

ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS

ACADEMIA REAL MILITAR (1811)

PEDRO HENRIQUE RODRIGUES MARQUES

O MERGULHO NO CURSO DE ENGENHARIA DA AMAN:

UMA APRESENTAÇÃO SOBRE OS RISCOS À SAÚDE DOS MERGULHADORES DO
EXÉRCITO BRASILEIRO.

RESENDE

2018

PEDRO HENRIQUE RODRIGUES MARQUES

O MERGULHO NO CURSO DE ENGENHARIA DA AMAN:
UMA APRESENTAÇÃO SOBRE OS RISCOS À SAÚDE DOS MERGULHADORES DO
EXÉRCITO BRASILEIRO.

Monografia apresentada à Academia Militar das
Agulhas Negras como Trabalho de Conclusão de
Curso de Bacharel em Ciências Militares, sob a
orientação do Cap Rafael Marins de Souza.

RAFAEL MARINS DE SOUZA – Cap

Orientador

RESENDE

2018

ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS

ACADEMIA REAL MILITAR (1811)

PEDRO HENRIQUE RODRIGUES MARQUES

O MERGULHO NO CURSO DE ENGENHARIA DA AMAN:

UMA APRESENTAÇÃO SOBRE OS RISCOS À SAÚDE DOS MERGULHADORES DO
EXÉRCITO BRASILEIRO.

COMISSÃO AVALIADORA

Cap Eng Rafael Marins de Souza - Orientador

Avaliador

Avaliador

RESENDE

2018

À minha família, por ter me apoiado em toda a trajetória do curso de formação de Oficiais do Exército Brasileiro na Academia Militar das Agulhas Negras. Aos instrutores e mestres dessa instituição pelos conhecimentos e valores militares transmitidos, e aos meus irmãos de armas pelo companheirismo e amizade que perdurarão através dos anos

AGRADECIMENTOS

Ao Cap Marins pela orientação na elaboração desta monografia.

Ao Cap Jessé pelas colaborações.

Aos demais militares que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

RESUMO

MARQUES, Pedro Henrique Rodrigues. **O mergulho no curso de engenharia da AMAN: uma apresentação sobre os riscos à saúde dos mergulhadores do exército brasileiro.** Resende: AMAN, 2018. Monografia.

O objetivo deste trabalho foi apresentar conceitos relativos à prática do mergulho militar característico da Arma de Engenharia do Exército Brasileiro, abordando mais especificamente os acidentes de mergulho, seus efeitos, medidas de segurança que visam neutralizar ou mitigar tais acidentes e sua repercussão sobre os militares praticantes da atividade. Foi feita uma apresentação dos acidentes de mergulho de repercussão direta e indireta sob o corpo humano, causados pela variação da pressão ambiente, abordando seus conceitos, sintomas e profilaxias. Após isso, abordamos as formas de tratamento para cada patologia descrita no trabalho, seguido da apresentação das experiências vivenciadas por ocasião da instrução de mergulho na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), em Resende, Rio de Janeiro, no ano de 2017; e um questionário aplicado aos Cadetes dessa instituição com fins a levantar a frequência com que foram afetados pelas características hiperbáricas do ambiente subaquático durante as instruções ministradas na AMAN e em Angra dos Reis, Rio de Janeiro. Por fim, concluímos o trabalho relacionando as possíveis causas dos sintomas apresentados pelos cadetes com base nos conhecimentos descritos no desenvolvimento do trabalho, assim como aspectos que possam ser melhorados no âmbito das instruções com a finalidade de reduzir a frequência dos acidentes vivenciados pelos mergulhadores.

Palavras-chave: mergulho, acidentes causados pela pressão, instrução, AMAN, Engenharia, segurança.

ABSTRACT

MARQUES, Pedro Henrique Rodrigues. **The diving in the Engineering branch at AMAN: a presentation about the Brazilian Army diver's health hazards.** Resende: AMAN, 2018. Monography.

The work's objective was to present concepts about the military diving practice characteristic of the Brazilian Army Engineering Branch, more specific the diving accidents, his effects, security procedures to neutralize or mitigate those accidents and the repercution over the military who practices the activity. A direct and indirect accident's repercution over the human body presentation was made, caused by the pressure's variation, approaching their concepts, symptoms and prophylaxis. After that, we approached the treatment's forms for each pathology described in this work, followed by a presentation about our experiences during the diving instruction at Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), at Resende, Rio de Janeiro, in 2017; and a questionnaire applied to the Cadets os this institution in order to raise the frequency that they were affected by the underwater enviroment hyperbaric characteristic's during the instructions taught at AMAN and Angra dos Reis, Rio de Janeiro. Lastly, we concluded this work relating the possible Cadet's presented symptom's causes based on the knowledge described in the work's development, as the aspects that can be improved within the framework os the instructions in order to reduce the number of accidents experienced by the divers.

Keywords: Diving, accidents caused by pressure, instruction, AMAN, Engineering, security.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	12
2.1 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	12
2.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA	13
2.3 INSTRUMENTOS DE PESQUISA	13
CAPÍTULO I – CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES DE MERGULHO AUTÔNOMO NA ARMA DE ENGENHARIA	15
CAPÍTULO II – PATOLOGIAS DECORRENTES DO MERGULHO	16
2. CLASSIFICAÇÃO DOS ACIDENTES	16
2.1. CAUSADOS PELA PRESSÃO	17
CAPÍTULO III – TRATAMENTO DAS PATOLOGIAS	31
3.1 TRATAMENTOS DOS ACIDENTES ORIGINADOS POR EFEITOS DIRETOS DA PRESSÃO SOB O CORPO HUMANO	32
3.1.1 TRATAMENTOS DOS BAROTRAUMAS:	32
3.1.2 VERTIGEM ALTERNOBÁRICA	33
3.1.3 PARALISIA FACIAL	33
3.1.4 SHP – ETA, PNEUMOMEDIASTINO, PNEUMOTÓRAX E ENFISEMA SUBCUTÂNEO.	34
3.2 TRATAMENTOS DOS ACIDENTES ORIGINADOS POR EFEITOS INDIRETOS DA PRESSÃO SOB O CORPO HUMANO	35
CAPÍTULO IV – NORMAS DE SEGURANÇA RELATIVAS AO MERGULHO	37
4.1 PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA	38
4.1.1 PROCEDIMENTOS DE ENTRADA E IMERSÃO	39
4.1.2 PROCEDIMENTOS NA ÁGUA	41
4.2 FATOS EXPERIENCIADOS	42
CONCLUSÃO	49
ANEXO A – TERMOS E CONCEITOS	51
ANEXO B – SISTEMAS MÉTRICOS ADOTADOS	56
ANEXO C – ACIDENTES DE MERGULHO	61
ANEXO D – ANATOMIA	62
ANEXO E – TABELAS DE DESCOMPRESSÃO E RECOMPRESSÃO	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Os componentes do coração e o fluxo sanguíneo	62
Figura 2 - Localização dos seios no crânio humano	62
Figura 3 - Respiração e circulação sanguínea.....	63
Figura 4 – Anatomia do ouvido em secção frontal	64
Figura 5 - Pulmões vistos pelo aspecto médico	64

1 INTRODUÇÃO

O trabalho a ser apresentado tratará do assunto “Acidentes em atividade de mergulho”, campo de pesquisa inserido na área de doutrina, instrução militar, conforme definido em Portaria nº 517, Art. 2º, III de 26 de setembro de 2000, do Comando do Exército Brasileiro (BRASIL, 2000).

O tema do trabalho se restringirá ao emprego das medidas de prevenção e tratamento de acidentes fisiológicos causados por um ambiente hiperbárico, no qual desenvolve-se a atividade de mergulhadores militares, considerando as instruções práticas realizadas pelo terceiro ano do Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras no ano de 2017, na cidade de Angra dos Reis – RJ, oportunidade na qual foram executados mergulhos até a profundidade de 18 metros.

Tal prática será utilizada para fundamentar, através de dados estatísticos coletados por questionário, a relação entre como a instrução adequada e correta aplicação das normas de segurança afetam diretamente a saúde dos instruídos, no âmbito do Curso de Engenharia da AMAN. Esse questionário abordará, dessa maneira, a incidência com que os cadetes que realizaram o mergulho foram afetados pelas características hiperbáricas da atividade, bem como trazer uma leitura sobre quais foram os sintomas mais frequentes, quais patologias abarcam esses sintomas e qual o procedimento de segurança não foi corretamente empregado pelos mergulhadores.

Considerando o público alvo do questionário, levantou-se também os aspectos que os cadetes consideraram importantes como oportunidades de melhorias e os assuntos que julgam necessário um maior aprofundamento

O objetivo geral da pesquisa é apresentar as normas de segurança que compõem a execução da atividade de mergulho militar e as formas de tratamento dos acidentes causados pela variação da pressão ambiente. Para tal, serão tomadas por base dados que determinam as previsões da composição de equipes de mergulho, a realização dos procedimentos para imersão – considerando a equalização da pressão interna do corpo humano com a pressão exercida pelo ambiente aquático, tanto na imersão quanto na emersão -, a preparação dos mergulhadores em câmaras hiperbáricas antes da execução do trabalho desejado e sua recuperação após esse.

Para atingirmos tal objetivo, realizaremos a divisão do trabalho em quatro capítulos maiores, nos quais apresentaremos os seguintes temas: no primeiro capítulo será caracterizado o mergulho autônomo na Arma de Engenharia do Exército Brasileiro; no segundo capítulo

destacaremos as patologias decorrentes da atividade de mergulho, abordando seus sintomas e profilaxia; num terceiro capítulo daremos continuidade com as formas de tratamento das patologias descritas no capítulo anterior; e por fim, no quarto capítulo, descreveremos as normas de segurança que envolvem a prática do mergulho militar.

Os conhecimentos apresentados, por sua vez, foram retirados de manuais de instituições militares, tais como: a Marinha do Brasil, órgão regulador da prática do mergulho de característica militar no Brasil; Marinha norte americana, pelo grande conhecimento decorrente da prática da atividade; Centro de Instrução de Operações Especiais, organização militar do Exército Brasileiro responsável por ministrar cursos e estágios de mergulho no âmbito da Força; e manuais escolares de emprego na Academia Militar das Agulhas Negras.

Assim como no mergulho de caráter recreativo, o mergulho militar partilha de uma gama bastante ampla de riscos à vida e à saúde do indivíduo que o pratica, porém, considerando o contexto em que ocorre o mergulho militar, que abarca situações de emprego de explosivos, trabalhos a grandes profundidades e que causam um desgaste, tanto psicológico como físico, ao submeter o mergulhador à uma situação de estresse, cresce de importância o conhecimento das normas de segurança em atividade para não comprometer os recursos humanos e materiais envolvidos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Será apresentada a construção da pesquisa nos seus aspectos de metodologia e de fundamentação teórica. A proposta da pesquisa consiste em apresentar a importância de atentar para a correta execução das normas de segurança buscando evitar a ocorrência de acidentes durante a atividade de mergulho militar.

Por se tratar de um campo de investigação com produção de conhecimento incipiente da realização de uma atividade especializada no âmbito do Exército Brasileiro, pretendemos realizar uma pesquisa do tipo teórica, pautada em manuais empregados pelo Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché, Organização Militar da Marinha do Brasil, responsável pela formação de mergulhadores da Força, assim como manuais escolares do Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras, dentre outros.

Para melhor compreender o fenômeno, utilizaremos da pesquisa de campo, definindo seus parâmetros e passos e serem seguidos, assim como o processo de obtenção de dados do estudo. Serão utilizados questionários estruturados aplicados aos militares brasileiros, cadetes do Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras, que realizaram a atividade de mergulho no ano de 2017, como instrumentos de coleta de dados.

Os procedimentos metodológicos foram os seguintes: leituras preliminares para aprofundamento do tema; definição da população e amostra a ser investigada; definição e elaboração dos instrumentos de coleta de dados e definição das etapas de apresentação do material.

2.1 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

No decorrer de pesquisa realizaremos os seguintes procedimentos: apresentação da pesquisa bibliográfica relacionada à temática, fisiologia humana, patologias comuns ao mergulho com o foco principal no objeto delimitador do tema, outros acidentes relacionados ao ambiente subaquático e considerações sobre a composição das equipes de mergulho. Identificamos, inicialmente, manuais empregados pela Marinha do Brasil e Exército Brasileiro que desenvolvem os conceitos necessários à nossa pesquisa e contemplam a atual doutrina de emprego do mergulhador militar.

Procederemos ao levantamento dos dados documentais relacionados a acidentes ocorridos durante a prática do mergulho realizada pelos Cadetes da Academia Militar das Agulhas Negras, no ano de 2017. Esses dados serão tabulados em ficha-padrão, constando as informações como natureza do acidente e causas prováveis da ocorrência. Procederemos à

definição do perfil da população-alvo do trabalho e definiremos as características da amostra que será submetida aos questionários da pesquisa. Os procedimentos seguintes serão elaborados questionários e entrevistas para a coleta de dados. Realizar a aplicação do questionário-piloto para avaliação do instrumento. Analisar os resultados obtidos, com o objetivo de sanar eventuais falhas estruturais do questionário e remeter os questionários definitivos aos membros da amostra. Em seguida, serão feitas a tabulação dos questionários, o tratamento estatístico e a análise comparativa dos dados apurados:

- a) organização e tabulação dos dados;
- b) verificação dos pontos nodais da problemática e acidente ocorridos;
- c) verificação estatística da frequência de ocorrência dos eventos;
- d) análise comparativa dos dados.

Por fim, confrontaremos os dados com as hipóteses propostas, pretendendo a refutação ou corroboração das teorias de que a atividade profissional produz um tipo de desgaste laboral específico e natural, e que este pode ser diagnosticado e prevenido.

2.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A coleta de dados foi realizada com os Cadetes do terceiro ano do Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras, no ano de 2017. Procuraremos obter amostras de três atividades diferentes realizadas pelos Cadetes, sendo uma a prática do mergulho de instrução em ambiente controlado, realizado na AMAN, e as outras duas atividades são mergulhos realizados em ambiente não controlado, diferenciadas pelas profundidades de 12 e 18 metros, desenvolvidos na cidade de Angra dos Reis, Rio de Janeiro. Em todos os casos que servirão de base para as amostras, as condições do meio subaquático eram favoráveis ao mergulho, oferecendo baixa limitação quanto às características físicas do ambiente, apresentando boa visibilidade, baixa turbidez. O estudo contará com a participação de 30 militares que aceitaram participar voluntariamente desta pesquisa, sendo todos cadetes do Curso de Engenharia que realizaram a atividade no ano previsto.

2.3 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

O questionário, cujo modelo estará disponível nos apêndices do TCC, será composto de nove perguntas e dividido em quatro blocos: o primeiro, referente às instruções teóricas administradas na AMAN; o segundo destinado à prática realizada; o terceiro dedicado a

verificar a ocorrência de acidentes ou a presença de sintomas desses; o quarto bloco abordando possibilidades de melhorias das instruções.

CAPÍTULO I – CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES DE MERGULHO AUTÔNOMO NA ARMA DE ENGENHARIA

O emprego do mergulho militar desenvolveu-se, após muitos anos praticado somente pela Marinha do Brasil, ao redor da atividade de Desativador de Artefatos Explosivos. No entanto, com a atual tendência de especialização dos serviços a serem desempenhados, surgem diversos ramos do mergulho militar, como o mergulho autônomo, o mergulho de combate ofensivo, o mergulho de salvamento e escafandria em combate ou na paz, o mergulho-profundo com misturas especiais, etc. (BRASIL, 1985)

No âmbito do Exército Brasileiro, o mergulho militar é desempenhado por tropas especiais como os Comandos, as Forças Especiais e os Precursores Paraquedistas, com a finalidade operacional de realizar incursões e operações de caráter ofensivo num contexto de conflito assimétrico ou não. Todavia, o mergulho também é atividade característica da Arma de Engenharia, contudo possui singularidades às quais nos ateremos, sendo estas o objetivo desse capítulo.

Conforme traz o Manual Escolar de Operações de Mergulho, publicado no ano de 2009 – aprovado pelo Major César Alexandre Carli, então Comandante do Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras, no uso das atribuições que lhe é conferida pelo artigo 47 do REGIMENTO INTERNO DA AMAN, aprovado pelo Boletim Interno da Diretoria de Formação e Aperfeiçoamento N° 041, de 09 de junho de 2009 -, o contexto histórico no qual principia-se o mergulho na Arma de Engenharia apresenta-se em:

[...] na década de 1990, momento de grande reestruturação do Exército Brasileiro, no âmbito da Força Terrestre 90 (FT 90), a antiga Diretoria de Material de Engenharia (DME) adquiriu materiais de mergulho de última geração e os distribuiu para as OM de Engenharia de Combate, com a preocupação de modernizar a atividade e garantir a segurança dos mergulhadores. Paralelamente a essa compra de novos equipamentos, vários Oficiais passaram a frequentar os cursos de mergulho oferecidos pelo Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila Monteiro Aché (CIAMA), da Marinha do Brasil, e pelos diversos Corpos de Bombeiros Militares do País, o que dinamizou a atividade.

Em 2000 [...] foi aprovada a diretriz de implementação da instrução de mergulho operacional nas Unidades de Engenharia. As atividades programadas pela Portaria ocorreram, entre 02 de julho e 31 de agosto de 2001, no Batalhão Escola de Engenharia, gerando um relatório com parecer favorável à execução do mergulho operacional nos moldes previstos pelo COTER. (BRASIL, 2009)

Atendo-se com requerido aprofundamento e caracterizando as instruções na Academia Militar das Agulhas Negras, a mesma bibliografia nos traz que:

Com a modernização do ensino ocorrida em toda estrutura educacional ligada ao antigo Departamento de Ensino e Pesquisa, houve nova reformulação dos Planos de Disciplinas (PlaDis) no Curso de Engenharia (C Eng). Em 2001, o PlaDis

contemplava para o assunto ‘mergulho autônomo’ uma carga horária de cinquenta e duas horas. Dentro dessa carga horária, ministravam-se instruções em que o Cadete recebia noções básicas de vários aspectos ligados ao assunto, tais como: fundamentos, manutenção de equipamentos, resgate de material, orientação e demolição subaquáticas.

Na atualidade, o C Eng ministra para os 3º e 4º anos uma carga horária de 50 horas, abrangendo os mesmos temas do PlaDis de 2001, acrescidos do assunto ‘planejamento de operações de mergulho’. (BRASIL, 2009)

Deste modo, as fainas executadas pela Engenharia, as quais necessitam do emprego das técnicas de mergulho, estão diretamente ligadas às peculiaridades da Arma, que possui como missão principal auxiliar na mobilidade, contramobilidade e proteção à tropa aliada. Nesse sentido, vê-se a aplicação do mergulho como uma ampliação do ambiente operacional no qual atuam os engenheiros, capacitando-os a cumprir suas atribuições tanto em ambiente terrestre como aquático.

Abordando mais detalhadamente, a definição de conceitos que serão utilizados nesse trabalho para a melhor compreensão - como explicações técnicas que envolvam a parte física, alterações fisiológicas e doutrinária característica da Engenharia -, será feita no Anexo A.

