os mergulhadores devem se equipar na margem, excetuando-se as nadadeiras e possivelmente a máscara (pois devem ser vestidos somente antes de entrarem na água).

7. Geralmente, mergulhadores devem ser empregados saindo da proa e não da popa a menos que a popa esteja equipada com uma plataforma de mergulho. Há menos espaço para trabalhar na popa que ao longo das amuradas, o que conseqüentemente torne a remoção do mergulhador e da vítima mais difícil.

Por causa de limitações de espaço, você pode desejar ter, um mergulhador 90 % em “stand by” (pronto para intervir) num segundo barco, posicionado a 15 m do barco principal. Este segundo barco também pode ser usado como barco de apoio, conduzindo o pessoal e equipamento da margem para o barco principal e vice-versa.

Se um barco está sendo usado devido a corrente forte, um peso descendente na popa ajuda os mergulhadores a atingirem o fundo.

A corrente forte afeta a habilidade do mergulhador ancorado chegar ao fundo sem perder a linha da âncora do barco. Em águas abertas o mergulhador deve usar pontos no barco como referência, tal como casco e popa, para determinar ponto de giro para cada varredura.

CAPÍTULO 10

10. Água contaminada

Nem sempre o mergulhador irá intervir em águas claras, limpas e em boas condições à saúde. Por vezes terá que atuar em ambientes propícios a contaminação por agentes biológicos ou químicos.

A equipe de mergulho deverá estar preparada para seguir os procedimentos de descontaminação, garantindo assim a integridade do MG e da equipe.

Dentre as doenças causadas por agentes biológicos podemos citar: hepatite, febre tifóide, paratifóide, cólera, esquistossomose e outras, causando problemas (diarréia, vômitos, dor de cabeça, náuseas, visão turva).

O contato com contaminantes químicos pode causar nos quadros mais simples: irritações e ulcerações na pele, queimaduras, desmaios e em casos mais graves: asfixia, parada respiratória, deterioração de órgãos e parada cardíaco-respiratória.

Lembre-se:

A concentração de contaminantes geralmente é maior nos sedimentos (lama, areia, argila, etc) junto ao fundo.

10.1 Determinando a contaminação

Basicamente os contaminantes são:

- biológicos; e
- químicos.

Riscos biológicos são encontrados em amostras de água contaminadas em que os agentes foram proliferando-se no decorrer dos dias.

A análise de amostras de água pode ser feita em conjunto com órgãos sanitários (Instituto Adolfo Lutz), empresas de tratamento de água (SABESP), e de saúde pública.

Detectar a presença de contaminantes químicos é mais difícil se você não souber que produto está procurando ou qual pode estar presente na água. São necessários aparelhos caros, tais como: cromatógrafos a gás, espectômetros. Não é fácil separar a água e detectar a concentração dos contaminantes, pois muitos são solúveis em água.

As equipes de mergulho não podem ignorar sinais de contaminação, por exemplo, mergulhos próximo à fossas, esgotos ou cursos d'água usados para dejetos, podem conter contaminantes biológicos.

- Se o MG encontra recipientes ou tambores fechados no local de mergulho e desconhece o que está ali, deve deixar o local de mergulho para um planejamento adequado da operação.

Diante de tal situação o supervisor de MG deve:

- rever a operação, e se necessário trocando a roupa do MG para que tenha uma proteção adequada;
- solicitar a presença de uma guarnição de atendimento a produtos perigosos, com equipamentos e EPI adequados, enquanto o produto estiver presente;
- solicitar a presença de uma guarnição de UR;
- planejar as ações futuras no caso de rompimento dos recipientes, prevendo os possíveis desdobramentos da situação; e
- utilizar POPs ou PPIs no caso daquela região ser muito navegável, pois dificulta e trás muitos riscos à operação de MG.

Mergulhos realizados em áreas com mudança de marés, ventos e próximos a locais de despejos clandestinos, significam que o MG está sujeito a ficar exposto à contaminantes.

O mergulho deve ser planejado com vistas a pior situação, fazendo os planos de segurança chegarem as melhores condições possíveis que tranquilizem a operação.

Uma prática muito comum no MG para evitar que a máscara embace é cuspir no vidro e esfregar a saliva, depois enxaguar na água; mas tratando-se de água contaminada, tal prática deve ser evitada. Gotas microscópicas contaminadas podem penetrar nos olhos e nariz causando problemas.

Lembre-se nestes casos:

Avise o Centro de Controle de Intoxicação-CCI da região.

O Estado de São Paulo possui 11 centros.

Vide ANEXO 3

A equipe deve transportar água potável para beber.

Não desembace a máscara durante o mergulho, deixando a água penetrar na máscara para lavá-la, ou retirando-a e lavando na água.

Mesmo que a boca esteja seca durante o mergulho (fenômeno muito comum de ocorrer) **não** deixe a água penetrar na boca para umedecê-la.

Deve-se beber água potável antes de iniciar o mergulho.

Não engula água para auxiliar na compensação dos ouvidos.

Jamais remova o regulador da boca, exceto para trocar de regulador.

Mesmo na superfície não remova o regulador da boca, nem a máscara do rosto, pois aumenta as chances de ingestão de água; aguarde sair da água e passar pelo processo de lavagem e descontaminação.

Dê preferência aos reguladores blindados (a água não penetra no 1º estágio).

O 2º estágio deve passar por processo adequado de esterilização, que pode ser feito com equipamento de ultra-som.

10.2 Mergulhando em água contaminada:



Foto 10-1 Roupa seca com capacete e descontaminação.
Fonte: NOAA-National Oceanic & Atmospheric Administration EUA

Quando deparamos com água contaminada, o equipamento correto para realizar o mergulho é composto por:

- roupa seca de borracha vulcanizada;
- luva seca que faça um perfeito acoplamento à roupa;
- capacete que tenha o acoplamento com a roupa seca (tais peças não podem ser trabalhadas separadamente);

- suprimento de ar vindo da superfície (pelo umbilical) e monitorado por console de superfície.



Foto 10-2 Equipamento dependente - console

É aceitável, quando o risco for pequeno ou os agentes contaminantes apresentarem um risco pequeno, o uso de:

- roupa seca com capuz de látex;
- máscara full-face;
- luva seca; e,
- equipamento autônomo de mergulho (colete equilibrador, cilindros, e reguladores).



Foto 10-3 Roupa seca com capuz de látex, máscara full-face, luva seca, e equipamento autônomo de mergulho. Viking Diving Suits

Lembre-se:

Este caso é uma exceção.

CAUTION Jamais use roupa úmida e máscara facial para mergulhos em águas contaminadas.

10.3 Procedimentos de descontaminação:

Descontaminando o MG e os equipamentos:

- Remoção do contaminante por processo mecânico (escovação);
- Diluição com água do contaminante;
- Neutralização com o uso de agentes químicos.

Equipamentos básicos para a montagem de um corredor de descontaminação: piscinas infantis de PVC, escovas de diferentes formatos e cabos longos, baldes plásticos, esponjas, bomba costal, linha de mangueira com esguicho regulável ou mangotinho, lonas plásticas, etc. Tambores plásticos são usados para deixar os equipamentos de mergulho de molho com produtos neutralizantes.

O processo de lavagem também causa desgaste ao MG; portanto deve esta operação ser feita na sombra e no menor tempo possível.

A equipe de descontaminação deve usar EPI adequado ao risco e produtos presentes nos equipamentos.

O regulador só deve ser removido da boca após liberação pelo supervisor de MG, pela dificuldade de comunicação verbal do MG com a equipe, deve-se utilizar sinais manuais.

10.3.1 Descontaminando:

1. lavagem de cima para baixo;
2. aplicação de detergente ou hipoclorito de sódio diluído;
3. escovação de todo o equipamento e roupa;
4. aplicação de solução para neutralização e desinfecção;
5. escovação;
6. lavagem final. (até aqui em uma piscina);
7. retirada do colete equilibrador com o cilindro e reguladores, e máscara;
8. troca de piscina e nova lavagem das luvas e bota;
9. secagem da roupa;
10. última base, faz-se a retirada da roupa, portanto deve ser com paredes que impossibilitem a visão;
11. o MG deve banhar-se com sabão;
12. avaliação médica no local.

Lembre-se:

Evite que a água espirre em outros integrantes da equipe.

Quem teve contato com a MG e seus equipamentos, serão considerados contaminados, necessitando assim de cuidados.

O canga deve usar 2 pares de luva de látex para manusear a linha de vida, e não luva de couro ou de incêndio, que irá absorver os contaminantes assim como proteção para os olhos.