CAPÍTULO II – PATOLOGIAS DECORRENTES DO MERGULHO

Neste capítulo serão apresentadas, de forma sumária, as patologias decorrentes de acidentes na atividade de mergulho. No entanto, nos ateremos a uma explicação mais detalhada dos males causados pela variação de pressão, tendo em vista o tema do trabalho, tal como a necessidade de aprofundar o conhecimento nessa área para que, quando forem abordadas as formas de tratamento de tais patologias, não seja negado qualquer conhecimento prévio que permita a interpretação satisfatória do objetivo principal desta monografia.

Ao final do trabalho, dispõe-se em anexo (Anexo D) imagens que visam esclarecer dúvidas referentes às regiões anatômicas tratadas neste capítulo.

2. CLASSIFICAÇÃO DOS ACIDENTES

No decorrer de uma operação de mergulho, o homem fica exposto a todos os tipos de acidentes comuns na sua vida normal e mais àqueles específicos da atividade subaquática. Os primeiros, embora possam ser frequentes em virtude das muitas situações severas em que se desenrolam os mergulhos, não serão aqui tratados. Os acidentes específicos de mergulho podem ser resumidos como na chave em anexo (Anexo C).

Os acidentes podem possuir sua origem nas características físicas do meio subaquático (pressão, temperatura, matéria), na presença de seres marinhos e por eventos externos à natureza do ambiente, como choques elétricos e explosões.

Como alvo do estudo, apresentaremos somente aqueles relacionados à pressão do ambiente aquático.

2.1. CAUSADOS PELA PRESSÃO

Possuem sua gênese na variação de pressão exercida sobre o corpo humano relativa ao ambiente de fundo – aqui tratado como ambiente subaquático, onde o mergulho se desenvolve – em relação à superfície terrestre, onde a massa d'água não exerce influência sobre o funcionamento das funções vitais ao corpo humano.

2.1.1 ACIDENTES CAUSADOS POR EFEITOS DIRETOS:

Os acidentes de mergulho causados pela pressão que afetam diretamente o corpo humano são aqueles que atuam sobre o volume dos gases nas cavidades aéreas, sendo eles:

2.1.1.1 BAROTRAUMAS

Os barotraumas ocorrem em função da variação do volume dos gases presentes nos órgãos ocos existentes no nosso organismo, em decorrência da variação de pressão a que o mergulhador está exposto durante a atividade de mergulho. Essa variação ocorre de maneira em que, conforme aumenta-se a pressão ambiente, o volume dos gases existentes em um recipiente, que no caso é o corpo humano, tende a reduzir, pois força-se a diminuição dos espaços vazios entre as moléculas do ar. Tal comportamento é explicado pelo que chamamos de Lei de Boyle. (BRASIL, 2000, p. 4-2)

A ocorrência de um barotrauma dá-se pela simultaneidade de quatro fatores:

- I- Variação de pressão que ocorre durante a atividade de mergulho;
- II- Órgão que contenha ar submetido às condições de pressão variáveis, como no caso do aparelho auditivo, seios da face e pulmões;
- III- Paredes rígidas dos órgãos que contém ar; e
- IV- Inexistência de comunicação dos órgãos que contém ar com o meio exterior, que ocorrendo de modo temporário ou definitivo é o que determina o barotrauma.

(BRASIL, 2000, p. 4-2)

Dessa maneira, destacam-se os principais tipos de barotraumas:

- a) Barotrauma de ouvido médio:

Este tipo de barotrauma acontece na vigência da obstrução da comunicação do ouvido médio com o meio exterior, sendo comumente causada em casos de resfriado ou rinite. (BRASIL, 2000, p. 4-2)

Em termos mais técnicos, a bibliografia fornecida pela Marinha do Brasil trata da seguinte maneira:

Na impossibilidade de admissão de mais moléculas dos gases que compõem o ar para o ouvido médio, através da Trompa de Eustáquio¹, equalizando a pressão entre o meio interior e o exterior, a medida que o mergulhador vai se expondo a uma pressão crescente, a membrana timpânica se abaula para dentro, sendo neste processo lesionada. Nos casos de severidade moderada existe descolamento da mucosa que reveste internamente o ouvido médio e conseqüente sangramento. Nos casos mais graves, ocorre rotura da membrana timpânica. Quando isso acontece, a penetração de água fria no ouvido médio pode estimular indiretamente os canais semicirculares, produzindo um quadro de forte tonteira e desorientação espacial com risco de morte do mergulhador por afogamento, devido a dificuldade, nestas condições, de retorno à superfície. (BRASIL, 2000, p. 4-2)

De maneira resumida, ocorre quando a pressão varia, sem que a pressão no interior do ouvido médio possa acompanhar essa variação, devido a entupimento da Trompa de Eustáquio por secreções ou qualquer má formação. (BRASIL, 1985, p. 39) Além disso, outros fatores predisponentes ao barotrauma de ouvido médio são: a velocidade do mergulho, proximidade da superfície, hábito e treinamento, fatores psicoemocionais, infecção de vias aéreas superiores, desvio do septo nasal e a existência de pólipos. (BRASIL, 2000, p. 4-3)

Surgem como sintomas do barotrauma do ouvido médio as seguintes características: dores no ouvido, vermelhidão nos casos leves e de rotura e/ou hemorragia da membrana timpânica nas formas graves, tonteiras. Persistindo ou aumentando o desequilíbrio, poderá ocorrer a rotura da membrana timpânica e, caso haja a penetração da água no ouvido interno, órgão importante no equilíbrio, ocorrerão provavelmente náuseas, vômitos e desorientação espacial, podendo vir a causar pânico ao indivíduo e o risco de afogamento. (BRASIL, 1985, p. 39)

Com fins a evitar a ocorrência dessa forma de barotrauma, deve-se evitar realizar mergulhos resfriado ou não sendo apto em exames de saúde específicos para a atividade. A realização de técnicas de equalização da pressão interna, denominada manobra de valsalva –

tenta-se soprar através do nariz tapado -, deve ser tomada assim que se inicia o mergulho e não após sentir qualquer sinal de dor. (BRASIL, 1985, p. 40)

b) Barotrauma de ouvido externo

Esse tipo de barotrauma ocorre quando transformamos o conduto auditivo externo em uma cavidade fechada. Isto se dá pela utilização inadequada de tampões empregados na prática de natação, capuzes de neoprene muito apertados, ou pela existência de excesso de cerúmen. Neste caso a pressão da água não pode ser exercida contra o tímpano e, na medida que o mergulhador se expõe a uma pressão ambiente crescente, o mesmo vai se abaulando para fora, produzindo sinais e sintomas similares ao do barotrauma do ouvido médio, acrescido de sofrimento do conduto auditivo externo. (BRASIL, 2000, p. 4-4)

O indivíduo afetado por esse tipo de barotrauma entra em um quadro clínico de dor, sangramento no conduto auditivo externo, diminuição da audição, secreção nasal serossanguinolenta (em casos de rotura timpânica). (BRASIL, 2000, p. 4-4).

A profilaxia trazida pela bibliografia versa justamente sobre evitar o uso de tampões ou capuzes apertados, manter o conduto auditivo limpo e realizar a correta limpeza de tal a fim de evitar o acúmulo de cerúmen de maneira que não venha a irritar ou infeccionar o conduto. (BRASIL, 1985, p.40)

c) Barotrauma de ouvido interno

Este barotrauma constitui-se num acidente grave se não for corretamente identificado e tratado. Ocorre devido à diferença de pressão entre o ouvido médio e o ouvido interno, decorrente da dificuldade de equalização das pressões no ouvido médio, por obstrução da Trompa de Eustáquio. A diferença de pressão produz rotura da janela redonda ou da janela oval, com perda de líquidos (perilíngua) do ouvido interno para o ouvido médio (fístula perilinfática). Este barotrauma pode ser causado por dois mecanismos:

- I- Explosão;
- II- Implosão;

Ambos os mecanismos decorrem da realização errônea da manobra de valsalva por um longo período e com grande esforço, ocasionando na rotura da janela oval.

Ao ser acometido por um barotrauma de ouvido interno, o mergulhador passa por um quadro clínico que abrange dores, zumbidos, diminuição da audição, tonteira, náuseas de longa duração. (BRASIL, 2000, p. 4-6)

d) Barotrauma sinusal

Possui sua causa na variação da pressão ambiente em relação à pressão no interior dos seios da face, devido a obstrução dos óstios sinusais (canais que ligam os seios à rinofaringe), normalmente por secreção. Cria-se uma região de baixa pressão no seu interior, fazendo sucção sobre a mucosa que os reveste, provocando dor aguda e sangramento. (BRASIL, 1985, p. 40)

Acomete mais comumente os seios maxilares e os seios frontais, por conterem um volume maior de ar. Na descida, a pressão negativa dentro do seio da face descola parte da mucosa, fragmentando-a e produzindo lesão vascular. A pressão desta maneira se equaliza às custas dos elementos líquidos (sangue) e sólidos (fragmentos de mucosa). O barotrauma sinusal maltratado pode evoluir para uma sinusite crônica. (BRASIL, 2000, p. 4-5)

Esse tipo de acidente leva o mergulhador à um quadro de sangramento nasal, dor na região do seio da face acometido (região frontal, debaixo dos olhos, próximo ao nariz). (BRASIL, 2000, p. 4-5)

Tendo em vista as características da patologia, sua profilaxia pode ser realizada conforme a do barotrauma de ouvido médio, no que for aplicável. (BRASIL, 1985, p. 42)

e) Barotrauma dental

O barotrauma dental geralmente atinge um dente já obturado, no qual incide uma infiltração com conseqüente formação de cavidade contendo ar. Na descida, não havendo equalização entre a pressão do ar existente no interior do dente, e pressão externa crescente, ocorre o barotrauma, que resulta em dores na região do dente acometido. (BRASIL, 2000, p. 4-6)

f) Barotrauma pulmonar ou torácico

Sua causa reside em submeter os pulmões a uma redução de volume maior do que a permitida pela flexibilidade da caixa torácica, isto é, permitir que eles atinjam o correspondente ao volume residual e continuem submetidos a uma pressão externa crescente. Apesar de ser mais comum no mergulho livre, em que não há o uso de equipamento para a realização da

atividade, pode ocorrer no mergulho autônomo devido a esforço respiratório demasiado contra equipamento defeituoso.

Esse barotrauma resulta em um quadro clínico em que o mergulhador sofre de sensação de opressão e dor no tórax durante a descida. Na superfície ocorre a falta de ar, desconforto, tosse, eliminação de espuma rosada pela boca e inconsciência. Para evitar tais efeitos, a profilaxia recomendada é de não efetuar o mergulho livre sem que esteja devidamente treinado e utilizar equipamento que não ofereçam resistência à respiração do mergulhador. (BRASIL, 1985, p. 44)

2.1.1.1.1 BAROTRAUMAS CAUSADOS PELO EQUIPAMENTO

a) Barotrauma facial

O barotrauma facial possui íntima relação com o material de mergulho empregado, tal como seu ajuste. Nesse caso específico, está relacionado ao uso das máscaras de mergulho pois, durante a descida, o mergulhador terá que compensar a diminuição do volume de ar entre a máscara e seu rosto exalando ar pelo nariz. A não realização desse procedimento irá determinar o barotrauma facial, pois após a compressão máxima do ar dentro da máscara, restará o mecanismo de sucção da pele e mucosas, geralmente dos olhos, para equalizar a pressão.

Entrando no quadro clínico desse tipo de barotrauma, o mergulhador apresentará um quadro caracterizado por hemorragia conjuntival, edema e equimose periorbital. (BRASIL, 2000, p. 4-6). Em quadros mais graves pode ocasionar na extração dos olhos. (BRASIL, 1985, p. 42). Dessa maneira, faz-se importante a regulação da pressão interior da máscara através da liberação de ar pelo nariz do mergulhador, de maneira controlada, a fim de equalizar a pressão entre máscara e meio aquático.

b) Barotrauma cutâneo

Assim como o barotrauma facial, o barotrauma cutâneo também possui relação com a correta ajustagem do equipamento de mergulho, mais especificamente a roupa seca do mergulhador, pois uma vez que essa estiver muito justa ao corpo, aprisiona bolhas de ar junto ao corpo do mergulhador que sofrerão compressão devido ao aumento da pressão ambiente.

Essa bolha localiza-se, geralmente, nas regiões de dobras, como joelhos e cotovelos, produzindo lesões cutâneas (equimoses) nessas áreas, por um mecanismo de sucção, em virtude da dificuldade de equalizar as pressões. (BRASIL, 2000, p. 4-6)

c) Barotrauma corporal

Causado pelo desequilíbrio entre as pressões externas no interior do equipamento, produz um efeito similar aos barotraumas cutâneo e facial, todavia a pressão realizar-se-á por todo o corpo, ocorrendo em lesões gravíssimas, ocasionadas pela queda brusca de pressão interior do equipamento de mergulho em relação ao ambiente externo. Dessa maneira, deve-se evitar quedas próximas à superfície com equipamentos dependentes, equipamentos dependentes sem válvula de segurança. (BRASIL, 1985, p. 44)

2.1.1.2 VERTIGEM ALTERNOBÁRICA

A vertigem alternobárica ocorre em mergulhadores que apresentam dificuldade em compensar a pressão do ouvido médio devido a obstrução da Trompa de Eustáquio por secreção, na maioria das vezes associada a resfriados, sendo comum sua incidência no processo de emersão.

Apesar de apresentar um quadro clínico conhecido, que varia entre sintomas de tontura, náuseas e nistagmo, as verdadeiras causas da vertigem alternobárica são desconhecidas. (BRASIL, 2000, p. 4-7)

2.1.1.3 PARALISIA FACIAL

Apesar de afetar um pequeno grupo de indivíduos, a paralisia facial decorre do comprometimento da vascularização do nervo facial devido ao aumento de pressão dentro do ouvido médio e a dificuldade do mergulhador de compensar essa pressão durante a emersão, fato que leva à uma paralisia facial com duração variável entre 5 a 10 minutos. (BRASIL, 2000, p. 4-7)

2.1.1.4 SÍNDROME DE HIPERDISTENSÃO PULMONAR (SHP)

A ruptura dos alvéolos pulmonares ocasiona o surgimento da Síndrome de Hiperdistensão Pulmonar (SHP). Esse acidente decorre da emersão do mergulhador, a partir de uma certa profundidade, sem que esse exale o ar respirado de seus pulmões. O ar contido em seus alvéolos expande-se, devido a redução da pressão ambiente, fazendo com que esses alvéolos se rompam e permitindo, assim, que bolhas de ar passem para o espaço intersticial, dissecando os tecidos pulmonares junto ao trajeto de vasos sanguíneos e bronquíolos, e saem dos pulmões, localizando-se no espaço mediastinal (pneumomediastino), daí sobem até a região do pescoço e fossa supraclavicular, originando o enfisema subcutâneo.

Os alvéolos próximos à superfície dos pulmões que se rompem diretamente para o espaço pleural – a pleura é uma espécie de membrana que envolve os pulmões externamente – promoverão um pneumotórax. Caso haja lesão capilar concomitante à ruptura alveolar, e penetração de bolhas de ar na corrente sanguínea, através do vaso capilar roto, teremos um quadro de Embolia Traumática pelo Ar (ETA). (BRASIL, 2000, 4-8)

Uma ETA apresenta sintomas como: tonteiras e mal-estar após uma subida brusca, náuseas, distúrbios neurológicos discretos, tosse, falta de ar, dor no peito. Podendo evoluir à quadros mais sérios de inconsciência, estado de choque, falta de ar acentuada, cianose, contrações, midríase (pupilas dilatadas), estrabismo, ausência de reflexos, paralisia e, por vezes, convulsões; espuma sanguinolenta pela boca, problemas cardíacos devido a bolhas nas coronárias. Os casos de pneumotórax, pneumomediastino e enfisema subcutâneo podem ocorrer sem a presença de bolhas na circulação.

A profilaxia desse acidente, por sua vez, pode ser feita através da seleção de pessoal emocionalmente estável e que não possua algum comprometimento pulmonar que venha a facilitar o acidente, assim como o adestramento correto durante a formação dos mergulhadores em que devem ser planejados exercícios voltados a dar ênfase à importância da liberação do ar durante a subida e para eliminar os candidatos com tendência ao pânico diante de situações difíceis. (BRASIL, 1985, p. 46)

2.1.2 ACIDENTES CAUSADOS POR EFEITOS INDIRETOS

Quando desenvolvemos o estudo dos acidentes de mergulho, classificamos aqueles que possuem sua origem na dissolução das moléculas do ar no sangue e tecidos como oriundos de efeitos indiretos. Essa dissolução das moléculas no sistema circulatório e tecidos resulta numa alteração da pressão parcial – percentual de pressão que um gás exerce de acordo com a relação que seu volume representa em comparação ao volume total do gás dissolvido - que os gases realizam no interior do corpo humano. Esses acidentes podem ser divididos de acordo com as interações biofísicas, originando as doenças descompressivas, e interações bioquímicas, que dão gênese à narcose pelo nitrogênio, hipóxia e intoxicações por outros gases. (BRASIL, 2000, p. 4-1)

2.1.2.1 ACIDENTES COM REPERCUSSÃO BIOQUÍMICA

Estes acidentes caracterizam-se pela alteração das atividades bioquímicas existentes no corpo humano, essenciais ao correto funcionamento do organismo como um todo. Exemplo que pode ser destacado dessas atividades é a hematose, determinada pela mudança de situação de sangue venoso para sangue arterial, no interior dos pulmões, onde há a troca entre o dióxido de carbono (CO_2), presente naquele, por oxigênio (O_2), presente nesse.

Dessa forma, descreveremos os principais acidentes oriundos dessa interação bioquímica no corpo humano, o quadro clínico característico de cada um deles bem como sua profilaxia.

a) Intoxicação pelo Oxigênio

O aumento da pressão parcial do O_2 afeta o Sistema Nervoso Central e o aparelho respiratório. O primeiro efeito conduz a uma série de desordens neurológicas e é função principalmente da pressão parcial. O segundo, uma espécie de queimadura química dos alvéolos pulmonares, depende também do tempo de exposição.

Os sintomas característicos da Intoxicação por oxigênio afetam: a visão, causando distúrbios visuais conhecidos como visão de túnel; a audição é afetada por zumbidos e surdez progressiva; o mergulhador sofre, também, de náuseas, tonteiras, irritabilidade e tremor muscular. O surgimento desses sintomas precoces deve ser marco para o tratamento urgente por parte da equipe de mergulho e do próprio mergulhador, uma vez que podem evoluir para um estágio convulsivo semelhante à epilepsia. A vítima de intoxicação por oxigênio fica sujeita ao afogamento e embolia quando esse acidente se desenvolve no ambiente aquático.

Por outro lado, os sintomas pulmonares podem acarretar tosse, sensação de queimação no peito e falta de ar, assim como escarros sanguinolentos.

Por fim, a profilaxia pode ser feita através da seleção de candidatos através da aplicação de um teste de tolerância ao oxigênio, respirando esse gás puro por 30 minutos em uma pressão similar à de 18 metros de profundidade. (BRASIL, 1985, p.49)

b) Apagamento (Hipóxia):

O apagamento é o acidente mais frequente no mergulho e que conduz ao maior número de mortes na atividade, quando se inclui o mergulho livre nessa atividade. Esse acidente é, simplesmente, a perda de consciência debaixo d'água, levando a vítima à morte por afogamento.