10.3.2 Descontaminação da roupa de mergulho:

O traje úmido permite que a água tenha contato com a pelo do MG, e o neoprene ainda funciona como uma esponja absorvendo contaminantes. O neoprene apresenta risco adicional durante a lavagem, pois é facilmente degradado por vários compostos químicos.

O traje recomendado é a roupa seca feita de borracha vulcanizada, pois resiste a maioria dos produtos químicos e pode ser limpa facilmente. Os selos de pescoço e de pulso devem ser de látex, e se tiver um capuz deve ser seco e de látex; quanto as botas devem ser integradas à roupa e ter solado resistente para não furar. É importante a roupa estar associada ao uso de luva seca e uma luva de tecido ou couro pode ser sobreposta a luva de borracha ou PVC para protegê-la.

10.4 Infecção nos ouvidos e ferimentos:

Infecção nos ouvidos são muito comuns nos mergulhos em águas limpas e especialmente poluídas. Há protetores de ouvido que permitem a equalização e são bons para o uso com capuz úmido e em águas contaminada.

Usando uma roupa seca é importante que esta tenha um capuz seco que ofereça excelente vedação e permita a manobra de equalização do MG.

O uso de remédios para pingar nos ouvidos após o mergulho reduz a ocorrência de otites externas e outras infecções.

Após um longo período de mergulhos em água salgada lave os ouvidos com água doce para eliminar os cristais de sal e use uma mistura de 50% de álcool e 50 % de ácido acético, que ajudará a desinfetar os ouvidos e manter o Ph correto.

Seque os ouvidos com toalha limpa e seca, e depois de algum tempo use cotonetes, sem forçar o conduto auditivo e os tímpanos.

Se notar qualquer anormalidade passe em um médico otorrinolaringologista para uma consulta.

10.5 Descontaminação de vítimas:

Sempre tenha em mente que a vítima teve exposição prolongada dos mesmos contaminantes que ameaçavam o MG.

Quando houver vítimas é necessária a presença de uma UR e unidade de suporte avançado.

Deverá ser montados corredores de descontaminação e a guarnição de UR/USA deverá estar devidamente protegida (avental, óculos, luvas, etc).

10.6 Treinamento:

O mergulho em água contaminada exige treinamento específico que abrange aulas teóricas e práticas, sendo necessário no mínimo 30 (trinta) horas de treinamento para um MG estar capacitado a atender e atuar em tal modalidade.

10.7 Monitoramento

O comandante do posto de bombeiros deverá manter um cadastro atualizado dos possíveis locais de risco, utilizando dados estatísticos, visitas ou apoio de órgãos de controle como a CETESB, com objetivo de ter uma visão geral de todos os mananciais, rios, represas, lagos onde eventualmente poderão existir operações de mergulho.

Esse tipo de monitoramento deve se repetir anualmente sendo colocado a disposição da guarnição de serviço que irá realizar o mergulho, minimizando os riscos e preparando-os para a utilização dos equipamentos adequados.

CAPÍTULO 11

11. Mergulho emergencial

A quase totalidade das intervenções das guarnições de mergulho do Corpo de Bombeiros são ocorrências não emergenciais, ou seja, o cidadão ou a Polícia Militar notifica um caso de afogamento, ou embarcação adernada, ou queda de veículo em rio ou represa; permitindo ao Corpo de Bombeiros planejar a operação para uma execução futura. Mas vários bombeiros já necessitaram atuar em ocorrência de afogamento em curso e não estavam em uma viatura Auto-Salvamento equipada com material de mergulho, estavam sim tripulando viatura de incêndio ou mesmo Resgate e o equipamento mais útil para tal situação e que já foi utilizado é o Equipamento de proteção respiratória-EPR. Tais ocorrências aconteceram em piscinas, rios, represas e exigiram a intervenção imediata do bombeiro.

É fato que o mesmo EPR usado para o combate a incêndio poderá nas situações emergenciais ser empregado para um bombeiro, mergulhador ou não, adentrar ao meio líquido podendo respirar normalmente.

11.1 Quando atuar

Os registros das ocorrências que exigiram a intervenção imediata de bombeiros para afogamento em curso, são procedentes do centro de Operações, e do acionamento do próprio solicitante ao deparar-se com a viatura.

11.2 Limitações do equipamento

É importante que o EPR de determinada viatura seja testado na piscina do PB ou do GB, em um ambiente de águas confinadas, e seguro, sob a supervisão do Oficial Supervisor de Mergulho do GB.

Há anos um EPR da marca MSA modelo MMR foi testado no CIAMA – Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila Monteiro Ache na Marinha do Brasil e os mergulhadores conseguiram respirar normalmente até a profundidade de 05 (cinco) metros.

11.3 Necessidade de treinamento prévio

CUIDADO - O uso de tal técnica e equipamento exige treinamento prévio, não devendo ser executada por pessoa leiga, sob risco de lesão e risco à vida

IMPORTANTE – A máscara do EPR não possui saliências ou reentrâncias para pinçar o nariz na manobra de compensação. Portanto é fundamental que o bombeiro saiba as técnicas:

- Engolir o ar, ou
- Mover a mandíbula, ou
- Introduzir uma mão na máscara, abrir os dedos em “V” e pinçar o nariz (está não é indicada para águas contaminadas)

A associação de duas técnicas auxiliará o bombeiro na realização da manobra

LEMBRE-SE: A gandola de manga comprida e botas de couro não devem ser retirados para realizar o mergulho emergencial.

Tais peças são muito importante para proteger o bombeiro em tal situação.

11.4 Equipamentos necessários:

01 EPR,

Fardamento incluindo (roupa de baixo, calça, gandola ou camisa gola “V”, meia, botina ou bota),

02 linhas de vida,

01 mosquetão,

01 faca ou corta fio.

11.4.1 Acessórios:

Capacete de altura,

Lanterna,

Máscara carona para a vítima,

Ferramentas, e outros

11.5 Procedimentos do bombeiro

Sendo acionado durante o deslocamento da viatura:

1. Se a viatura possui EPR acoplado ao banco do passageiro:

Um integrante da guarnição usando apenas o fardamento deverá equipar-se com o EPR.

Poderá ser usado o capacete de salvamento em altura, e preferencialmente usar a gandola de manga comprida para maior proteção.

2. Se a viatura não possui EPR acoplado ao banco do passageiro, chegando ao local:

a. Um integrante da guarnição usando apenas o fardamento (roupa de baixo, calça, gandola ou camisa gola “V”, meia, botina ou bota) deverá equipar-se com o EPR.

b. Outro integrante irá colher informações com testemunhas.

c. Havendo um terceiro integrante, este equipa-se com colete salva-vidas ou flutuador, e com uma linha de vida, e uma linha guia, sendo:

- A linha de vida do bombeiro, o que permite mesmo em água turva comunicar-se com o bombeiro, puxá-lo de volta, ou chegar ao mesmo. Esta linha é presa ao pulso do bombeiro, e

- A linha de vida para o mergulhador criar uma ligação entre o local de sinistro ou veículo submerso, e a superfície, o que permite mesmo em água turva chegar ao mesmo. Esta linha é fixada a um mosquetão de alumínio ou aço.

Havendo efetivo disponível e treinado na técnica de mergulho com EPR, poderá ser empregado mais de um bombeiro, especialmente quando houver mais de uma vítima ou seja necessário realizar um arrombamento ou corte com ferramentas.



Fotos 11-1 e 11-2 Equipando-se com o EPR



Fotos 11-3 e 11-4 Ajustando os tirantes da máscara, e conferindo a pressão no manômetro.



Fotos 11-5 e 11-6 Colhendo informações com as testemunhas; e usando as linhas de vida (uma presa ao pulso do mergulhador, e a outra com um mosquetão à extremidade para prender ao objeto no fundo).



Foto 11-7 Usando as linhas de vida e guia:

- ferramenta de corte
- uma presa ao pulso do mergulhador,
- e a outra com um mosquetão à extremidade para prender ao objeto no fundo).



Fotos 11-8 e 11-9 Linhas de vida e guia:



Foto 11-10 Linhas de vida – Direita em azul, presa ao pulso para chegar ao mergulhador;
Linha guia - Esquerda em vermelho, com mosquetão na extremidade, para ancorar no veículo.





Fotos 11-11 e 11-12 Ancorando a linha de guia ao veículo



Fotos 11-13, 11-14 e 11-15 Ancorando a linha de vida ao veículo



Foto 11-16 Não realizar mergulho emergencial com EPR sem proteção (farda, bota etc) e sem linha de vida

11.6 Procedimentos após o uso do EPR

O equipamento deve ser secado, limpo e revisado, de maneira que tenham um funcionamento normal fora da água.