Para compreender as causas desse acidente faz-se necessário o conhecimento de que existe uma resposta fisiológica para o aumento da pressão parcial do CO_2 , que se acumula na corrente sanguínea devido a reação metabólica do corpo humano às condições do meio aquático. Esse aumento da pressão parcial do gás carbônico conduz a um aumento do volume pulmonar pela indução involuntária da musculatura torácica à contração, especialmente o diafragma, determinada pelo bulbo como meio de equalizar as pressões parciais entre O_2 e CO_2 no sangue.

Dessa maneira, o apagamento ocorre em duas situações mais comuns. A primeira desenvolve-se quando o mergulhador realiza manobras de hiperventilação, acreditando que estará aumentando a oxigenação do sangue. Em verdade, esse processo conduz à uma redução acentuada da pressão parcial do gás carbônico no sangue, sem o aumento equivalente da pressão parcial do oxigênio, acarretando em um mergulho que se inicia com uma quantidade menor de oxigênio do que a observada na realização de apenas uma inspiração profunda, seguida de apneia propriamente dita. Isto permitirá ao mergulhador um tempo maior de permanência no fundo, até o instante em que a pressão parcial de gás carbônico elevada estimulará o centro respiratório, induzindo à ativação da respiração e proporcionando a sensação de mal-estar e ansiedade própria de apneia demorada. Neste ponto o O_2 terá sido consumido a um ponto crítico e, à medida que o mergulhador retorna à superfície, observar-se-á uma redução da pressão parcial do oxigênio, proporcional à rápida redução de pressão circundante. Neste ponto o mergulhador sofrerá uma hipóxia cerebral aguda, vindo a apagar.

O segundo mecanismo de apagamento relaciona-se com indivíduos que possuem grande experiência em mergulho livre, motivados a prolongar sua permanência debaixo d'água, como ocorre comumente durante atividades de caça submarina. Nesta situação, o consumo de O₂ pelo organismo, abaixo do ponto necessário para manter-se o nível da consciência, determinará o apagamento. (BRASIL, 2000, p. 4-14)

Portanto, deve-se evitar a prática da hiperventilação e apneia prolongada, descritas como causas do apagamento nas duas situações abordadas acima, como forma de profilaxia ao acidente.

c) Intoxicação por Gás Carbônico (CO₂) – Hipercapnia:

O organismo possui um sistema de controle da quantidade de gás carbônico no interior do corpo humano, proveniente da atividade metabólica, que é bem simples de ser compreendido. Quanto maior o teor do gás carbônico no sangue, mais ácido esse se torna e vai atuar no centro respiratório existente no bulbo, que provocará uma necessidade maior de respirar, restabelecendo o valor adequado de gás carbônico no corpo humano.

No entanto, em casos em que a mistura respiratória esteja contaminada por CO₂ ou não permita uma boa ventilação dos pulmões, a taxa desse gás poderá elevar-se, acarretando a intoxicação. Os sintomas variam de acordo com o percentual de CO₂ dissolvido, conforme a tabela abaixo, tomando por base o ar respirado na superfície e dependendo da sensibilidade individual. (BRASIL, 1985, p. 50)

Porcentagem de CO₂	Sintomas
5%	Sede de ar, confusão mental, euforia, perda de coordenação motora.
7%	Sintomas intensos.
10%	Inconsciência, parada respiratória, cianose.
15%	Convulsões, espasmos musculares, rigidez e morte.

Fonte: BRASIL, 1985.

Vale ressaltar que, mesmo considerando tais porcentagens correspondentes a determinadas pressões parciais, porcentagens menores poderão resultar nos mesmos perigos ao mergulhador, dependendo de sua profundidade. Além disso, não é necessário que a mistura de

ar utilizada para o mergulho esteja contaminada de CO₂ para que esse acidente ocorra, mas basta que ocorra algum esforço físico maior para que a taxa de gás carbônico se eleve no sangue.

Assim como os sintomas presentes na tabela acima, destacam-se também as dores de cabeça, falta de ar, suor e salivagem excessiva, dormência nas extremidades, sensação de frio ou calor, agitação, cansaço extremo e palpitação.

Por fim, a prevenção da intoxicação por CO₂ pode ser realizada através de um suprimento de ar adequado quanto à quantidade e pureza, e conhecimento das limitações do equipamento, com a finalidade de evitar a economia de ar. (BRASIL, 1985, p. 51)

d) Intoxicação por outros gases

A intoxicação também pode ocorrer, mais comumente, pelo monóxido de carbono e ácido sulfídrico, de fórmulas moleculares CO e H₂S, respectivamente. As moléculas desses gases combinam-se de modo irreversível às hemoglobinas existentes nos glóbulos vermelhos, impedindo o transporte do oxigênio por estas células, produzindo um quadro clínico de anemia aguda.

O monóxido de carbono origina-se, em grande parte, da queima de combustíveis de motores e que podem ser aspirados pelos compressores de ar ao encher os cilindros, e da queima de óleos lubrificantes em compressores defeituosos. Por outro lado, o ácido sulfídrico provém da decomposição orgânica, tais como de seres vivos que vivem aderidos na parte submersa dos cascos dos navios.

A intoxicação por tais gases resulta em um quadro clínico caracterizado por dores de cabeça, principalmente na região temporal, náuseas, falta de ar, confusão mental, inconsciência e até morte. Nos livros médicos é descrita uma coloração vermelho-cereja dos lábios da vítima, no entanto, esse sintoma é raramente observado na prática. (BRASIL, 1985, p. 4-19)

2.1.2.2 ACIDENTES COM REPERCUSSÃO BIOFÍSICA

Representado pela variação das características físicas do ar no interior do corpo humano, esses acidentes tratam especialmente da passagem de gases presentes no ar para a rede sanguínea e tecidos, assim como os efeitos que causam caso não seja possível a liberação de tais gases do corpo humano durante o processo de ascensão do mergulhador à superfície.

Temos, então, como principais acidentes:

a) Narcose pelo nitrogênio:

O efeito narcótico exercido pelos gases inertes ao se difundirem no sistema nervoso central, que depende da pressão parcial do gás e do seu fator de solubilidade nos tecidos. Em outras palavras, quanto maior a pressão ambiente, maior a pressão parcial do gás e maior o efeito narcótico.

Dessa forma, a narcose é bastante semelhante à embriaguez alcoólica, variando de indivíduo para indivíduo. Ocorre, normalmente, a partir de 30 metros de profundidade, sob forma discreta e, à medida que a profundidade aumenta, se vão deteriorando a destreza física, mental e sensorial, até a total desordem.

A profilaxia da narcose, todavia, pode ser realizada através de um planejamento dos mergulhos de maneira a respeitar as características físicas que variam conforme a profundidade em que se realiza o mergulho. A seleção de pessoal deverá tomar por base indivíduos mais resistentes aos efeitos da narcose para a realização de mergulhos profundos, assim como devem ser submetidas aos efeitos da narcose durante o adestramento em teste de câmara. Além disso, deve-se evitar a ingestão de álcool antes ou durante as fainas de mergulho. (BRASIL, 1985, P49)

b) Doença descompressiva (DD)

O conceito de “Doença descompressiva” (DD) pode ser descrita como a absorção adicional de nitrogênio (ou hélio) dos cilindros por parte do sangue e tecidos quando o mergulhador se encontrar a uma certa profundidade. Caso o mergulhador ascender rapidamente, esse excesso de gás separar-se-á da solução e formará bolhas que podem produzir problemas mecânicos e efeitos bioquímicos, levando à uma condição conhecida por “Doença Descompressiva”. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre)

A formação das bolhas ocorre com a separação dos gases inertes da solução à qual estavam dissolvidos e formam as bolhas caso a sua pressão parcial no sangue e tecidos exceda um valor crítico em relação à pressão ambiente. Durante a descida e enquanto o mergulhador se encontrar no fundo, a pressão parcial dos gases inertes no sangue e tecidos aumenta significativamente à medida em que ocorre a saturação dos tecidos, no entanto a pressão parcial dos gases permanece menor do que a pressão ambiente, impedindo que as bolhas se formem.

Durante a ascensão, ocorre o inverso. A pressão dos gases inertes nos tecidos e sangue diminui assim como a saturação dos tecidos, porém a pressão de tais gases pode exceder a pressão ambiente caso a velocidade de ascensão for maior que a taxa de reequilíbrio dos tecidos.

Para exemplificar, consideremos um mergulhador a ar totalmente saturado de nitrogênio à profundidade correspondente a 100 fsw (*foot sea water* – unidade de pressão submarina). Todos os tecidos do corpo terão nitrogênio dissolvido à uma pressão parcial de 3,2 a.t.a. Caso o mergulhador realize uma ascensão rápida para a superfície, a pressão ambiente que envolve seus tecidos será reduzida a 1 a.t.a. Assumindo que essa subida fosse rápida o suficiente para não permitir a redução da saturação, a pressão do nitrogênio em todos os tecidos será 2,2 a.t.a maior do que a pressão ambiente. Sob essas circunstâncias, formam-se as bolhas. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 3-50, tradução livre)

Os efeitos diretos da formação de tais bolhas se dão de várias maneiras, dentre elas:

- As bolhas autóctones (formadas nos tecidos) podem exercer pressão em terminações nervosas, esticando e rompendo os tecidos, levando a um quadro de hemorragia; e aumentando a pressão no tecido, reduzindo ou inviabilizando o fluxo sanguíneo. Esse quadro é considerado como o mecanismo principal da DD de lesões na medula espinhal, nos tecidos musculoesqueléticos e no ouvido interno;

- As bolhas venosas, presentes nas veias, podem bloquear parcialmente ou completamente as veias que drenam o sangue venoso dos órgãos, acarretando num menor fluxo sanguíneo nesses órgãos. Essa obstrução pode evoluir para um quadro de hipóxia, lesão celular e morte. Esse é considerado o segundo mecanismo da DD de lesões na medula espinhal;

- As bolhas venosas, carregadas pelo sangue até os pulmões na forma de embolia, podem bloquear parcialmente ou totalmente o fluxo sanguíneo nos pulmões, acarretando num edema pulmonar e num decréscimo da troca gasosa. O resultado é um quadro de hipóxia e hipercapnia sistêmica, na qual não houve causa intencional do mergulhador. Esse é considerado como mecanismo de lesão pulmonar na doença descompressiva.

Por outro lado, os efeitos indiretos das bolhas não apresentam caráter instantâneo, podendo apresentar seus efeitos depois de um período de tempo maior do que os decorrentes da atuação direta das bolhas no corpo. Esses efeitos podem ser:

- Espessamento do sangue devido a evasão plasmática originada pela lesão das células de revestimento endotelial, tornando bombeamento do sangue mais difícil e reduzindo seu fluxo;

- Ativação das plaquetas e formação de coágulos;

- Tecidos lesionados podem liberar moléculas de gordura que se aglutinam na corrente sanguínea e atuam como agentes da embolia, causando hipóxia tecidual.

- Tecidos lesionados podem liberar histamina e substâncias que se assemelham àquela, causando edemas, os quais levam a um quadro de choque por problemas alérgicos e angústia respiratória. (U.S. Navy Diving Manual, p. 3-51, tradução livre)

O quadro clínico da doença descompressiva é insidioso e de início tardio, variando de minutos, normalmente mais que dez, até vinte e quatro horas. Dependendo da gravidade, a DD pode ser classificada em DD tipo I e DD tipo II. Na primeira forma, observamos artralgia (dores articulares), manifestações linfáticas e manifestações cutâneas.

a) Artralgias

A artralgia (dor articular) típica da DD envolve grandes articulações, principalmente ombros, cotovelos, joelhos e quadril, nesta ordem de frequência, e varia de intensidade de uma dor branda até uma dor muito severa, que impossibilita a movimentação do membro afetado, podendo simular, nestes casos, uma paralisia facial ou total.

b) Quadro linfático:

Aumento do volume de linfonodos e edema de tecidos drenados pelos linfonodos acometidos.

c) Quadro cutâneo:

Prurido (coceira), com ou sem presença de manchas e brotoejas. Geralmente ocorre na descompressão ou logo após o término de mergulhos profundos, de curta duração, realizados em câmaras de recompressão. Acomete principalmente orelhas, face, pescoço, braços e parte superior ao tórax.

Esse quadro pode evoluir para Cúrtis marmorata, caracterizada por iniciar-se com prurido intenso nos ombros, parte superior do tórax ou do abdômen, surgindo na pele,

após um período variável de tempo, lesões que se assemelham a desenhos de pedra de mármore.

A DD tipo II é caracterizada pela presença de manifestações respiratórias, manifestações neurológicas, choque e fadiga extrema. O quadro respiratório é caracterizado por dor retroesternal, tosse e falta de ar, enquanto o quadro neurológico se desenvolve a partir de dores de cabeça acompanhado por distúrbios visuais, déficit de nervos cranianos e paralisia lateralizada, paraplegia acompanhada por retenção urinária e incontinência fecal; zumbidos, tonteiras, náuseas e vômitos. (BRASIL, 2000, p. 4-12)

Dessa maneira, a profilaxia da doença descompressiva pode ser realizada através da correta utilização das tabelas de descompressão. No entanto, susceptibilidades individuais ou situações incomuns, tanto no mergulho ou relacionado a ele, produzem uma pequena porcentagem de casos mesmo quando os procedimentos próprios do mergulho são seguidos meticulosamente. Para livrar-se da possibilidade de ser afetado pela doença descompressiva, em qualquer circunstância, o tempo de descompressão deve ser maior do que o tempo normalmente necessário.

No entanto, sob circunstâncias ideais, alguns indivíduos podem emergir em segurança e em menos tempo do que o especificado nas tabelas de descompressão, o que não significa que as tabelas possuam um tempo desnecessariamente maior como fator de segurança e sim representam um mínimo de tempo que permite com que grande maioria dos mergulhadores emergam em segurança de trabalhos normais de mergulho sem uma incidência inaceitável de doença descompressiva. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 3-52, tradução livre)

CAPÍTULO III – TRATAMENTO DAS PATOLOGIAS

Neste capítulo serão apresentadas as formas de tratamento das patologias relacionadas no capítulo anterior, buscando um enfoque detalhado, mas que permita uma fácil compreensão por parte de quem estiver principiando os estudos sobre o tema. Portanto, procedimentos mais específicos da medicina hiperbárica serão apenas citados ou resumidos de forma a não reter o leitor em informações demasiadamente técnicas e que serão aplicadas por pessoal especializado, retirando o foco principal deste trabalho.

Em um primeiro momento, trataremos acerca dos acidentes causados por efeitos diretos da pressão ambiente e dos gases sobre o corpo humano, como descritos no item 2.1.1, e daremos

prossequimento abordando os outros acidentes na ordem prevista do item de número 2 do capítulo anterior.

Quanto aos tratamentos que necessitem o emprego de equipamentos que simulem um ambiente de elevada pressão, como as câmaras hiperbáricas, e de valores tabelados sobre tempo e pressão a que se deve submeter o indivíduo acidentado para a recuperação fisiológica, serão apresentadas as descrições de funcionamento do método, também de forma simplificada. As tabelas de descompressão adotadas serão destacadas no Anexo E, assim como outros detalhes do tratamento.

3.1 TRATAMENTOS DOS ACIDENTES ORIGINADOS POR EFEITOS DIRETOS DA PRESSÃO SOB O CORPO HUMANO

Neste item serão abordadas as formas de tratamento dos acidentes de mergulho previstos nos itens 2.1.1.1 a 2.1.1.4 do capítulo anterior, portanto, versam sobre barotraumas, vertigem alternobárica, paralisia facial e SHP.

3.1.1 TRATAMENTOS DOS BAROTRAUMAS:

a) Barotrauma de ouvido médio:

O tratamento do barotrauma de ouvido médio consiste na administração de descongestionantes, analgésicos caso necessário, e o encerramento do mergulho até que o dano seja reparado. Caso haja a ocorrência do rompimento do tímpano, também há a possibilidade de prescrição de antibióticos. No entanto, deve-se atentar para nunca administrar medicações diretamente no interior do canal auricular externo caso haja suspeita ou confirmação do rompimento do tímpano, a menos que seja feito em consulta direta com um médico especialista. (U.S. Navy Diving Manual, p. 3-25, tradução livre)

c) Barotrauma de ouvido externo:

Assemelha-se ao tratamento do barotrauma de ouvido médio.

d) Barotrauma de ouvido interno:

O tratamento desenvolve-se com o repouso absoluto no leito com a cabeceira elevada, administrando medicamentos adequados e podendo ser realizada a cirurgia para a recuperação do aparelho auditivo afetado. (BRASIL, 2000, p. 4-5)

e) Barotrauma sinusal:

O afastamento da atividade de mergulho torna-se necessário por até 15 dias. Compressas de gelo podem ser realizadas com a finalidade de aliviar os sintomas de dor nos seios da face, assim como podem ser administrados analgésicos e descongestionantes, somados à inalação de vapor d'água. (BRASIL, 2000, p. 4-6)

f) Barotrauma dental:

O tratamento mais recomendado é reobturar o dente que apresentar problemas durante o mergulho. (BRASIL, 2000, p. 4-6)

g) Barotrauma pulmonar:

Como prevê a literatura, o tratamento do barotrauma pulmar (ou torácico) deve ser feito com a interrupção do mergulho seguida de respiração boca a boca, em caso de parada respiratória, massagem cardíaca, em caso de parada cardíaca, e administração de oxigênio na estabilização da vítima. (BRASIL, 1985, p. 44)

3.1.1.1 CAUSADOS PELO EQUIPAMENTO:

a) Barotrauma facial, corporal e cutâneo:

Os casos menos graves destes barotrauma podem ser tratados com compressas de gelo (BRASIL, 2000, p. 4-6), porém em casos mais graves como os de esmagamento corporal, as lesões são gravíssimas e necessitarão de atendimento médico imediato. O mesmo ocorre se houver comprometimento dos olhos, situação em que um oftalmologista deverá ser consultado. (BRASIL, 1985, p. 44)

3.1.2 VERTIGEM ALTERNOBÁRICA

De acordo com o Manual de Medicina e Fisiologia Aplicada ao Mergulho, empregado pelo CIAMA, não há um tratamento para a vertigem alternobárica. A remissão do quadro clínico é espontânea, devendo-se tratar a causa-base (resfriado comum).