CAPÍTULO 12

12. Descompressão de ar

12.1 Teoria da descompressão

A primeira descrição de problemas relacionados com o aumento da pressão em seres humanos foram apontados pelo médico inglês Triger, em 1841. Túneis e caixas de construção subaquáticas eram pressurizados, com ar, para manter fora a água e a lama. Durante o trabalho a profundidade aumentava e com isso os trabalhadores respiravam o ar a pressões maiores, retornando à superfície com dores e em algumas vezes, com paralisias.

Diversos pesquisadores tentaram explicar tal fenômeno até que o fisiologista Paul Bert estabeleceu a relação entre os “Bends” (curvados; encolhidos) e as bolhas de nitrogênio, demonstrando que a dor poderia ser revertida através de uma recompressão.

Quando respiramos o ar, o nitrogênio, embora seja inerte, se difunde pelo sangue e pelos tecidos de acordo com a Lei de Henry, isto é, a quantidade de um gás que é absorvida por um líquido é quase proporcional à pressão parcial do gás em presença do líquido.

A velocidade de absorção do gás é aproximadamente a mesma da sua liberação, isto é, ele deixará os tecidos em um tempo igual ao que levou para ser absorvido, se mantidas as mesmas variações de pressão parcial.

Quando um mergulhador inicia seu retorno à superfície, o gás inerte, dissolvido nos seus tecidos, começa a ser liberado em uma velocidade tanto maior, quanto for a variação da pressão, ou seja, quanto maior for a velocidade de subida. Se sua subida for muito rápida, a quantidade de gás liberado poderá ser tal que, ao invés de ocorrer nos alvéolos pulmonares, onde se deu a absorção, a liberação poderá ocorrer em qualquer ponto do organismo, acarretando a formação de bolhas gasosas. O exemplo clássico dessa situação é o que acontece quando abrimos uma garrafa de refrigerante.

12.2 Pressão parcial

Entender “pressão parcial” é fundamental para compreender a teoria da descompressão. No caso do nitrogênio, ela é normalmente representada pelas siglas: “PN2” ou “PpN2”, mas pode ainda ser representada por outras unidades, tais como: milímetros de mercúrio (mmHg), pressão absoluta (ATA) etc.

A pressão parcial do nitrogênio na mistura gasosa determina a quantidade do gás que é absorvido e eliminado. Como a PpN2 do ar respirável aumenta com a profundidade, a absorção do nitrogênio também aumenta.

Quando reduzimos a pressão da água ao redor (subida do mergulhador), aquela pressão de nitrogênio que cresceu no corpo excede a PpN2 da água ao redor, fazendo com que haja uma eliminação do nitrogênio pelo mergulhador.

A composição de qualquer gás que respiramos não muda com a profundidade, apenas a pressão que sim. Por exemplo: no ar normal temos 21% de Oxigênio e 79% de Nitrogênio, o que representa uma fração de 0,21 de oxigênio e 0,79 de nitrogênio.

Quando mergulhamos a 10 metros de profundidade, estamos submetidos a 2 ATA de pressão, assim o mergulhador está sob o dobro da pressão de superfície; portanto, teremos pressões parciais de PpO2 de 0,42 ATA e PpN2 de 1,58 ATA. Se triplicarmos a pressão, teremos PpO2 de 0,63 e PpN2 de 2,37 e assim por diante.

12.3 Nomenclatura básica

Alguns conceitos e definições são fundamentais para o perfeito entendimento e desenvolvimento desse capítulo. São eles:

Esquema de descompressão equivalente - é o esquema de descompressão de um mergulho sucessivo, no qual o tempo de fundo é igual à soma do tempo de fundo do mergulho de repetição com o TNR.

Esquema de descompressão: procedimento específico de descompressão para uma determinada combinação de profundidade e tempo de fundo. É normalmente indicado em metros ou pés por minutos (60pés/70min, por exemplo).

Grupo de repetição - indicado por uma letra, relaciona-se com a quantidade de nitrogênio residual no organismo de um mergulhador após um dado mergulho.

Intervalo de superfície - tempo que um mergulhador passa na superfície entre dois mergulhos. Começa a ser contado quando ele chega à superfície (CS) e termina quando ele a deixa, para um segundo mergulho (DS).

Mergulho de repetição ou sucessivo - qualquer mergulho realizado após um intervalo de superfície (IS) menor que 12 horas.

Mergulho simples - qualquer mergulho realizado após um período maior que 12 horas na superfície.

Nitrogênio residual - nitrogênio ainda dissolvido nos tecidos do mergulhador após sua chegada à superfície e que, ainda, leva um certo tempo para ser eliminado.

Parada de descompressão: profundidade específica onde o mergulhador deverá permanecer por determinado período de tempo para eliminar os gases inertes dissolvidos em seu organismo;

Profundidade: usada para demarcar os limites alcançados durante um mergulho; indica a profundidade máxima alcançada no mergulho, medida em metros ou pés;

Tempo de fundo: é o tempo total decorrido desde o momento que o mergulhador deixa a superfície (DS) até o instante em que ele deixa o fundo (DF), iniciando a subida. É medido em minutos;

Tempo de nitrogênio residual - Abreviação: TNR. É um tempo, medido em minutos, que deve ser adicionado ao tempo de fundo de uma mergulho sucessivo, de modo a compensar o nitrogênio residual proveniente de uma mergulho anterior.

Tempo para primeira parada: é o tempo decorrido do momento que o mergulhador deixa o fundo até atingir a profundidade da 1ª parada para descompressão, considerando uma velocidade de subida de 18 metros por minuto;

12.4 O processo do mergulho repetitivo

Pela definição, o mergulho repetitivo é aquele realizado dentro do intervalo de superfície maior que 10 minutos e menor que 12 horas. Esse limite de 12 horas é o tempo que o organismo humano leva para eliminar, totalmente, o nitrogênio dissolvido no sangue, mesmo após o mergulhador ter cumprido todas as paradas de descompressão no mergulho anterior ou ter feito uso da Tabela de Limite Sem Descompressão.

Para um melhor entendimento, no mergulho repetitivo, o mergulhador sempre iniciará o segundo mergulho com um “acrécimo” de nitrogênio proporcionado pelo mergulho anterior. Esse dado é obtido consultando-se nas tabelas apropriadas, tendo como parâmetros o tempo do intervalo de superfície entre os mergulhos e o Grupo Sucessivo do primeiro mergulho.

Nos intervalos de superfície inferiores a 10 minutos, some o tempo do intervalo ao tempo de fundo do mergulho anterior e calcule o novo esquema de descompressão, levando em conta o tempo total de permanência no fundo mais o intervalo de superfície e os tempos gastos na subida do primeiro mergulho e na descida do mergulho subsequente.

12.5 Tabelas de mergulho

Em 1908 a Marinha Real Inglesa (Royal Navy), preocupada em diminuir os problemas de descompressão em seus mergulhadores, publicou três jogos de tabelas de tempo e profundidade, adaptadas para sua necessidade. Seus idealizadores foram John Scott Haldane, Arthur E. Boycott e Guybon C. Damant.

A maioria das tabelas de mergulho e computadores em uso atualmente, são baseados nos conceitos iniciados por Haldane e desenvolvidos pelos pesquisadores que se seguiram. São as seguintes as tabelas de descompressão para mergulhos a ar:

1. Tabela Padrão de Descompressão a Ar – TPD;
2. Tabela de Limite Sem Descompressão – TLSD;
3. Tabela de Tempo de Nitrogênio Residual – TNR;
4. Tabela de Descompressão na Superfície, usando Oxigênio;
5. Tabela de Descompressão na Superfície, usando Ar.

12.5.1 Tabela Padrão de Descompressão a Ar

Permite a descompressão na água; apresenta esquemas para tempos normais e excepcionais de exposição (tempos de fundo exagerados), sendo também usada para calcular a descompressão dos mergulhos sucessivos.

Argumentos de entrada

- Profundidade – a próxima maior existente na tabela;
- Tempo de fundo – o próximo maior existente na tabela.

Dados obtidos

- Profundidade das paradas para descompressão;
- Tempo para chegar na primeira parada;
- Tempo em cada parada;
- Letra designativa do grupo sucessivo.

Velocidade de subida:

- 18m/min - (60pés/min) ou 1 pé/segundo.

12.5.2 Tabela de Limite Sem Descompressão

Permite mergulhos sem paradas para descompressão; fornece a letra designativa do grupo sucessivo. É a tabela recomendada para ser utilizada nas operações de mergulho feitas com equipamento autônomo.

Argumentos de entrada

- Profundidade próxima maior;
- Tempo de fundo próximo maior.

Dados obtidos

- Máximo tempo de fundo sem descompressão para a profundidade desejada;
- Letra do grupo sucessivo para os próximos mergulhos sem descompressão.

Velocidade de subida

- 18m/min – (60 pés/min) ou 1pé/segundo.

12.5.3 Tabela de Tempo de Nitrogênio Residual

Permite o cálculo e determinação do TNR em mergulhos sucessivos. Fornece os grupos sucessivos para intervalos de superfície maiores que 10 minutos e menores que 12 horas.

Primeira Etapa: Argumentos de entrada

- Grupo sucessivo do mergulho anterior;
- Intervalo de superfície.

Dados obtidos

- Novo grupo sucessivo.

Segunda etapa: Argumentos de entrada

- Novo grupo sucessivo;
- Profundidade do novo mergulho.

Dados obtidos

- Tempo de nitrogênio residual a ser somado ao tempo de fundo do próximo mergulho.

12.5.4 Tabela de Descompressão na Superfície, usando Oxigênio

Usada quando se dispõe de uma câmara de recompressão, com sistema para respiração de oxigênio. Seu emprego ocorre, em geral, quando se necessita abreviar a permanência do mergulhador na água, seja por problemas do mergulhador, seja por alteração das condições ambientais.

Argumentos de entrada

- Profundidade próxima maior. No máximo 170 pés;
- Tempo de fundo próximo maior.

Dados obtidos

- Tempo para chegar à primeira parada;
- Paradas de descompressão na água;
- Paradas de descompressão em câmara.

Velocidade de subida

- 7,5m/min ou 25pés/min até a primeira parada ou até a superfície, se não houver paradas na água.

Observações

- O tempo decorrido entre deixar a última parada e atingir a parada de 12m (40 pés), na câmara, não deve exceder a 5 minutos;

- A velocidade de subida entre deixar o fundo aos 12m, na câmara, e a superfície, deve ser feita em 6m/min.

- Todo o período de permanência na câmara será respirando oxigênio a 100%. Caso ocorra a intoxicação pelo O₂, deve-se mudar para a tabela a ar.

12.5.5 Tabela de Descompressão na Superfície usando Ar

Usada nas mesmas condições da anterior, quando não houver oxigênio disponível ou se o mergulhador apresentar intolerância a esse gás. Sua aplicação acarreta considerável aumento no tempo total de descompressão, embora reduza a descompressão na água.

Argumentos de entrada

- Profundidade próxima maior. Máxima de 190 pés;
- Tempo de fundo próximo maior.

Dados obtidos

- Tempo para chegar à primeira parada;
- Paradas na água;
- Paradas na câmara.

Velocidade de subida

- 18m/min ou 1 pé/Seg.

Observação

- O tempo decorrido, entre deixar a última parada na água e chegar até a primeira parada na câmara, não deve exceder 5 minutos.

12.6 PROCEDIMENTOS ESPECIAIS

Algumas variáveis ou fatores adversos, surgem no decorrer do mergulho ou logo após a idealização do prévio esquema de descompressão, alterando as condições e exigindo um novo esquema. São essas as situações:

1. Atrasos na subida;
2. Velocidade de subida maior do que 18m/min;
3. Esforço excessivo ou frio exagerado;
4. Descompressão omitida.

12.6.1 Atrasos na subida

São considerados atrasos na subida do mergulhador, todo evento que implica na redução da velocidade de subida de 18m/min.

Esses atrasos podem ocorrer em duas situações:

1ª) O atraso ocorre em profundidade maior que 15m ou 50 pés: Nessa situação, deve-se somar o tempo correspondente ao atraso ao tempo de fundo do mergulho executado e calcula-se a descompressão para esse novo valor de tempo.

2ª) O atraso ocorre em profundidade menor que 15m ou 50 pés: Nessa situação, o tempo de atraso será somado ao tempo da primeira parada.

12.6.2 Velocidade de subida maior do que 18m/min

Quando o mergulhador ultrapassa a velocidade padrão de subida de 1 pé/Seg (velocidade da bolha de ar), está sujeito a outras duas situações:

1ª) **Mergulhos sem descompressão:** Nesse caso o mergulhador deverá parar aos 3m (10 pés) e permanecer pelo tempo ganho na subida.

2ª) **Mergulhos com descompressão:** Nesse caso ele deverá parar 3m abaixo da primeira parada pelo tempo ganho na subida.

12.6.3 Esforço excessivo ou frio exagerado

Durante a execução do mergulho, se o mergulhador acusar a temperatura da água demasiadamente fria, ou se for submetido a um grande esforço físico, o consumo de ar se acentua, bem como haverá uma predisposição do organismo a incorporar mais nitrogênio nos tecidos. Dessa forma, temos que corrigir nosso esquema de descompressão para o tempo imediatamente superior na tabela de mergulho.

12.6.4 Descompressão omitida

Se as tabelas forem desrespeitadas em todo ou em parte, o mergulhador estará correndo sério risco de ser acometido de DD. Nesse caso, ele deverá ser recomprimido em câmara e tratado de acordo com as tabelas 1A ou 5, que serão apresentadas no próximo capítulo.

TABELA PADRÃO DE DESCOMPRESSÃO A AR

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS					TTD Min	GR	
			M PÉS	15 50	12 40	9 30	6 20			3 10
40	200	-						0	0:40	*
	210	0:30						2	2:40	N
	230	0:30						7	7:40	N
	250	0:30						11	11:40	O
	270	0:30						15	15:40	G
	300	0:30						19	15:40	Z
	360	0:30						23	23:40	**
	480	0:30						41	41:40	
	720	0:30						69	69:40	**

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS					TTD Min	GR	
			M PÉS	15 50	12 40	9 30	6 20			3 10
50	100	-						0	0:50	*
	110	0:40						3	3:50	L
	120	0:40						5	5:50	M
	140	0:40						10	10:50	M
	160	0:40						21	21:50	N
	180	0:40						29	29:50	O
	200	0:40						35	35:50	O
	220	0:40						40	40:50	Z
	240	0:40						47	47:50	Z

* Veja tabela de limite sem descompressão

** Indica que o mergulho é de exposição excepcional, ou seja o tempo de fundo e a descompressão são demasiadamente longos, fugindo do objeto de estudo deste Manual.

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS					TTD Min	GR	
			M PÉS	15 50	12 40	9 30	6 20			3 10
60	60	-						0	1:00	*
	70	0:50						2	3:00	K
	80	0:50						7	8:00	L
	100	0:50						14	15:00	M
	120	0:50						26	27:00	N
	140	0:50						39	40:00	O
	160	0:50						48	49:00	Z
	180	0:50						56	57:00	Z
	200	0:40					1	69	71:00	Z
	240	0:40					2	79	82:00	**
	360	0:40					20	119	140:00	**
	480	0:40					44	148	193:00	**
720	0:40					78	187	266:00	**	

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS					TTD Min	GR	
			M PÉS	15 50	12 40	9 30	6 20			3 10
70	50	-						0	1:10	*
	60	1:00						8	9:10	K
	70	1:00						14	15:10	L
	80	1:00						18	19:10	M
	90	1:00						23	24:10	N
	100	1:00						33	34:10	N
	110	0:50					2	41	44:10	O
	120	0:50					4	47	52:10	O
	130	0:50					6	52	59:10	O
	140	0:50					8	56	65:10	Z
	150	0:50					9	61	71:10	Z
	160	0:50					13	72	86:10	Z
	170	0:50					19	79	99:00	Z

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS					TTD Min	GR	
			M PÉS	15 50	12 40	9 30	6 20			3 10
80	40							0	1:20	*
	50	1:10						10	11:20	K
	60	1:10						17	18:20	L
	70	1:10						23	24:20	M
	80	1:00					2	31	34:20	N
	90	1:00					7	39	47:20	N
	100	1:00					11	46	58:20	O
	110	1:00					13	53	67:20	O
	120	1:00					17	56	74:20	Z
	130	1:00					19	63	83:20	Z
	140	1:00					26	69	96:20	Z
	150	1:00					32	77	110:20	Z
	180	1:00					35	85	121:20	**
	240	0:50				6	52	120	179:20	**
	360	0:50				29	90	160	280:20	**
480	0:50				59	107	187	354:20	**	
720	0:40			17	108	142	187	455:20	**	

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS					TTD Min	GR	
			M PÉS	15 50	12 40	9 30	6 20			3 10
90	30	-						0	1:30	*
	40	1:20						7	8:30	J
	50	1:20						18	19:30	L
	60	1:10						25	26:30	M
	70	1:10					7	30	38:30	N
	80	1:10					13	40	54:30	N
	90	1:10					18	48	67:30	O
	100	1:10					21	54	76:30	Z
	110	1:10					24	61	86:30	Z
	120	1:10					32	68	101:30	Z
	130	1:00				5	38	74	118:30	Z