3.1.3 PARALISIA FACIAL

Assim como a vertigem alternobárica, não possui um tratamento em específico e segue as mesmas características do tratamento descrito no item anterior. (BRASIL, 2000, p. 4-7)

3.1.4 SHP – ETA, PNEUMOMEDIASTINO, PNEUMOTÓRAX E ENFISEMA SUBCUTÂNEO.

O tratamento dos quadros clínicos decorrentes da Síndrome de Hiperdistensão Pulmonar será separado conforme a especificidade de cada quadro. Dessa maneira, teremos:

a) Embolia Traumática pelo Ar (ETA):

De uma maneira mais genérica, podemos estabelecer o tratamento da ETA através da recompressão e tratamento emergencial de parada cardio-respiratória. (BRASIL, 2000, p. 4-10). O manual de mergulho empregado pela marinha norte-americana traz um fluxograma que trata dos procedimentos quanto à Embolia Traumática pelo Ar, conforme o trecho abaixo:

O tratamento da ETA é feito de acordo com a figura 1, Anexo E, com uma compressão inicial de 60 fsw. Caso os sintomas se abrandem num primeiro período de oxigenação, o tratamento continuará com o uso da tabela 1, Anexo E. Caso os sintomas não se alterem ou piorem, a avaliação do paciente deverá ser em um processo de descida e compressão até a profundidade de alívio, ou de melhora significativa do quadro de ETA, não excedendo 165 fsw e seguir a figura 1, Anexo E. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre)

b) Enfisema subcutâneo e mediastinal:

A suspeita de enfisema subcutâneo ou mediastinal demanda um suporte imediato de pessoal médico especializado para verificar ou descartar a coexistência de ETA ou pneumotórax, pois esses últimos dois quadros requerem um tratamento mais agressivo. O tratamento de enfisema mediastinal ou subcutâneo com sintomas medianos consiste em inalação de oxigênio a 100 por cento, na superfície. Caso os sintomas sejam severos a recompressão superficial pode ser benéfica, no entanto, deverá ocorrer somente sob recomendação médica do especialista que diagnosticou a ausência do quadro de pneumotórax. A recompressão é realizada com a vítima respirando gás oxigênio a 100 por cento na profundidade de alívio mais rasa possível (normalmente 5 ou 10 pés). Uma hora da inalação do gás deverá ser suficiente para solucionar o problema, porém este tempo pode ser aumentado caso seja necessário. Deverá ser utilizada a tabela de ar apropriada, mas a velocidade de ascensão não deverá exceder um pé por minuto. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 3-38, tradução livre)

c) Pneumotórax:

O Manual de Medicina e Fisiologia Aplicada ao Mergulho da Marinha do Brasil traz, de uma forma concisa, o tratamento para o quadro de pneumotórax, descrevendo as seguintes atividades:

Drenagem torácica fechada, que deve preceder a recompressão, na vigência simultânea de ETA e pneumotórax para se evitar a ocorrência de pneumotórax hipertensivo. (BRASIL, 2000)

O pneumotórax é um acidente de mergulho de complexo tratamento quando identificado em quadros mais severos, podendo ser necessária o tratamento ativo através da inserção de cateteres, drenos torácicos e outros dispositivos desenvolvidos para a remoção de gases acumulados na região intratorácica. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 3-40, tradução livre)

3.2 TRATAMENTOS DOS ACIDENTES ORIGINADOS POR EFEITOS INDIRETOS DA PRESSÃO SOB O CORPO HUMANO

a) Efeitos Bioquímicos:

- Intoxicação por O₂:

A intoxicação por gás oxigênio pode ser tratada através da redução imediata da pressão parcial do gás, seja mudando a mistura respiratória, seja diminuindo a profundidade. No entanto, no caso de persistência dos sinais da intoxicação, a assistência médica deverá ser consultada.

Na água, se os sintomas não aliviarem com a redução da profundidade, a vítima deverá ser trazida para a superfície e retirada da água. No caso da ocorrência de convulsões, deve-se evitar que a vítima se machuque ao se debater. (BRASIL, 1985, p. 50)

- Apagamento (hipóxia):

Um mergulhador sofrendo de hipóxia deverá ser prontamente atendido e tratado com primeiros-socorros básicos e administração de oxigênio a 100%. Caso a vítima seja atendida adequadamente com a administração de ar antes de suas paradas para respirar, a vítima normalmente recobra sua consciência em pouco tempo e se recupera completamente. No caso dos mergulhos autônomos, os primeiros-socorros geralmente

envolvem trazer o mergulhador de volta à superfície. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 3-14, tradução livre)

- Intoxicação por CO₂ (Hiperapnia):

Na intoxicação por CO₂, o mergulho deve ser interrompido e administrar-se-á ar puro à vítima. Os sintomas regredem rapidamente com a normalização da pressão parcial do gás no sangue, podendo perdurar as dores de cabeça (cefaleia) e episódios de tonteira e hipotensão, que devem ser tratados sintomaticamente. No emprego de equipamento de circuito fechado, trocar pelo de circuito aberto. (BRASIL, 2000, p. 4-19). A hiperapnia, ao contrário da hipóxia, apesar de causar um quadro de inconsciência, não acarreta danos permanentes ao cérebro. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 3-18, tradução livre)

- Intoxicação por outros gases:

O tratamento relativo à intoxicação por outros gases, em casos mais graves, é de suporte da vida, no qual, entre outras medidas, se garante uma adequada ventilação do acidentado. Pacientes com intoxicação leve pelo monóxido de carbono e gás sulfídrico, apresentando somente cefaleia e náuseas, são tratados com administração de gás oxigênio a 1 a.t.a. (BRASIL, 2000, p. 4-19)

A Tabela de Tratamento 1, anexo E, pode ser empregada no tratamento de mergulhadores que apresentem um quadro severo de sintomas da intoxicação por monóxido de carbono. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 3-22, tradução livre)

b) Efeitos Biofísicos:

- Narcoze pelo nitrogênio:

A bibliografia nacional discorre sobre o tratamento da narcoze provocada pelo nitrogênio conforme o trecho abaixo:

Reduzir a profundidade. Os efeitos são normalmente reversíveis, raramente permanecendo algum sintoma mais duradouro que justifique cuidados especializados. (BRASIL, 1985, p. 49)

- Doença descompressiva (DD).

Em tradução livre, o tratamento das doenças descompressivas se desenvolvem conforme o descrito pelo manual americano U.S. Navy Diving Manual, 2016, da seguinte maneira:

O tratamento da doença descompressiva é obtida através da recompressão. Isso se traduz em submeter a vítima novamente à pressão de forma a reduzir o tamanho das bolhas e fazê-las retornar à solução, junto a isso, administrar um suprimento extra de oxigênio aos tecidos hipóxicos. O tratamento é feito em câmaras de recompressão, porém podem ser realizados na água, caso não haja a possibilidade de empregar a câmara em um período de tempo razoável. A recompressão na água não é recomendada, todavia se for realizada, deve ser feita seguindo procedimentos específicos.

O mesmo manual apresenta um capítulo detalhado sobre o diagnóstico e tratamento das doenças descompressivas, assim como acerca da embolia traumática pelo ar. Os elementos desse capítulo que versam sobre a DD não serão aqui relatados pela riqueza de detalhes que aborda sobre o assunto, o que acarretaria num prolongamento excessivamente pormenorizado sobre o tema, assim como uma descrição de diversos procedimentos médicos específicos sobre tratamento hiperbárico e a utilização de equipamentos de complexa operação que visam assegurar o suporte à vida do mergulhador vítima.

CAPÍTULO IV – NORMAS DE SEGURANÇA RELATIVAS AO MERGULHO

Neste capítulo serão abordadas as normas de segurança comuns à prática do mergulho, sem aprofundar o tema quanto aos equipamentos empregados e técnicas para a execução de trabalhos específicos. Dessa forma, o intuito é de descrever procedimentos que devem ser tomados pelos mergulhadores e demais envolvidos na atividade a ser desempenhada de forma a evitar os acidentes supracitados e facilitar o tratamento os sintomas que venham a surgir.

Essa abordagem tomará por base a frequência com que alguns sintomas afetaram os atuais cadetes do quarto ano do Curso de Engenharia da AMAN, no ano de 2017, por ocasião da realização do mergulho de instrução, previsto na carga horária do curso. Será feito um estudo relativo à quais tipos de acidentes de mergulho podem estar relacionados aos sintomas apresentados e quais quadros mais severos poderiam ter se desenvolvido. Consequentemente,

será feita uma análise de quais procedimentos deixaram de ser tomados por parte dos mergulhadores acidentados, encerrando o capítulo.

4.1 PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA

Em nota de aula empregada pelo Estágio de Mergulho a Ar e Resgate, realizado pelo Centro de Instrução de Operações Especiais, os procedimentos relativos à segurança na atividade de mergulho, propriamente dita, desenvolvem-se em sete situações mais específicas, sendo elas: a segurança na realização de trabalhos, na descompressão, em imersões sucessivas, imersões em altitude, no tratamento de acidentes, na evacuação dos acidentados e no uso de câmaras hiperbáricas. (BRASIL, 2017)

No entanto, não abordaremos tais situações por configurarem procedimentos com detalhamento técnico a qual este trabalho não faz jus. Em contrapartida, fez-se necessário determinar como deve ser composta as equipes de mergulhadores, assim como os procedimentos básicos de entrada na água, bem como as técnicas utilizadas durante a imersão e emersão do mergulhador. Dessa forma, em um breve tópico, a mesma nota de aula que fora citada, traz:

9.2 EQUIPES DE MERGULHADORES

9.2.1 Uma equipe de mergulhadores é composta por uma quantidade variável de duplas, especializada em realizar trabalhos, atividades e missões, em meio subaquático.

9.2.2 A dupla de mergulho é a menor unidade de emprego. Sua capacidade de trabalho técnico e especializado em meio aquático é proporcional a sua atuação conjunta sendo, portanto, indivisível.

9.2.3 O emprego de mergulhadores em dupla é premissa básica em meio aquático. Quando em circunstâncias excepcionais ou utilizando equipamento de mergulho dependente, com fornecimento de ar da superfície, poderá atuar um mergulhador somente, que de qualquer forma, irá unido à superfície por um cabo de segurança.

9.2.4 A situação tática e as características dos trabalhos a realizar, determinarão a composição que deverá tomar a equipe, quanto a pessoal e material. (BRASIL, 2017)

Ressalta-se a importância do item 9.2.3, tendo em vista que o auxílio para qualquer tipo de acidente que venha a acometer o mergulhador em profundidade será prestado por aquele que compõem sua dupla, pois estará acompanhando tanto a atividade quanto os aspectos físicos e psicológicos do outro mergulhador.

Ainda nesse aspecto, a nota de aula aborda a constituição das equipes de mergulhadores, que basicamente serão compostas por um chefe, as duplas de mergulhadores e os equipamentos necessários à realização das atividades que serão desempenhadas. No entanto, considerando as

limitações que o meio aquático venha a impor sobre as condições de realização dos trabalhos, há uma distinção em níveis de riscos a serem assumidos, estabelecidos da seguinte maneira:

Nível 1: Atividades de formação de mergulhadores.
Nível 2: Atividades normais de instrução, adestramento ou avaliação, em tempo de paz, com participação de pessoal devidamente titulado e no âmbito do Comando de Operações Especiais; participação em exercícios táticos de Grande Unidades ou interarmas.
Nível 3: Participação em operações em tempo de paz;
Nível 4: Participação em operações em situações de crise ou de guerra.

Fonte: Nota de Aula do Estágio de Mergulho a Ar e Resgate, 2017.

Portanto, nossa análise se aterá às atividades de nível 1, uma vez que o espaço amostral determinado por este trabalho é um mergulho de instrução de formação de novos mergulhadores no âmbito do Curso de Engenharia da AMAN, guarnecidas suas características.

4.1.1 PROCEDIMENTOS DE ENTRADA E IMERSÃO

Há diversas formas de se realizar a entrada na água, sendo a mais adequada determinada pela natureza da plataforma de mergulho, dentre os métodos mais comuns podemos citar: pulo frontal, ou realizando um passo à frente; e as entradas de frente, costas e lateral a partir de uma posição com o mergulhador sentado à borda da plataforma e realizando um rolamento para a referida direção. No entanto, deve-se optar pela entrada em águas desconhecidas através de uma escada ou da maneira menos brusca, com fins de evitar qualquer acidente antes mesmo de se desenvolver o mergulho propriamente dito. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre)

Para realizar a entrada, o mergulhador deve observar o local, com a finalidade de não se lançar sobre qualquer objeto ou corpo na água que venha a causar-lhe danos, assim como encostar o queixo no peito, para evitar que o empuxo sobre o equipamento faça com que a válvula do cilindro bata na cabeça do mergulhador, e segurar a máscara com os dedos e o equipamento de respiração na boca com a palma da mão, para que não se percam com o choque da água sobre o equipamento individual. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre)

Uma vez realizada a entrada na água com sucesso, o mergulhador deverá verificar o próprio equipamento e o equipamento de sua dupla, atentando para os seguintes pontos:

- a) Verificar o sistema de respiração do equipamento, com fins a detectar possível resistência à respiração ou infiltração de água no equipamento;

- b) Realizar uma verificação visual do equipamento de sua dupla, com a finalidade de encontrar possíveis partes soltas ou mal ajustadas, em especial os pontos de conexão (válvulas do cilindro, mangueiras dos reguladores, etc.)
- c) Verificar a dupla em busca de tirantes soltos ou emaranhados;
- d) Verificar a vedação das máscaras através da entrada de água nessas, sendo que é comum a ocorrência desse fato no processo de entrada. A retirada da água da máscara pode ser realizada através do processo de “desalagar máscara”, que consiste em segurar a parte superior da máscara com os dedos e exalar o ar pelo nariz, deslocando a água para fora da máscara;
- e) Checar a flutuabilidade dos mergulhadores, através da adequação do peso do equipamento pelo uso de lastros, com a finalidade de facilitar a ascensão ou imersão do mergulhador;
- f) Por fim, orientar-se através do emprego de bússolas ou outros pontos de referência;

Quando tais processos forem realizados, os mergulhadores deverão relatar ao supervisor do mergulho que, por fim, conduzirá o início do mergulho, zerando os cronômetros e profundímetros, e sinalizando a permissão para a imersão dos mergulhadores. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre)

Após iniciarem o mergulho, as duplas de mergulhadores deverão nadar em direção ao fundo ou impulsionarem-se através do uso de uma linha fixada à plataforma de mergulho e à um lastro ao fundo do local da atividade. Caso algum dos mergulhadores sofra com dificuldades na compensação da pressão interna com a pressão externa, a descida deverá ser interrompida ou ascender à uma profundidade mais rasa até que o problema seja resolvido. Se na hipótese da persistência do problema ou que ele se relacione aos seios da face, o mergulho deverá ser abortado e ambos os mergulhadores deverão retornar à superfície. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre)

Ao alcançar a profundidade estabelecida para a execução dos trabalhos previstos, os mergulhadores deverão analisar a situação ao se redor, comparando àquela apresentada anteriormente, no planejamento do mergulho. Se as condições apresentadas pelo ambiente estiverem radicalmente diferentes daquelas abordadas no planejamento, o mergulho deverá ser abortado e o quadro situacional, reportado ao supervisor do mergulho. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre)

4.1.2 PROCEDIMENTOS NA ÁGUA

O manual de mergulho da Marinha americana traz, em seu sétimo capítulo, os procedimentos a serem adotados pelos mergulhadores uma vez que estiverem desempenhando atividades na água. Antes de qualquer informação, o manual faz uma referência à importância da administração do trabalho, conservação de energia e solução de problemas individuais dos mergulhadores, destacando que, na situação em que o mergulhador não se achar capaz de continuar o trabalho a ser desempenhado ou que as condições de execução do mesmo não garantam sua segurança, o mergulho deverá ser abortado.

Um importante procedimento a ser adotado, principalmente durante o processo de descida, é a manobra de valsalva, que fora descrita no capítulo II, subitem 2.1.1.1, quando tratamos dos acidentes de mergulho, em específico o barotrauma de ouvido médio. Esse procedimento que consiste em exalar o ar inspirado pelo nariz, mantendo-se as vias nasais bloqueadas, gera um aumento de pressão no aparelho auditivo no sentido interior-exterior, o que auxilia na compensação da pressão interna, corporal, à externa, provocada pelo meio subaquático.

Quanto à técnica de respiração, há a necessidade do desenvolvimento de uma respiração calma, compassada e em um ritmo lento, de forma que não haja o consumo excessivo do ar disponível. No entanto, tendo em vista esse consumo regular do ar, o mergulhador poderá sentir-se tentado a segurar a respiração durante o mergulho com o fim de aumentar a duração do ar disponível. Esse procedimento não deverá ser realizado de maneira alguma, uma vez que a apneia pode levar a um quadro de hipercapnia, inconsciência e morte.

Dessa maneira, outros aspectos relativos aos esforços físicos desempenhados no mergulho devem ser considerados, como por exemplo: toda a propulsão durante o nado submerso deverá vir da ação das pernas, de maneira a não fadigar a musculatura ou causar-lhe câimbras, guardando o uso dos membros superiores unicamente para a execução das tarefas. Essas considerações tomam por base a conservação da energia física do mergulhador, bem como evitar a fadiga e esforços intensos de forma a reduzir a produção de gás carbônico pelas células do corpo, e com isso, administrar a necessidade corporal de gás oxigênio presente no ar. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre)

4.2 FATOS EXPERIENCIADOS

No ano de 2017, o Curso de Engenharia da AMAN ministrou, conforme o Plano de Disciplina vigente do terceiro ano, os conteúdos “Mergulho” e “Emprego do mergulho”, nos quais buscou-se como competência principal capacitar os cadetes a comandar frações em situações de Guerra, integrado aos sistemas operacionais. (BRASIL, 2018)

Os assuntos abordados foram os seguintes, âmbito “Mergulho”: física do mergulho, fisiologia aplicada ao mergulho, acidentes de mergulho, descompressão, equipamentos de mergulho e o planejamento de um mergulho. Já quanto ao “Emprego do mergulho”, foram ministrados os assuntos: equipes de mergulhadores, reconhecimento subaquático, busca e resgate de pessoal, resgate de material e técnicas subaquáticas. O padrão de desempenho que se esperou obter ao lecionar esses dois maiores assuntos foi de:

Compreender e integrar as características e técnicas de mergulho livre e autônomo (circuito aberto), de acordo com o Manual de Campanha C 5-34 e Manual Escolar de Operações de Mergulho (C Eng/AMAN), para realizar missões subaquáticas em proveito das operações militares. (BRASIL, 2018)

Em um primeiro momento as instruções desenvolveram-se nas salas de aula com abordagens mais teóricas sobre os conteúdos citados acima. Em um segundo momento, com instruções práticas e teóricas voltadas à apresentação dos equipamentos de mergulho de dotação do Parque de Engenharia da AMAN e técnicas subaquáticas, realizadas nas piscinas da Seção de Educação Física. Por ocasião dessa atividade nas piscinas, foi demonstrada a maneira correta de empregar o equipamento de mergulho autônomo, assim como sua montagem.

Relativo às técnicas subaquáticas apresentadas, os cadetes desempenharam as técnicas de nado, imersão, emersão, equipagem e desequipagem submersas, solução de pequenas panes durante tais processos e até mesmo métodos de auxílio a outros mergulhadores. Por fim, o fechamento da disciplina ministrada se deu em um mergulho em ambiente não controlado (mar aberto) na cidade de Angra dos Reis, no estado de Rio de Janeiro, em um Plano de Cooperação de Instrução envolvendo outras instituições de ensino, como o Colégio Naval.

Todavia quando questionados, os cadetes do atual quarto ano do Curso de Engenharia da AMAN, os mesmos que desempenharam o mergulho em questão, destacaram diversos aspectos das instruções que julgaram relevantes. Pontos importantes como dificuldades individuais apresentadas, oportunidades de melhorias nas instruções e realização dos mergulhos foram levantados com a aplicação de um questionário elaborado na plataforma Google Forms, ferramenta gratuita disponível na internet pela empresa Google.

Abaixo destacaremos os resultados obtidos da aplicação do questionário supracitado.