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS					TTD Min	GR	
			M PÉS	15 50	12 40	9 30	6 20			3 10
100	25	-						0	1:40	*
	30	1:30						3	4:40	I
	40	1:30						15	16:40	K
	50	1:20					2	24	27:40	L
	60	1:20					9	28	38:40	N
	70	1:20					17	39	57:40	O
	80	1:20					23	48	72:40	O
	90	1:10				3	23	57	84:40	Z
	100	1:10				7	23	66	97:40	Z
	110	1:10				10	34	72	117:40	Z
	120	1:10				12	41	78	132:40	Z
	180	1:00			1	29	53	118	202:40	**
	240	1:00			14	42	84	142	283:40	**
	360	0:50		2	42	73	111	187	416:40	**
480	0:50		21	61	91	142	187	503:40	**	
720	0:50		55	106	122	142	187	613:40	**	

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS					TTD Min	GR	
			M PÉS	15 50	12 40	9 30	6 20			3 10
110	20	-						0	1:50	*
	25	1:40						3	4:50	H
	30	1:40						7	8:50	J
	40	1:30					2	21	24:50	L
	50	1:30					8	26	35:50	M
	60	1:30					18	36	55:50	N
	70	1:20				1	23	48	73:50	O
	80	1:20				7	23	57	68:50	Z
	90	1:20				12	30	84	107:50	Z
	100	1:20				15	37	72	125:50	Z

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS								TTD Min	GR
			M PÉS	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10		
120	15	-								0	2:00	*
	20	1:50								2	4:00	H
	25	1:50								6	8:00	I
	30	1:50								14	16:00	J
	40	1:40							5	25	32:00	L
	50	1:40							15	31	48:00	N
	60	1:30						2	22	45	71:00	O
	70	1:30						9	23	55	89:00	O
	80	1:30						15	27	63	107:00	Z
	90	1:30						19	37	74	132:00	Z
	100	1:30						23	45	80	150:00	Z
	120	1:20					10	19	47	98	176:00	**
	180	1:10				5	27	37	76	137	284:00	**
	240	1:10				23	35	60	97	179	396:00	**
	360	1:00			18	45	64	93	142	187	551:00	**
480	0:50		3	41	64	93	122	142	187	654:00	**	
720	0:50		32	74	100	114	122	142	187	773:00	**	

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS								TTD Min	GR
			M PÉS	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10		
130	10	-								0	2:10	*
	15	2:00								1	3:10	F
	20	2:00								4	6:10	H
	25	2:00								10	12:10	J
	30	1:50							3	18	23:10	M
	40	1:50							10	25	37:10	N
	50	1:40						3	21	37	63:10	O
	60	1:40						9	23	52	86:10	Z
	70	1:40						16	24	61	103:10	Z
	80	1:30					3	19	35	72	131:10	Z
90	1:30					8	19	45	80	154:10	Z	

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS										TTD Min	GR	
			M PÉS	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10			
140	10	-											0	2:20	*
	15	2:10											2	4:20	G
	20	2:10											6	8:20	I
	25	2:00										2	14	18:20	J
	30	2:00										5	21	28:20	K
	40	1:50								2	16	26	46:20	N	
	50	1:50								6	24	44	76:20	O	
	60	1:50								16	23	56	97:20	Z	
	70	1:40							4	19	32	68	125:20	Z	
	80	1:40								10	23	41	79	155:20	Z
	90	1:30							2	14	18	42	88	166:20	**
	120	1:30							12	14	36	56	120	240:20	**
	180	1:20					10	28	32	54	94	168	385:20	**	
	240	1:10				8	28	34	50	78	124	187	511:20	**	
380	1:00			9	32	42	64	84	122	142	187	684:20	**		
480	1:00			31	44	59	100	114	122	142	187	801:20	**		
720	0:50		18	58	88	97	100	114	122	142	187	924:20	**		

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS										TTD Min	GR	
			M PÉS	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10			
150	5	-											0	2:30	C
	10	2:20											1	3:30	E
	15	2:20											3	5:30	G
	20	2:10									2	7	11:30	H	
	25	2:10									4	17	23:30	K	
	30	2:10									8	24	34:30	L	
	40	2:00								5	19	33	59:30	N	
	50	2:00								12	23	51	88:30	O	
	60	1:50							3	19	26	62	112:30	Z	
	70	1:50								11	19	39	75	146:30	Z
	80	1:40						1	17	19	50	84	173:30	Z	

PRO F Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS										TTD Min	GR		
			M PÉS	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10				
160	5	-												0	2:40	D
	10	2:30												1	3:40	F
	15	2:20										1	4	7:40	H	
	20	2:20										3	11	16:40	J	
	25	2:20										7	20	29:40	K	
	30	2:10									2	11	25	40:40	M	
	40	2:10									7	23	39	71:40	N	
	50	2:00								2	16	23	55	98:40	Z	
	60	2:00								9	19	33	69	132:40	Z	
70	1:50							1	17	22	44	80	166:40	Z		

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS											TTD Min	GR	
			M PÉS	33 110	30 100	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20			3 10
170	5	-												0	2:50	D
	10	2:40												2	4:50	F
	15	2:30										2	5	9:50	H	
	20	2:30										4	15	21:50	J	
	25	2:20										2	7	23	34:50	L
	30	2:20										4	13	26	45:50	M
	40	2:10									1	10	23	45	81:50	O
	50	2:10									5	18	23	61	109:50	Z
	60	2:00								2	15	22	37	74	152:50	Z
	70	2:00								8	17	19	51	86	183:50	Z
	90	1:50							2	12	14	34	52	120	246:50	**
	120	1:30					2	10	12	18	32	42	82	156	356:50	**
	180	1:20				4	10	22	28	34	50	78	120	187	535:50	**
	240	1:20				18	24	30	42	50	70	116	142	187	681:50	**
360	1:10				22	34	40	52	60	98	114	122	142	187	873:50	**
480	1:00			14	40	42	56	91	97	100	114	122	142	187	1007:50	**

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS										TTD Min	GR	
			M PÉS	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10			
180	5	-											0	3:00	D
	10	2:50											3	6:00	F
	15	2:40										3	6	12:00	I
	20	2:30									1	5	17	26:00	K
	25	2:30									3	10	24	40:00	L
	30	2:30									6	17	27	53:00	N
	40	2:20								3	14	23	50	93:00	O
	50	2:10							2	9	19	30	65	128:00	Z
	60	2:10							5	16	19	44	81	168:00	Z

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS										TTD Min	GR	
			M PÉS	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10			
190	5	-											0	3:10	D
	10	2:50										1	3	6:00	G
	15	2:50										4	7	14:10	I
	20	2:40									2	6	20	31:10	K
	25	2:40									5	11	25	44:10	M
	30	2:30								1	8	19	43	63:10	N
	40	2:30								8	14	23	55	103:10	O
	50	2:20							4	13	22	33	72	147:10	Z
	60	2:20							10	17	19	50	84	183:10	Z

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS													TTD Min
			39 130	36 120	33 110	30 100	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10	
200	5	3:10													1	4:20
	10	3:00												1	4	8:20
	15	2:50											1	4	10	18:20
	20	2:50											3	7	27	40:20
	25	2:50											7	14	25	49:20
	30	2:40										2	122	22	37	73:20
	40	2:30									2	8	17	23	59	112:20
	50	2:30									6	16	22	39	75	161:20
	60	2:20								2	13	17	24	51	89	199:20
	90	1:50					1	10	10	12	12	30	38	74	134	324:20
	120	1:40				6	10	10	10	24	28	40	64	98	180	473:20
	180	1:20		1	10	10	18	24	24	42	48	70	106	142	187	685:20
	240	1:20		6	20	24	24	36	42	54	68	114	122	142	187	842:20
	360	1:10	12	22	36	40	44	56	82	98	100	114	122	142	187	1058:20

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS													TTD Min
			39 130	36 120	33 110	30 100	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10	
210	5	3:20													1	4:30
	10	3:10												2	4	9:30
	15	3:00											1	5	13	22:30
	20	3:00											4	10	23	40:30
	25	2:50										2	7	17	27	56:30
	30	2:50										4	9	24	41	81:30
	40	2:40									4	9	19	26	63	124:30
	50	2:30								1	9	17	19	45	80	174:30

PRO F Pés	TT F Min	TPP Min	PARADAS													TTD Min
			39 130	36 120	33 110	30 100	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10	
220	5	3:30													2	5:40
	10	3:20												2	5	10:40
	15	3:10										2	5	16	26:40	
	20	3:00									1	3	11	24	42:40	
	25	3:00									3	8	19	33	66:40	
	30	2:50								1	7	10	23	47	91:40	
	40	2:50								6	12	22	29	68	140:40	
	50	2:40							3	12	17	18	51	86	190:40	

PRO F Pés	TT F Min	TPP Min	PARADAS												TTD Min
			36 120	33 110	30 100	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10	
230	5	3:40												2	5:50
	10	3:20										1	2	6	12:50
	15	3:20										3	6	18	30:50
	20	3:10									2	5	12	26	48:50
	25	3:10									4	8	22	37	74:50
	30	3:00								2	8	12	23	51	99:50
	40	2:50								1	7	15	22	34	156:50
	50	2:50								5	14	16	24	51	202:50

PRO F Pés	TT F Min	TPP Min	PARADAS												TTD Min
			36 120	33 110	30 100	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20	3 10	
240	5	3:50												2	6:00
	10	3:30										1	3	6	14:00
	15	3:30										4	6	21	35:00
	20	3:20									3	6	15	25	53:00
	25	3:10								1	4	9	24	40	82:00
	30	3:10								4	8	15	22	56	109:00
	40	3:00								3	7	17	22	39	167:00
	50	2:50								1	8	15	16	29	51
PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS												TTD Min

			36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	
			120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	
250	5	3:50												2	7:10
	10	3:40										1	2	7	16:10
	15	3:30									1	4	7	22	38:10
	20	3:30									4	7	17	27	59:10
	25	3:20								2	7	10	24	45	92:10
	30	3:20								6	7	17	23	59	116:10
	40	3:10							5	9	17	19	45	79	178:10
	60	2:40				4	10	10	10	12	22	36	64	126	298:10
	90	2:10	8	10	10	10	10	10	28	28	44	68	98	186	514:10

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS											TTD Min	
			36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6		3
			120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	
260	5	4:00											1	2	7:20
	10	3:50										2	4	9	19:20
	15	3:40									2	4	10	22	42:20
	20	3:30								1	4	7	20	31	67:20
	25	3:30								3	8	11	23	50	99:20
	30	3:20							2	6	8	19	26	61	126:20
	40	3:10						1	6	11	16	19	49	84	190:20

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS											TTD Min	
			36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6		3
			120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	
270	5	4:10												3	8:30
	10	4:00											2	11	22:30
	15	3:50										3	4	24	46:30
	20	3:40									2	3	9	35	74:30
	25	3:30								2	3	8	13	53	106:30
	30	3:30								3	6	12	22	64	138:30
	40	3:20							5	6	11	17	22	88	204:30

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS											TTD Min	
			36 120	33 110	30 100	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20		3 10
280	5	4:20											2	2	8:40
	10	4:00									1	2	5	13	25:40
	15	3:50								1	3	4	11	26	49:40
	20	3:50								3	4	8	23	39	81:40
	25	3:40							2	5	7	16	23	56	113:40
	30	3:30						1	3	7	13	22	30	70	150:40
	40	3:20					1	6	6	13	17	27	51	93	218:40

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS											TTD Min	
			36 120	33 110	30 100	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20		3 10
290	5	4:30											2	3	9:50
	10	4:10									1	3	5	16	29:50
	15	4:00								1	3	6	12	26	52:50
	20	4:00								3	7	9	23	43	89:50
	25	3:50							3	5	8	17	23	60	120:50
	30	3:40						1	5	6	16	22	36	72	162:50
	40	3:30					3	5	7	15	16	32	51	95	228:50

PROF Pés	TTF Min	TPP Min	PARADAS											TTD Min	
			36 120	33 110	30 100	27 90	24 80	21 70	18 60	15 50	12 40	9 30	6 20		3 10
300	5	4:40											3	3	11:00
	10	4:20									1	3	6	17	32:00
	15	4:10								2	3	6	15	26	57:00
	20	4:00							2	3	7	10	23	47	97:00
	25	3:50						1	3	6	8	19	26	61	129:00
	30	3:50						2	5	7	17	22	39	75	172:00
	40	3:40					4	6	9	15	17	34	51	90	231:00
	60	3:00	4	10	10	10	10	10	14	28	32	50	90	187	460:00

TABELA DE LIMITE SEM DESCOMPRESSÃO

PROF		LSD		GRUPO DE REPETIÇÃO													
M	P É S	MI N	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
3	10		60	120	210	300											
4,5	15		35	70	110	160	225	350									
6	20		25	50	75	100	135	180	240	235							
7,5	25		20	35	55	75	100	125	160	195	245	315					
10	30		15	30	45	60	75	95	120	145	170	205	250	310			
10,5	35	310	5	15	25	40	50	60	80	100	120	140	160	190	220	270	310
12	40	200	5	15	25	30	40	50	70	80	100	110	130	150	170	200	
15	50	100		10	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100			
18	60	60		10	15	20	25	30	40	50	55	80					
21	70	50		5	10	18	20	30	35	40	45	50					
24	80	40		5	10	15	20	25	30	35	40						
27	90	30		5	10	12	15	20	25	30							
30	100	25		5	7	10	15	20	22	25							
33	110	20			5	10	13	15	20								
36	120	15			5	10	12	15									
39	130	10			5	8	10										
42	140	10			5	7	10										
45	150	5			5	5											
48	160	5				5											
51	170	5					5										
54	180	5						5									
57	190	5							5								

TABELA DE TEMPO DE NITOGÊNIO RESIDUAL

NOVO GRUPO *															
Z	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
0:10	0:23	0:35	0:29	1:03	1:19	1:37	1:56	2:18	2:43	3:11	3:46	4:30	5:28	6:57	1000
0:22	0:34	0:48	1:02	1:18	1:36	1:55	2:17	1:42	3:10	3:45	4:29	5:27	6:56	1005	1200
O	0:10	0:24	0:37	0:52	1:08	1:25	1:44	2:05	2:30	3:00	3:34	4:18	5:17	6:45	9:55
	0:23	0:36	0:51	1:07	1:24	1:43	2:04	2:29	2:59	3:33	4:17	5:16	6:44	9:34	1200
N	0:10	0:25	0:40	0:55	1:12	1:31	1:54	2:19	2:48	3:23	4:05	5:04	6:33	9:44	
	0:24	0:39	0:54	1:11	1:30	1:53	2:18	2:47	3:22	4:04	5:03	6:32	9:43	1200	
M	0:10	0:26	0:43	1:00	1:19	1:40	2:06	2:35	3:09	3:53	4:50	6:19	9:29		
	0:25	0:42	0:59	1:18	1:39	2:05	2:34	3:08	3:52	4:49	6:18	9:28	1200		
L	0:10	0:27	0:48	1:05	1:26	1:50	2:20	2:54	3:37	4:36	6:03	9:13			
	0:26	0:45	1:04	1:25	1:49	2:19	2:53	3:36	4:35	6:02	9:12	1200			
K	0:10	0:29	0:50	1:12	1:36	2:04	2:39	3:22	4:20	5:49	8:59				
	0:28	0:49	1:11	1:35	2:03	2:38	3:21	4:19	5:48	8:58	1200				
J	0:10	0:32	0:55	1:20	1:48	2:21	3:05	4:03	5:41	8:41					
	0:31	0:54	1:19	1:47	2:20	3:04	4:02	5:40	8:40	1200					
I	0:10	0:34	1:00	1:80	2:03	2:45	3:44	5:13	8:22						
	0:33	0:59	1:29	2:02	2:44	3:43	5:12	8:21	1200						
H	0:10	0:37	1:07	1:42	2:24	3:21	4:50	8:00							
	0:40	1:06	1:41	2:23	3:20	4:49	7:59	1200							
G	0:10	0:41	1:16	2:00	2:59	4:26	7:36								
	0:40	1:15	1:59	2:58	4:25	7:35	1200								
F	0:10	0:46	1:30	2:29	3:58	7:06									
	0:54	1:29	2:28	3:57	7:05	1200									
E	0:10	0:55	1:58	3:23	6:33										
	0:54	1:57	3:22	6:32	1200										
D	0:10	1:10	2:39	5:49											
	1:09	2:38	5:48	1200											
C	0:10	1:40	2:50												
	1:39	2:49	1200												
B	0:10	2:11													
	2:10	1200													
A	0:10														
	1200														

LETRA DO GRUPO REPETITIVO

* O Novo Grupo deve ser aplicado na próxima Tabela, para cálculo do Tempo de Nitrogênio Residual.