30 responses



SUMMARY

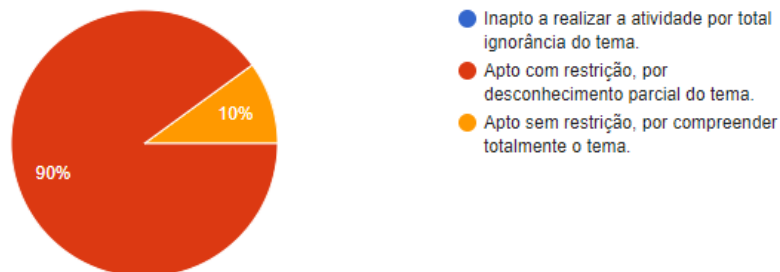
INDIVIDUAL

Accepting responses



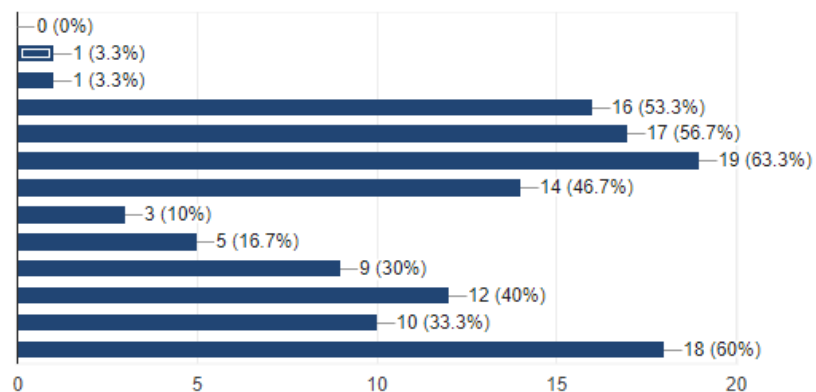
Em relação às instruções teóricas sobre a disciplina, como você se considera a respeito dos conhecimentos e procedimentos abordados em aula para a prática do mergulho?

30 responses



Ainda acerca das instruções teóricas, considera que algum tópico da matéria deva contar com um aprofundamento mais específico? Se sim, qual?

30 responses

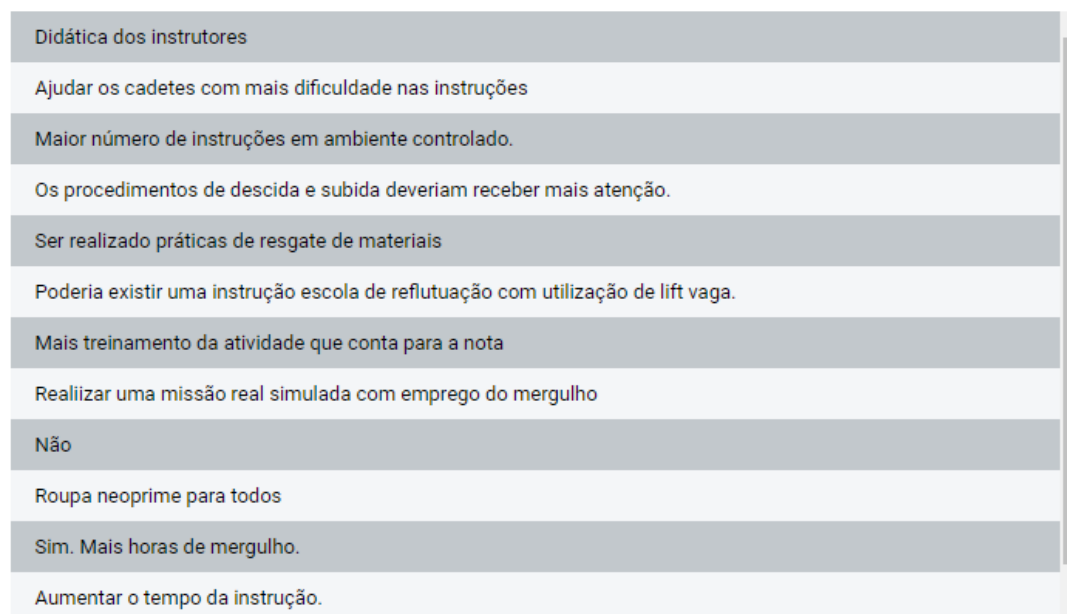


Neste tópico foi levado em consideração as seguintes opções, de cima para baixo: Histórico da atividade (0%); Tipos de mergulho (3,3%); Equipamentos empregados (3,3%); Acidentes do mergulho (53,3%); Procedimentos em operações de mergulho (56,7%);

Planejamento da atividade de mergulho (63,3%); Profilaxia e tratamento dos acidentes de mergulho (46,7%); Física do mergulho (10%); Fisiologia aplicada ao mergulho (16,7%); Trabalhos desempenhados no mergulho (30%); Normas de Segurança (40%); Emprego da atividade de mergulho (33,3%); e orientação e navegação (60%), sendo que foi permitida a escolha de uma ou mais alternativa que o cadete julgasse mais relevante.

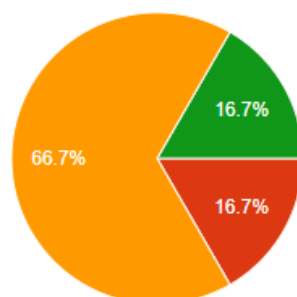
Considerando o mergulho de instrução realizado na AMAN, em ambiente controlado (piscinas da SEF), considera que algum aspecto da instrução deva ser melhorado? Se sim, descreva.

13 responses



Quanto à prática por conclusão da disciplina, realizada na cidade de Angra dos Reis - RJ, como considera a abrangência dos temas trabalhados em sala e os empregados no mergulho em ambiente não controlado (mar)?

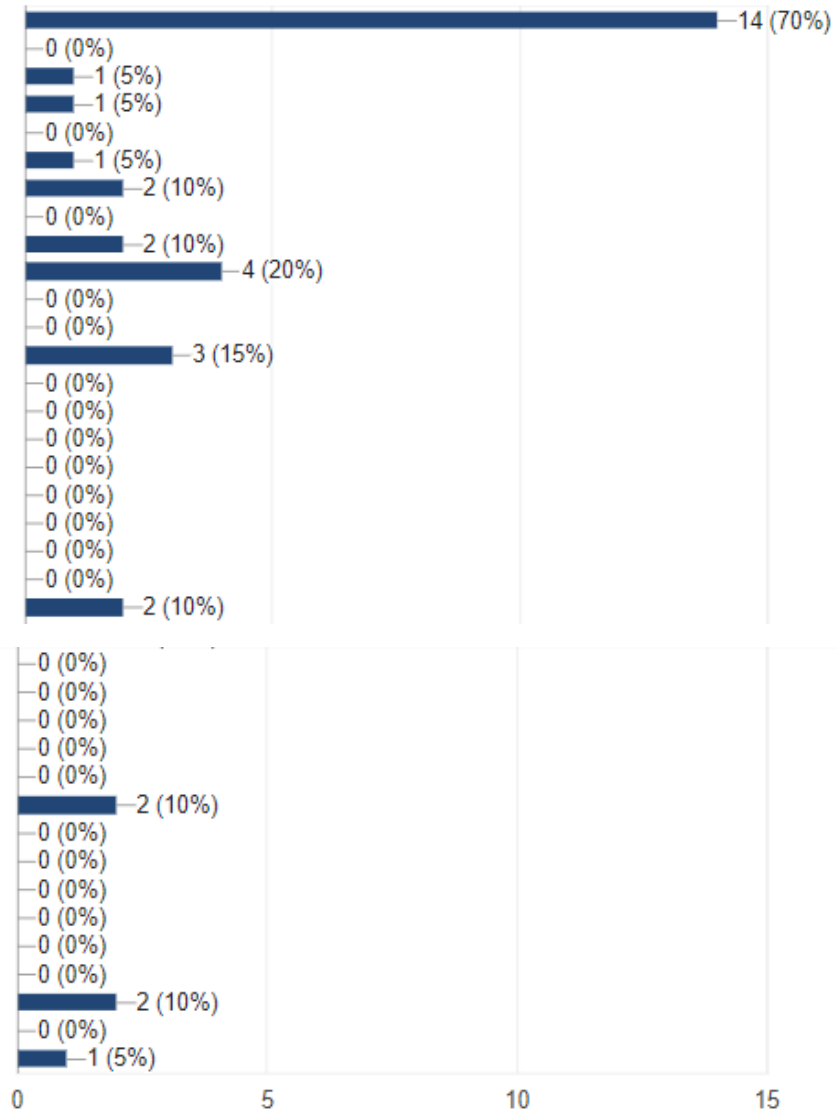
30 responses



- Ruim, pois não identifiquei a validade do que foi lecionado com a realidade da atividade.
- Mediana, pois pude identificar um paralelo entre a teoria e a prática.
- Boa, pois pude observar que boa parte dos temas ministrados foram postos em prática.
- Excelente, pois todos os tópicos abordados na teoria foram evidenciados na prática.

Nas caixas abaixo estão dispostos alguns sintomas relativos aos acidentes de mergulho. Assinale aqueles que, por ocasião do mergulho de instrução nas piscinas da AMAN, tenham te afetado:

20 responses

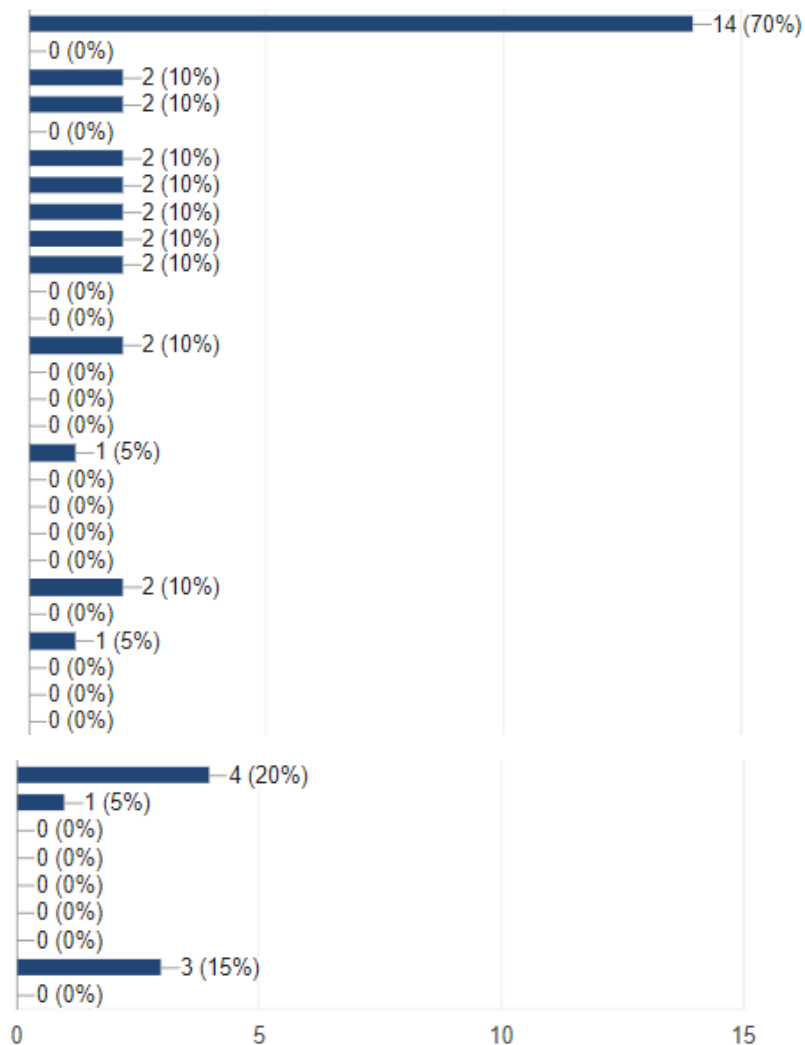


Nesta questão, foram abordados os seguintes sintomas, de cima para baixo: dor de ouvido (70%); ruptura do tímpano (0%); tonteira (5%); náusea (5%); vômito (0%); desorientação espacial (5%); diminuição da audição (10%); sangramento nasal (0%); zumbidos (10%); dores na face (20%); dores dentais (0%); dor torácica (0%); tosse (15%); espuma sanguinolenta (0%); inconsciência (0%); hemorragia conjuntival (0%); edemas (0%); equimose periorbital (0%); nistagmo (0%); distúrbios neurológicos (0%); choque (0%); falta de ar (10%); cianose (0%); contrações involuntárias (0%); redução ou ausência de reflexos (0%); paralisia (0%); convulsões (0%); dor de cabeça (10%); euforia (0%); queda de pressão (0%); hemorragia (0%); salivação excessiva (0%); dores nas articulações (0%); cocceiras na pele (0%); retenção urinária (10%); e incontinência fecal (0%). Os 5% restantes não foram especificados. Foi

permitida a escolha de um ou mais sintomas, sendo que a porcentagem representa o valor relativo ao total dos que responderam ao questionário.

Da mesma maneira, os sintomas que tenham te afetado durante o mergulho no mar:

20 responses



Nesta questão, foram abordados os seguintes sintomas, de cima para baixo: dor de ouvido (70%); ruptura do tímpano (0%); tonteira (10%); náusea (10%); vômito (0%); desorientação espacial (10%); diminuição da audição (10%); sangramento nasal (10%); zumbidos (10%); dores na face (10%); dores dentais (0%); dor torácica (0%); tosse (10%); espuma sanguinolenta (0%); inconsciência (0%); hemorragia conjuntival (0%); edemas (5%); equimose periorbital (0%); nistagmo (0%); distúrbios neurológicos (0%); choque (0%); falta de ar (10%); cianose (0%); contrações involuntárias (5%); redução ou ausência de reflexos (0%); paralisia (0%); convulsões (0%); dor de cabeça (20%); euforia (5%); queda de pressão (0%); hemorragia (0%); salivação excessiva (0%); dores nas articulações (0%); cocceiras na pele (0%); retenção urinária (15%); e incontinência fecal (0%). Foi permitida a escolha de um ou mais sintomas, sendo que a porcentagem representa o valor relativo ao total dos que responderam ao questionário.

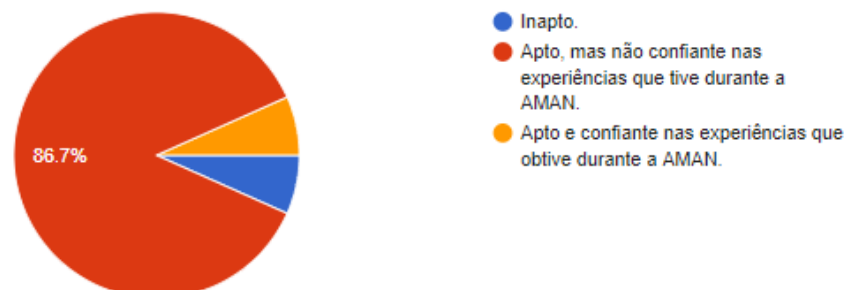
Considerando o mergulho de instrução realizado em Angra dos Reis, em ambiente não controlado (mar), considera que algum aspecto da instrução deva ser melhorado? Se sim, descreva.

10 responses

Não (2)
Disponibilizar mais roupa de mergulho completa, pra assim diminuir o frio na água
Melhores instruções que abordem a segurança no mergulho, acidentes de mergulho, profilaxias para os acidentes de mergulho e toda a matéria. A maneira com que aprendemos o planejamento do mergulho também não foi eficiente pois decoramos como o faz e não aplicamos mais, de forma que não houve o real aprendizado. .
Deveria ser ministrado a técnica de orientação.
O controle ao submergir
Mais tempo e mais mergulhos. Orientação. Resgate de material.
Nao.
A alimentação
Não.

Na necessidade de desempenhar a função de instrutor da matéria de mergulho e pautado nos seus conhecimentos, como considera-se apto para cumprir essa tarefa?

30 responses



Por fim, dê sua sugestão sobre alguma oportunidade de melhoria que enxerga para as instruções de mergulho âmbito Curso de Engenharia da AMAN, de maneira a cooperar para a profissionalização das instruções, bem como sanar alguma dificuldade que não foi abordada durante o período em que a disciplina foi ministrada.

14 responses

Melhorar as condições do material para a atividade
Ter mais atividade prática, ajudar os cadetes que tenham mais dificuldades nas instruções.
Mais tempo de instrução prática em ambiente controlado, buscando o melhor aprimoramento dos cadetes para a prática em ambiente não controlado.
Precisaríamos de mais instruções, com maior profundidade na matéria e mais instruções em ambiente controlado e não controlado
As instruções na piscina poderiam ser feitas em dois dias. Quanto mais prática, melhor.
Por o pessoal de apoio (soldados) para encher os cilindros.
Trabalhar a parte de orientação no mergulho.
.
Mais experiências de mergulho real
Mais atividades de mergulho para o 4º ano
Mais atividades ao longo da formação

CONCLUSÃO

Tomando por base o questionário apresentado acima e os conceitos citados durante este trabalho, podemos realizar uma breve conclusão acerca de três principais aspectos que envolveram as instruções de mergulho ministradas no ano de 2017 na AMAN, ao Curso de Engenharia, sendo eles: quais os sintomas relativos às patologias que mais afetaram os cadetes durante a prática em ambiente controlado e não controlado (piscina e mar), sendo frequentes em quais tipos de acidentes; quais procedimentos provavelmente deixaram de ser observados e executados; e por fim, uma conclusão acerca dos aspectos que os cadetes julgaram mais importantes como oportunidade de melhoria e que cooperariam para o melhor preparo na prática da atividade.

Num primeiro momento podemos observar que a prática de um mergulho escola, em ambiente controlado – ou seja, aquele em que se tem controle sobre aspectos físicos da água, como turbidez, temperatura e visibilidade, realizado numa piscina -, após serem ministradas as instruções teóricas da matéria, revelou que quase metade dos que responderam à pesquisa sofreram com dores no ouvido, um número de 14 indivíduos em 30. Seguido de dores na face e tosse, como segundo e terceiro sintomas mais frequentes.

Durante a realização da atividade no mar, verifica-se que esses valores mantiveram-se para os casos de dores de ouvido, porém cederam espaço à sintomas como dores de cabeça, afetando quatro militares, e retenção urinária, afetando três indivíduos.

Verificando-se as patologias nas quais os sintomas que afetaram os cadetes se mostram recorrentes, temos que as dores de ouvido possuem relação íntima aos acidentes ocasionados pela ação direta da pressão ambiente sobre o homem, como nos casos de barotraumas de ouvido. No entanto, os outros quatro sintomas mais frequentes relacionam-se com: barotrauma sinusal, através das dores faciais; barotrauma pulmonar, Síndrome da Hiperdistensão Pulmonar e doença descompressiva, através da tosse; intoxicação por gás carbônico e doença descompressiva, através das tosses; e retenção urinária está associada à doença descompressiva.

Durante a apresentação deste trabalho, mostramos as causas às quais se relacionam os acidentes de mergulho, e utilizando de tal informação podemos estabelecer as possíveis causas dos sintomas que envolveram os cadetes. Por exemplo, o grande número de indivíduos envolvidos nos casos de dores de ouvido pode estar intimamente ligado à uma má execução dos procedimentos de compensação da pressão corporal à pressão do ambiente. Essa compensação é feita pela manobra de valsalva, que foi previamente descrita, e sua incorreta realização pode

estar ligada tanto à negligência por parte do mergulhador, quanto à inexperiência e despreparo técnico, não tendo dado a devida importância às instruções teóricas ou por não compreensão de como se deveria aplicar a técnica, não buscando sanar as dúvidas antes do mergulho propriamente dito.