TEMPO DE NITROGÊNIO RESIDUAL

GR *	PROFUNDIDADE DO MERGULHO DE REPETIÇÃO (PÉS)															
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
A	7	6	5	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
B	17	15	11	9	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	4	4
C	25	21	17	15	13	11	10	10	9	8	7	7	6	6	6	6
D	37	29	24	20	18	16	14	13	12	11	10	9	9	8	8	8
E	49	38	30	26	23	20	18	16	15	13	12	12	11	10	10	10
F	61	47	36	31	28	24	22	20	18	16	15	14	13	13	12	11
G	73	56	44	37	32	29	26	24	21	19	18	17	16	15	14	13
H	87	66	52	43	38	33	30	27	25	22	20	19	18	17	16	15
I	101	76	61	50	43	38	34	31	28	25	23	22	20	19	18	17
J	116	87	70	57	48	43	38	34	32	28	26	24	23	22	20	19
K	138	99	79	64	54	47	43	38	35	31	29	27	26	24	22	21
L	161	111	88	72	61	53	48	42	39	35	32	30	28	26	25	24
M	187	124	97	80	68	58	52	47	43	38	35	32	31	29	27	16
N	213	142	107	87	73	64	57	51	46	40	38	35	33	31	29	28
O	241	160	117	96	80	70	62	55	50	44	40	38	36	34	31	30
Z	257	169	122	100	84	73	64	57	56	46	42	40	37	35	32	31

* O Grupo Repetitivo (GR) é obtido na tabela anterior.

12.7 O MERGULHO EM ALTITUDES

De acordo com o que foi demonstrado no Capítulo II deste Manual, a pressão atmosférica ao nível do mar é maior do que nas grandes altitudes, pois o ar “pesa” e está apoiado em tudo o que existe. Em outras palavras, a pressão atmosférica diminui na proporção em que a altitude aumenta. Este fato é muito relevante, principalmente na atividade profissional do Corpo de Bombeiros, pois um grande número de mergulhos realiza-se em localidades cuja altitude está acima do nível do mar.

A situação reveste-se de um rigor ainda maior se considerarmos que há diferença de densidades entre a água doce e a água salgada. Sendo esta última muito mais densa do que a primeira podemos afirmar que para a mesma altura de coluna de água, a pressão exercida pela de água salgada será maior do que a de água doce, criando portanto mais uma condição adversa.

Mergulhos realizados sob essas condições necessitam, então, que sejam feitas as devidas conversões da profundidade atingida para a sua equivalente ao nível do mar. Pelo mesmo raciocínio, as paradas para descompressão deverão ser feitas a profundidades menores do que às indicadas para ao nível do mar.

A seguir serão apresentadas duas tabelas de conversões. A primeira fornece a profundidade corrigida em função da altitude e a outra converte as paradas de descompressão indicadas na Tabela Padrão de Descompressão para as profundidades corrigidas indicadas na tabela anterior.

CONVERSÃO DA PROFUNDIDADE PARA MERGULHOS EM ALTITUDE *

Prof. Real	Altitude no local do mergulho									
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
(Pés)	Profundidade convertida									
10	10	11	11	12	12	12	13	13	14	15
20	21	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	35	36	37	39	40	42	44
40	41	43	45	46	48	50	52	54	56	58
50	52	54	56	58	60	62	65	67	70	73
60	62	64	67	69	72	75	78	81	84	87
70	72	75	78	81	84	87	91	94	98	102
80	83	86	89	92	96	100	103	108	112	116
90	93	97	100	104	108	112	116	121	126	131
100	103	107	111	116	120	124	129	134	140	145
110	114	118	122	127	132	137	142	148	153	160
120	124	129	134	139	144	149	155	161	167	174
130	135	140	145	150	156	162	168	175	181	189
140	145	150	156	162	168	174	181	188	195	203
150	155	161	167	173	180	187	194	202	209	218
160	166	172	178	185	192	199	207	215	223	232
170	176	182	189	196	204	212	220	228	237	247
180	186	193	200	208	216	224	233	242	251	261
190	197	204	212	220	228	237	246	255	265	276
200	207	215	223	231	240	249	259	269	279	290
210	217	225	234	243	252	261	272	282	293	305
220	228	236	245	254	264	274	284	292	307	319
230	238	247	256	266	267	286	297	309	321	334
240	248	258	267	277	288	299	310	323	335	348

* Dados em pés.

CONVERSÃO DAS PARADAS DE DESCOMPRESSÃO PARA MERGULHOS EM ALTITUDE *

<i>Prof. Prevista</i>	Altitude no local do mergulho									
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	3000
	Profundidade convertida									
10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7
20	19	19	18	17	17	16	15	15	14	14
30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	21
40	39	37	36	35	33	32	31	30	29	28

* Dados em pés.

12.8 REGISTRO DO MERGULHO

Após a execução de qualquer mergulho utilizando equipamento autônomo ou dependente, é obrigatório o seu registro numa ficha própria para posterior lançamento na caderneta individual do mergulhador envolvido. A finalidade desse procedimento, além de registrar a vida profissional do mergulhador é de grande valia para a constatação de falhas que possam causar danos físicos posteriores.

12.8.1 Folha de registro de mergulho

Existem vários modelos de folhas ou fichas de mergulho, mas todas elas devem conter campos que contemplem as seguintes informações:

- 1) Identificação nominal do mergulhador, do supervisor e do carta;
- 2) Finalidade do mergulho;
- 3) Equipamento utilizado;
- 4) Profundidade maior atingida durante o mergulho;
- 5) Esquema de descompressão seguido (mesmo para mergulhos sem descompressão);
- 6) Tabela usada;
- 7) Horários:
 - DS = horário que deixou a superfície;
 - DF = horário que deixou o fundo;

- CS = horário que chegou à superfície;

Efetuando-se os cálculos respectivos, obtém-se:

- TTM = tempo total do mergulho: $(CS - DS)$;
 - TTF = tempo total de fundo: $(DF - DS)$;
 - TTD = tempo total de descompressão: $(CS - DF)$;
- 8) Grupo sucessivo;
 - 9) Observações julgadas pertinentes.

MODELO DE FOLHA DE REGISTRO DE MERGULHO

NOME DO MERGULHADOR			SUPERVISOR			DATA		
FINALIDADE DO MERGULHO			CARTA			EQUIPAMENTO		
PROFUNDIDADE	GUIA	TABELA USADA	PROFUNDIDADE DAS PARADAS			HORÁRIOS		
			CS	PES	MTS			
			D	10	03			
			C					
			D	20	06			
			C					
			D	30	09			
			C					
			D	40	12			
			C					
			D	50	15			
			C					
			D	60	18			
			C					
			D	70	21			
			C					
			D	80	24			
			C					
			D	90	27			
			C					
			D	100	30			
			C					
			D	110	33			
			C					
			D					
			C					
DF=	CS=		CS=					
DS=	DF=		DS=					
TTF =	TTD =		TTM =					
OBSERVAÇÕES:			GRUPO SUCESSIVO:					

12.8.2 Livro de registro do mergulhador

A Portaria nº 049 de 27 de dezembro de 1995, editada pelo Ministério da Marinha, através da Diretoria de Portos e Costa estabeleceu uma série de normas e procedimentos para as atividades subaquáticas, entre elas a obrigatoriedade de criação de um livro ou caderneta de registro do mergulhador. Essa caderneta é de uso obrigatório para o mergulhador e destina-se ao lançamento de todas as atividades subaquáticas feitas pelo homem ao longo de sua atividade profissional.

O livro registro do mergulhador é constituído por folhas que indiquem:

- 1) Identificação e qualificação do mergulhador: dados pessoais do mergulhador e para que tipo de mergulho está habilitado;
- 2) Mergulhos realizados: informações obtidas a partir da folha registro de mergulho e outras previamente estabelecidas;
- 3) Controle de cotas anuais de mergulhos: quantidade de horas/ano mergulhadas.

No Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, cabe ao CEIB (Centro de Ensino e Instrução de Bombeiro), quando da conclusão de cursos ou estágios, abrir e fornecer a caderneta de mergulho, preenchendo a folha de identificação e qualificação. Posteriormente, o lançamento e escrituração das folhas correspondentes aos mergulhos realizados é do supervisor, bem como a inclusão de uma folha de qualificação para cada curso, estágio ou atividade operacional e de instrução de mergulho realizado.

O LRM é um documento comprobatório do cumprimento das atividades operacionais e ou instrutivas.

ANEXO “C”

Questionamento para testemunhas

1. Como você ficou sabendo do acidente?
2. A vítima pediu ajuda?
3. Onde você estava quando viu o incidente?
4. O que você estava fazendo logo que viu o incidente?
5. Você pode descrever exatamente o acontecido, incluindo sua posição e da vítima?
6. Você pode descrever as ações da vítima?
7. Você estava sozinho?
8. A vítima estava sozinha?
9. Se a vítima não estava só. Onde estão as outras pessoas envolvidas?
10. Qual o tempo decorrido do acidente?
11. Qual a cor da roupa que a vítima estava usando?
12. Em qual direção a vítima estava se deslocando?

CHECK LIST - MATERIAL NÁUTICO

- Embarcação (bujão do orifício de drenagem);
- Carreta (sistema elétrico);
- Cabo para ancoragem da embarcação;
- Motor de popa;
- Tanque de combustível com mangueira e pera (se for o caso);
- Remos;
- Poita ou ferro de fundeio com cabo para fundeio;
- Gasolina;
- Óleo 2T (se motor 2T);
- Ferramentas para motor de popa;
 - Alicate, pinça e chave inglesa, todos ancorados;
 - Uma chave de fenda e outra Phillips, todas ancoradas;
 - Um kit de remendo para os botes infláveis;
 - Uma lata pequena de óleo lubrificante (spray) para carburador;
 - Um cordel para dar partida no motor manualmente;
 - Uma hélice sobressalente.
- Bóias de sinalização da área de mergulho com seus cabos e poitas (mínimo 4 bóias);
- Fole com mangueira no caso de infláveis.
- Lastro e retinida com marcação de meio em meio metro para aferição de profundidade;
- Prancheta, papel, lápis e borracha para controle do mergulho;
- HT ou celular.
- Jogo de colete salva-vidas para cada um a bordo, inclusive a vítima;
- Um equipamento de flutuação tipo life-belt, que permita ser atirado às águas ;
- Para operações no inverno, cobertores de lã para os mergulhadores a bordo;
- Garrafas d'água (potável);
- Oxigênio portátil
- Kit de primeiros socorros em um recipiente à prova d'água;
- Apito não-metálico sem esfera interna;
- Lanterna a prova de água com bateria sobressalente.

CENTROS DE CONTROLE DE INTOXICAÇÃO-CCI NO ESTADO DE SÃO PAULO

1) São Paulo

Centro de Controle de Intoxicações de São Paulo

Endereço: Hospital Municipal Dr. Artur Ribeiro de Saboya

Av. Francisco de Paula Quintanilha Ribeiro, 860, Térreo II - Jabaquara

04330-020 - São Paulo, SP - Brasil

Telefone: (11) 5011 5111 R: 250 / 251 / 252 / 253 / 254 **(0800 148110)**

Fax: Telefax: (11) 5012 5311

2) São Paulo

Centro de Assistência Toxicológica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Endereço: Hospital das Clínicas / Faculdade de Medicina

Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 647 - 2º andar - Pacaembu

05403-900 - São Paulo, SP - Brasil

Telefone: (11) 3069 8571 **(0800148110)**

Fax: Telefax: (11) 30889431

Site: icr.hcnet.usp.br/CEATOX

3) Campinas

Centro de Controle de Intoxicações de Campinas

Endereço: Faculdade de Ciências Médicas- Cidade Universitária - Zeferino Vaz

Hospital das Clínicas - UNICAMP

13083-970 - Campinas, SP - Brasil

FoneFax: (19) 3788 7573

Fax: Telefax: (19) 3788 7290

4) Ribeirão Preto

Centro de Controle de Intoxicações de Ribeirão Preto

Endereço: Hospital da Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP

Av. Bernadino de Campos, 1000 - Bairro Higienópolis

14015-130 - Ribeirão Preto, SP - Brasil

Telefone: (16) 602 1190

Fax: Telefax: (16) 610 1375

5) Botucatu

Centro de Assistência Toxicológica de Botucatu

Endereço: Instituto de Biociências

UNESP - Campus de Botucatu , Rubião Júnior

Caixa Postal 520

18618-000 - Botucatu, SP - Brasil

Telefone: (14) 6802 6017 / 6802 6034/68213048

fax: (14) 6822 1385

6) São José dos Campos

Centro de Controle de Intoxicações de São José dos Campos

Endereço: Hospital Municipal "Dr. José de Carvalho Florence"

Rua Saigiro Nakamura, 800 - Vila Industrial

12220-280 - São José dos Campos, SP - Brasil

Telefone: (12) 381 3400 R: 3431 / 3449

Fax: (12) 382 1232

7) São José do Rio Preto

Centro de Assistência Toxicológica de São José do Rio Preto

Endereço: Hospital de Base - Fundação Faculdade Regional de Medicina de São José do Rio Preto - (FUNFARME)

Av. Brigadeiro Faria Lima, 5416 - São Pedro

15090-000 - São José do Rio Preto, SP - Brasil

Telefone: (17) 210 5000 R: 380

Fax: (17) 210 5000 R: 510

8) Taubaté

Centro de Controle de Intoxicações de Taubaté

Endereço: Fundação Universitária de Saúde de Taubaté

Universidade de Taubaté - Hospital Escola

Av. Granadeiro Guimarães, 270 - Centro

12020-130 - Taubaté, SP - Brasil

Telefone: (12) 233 4422 - Direto do Hospital

Fax: Telefax: (12) 232 6565

9) Presidente Prudente

Centro de Atendimento Toxicológico de Presidente Prudente

Endereço: Hospital Estadual Odilon Antunes de Siqueira

Av. Coronel José Soares Marcondes, 3758 - Jardim Bongiovani

19050-230 - Presidente Prudente, SP - Brasil

Telefone: Telefax: (18) 231 4422

Fax: (18) 231-5055 R/ 216

10) Marília

Centro de Atendimento Toxicológico de Marília

Endereço: Hospital de Marília

Av. Sampaio Vidal, 42

17500-000 - Marília, SP - Brasil

Telefone: (14) 433 8795 / 433 1744 R:1008

Fax: (14) 433 1888 / 422 5457

11) Santos

Centro de Controle de Intoxicações de Santos

Endereço: Hospital Guilherme Álvaro

Rua Dr. Oswaldo Cruz, 197 - Boqueirão

11045-904 - Santos, SP - Brasil

Telefone: (13) 222 2878 / 222 5804

Fax: (13) 234 3672/222-2878

CHECK LIST - PRIMEIROS SOCORROS

- Equipamento completo de O₂ portátil;
- Ambu;
- Cânulas orofaríngeas (1 jogo completo);
- 4 bandagens triangulares;
- 1 pacote de atadura de crepe;
- 1 pacote de gaze;
- 3 plásticos estéreis;
- 1 aspirador manual de secreções;
- 2 ZOBEC tamanho grande;
- 1 jogo de colares cervicais;
- 1 jogo de talas moldáveis;
- 1 recipiente com líquido anti-séptico;
- 2 cobertores aluminizados;
- 1 cobertor têxtil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORETTI R. & BRION R. **Cardiologia do Esporte**. São Paulo: Manole, 2001.

CAMARGO, Kerlis Ribeiro. **Elevação do Padrão de Segurança na Atividade de Mergulho**, Monografia, CAES, PMESP, 2003.

COTRAN, Ramzi S. *et al.* **Robbins Pathologic Basis Of Disease**. 6^a. ed., WB Sanders Company, USA.

CUNHA, Pedro Paulo A. C. **Mergulho com Roupa Seca**, in Guia do Aluno, Tech Diving Consultoria & Treinamento, 1997.

HENDRICK, Walt. **Public Safety Diving**, Fire Engineering, 2000.

JÚNIOR, J. Felipe. **Pronto Socorro: fisiopatologia, diagnóstico e tratamento**, Rio. de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983.

NOSSA, Onias. **Manual de Mergulho do Corpo de Bombeiros**, Monografia, CAO, CAES, PMESP, 1998.

_____. **Norma Regulamentadora Nº 15**. MINISTÉRIO DO TRABALHO.

_____. **Manual de Mergulho a Ar**. Rio de Janeiro: CIAMA - Ministério da Marinha, 1983

_____. **Manual Mergulho Autônomo**. CORPO DE BOMBEIROS - PMESP.

_____. **The Encyclopedia of Recreational Diving**, G. International PADI, Inc, 1993.

_____. **U.S. Navy Diving Manual**. Washington. DC: Navy Sea, U.S. NAVY, 2001.

O CONTEÚDO DESTA MANUAL TÉCNICO ENCONTRA-
SE SUJEITO À REVISÃO, DEVENDO SER DADO AMPLO
CONHECIMENTO A TODOS OS INTEGRANTES DO
CORPO DE BOMBEIROS, PARA APRESENTAÇÃO DE
SUGESTÕES POR MEIO DO ENDEREÇO ELETRÔNICO
CCBSSECINC@POLMIL.SP.GOV.BR