Quanto às dores faciais, o barotrauma sinusal é resultado da atuação da pressão externa sobre os seios da face e as dores são consequência de possível acúmulo de secreções nessas regiões. Isso nos faz concluir que sua ocorrência se dá pela realização do mergulho sendo que os mergulhadores não se encontravam nas melhores condições de saúde para a atividade, podendo estar gripados, resfriados ou em um quadro de sinusite.

Quanto aos outros sintomas, considerando as características do mergulho realizado, que envolvem a profundidade máxima de 18 metros com menos de uma hora de submersão, a possibilidade de ocorrência dos outros sintomas pelos acidentes citados – SHP, DD, barotrauma pulmonar -, torna-se muito improvável devido às condições necessárias para a ocorrência desses acidentes, como um maior tempo de fundo e maiores profundidades. Portanto é possível que a tosse seja ocasionada pelo mesmo motivo do barotrauma sinusal, bem como as dores de cabeça, e que a retenção urinária seja causada pela reação do corpo humano às condições climáticas ou situacionais do mergulho.

Por fim, os questionamentos feitos aos cadetes que tratam sobre como consideram seus conhecimentos acerca da prática do mergulho, bem como dos assuntos ministrados e oportunidades de melhoria das instruções nos revelam que um grande número de militares, apesar de terem observado certa correspondência entre o que foi ministrado nas instruções teóricas e o que foi posto em prática (66,7%), não se sentem confiantes nos conhecimentos adquiridos na AMAN para ministrar uma instrução de mergulho (86,7%), fato que pode ser justificado pelo alto índice de desconhecimento parcial da matéria (90%).

Além disso, quando associamos tais números às oportunidades de melhoria visadas pelos alunos da matéria, vemos que temas como: acidentes do mergulho (53,3%); procedimentos em operações de mergulho (56,7%); normas de segurança (40%); e orientação e navegação (60%); planejamento da atividade de mergulho (63,3%), ocupam frações importantes no rol de assuntos que os cadetes consideraram cujo enfoque mais específico seria de maior proveito, assim como a sugestão da prática de um maior número da atividade de mergulho para que possam aplicar os conhecimentos adquiridos, de uma maneira mais didática.

Portanto, concluímos que a ocorrência de princípios de acidentes de mergulho por ocasião da realização das instruções na Academia Militar das Agulhas Negras possui ligação direta com a carga horária destinada ao conteúdo, a qual demonstrou-se insuficiente para que os conhecimentos acerca da atividade pudessem ser transmitidos de forma satisfatória aos instruídos. Um aumento dessa carga horária, bem como o planejamento de um número maior de atividades de mergulho seria, à primeira vista, uma solução que traria a mitigação da frequência com que os militares sofreram impactos fisiológicos durante a prática do mergulho, além de cooperar para a melhor fixação dos procedimentos, operações e planejamentos da atividade de mergulho, fazendo com que os cadetes sintam-se mais confiantes para desempenhar a função de mergulhador nos corpos de tropa, bem como ministrar instruções sobre o tema.

ANEXO A – TERMOS E CONCEITOS

1. TERMINOLOGIA

1.1 RELACIONADA À ARMA DE ENGENHARIA

A) Mobilidade:

É o conjunto de trabalhos desenvolvidos para proporcionar as condições necessárias ao movimento contínuo e ininterrupto de uma força amiga. Os engenheiros realizam, entre outros, trabalhos de abertura de passagens em obstáculos, de transposição de cursos de água, de navegação em vias interiores, de conservação e reparação de pistas e estradas, de destruição de posições organizadas do inimigo, proporcionando condições para que a manobra tática obtenha rapidamente vantagens sobre a posição do inimigo. (BRASIL, 1999)

B) Contramobilidade:

É o conjunto de trabalhos que visam deter, retardar ou canalizar o movimento das forças inimigas para, em princípio, contribuir na destruição dessas forças. São trabalhos que proporcionam maior valor defensivo ao terreno, principalmente pela construção de obstáculos de acordo com a intenção do comandante tático, restringindo a liberdade de manobra do inimigo. (BRASIL, 1999)

C) Proteção:

É o conjunto de trabalhos que visam reduzir ou anular os efeitos das ações do inimigo e das intempéries sobre a tropa e o material, proporcionando abrigo, segurança e bem-estar e ampliando a capacidade de sobrevivência das forças em campanha. Os engenheiros, em função do conhecimento técnico e do pessoal e material especializados, prestam assistência às tropas em combate ou realizam trabalhos de fortificações, camuflagem e instalações, que aumentem o valor defensivo das posições. (BRASIL, 1999)

1.2 RELACIONADAS À ATIVIDADE DE MERGULHO**1.2.1 FÍSICA APLICADA AO MERGULHO****A) A matéria e seus estados físicos:**

Matéria é tudo aquilo que ocupa lugar no espaço, e tem massa. Ela ocorre na natureza em três estados: sólido, líquido e gasoso. O estado sólido se caracteriza pela forma e volume definidos. Já os líquidos têm apenas o volume definido e os gases nem forma nem volume, tendendo a ocupar todo o espaço do recipiente em que tiverem contidos. (BRASIL, 2000)

B) Componentes da atmosfera:

Um grande número de gases toma parte na composição da atmosfera. No mergulho a ar, nos preocuparemos principalmente com o oxigênio e o nitrogênio, que correspondem aproximadamente 20% e 79% em volume, respectivamente, e com alguns gases mais raros, mas de grande influência quando ocorrem no meio respiratório (BRASIL, 2000, p. 2-2). Também serão de interesse para o estudo os gases Hidrogênio, Carbônico, monóxido de Carbono e gás Sulfídrico, pois afetam a segurança do mergulhador seja pela reação química violenta, resultando em explosões, como no caso do gás Hidrogênio, seja pela sua toxicidade enquanto resultado da combustão parcial ou imparcial e da decomposição de matéria orgânica, como no caso dos demais gases citados.

C) Pressão

Conforme conceitua a bibliografia, pressão pode ser definida como uma força agindo sobre uma determinada área. Quando mergulhamos, a pressão será resultante de dois fatores: o peso da coluna de água sobre o mergulhador e o peso da atmosfera sobre a água. (BRASIL, 2000, p. 2-5). É importante que a pressão interna do mergulhador se equipare à pressão na qual o ambiente exerce sobre seu corpo, pois a grande disparidade entre pressões pode resultar numa série de patologias que ocorrem, inclusive, no óbito do indivíduo. Ao mergulho, serão pertinentes três tipos de pressão: a Pressão Atmosférica (PA), a Pressão Manométrica (PM) e a Pressão Absoluta (PAb). No entanto, para fins de adequação com o tema proposto, não aprofundaremos os estudos em tais conceitos pois não se fazem vitais para a compreensão do tema abordado.

De maneira análoga, a abordagem teórica do conceito de Temperatura - que pode ser brevemente descrita como o estado de agitação das moléculas da matéria em estudo -, assim como outros conhecimentos científicos (Lei dos Gases que abrange a Lei de Boyle, Lei de Charles, Lei de Dalton e Lei de Henry) que nos permitem compreender a dinâmica dos fluidos a partir de parâmetros matemáticos, serão aqui propostos como estudo futuro, uma vez que detalham, com precisão desnecessária ao trabalho presente, acerca do comportamento dos gases, envolvendo temperatura, pressão e volume.

1.3 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DO CORPO HUMANO

O corpo humano reage às diferentes condições de temperatura e pressão impostas pelo ambiente aquático, descrevendo em seus diversos sistemas orgânicos (circulatório, nervoso, respiratório, etc.) comportamentos anômalos que implicam na tentativa de adequação das funções vitais ao ambiente em que se insere o mergulhador. Dessa forma, apresentaremos alguns dos sistemas que são diretamente influenciados no mergulho e a maneira com que respondem aos estímulos externos. Porém, o funcionamento de alguns deles será descrito e aprofundado com maiores detalhes quando abordarmos as patologias hiperbáricas em si.

1.3.1 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS RESPIRATÓRIAS QUE OCORREM DURANTE O MERGULHO

Durante o mergulho, ocorrem importantes alterações da função respiratória. Para abordarmos tais alterações, citemos os órgãos componentes do sistema respiratório,

composto por: nariz, boca, nasofaringe, orofaringe, laringe, epiglote, traqueia, brônquio principal direito e esquerdo, bronquíolos e alvéolos.

Nesse contexto, destaquemos o comportamento do corpo humano às condições do meio aquático durante o mergulho:

a) Aumento do espaço morto

O espaço morto anatômico é o espaço constituído pelos órgãos do aparelho respiratório não envolvidos nas trocas gasosas, ou seja, as vias aéreas (nariz/boca-faringe-laringe-traqueia-brônquios-bronquíolos). (BRASIL, 2000)

Aumenta devido o acréscimo de equipamentos, como a máscara facial. Os alvéolos pulmonares e os bronquíolos também aumentam o espaço morto anatômico devido às condições hiperbáricas do ambiente subaquático.

Por outro lado, há um colapso da circulação pulmonar provocado pela redução relativa da pressão arterial pulmonar diante de uma pressão pulmonar agora aumentada. Surgirão, assim, novas áreas alveolares ventiladas e não perfundidas, aumentando o espaço morto fisiológico (produto da má perfusão sanguínea de alguns alvéolos, no que resulta na deficiência e até ausência de trocas gasosas). (BRASIL, 2000, p. 3-10)

b) Aumento da resistência respiratória

O aumento da pressão pulmonar e da pressão ambiente leva a uma redução da complacência (distensibilidade) pulmonar. Por outro lado, há uma pressão a ser vencida relativamente maior do que a pressão do ar atmosférico. Esse quadro leva à um aumento na resistência respiratória que se traduz, por conseguinte, em um aumento do trabalho respiratório. (BRASIL, 2000, p. 3-11)

c) Redução da ventilação alveolar

Essa redução ocorre devido o aumento do espaço anatômico morto, conforme já apresentado, também pela redução da frequência respiratória e do volume corrente pulmonar – volume de ar que se movimenta no ciclo respiratório normal. (BRASIL, 2000, p. 3-11)

d) Elevação do teor de gás carbônico

Pelo aumento do espaço morto, pelo aumento do trabalho respiratório com uma maior produção de gás carbônico, pela redução da ventilação alveolar e mais pela dificuldade no transporte do gás carbônico pelas hemácias impregnadas pelo oxigênio, com sua pressão parcial aumentada, o teor de gás carbônico vai-se elevando no sangue e nos tecidos, provocando, por sua vez, uma vasoconstrição pulmonar que vem acentuar alguns dos mecanismos já estudados com a constituição dos círculos viciosos. (BRASIL, 2000)

1.3.2 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS CIRCULATÓRIAS OBSERVADAS NO HOMEM DURANTE O MERGULHO

Tal como o Sistema Respiratório, o Circulatório também é afetado pela variação dos fatores ambientais em que se desenvolve a atividade de mergulho. Este sistema consiste num conjunto de redes (vasos sanguíneos) com um músculo que atua como bomba (coração), responsável pela circulação da massa líquida (sangue) contida nesse sistema. A rede distingue-se em: artérias, responsáveis por conduzir o sangue rico em oxigênio dos pulmões aos tecidos, irrigando-os através dos vasos capilares e permitindo as trocas gasosas entre dióxido de carbono por oxigênio; e veias, que possuem a função inversa das artérias, de conduzir o sangue com o dióxido de carbono dos tecidos ao pulmão e assim ser expelido do corpo humano. (BRASIL, 2000, p. 3-11)

Sucintamente, ocorre no início do mergulho uma queda da frequência cardíaca e também da pressão arterial. O abaixamento do diafragma, pela diminuição do volume das vísceras abdominais comprimidas, provoca uma retração no coração, que fica mais verticalizado. Outra alteração que se observa é a redução do fluxo sanguíneo na pele. Há uma redução do número de glóbulos vermelhos e do teor de hemoglobina no sangue, assim como variações quantitativas e qualitativas dos glóbulos brancos – célula presente no sangue que pode ser descrita, a grosso modo, como anticorpo natural –, com aumento do número dessas células. (BRASIL, 2000, p. 3-16)

1.3.3 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS NERVOSAS OBSERVADAS DURANTE O MERGULHO MILITAR

O Sistema Nervoso é composto pelo encéfalo e pela medula nervosa, subdividindo-se em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP).

O encéfalo pode ser dividido em cérebro, cerebelo e bulbo, responsáveis por: funções superiores como a fala, o pensamento lógico, movimentos voluntários; controle inconsciente do tônus muscular, equilíbrio; e retransmissão dos impulsos nervosos, motores, sensitivos entre medula e encéfalo, respectivamente, dentre outras funções mais complexas do corpo humano. (BRASIL, 2000, p. 3-18)

A medula nervosa localiza-se dentro da coluna vertebral, e possui como função a transmissão de impulsos nervosos motores e sensitivos através de feixes de nervos que partem da medula em direção às demais partes do corpo. (BRASIL, 2000, p. 3-18)

Os eventos fisiológicos decorrentes do mergulho, atuantes no sistema nervoso, derivam basicamente das variações nas concentrações de gases tóxicos no sangue. Tais gases, quando submetidos à grandes pressões, tendem a dissolver-se no sangue com maior facilidade, assim como serem produzidos em maior quantidade pelas células do corpo humano, conseqüentes da adaptação corporal ao meio aquático, afetando regiões do corpo que não seriam comprometidas em condições naturais de superfície.

ANEXO B – SISTEMAS MÉTRICOS ADOTADOS

Para a melhor compreensão da simbologia empregada, adotaremos as seguintes tabelas que relacionam a simbologia e o valor que estas representam:

Tabela 1 – Símbolos e respectivos valores dos sistemas métricos adotados

Símbolo	Valor
°F	Graus Fahrenheit
°C	Graus Celsius
°R	Graus Rankine
A	Área
C	Circunferência
D	Profundidade de água
H	Altura
L	Comprimento
P	Pressão
r	Raio
T	Temperatura
t	Tempo
V	Volume
W	Largura
Dia	Diâmetro

Dia²	Diâmetro ao quadrado
Dia³	Diâmetro ao cubo
a.t.a	Atmosferas absolutas
psi	Libras por polegada quadrada
psig	Libras por polegada quadrada manométrica
psia	Libras por polegada quadrada absoluta
fsw	Pés (água marítima)
fpm	Pés por minuto
scf	Pés cúbicos padrão
BTU	Unidade térmica britânica
cm³	Centímetro cúbico
KW.h	Quilowatts hora
mb	Milibar

Fonte: U.S. Navy Diving Manual – 2016, tradução livre.

(INTENCIONALMENTE EM BRANCO)

Tabela 1 - Equivalência de pressão

Atmosferas	Bar	10 Newtons por cm ²	Libras por po ²	Colunas de Mercúrio a 0°C		Colunas de água* a 15°C			
				Metros	Polegadas	Metros	Polegadas	Pés (FW)	Pés (FSW)
1	1.01325	1.03323	14.696	0.76	29.9212	10.337	406.966	33.9139	33.066
0.986923	1	1.01972	14.5038	0.750062	29.5299	10.2018	401.645	33.4704	32.6336
0.967841	0.980665	1	14.2234	0.735559	28.959	10.0045	393.879	32.8232	32.0026
0.068046	0.068947	0.070307	1	0.0517147	2.03601	0.703386	27.6923	2.30769	2.25
1.31579	1.33322	1.35951	19.33369	1	39.37	13.6013	535.482	44.6235	43.5079
0.0334211	0.0338639	0.0345316	0.491157	0.0254	1	0.345473	13.6013	1.13344	1.1051
0.09674	0.09798	0.099955	1.42169	0.073523	2.89458	1	39.37	3.28083	3.19881
0.002456	0.002489	0.002538	0.03609	0.001867	0.073523	0.02540	1	0.08333	0.08125
0.029487	0.029877	0.030466	0.43333	0.02241	0.882271	0.304801	12	1	0.975
0.030242	0.030643	0.031247	0.44444	0.022984	0.904884	0.312616	12.3077	1.02564	1

1. Água doce (FW) = 62,4 lbs/ft³; Água salgada (FSW) = 64,0 lbs/ft³;

2. A unidade no SI para pressão é o Kilopascal (KPa) - 1Kg/cm² = 98,0665 Kpa e por definição 1 Bar = 100,00 KPa @ 4°C

3. No sistema métrico, 10 MSW é definido por 1 Bar. Note que a conversão de MSW para FSW é diferente da conversão de comprimento; Ex.: 10 MSW = 32.6336 FSW e 10 m = 32.8083 pés.

Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

Tabela 2 - Equivalência de volumes

Centímetros Cúbicos (cm ³)	Polegadas Cúbicas (po ³)	Pés cúbicos (ft ³)	Jardas cúbicas (yd ³)	Mililitros (mL)	Litros (L)	Pinta (pt.)	Quarto (qt.)	Galão (gal)
1	.061023	3.531 x 10 ⁻⁵	1.3097 x 10 ⁻⁶	1.00000	1 x 10 ⁻³	2.113 x 10 ⁻³	1.0567 x 10 ⁻³	2.6417 x 10 ⁻⁴
16.3872	1	5.787 x 10 ⁻⁴	2.1434 x 10 ⁻⁵	16.3867	0.0163867	0.034632	0.017316	4.329 x 10 ⁻³
28317	1728	1	0.037037	28316.2	28.3162	59.8442	29.9221	7.48052
764559	46656	27	1	764538	764.538	1615.79	807.896	201.974
1.00003	0.0610251	3.5315 x 10 ⁻⁵	1.308 x 10 ⁻⁶	1	0.001	2.1134 x 10 ⁻³	1.0567 x 10 ⁻³	2.6418 x 10 ⁻⁴
1000.03	61.0251	0.0353154	1.308 x 10 ⁻³	1000	1	2.11342	1.05671	0.264178
473.179	28.875	0.0167101	6.1889 x 10 ⁻⁴	473.166	0.473166	1	0.5	0.125
946.359	57.75	0.0334201	1.2378 x 10 ⁻³	946.332	0.946332	2	1	0.25
3785.43	231	0.133681	49511 x 10 ⁻³	3785.33	3.78533	8	4	1

Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

Tabela 3 - Equivalência de comprimentos

Centímetros	Polegadas	Pés	Jardas	Metros	Braça	Quilômetros (Km)	Milhas	Milha Náutica Internacional
1	0.3937	0.032808	0.010936	0.01	5.468 x 10 ⁻³	0.00001	6.2137 x 10 ⁻⁵	5.3659 x 10 ⁻⁶
2.54001	1	0.08333	0.027778	0.025400	0.013889	2.540 x 10 ⁻⁵	1.5783 x 10 ⁻⁵	1.3706 x 10 ⁻⁵
30.4801	12	1	0.33333	0.304801	0.166665	3.0480 x 10 ⁻⁴	1.8939 x 10 ⁻⁴	1.6447 x 10 ⁻⁴
91.4403	36	3	1	0.914403	0.5	9.144 x 10 ⁻⁴	5.6818 x 10 ⁻⁴	4.9341 x 10 ⁻⁴
100	39.37	3.28083	1.09361	1	0.5468	0.001	6.2137 x 10 ⁻⁴	5.3959 x 10 ⁻⁴
182.882	72	6	2	1.82882	1	1.8288 x 10 ⁻³	1.1364 x 10 ⁻³	9.8682 x 10 ⁻⁴
100000	39370	3280.83	1093.61	1000	546.8	1	0.62137	0.539593
160935	63360	5280	1760	1609.35	80	1.60935	1	0.868393
185325	72962.4	6080.4	2026.73	1852	1013.36	1.85325	1.15155	1

Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

Tabela 4 - Equivalência de áreas

Metros quadrados (m ²)	Centímetros quadrados (cm ²)	Polegadas quadradas (pol ²)	Pés quadrados (ft ²)	Jardas quadradas (yd ²)	Acres	Milhas quadradas (mi ²)
1	10000	1550	10.7639	1.19599	2.471 x 10 ⁻⁴	3.861 x 10 ⁻⁷
0.0001	1	0.155	1.0764 x 10 ⁻³	1.196 x 10 ⁻⁴	2.471 x 10 ⁻⁸	3.861 x 10 ⁻¹¹
6.4516 x 10 ⁻⁴	6.45163	1	6.944 x 10 ⁻³	7.716 x 10 ⁻⁴	1.594 x 10 ⁻⁷	2.491 x 10 ⁻¹⁰
0.092903	929.034	144	1	0.11111	2.2957 x 10 ⁻⁵	3.578 x 10 ⁻⁸
0.836131	8361.31	1296	9	1	2.0661 x 10 ⁻⁴	3.2283 x 10 ⁻⁷
4046.87	4.0469 x 10 ⁷	6.2726 x 10 ⁶	43560	4840	1	1.5625 x 10 ⁻³
2.59 x 10 ⁶	2.59 x 10 ¹⁰	4.0145 x 10 ⁹	2.7878 x 10 ⁷	3.0976 x 10 ⁶	640	1

Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

Tabela 5 - Equivalência de velocidades

Centímetros por segundo (cm/s)	Metros por segundo (m/s)	Metros por minuto (m/min)	Quilômetros por hora (Km/h)	Pés por segundo (ft/s ou pés/s)	Pés por minuto (ft/min ou pés/min)	Milhas por hora (mi/h)	Nós
1	0.01	0.6	0.036	0.0328083	1.9685	0.0223639	0.0194673
100	1	60	3.6	3.28083	196.85	2.23693	1.9473
1.66667	0.016667	1	0.06	0.0546806	3.28083	0.0372822	0.0324455
27.778	0.27778	16.667	1	0.911343	54.6806	0.62137	0.540758
30.4801	0.304801	18.288	1.09728	1	60	0.681818	0.593365
0.5080	5.080×10^{-3}	0.304801	0.018288	0.016667	1	0.0113636	9.8894×10^{-3}
44.7041	0.447041	26.8225	1.60935	1.4667	88	1	0.870268
51.3682	0.513682	30.8209	1.84926	1.6853	101.118	1.14907	1

Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

Tabela 6 - Equivalência de massas

Quilogramas (Kg)	Gramas (g)	Grãos (gr)	Ouncas (oz)	Libras (lb)	Toneladas (curtas)	Toneladas (longas)	Toneladas (métrica)
1	1000	15432.4	35.274	2.20462	1.1023×10^{-3}	9.842×10^{-4}	0.001
0.001	1	15432.4	0.035274	2.2046×10^{-3}	1.1023×10^{-6}	9.842×10^{-7}	0.000001
6.4799×10^{-5}	0.6047989	1	2.2857×10^{-3}	1.4286×10^{-4}	7.1429×10^{-8}	6.3776×10^{-8}	6.4799×10^{-8}
0.0283495	28.3495	437.5	1	0.0625	3.125×10^{-5}	2.790×10^{-5}	2.835×10^{-5}
0.453592	453.592	7000	16	1	0.0005	4.4543×10^{-4}	4.5359×10^{-4}
907.185	907185	1.4×10^7	32000	2000	1	0.892857	0.907185
1016.05	1.016×10^6	1.568×10^7	35840	2240	1.12	1	1.01605
1000	10^6	1.5432×10^7	35274	2204.62	1.10231	984206	1

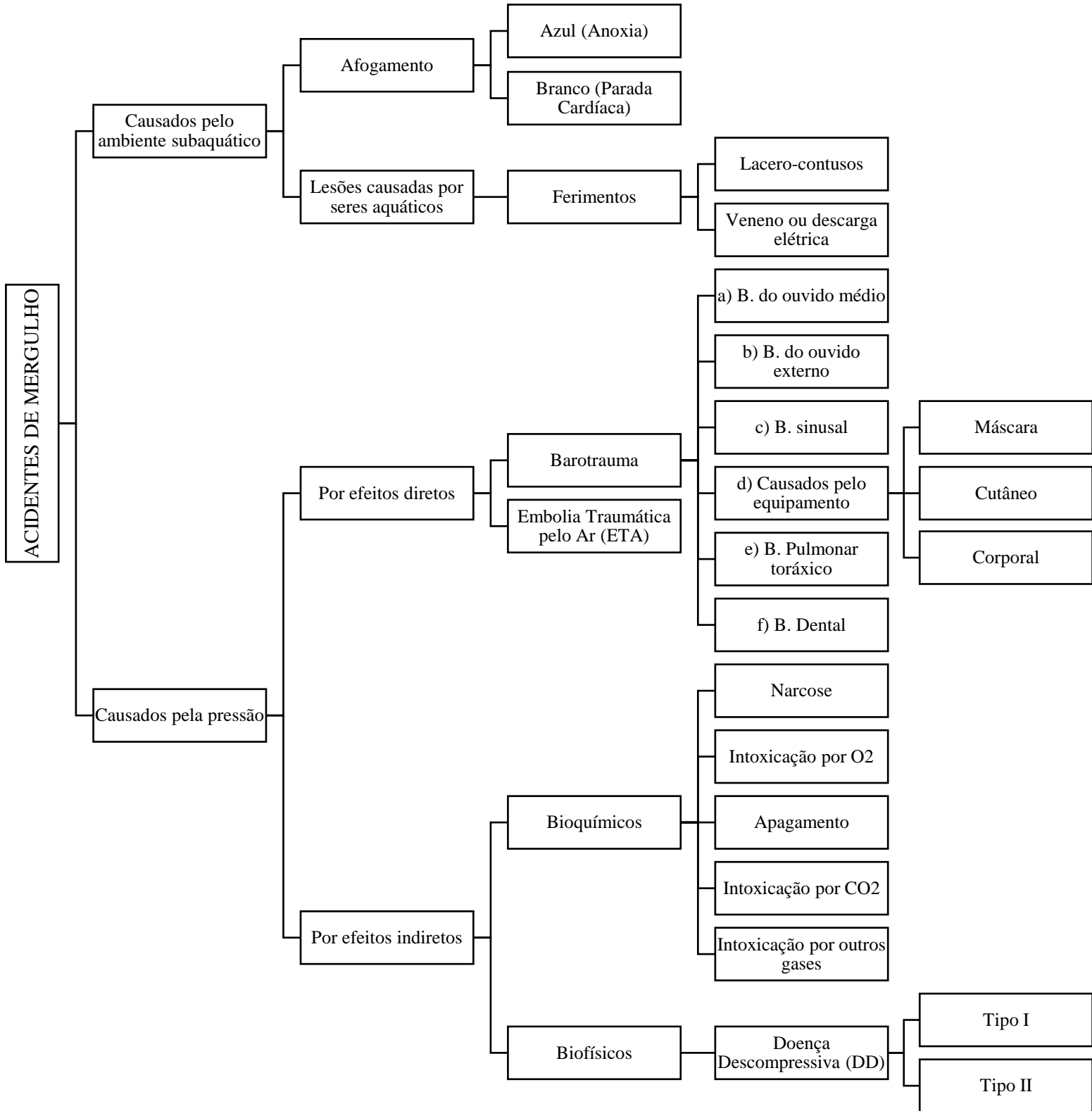
Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

Tabela 7 - Equivalência de temperaturas

Fórmulas de conversão :													
$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$ $^{\circ}\text{F} = \left(\frac{9}{5} \times ^{\circ}\text{C}\right) + 32$													
$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$
-100	-148.0	-60	-76.0	-20	-4.0	20	68.0	60	140.0	100	212.0	140	284.0
-98	-144.4	-58	-72.4	-18	-0.4	22	71.6	62	143.6	102	215.6	142	287.6
-96	-140.8	-56	-68.8	-16	3.2	24	75.2	64	147.2	104	219.2	144	291.2
-94	-137.2	-54	-65.2	-14	6.8	26	78.8	66	150.8	106	222.8	146	294.8
-92	-133.6	-52	-61.6	-12	10.4	28	82.4	68	154.4	108	226.4	148	298.4
-90	-130.0	-50	-58.0	-10	14.0	30	86.0	70	158.0	110	230.0	150	302.0
-88	-126.4	-48	-54.4	-8	17.6	32	89.6	72	161.6	112	233.6	152	305.6
-86	-122.8	-46	-50.8	-6	21.2	34	93.2	74	165.2	114	237.2	154	309.2
-84	-119.2	-44	-47.2	-4	24.8	36	96.8	76	168.8	116	240.8	156	312.8
-82	-115.6	-42	-43.6	-2	28.4	38	100.4	78	172.4	118	244.4	158	316.4
-80	-112.0	-40	-40.0	0	32	40	104.0	80	176.0	120	248.0	160	320.0
-78	-108.4	-38	-36.4	2	35.6	42	107.6	82	179.6	122	251.6	162	323.6
-76	-104.8	-36	-32.8	4	39.2	44	111.2	84	183.2	124	255.2	164	327.2
-74	-101.2	-34	-29.2	6	42.8	46	114.8	86	186.8	126	258.8	166	330.8
-72	-97.6	-32	-25.6	8	46.4	48	118.4	88	190.4	128	262.4	168	334.4
-70	-94.0	-30	-22.0	10	50.0	50	122.0	90	194.0	130	266.0	170	338.0
-68	-90.4	-28	-18.4	12	53.6	52	125.6	92	197.6	132	269.6	172	341.6
-66	-86.8	-26	-14.8	14	57.2	54	129.2	94	201.2	134	273.2	174	345.2
-64	-83.2	-24	-11.2	16	60.8	56	132.8	96	204.8	136	276.8	176	348.8
-62	-79.6	-22	-7.6	18	64.4	58	136.4	98	208.4	138	280.4	178	352.4

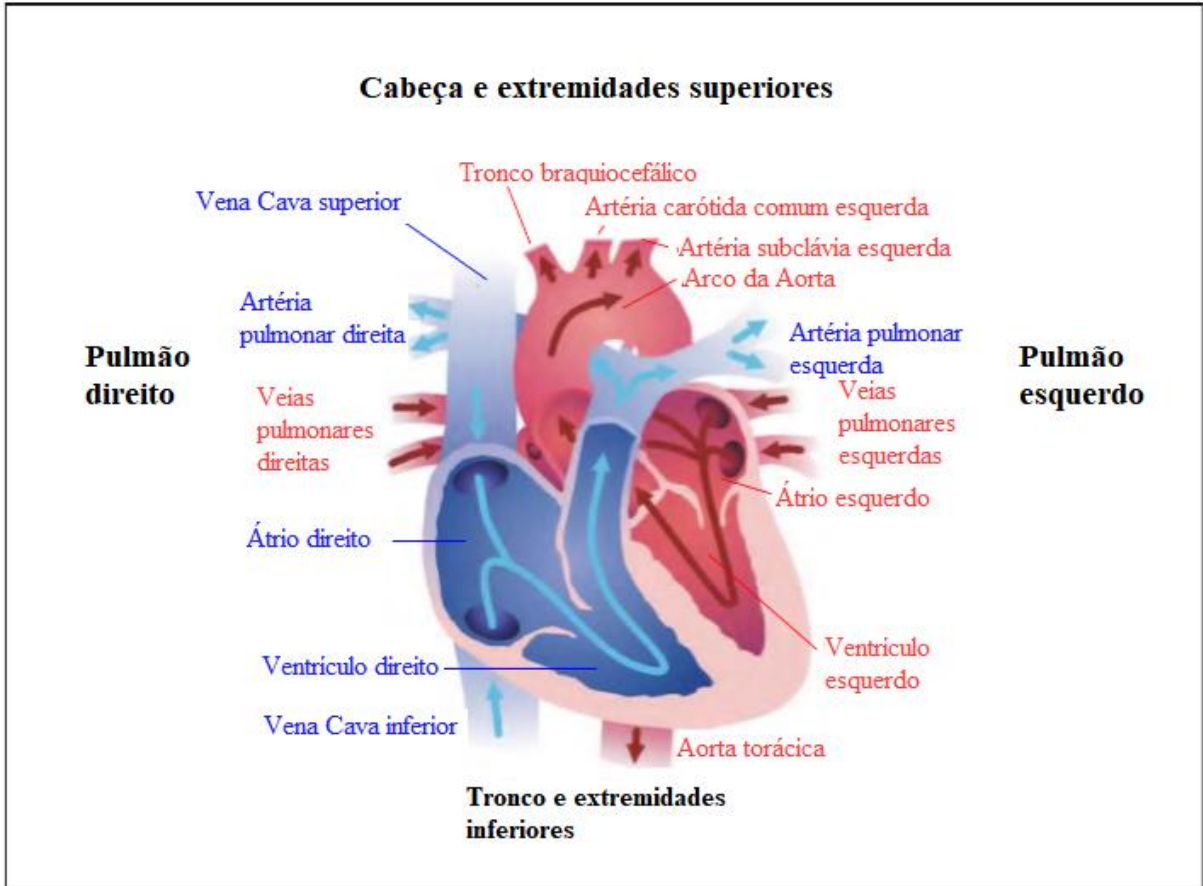
Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

ANEXO C – ACIDENTES DE MERGULHO



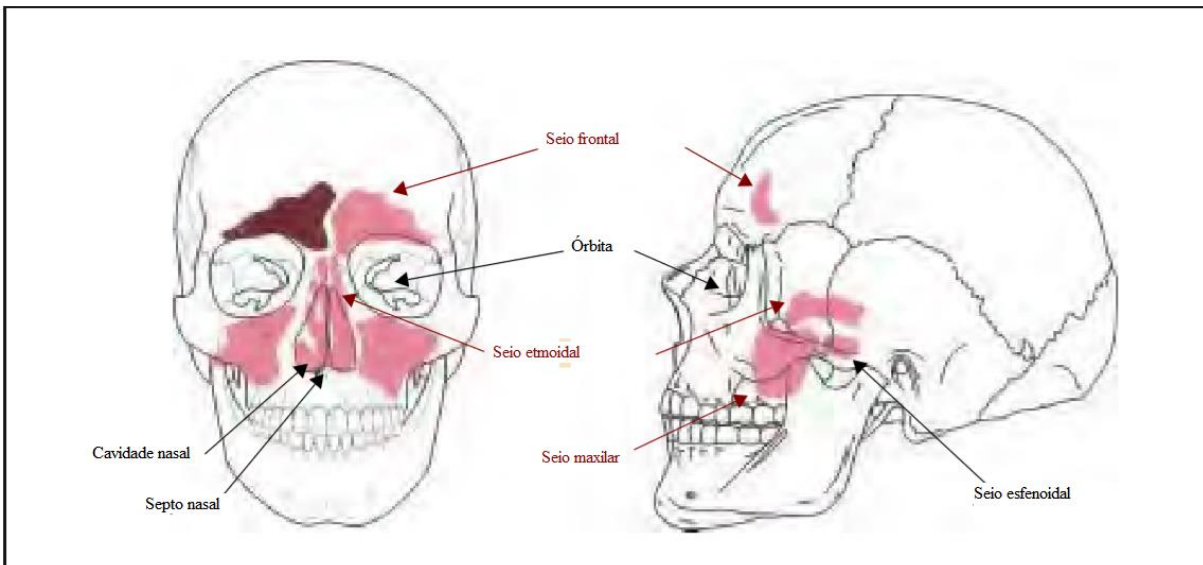
ANEXO D – ANATOMIA

Figura 1 - Os componentes do coração e o fluxo sanguíneo

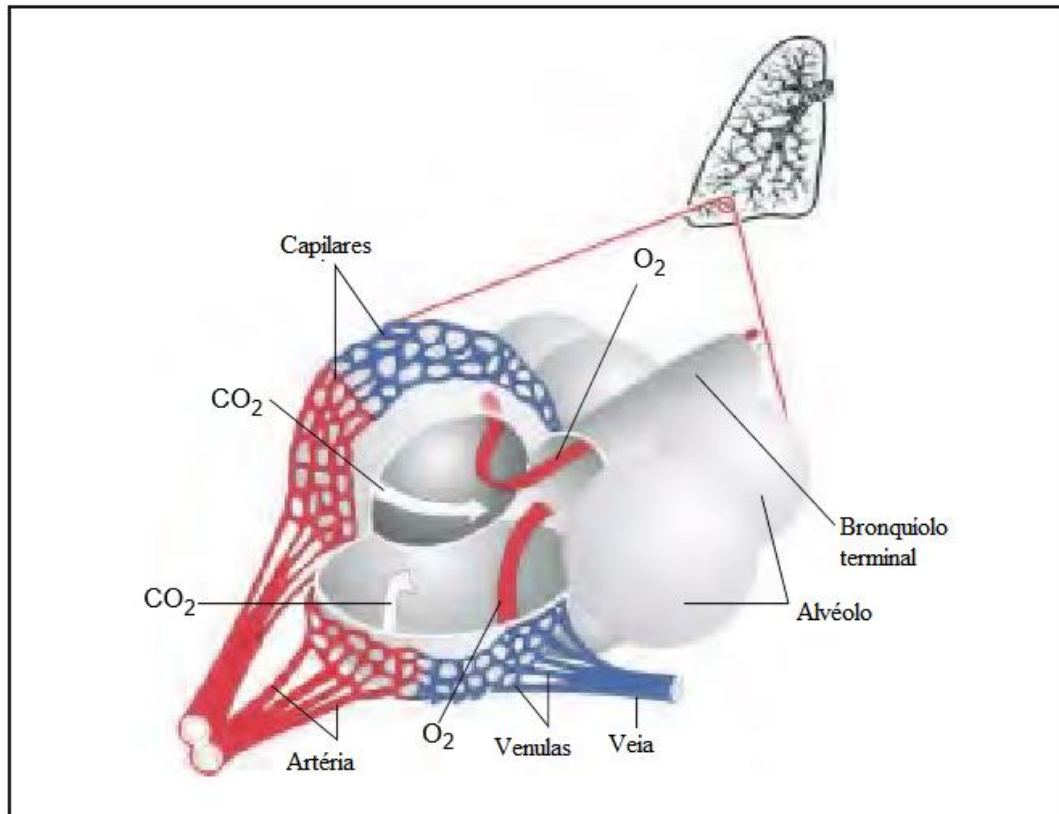


Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

Figura 2 - Localização dos seios no crânio humano



Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

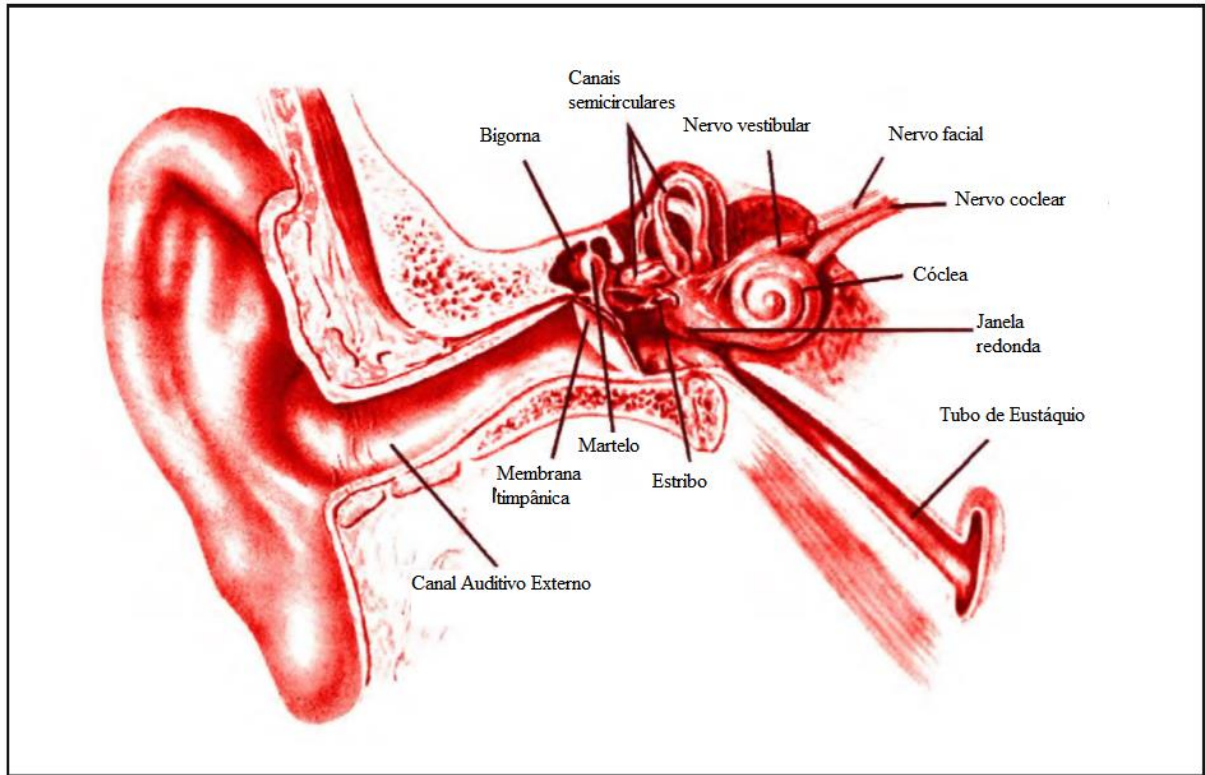
Figura 3 - Respiração e circulação sanguínea

Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

O sistema de trocas gasosas do pulmão é composto essencialmente por três agentes bombeadores. O tórax, bombeador de gases, move o ar através da traqueia e brônquio para os alvéolos pulmonares. O ventrículo direito do coração, bombeador de fluidos, movimenta o sangue que possui pouco oxigênio e muito dióxido de carbono através dos capilares pulmonares. O oxigênio do ar difunde-se no sangue enquanto o dióxido de carbono difunde-se do sangue para o ar dentro dos pulmões. O sangue oxigenado movimenta-se para o ventrículo esquerdo, outro bombeador de fluidos, o qual envia o sangue, via sistema arterial, aos capilares dos outros sistemas do corpo humano para que o oxigênio possa ser entregue e o dióxido de carbono seja retirado das demais células do corpo. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 3-4, tradução livre)

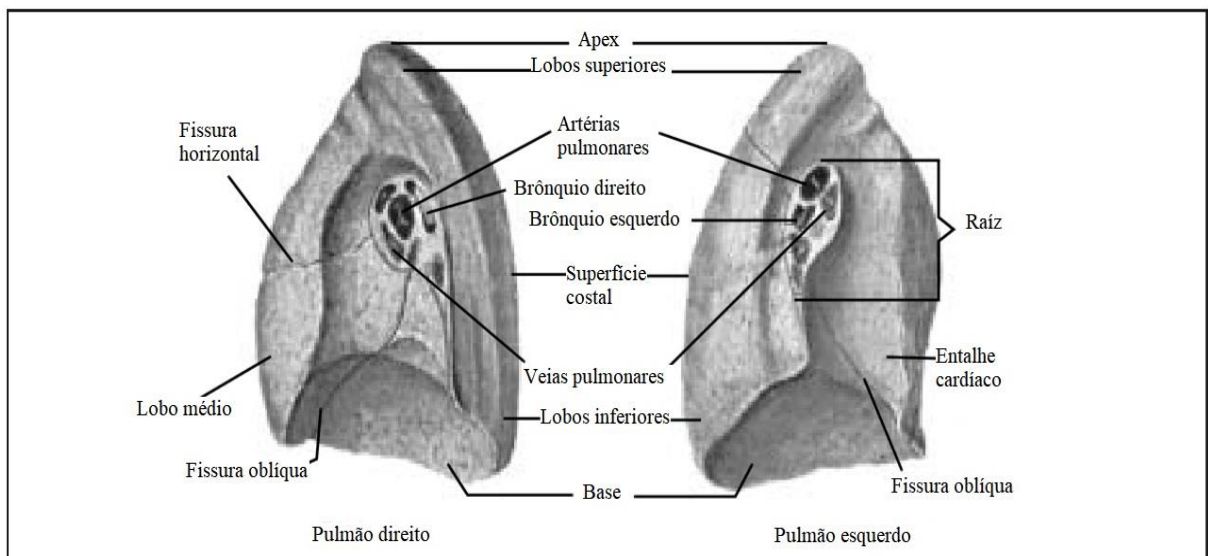
(INTENCIONALMENTE EM BRANCO)

Figura 4 – Anatomia do ouvido em secção frontal



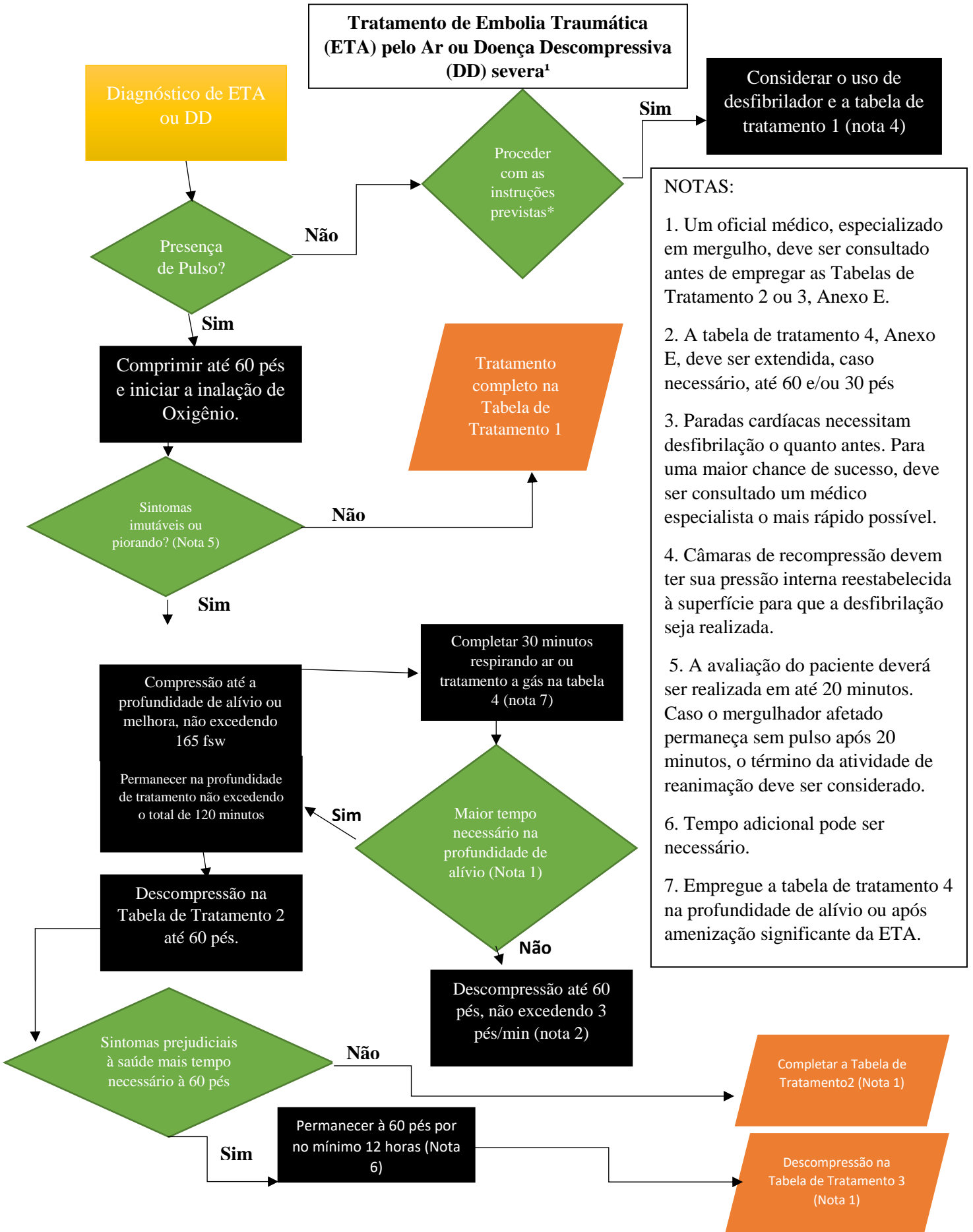
Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

Figura 5 - Pulmões vistos pelo aspecto médico



Fonte: U.S. Navy Diving Manual - 2016

ANEXO E – TABELAS DE DESCOMPRESSÃO E RECOMPRESSÃO



¹Figura 1 – (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 17-39, tradução livre)

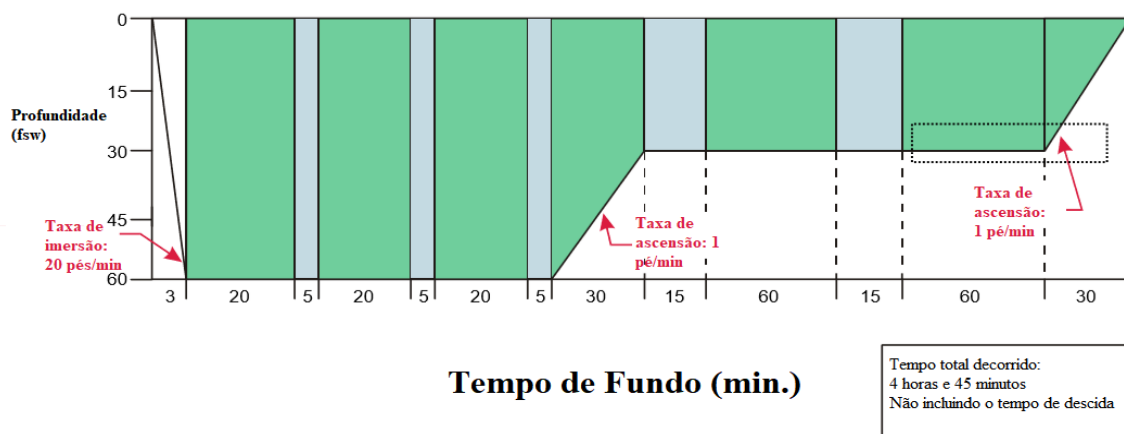
*- **Reanimação de mergulhador sem pulso.** As instruções a seguir servem de guia para as atitudes a serem tomadas. O pessoal presente no local deverá tomar decisões considerando todos os fatores conhecidos. A aplicação imediata da MCP – Massagem Cardiopulmonar – e aplicação de um Desfibrilador Externo Automático (DEA) é indicada para o caso de um mergulhador que não apresente pulso ou respiração (parada cardiopulmonar). O acesso a um suporte cardíaco avançado é preferível às recompressões. Tal suporte, que necessita de um treinamento médico e equipamentos especiais, nem sempre estará à disposição. Neste caso, apesar de não substituir toda a amplitude de fatores que o suporte médico especializado abrange, o uso de DEA pode oferecer a administração de cargas elétricas com o intuito de realizar a reanimação do pulso cardíaco da vítima. A MCP, monitoração do paciente e administração de medicamentos podem ser realizados em ambientes de profundidade, no entanto a terapia elétrica realizada pelo DEA deve ser desenvolvida na superfície. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 17-7, tradução livre)

(INTENCIONALMENTE EM BRANCO)

Tabela de Tratamento 1

1. Taxa de imersão: 20 pés/min
2. Taxa de emersão: Não exceder 1 pé/min. Não compensar a pressão para pequenas taxas de ascensão. Compensar para taxas altas de ascensão através da pausa da emersão.
3. O tempo de inspiração do oxigênio começa ao alcançar a profundidade de 60 pés.
4. Caso a inalação de oxigênio necessite interrupção devido à toxicidade do gás, realize uma pausa de 15 minutos para que a reação à toxicidade seja reestabelecida, e então retome o processo de ascensão a partir do ponto de interrupção na tabela.
5. A Tabela 1 pode ser estendida à dois períodos de 25 minutos à 60 pés de profundidade, sendo 20 minutos de administração de oxigênio e 5 minutos de ar, ou a dois períodos adicionais de 75 minutos a 30 pés de profundidade, sendo 15 minutos de ar e 60 de oxigênio, ou ambos;
6. O mergulhador deve inalar O₂ a 100% durante os últimos 30 minutos a 30 fsw e durante a ascensão à superfície para uma tabela não modificada ou onde haja somente um único prolongamento a 30 ou 60 pés. Caso haja mais de um prolongamento, a inalação de oxigênio a 30 pés é aumentada a um período de 60 minutos. Caso a vítima tenha tido uma exposição hiperbárica nas últimas 18 horas, um período adicional de 60 minutos de O₂ deverá ser realizado a 30 pés.

Tabela de Tratamento 1 - Perfil Profundidade/Tempo



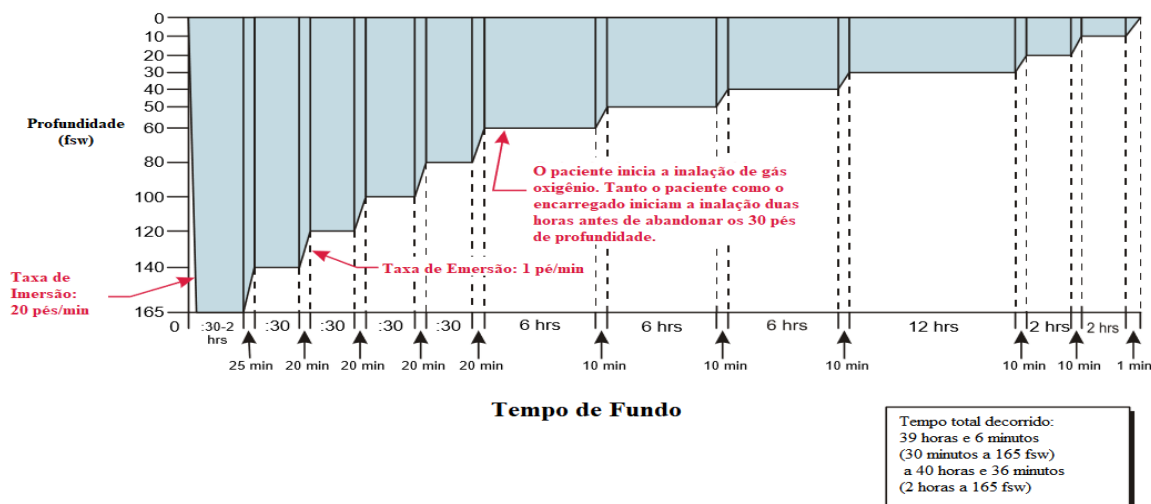
Fonte: U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre.

(INTENCIONALMENTE EM BRANCO)

Tabela de tratamento 2

1. Taxa de imersão: 20 pés/min;
2. Taxa de emersão: 1 pé/min;
3. O tempo a 165 pés inclui o tempo de compressão;
4. Se somente houver ar disponível, a descompressão deverá ser realizada usando essa mistura. Caso haja disponibilidade de gás oxigênio, o tratamento do paciente se dará ao alcançar 60 pés, conservando as pausas apropriadas para inalação de ar. A inalação de gás oxigênio tanto do encarregado da atividade como do paciente deve começar duas horas antes de deixar os 30 pés de profundidade²;
5. As considerações de suporte à vida podem ser atendidas antes de se comprometer ao uso da Tabela 2³. A temperatura interna da câmara deverá ser menor que 85°F (ou 29,4°C);
6. Caso a inalação de gás oxigênio seja interrompida, não há necessidade de prolongamento da compensação da tabela;
7. Caso esteja mudando da Tabela de Tratamento 4 ou 5 a 165 pés de profundidade, permaneça um período máximo de duas horas a 165 pés antes de realizar a descompressão;
8. Caso a câmara esteja equipada com um tratamento a gás de alto fluxo de Oxigênio, este deverá ser administrado a 165 fsw, não excedendo 3.0 a.t.a de O₂. O tratamento a gás se dará durante 25 minutos, interrompido por 5 minutos de administração de ar;

Tabela de Tratamento 2 - Perfil Profundidade/Tempo



Fonte: U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre.

² - Essa tabela é usada quando é determinado que o paciente deverá receber auxílio adicional na profundidade de alívio, não excedendo 165 fsw. O tempo de fundo deverá estar entre 30 a 120 minutos, baseado na resposta apresentada pelo paciente. Caso haja a necessidade de uma mudança da Tabela de Tratamento 4 para a Tabela de Tratamento 2, um médico especialista deverá ser consultado antes que ocorra tal mudança. Caso haja disponibilidade de oxigênio, o paciente deverá iniciar o período de sua inalação imediatamente após alcançar a parada de 60 pés. A inalação ocorrerá em períodos de 25 minutos em gás oxigênio, interrompida por 5 minutos de inalação de ar, sendo recomendado uma duração de 30 minutos em cada ciclo com fins de facilitar a cronometragem do tratamento. Numa profundidade de 60 pés, deverá ser administrado um mínimo de quatro períodos de inalação de oxigênio (para um tempo total de duas horas). Após isso, a inalação de oxigênio deverá ser administrada adequando-se às necessidades individuais do paciente e às condições operacionais do tratamento. Tanto o paciente como o encarregado da atividade deverão inalar gás oxigênio por, no mínimo, quatro horas (sendo oito períodos de 25 minutos de oxigênio e 5 minutos de ar), não iniciando o processo após duas horas antes de emergir à profundidade de 30 pés. Esses períodos de inalação de oxigênio poderão ser divididos conforme sua conveniência, mas deverá ser completado, no mínimo, um período de duas horas de administração de oxigênio à 30 pés. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 17-18, tradução livre)

³. Os **procedimentos nos eventos de intoxicação por oxigênio no sistema nervoso central**. Ao primeiro sinal de intoxicação por oxigênio, a administração desse gás deverá ser interrompida e o paciente deverá ser direcionado à câmara de inalação de ar. Quinze minutos após o abrandamento dos sintomas, a inalação de oxigênio deverá ser retomada. Caso os sintomas de intoxicação por oxigênio retornem ou o primeiro sintoma seja convulsão, a seguinte ação deverá ser tomada:

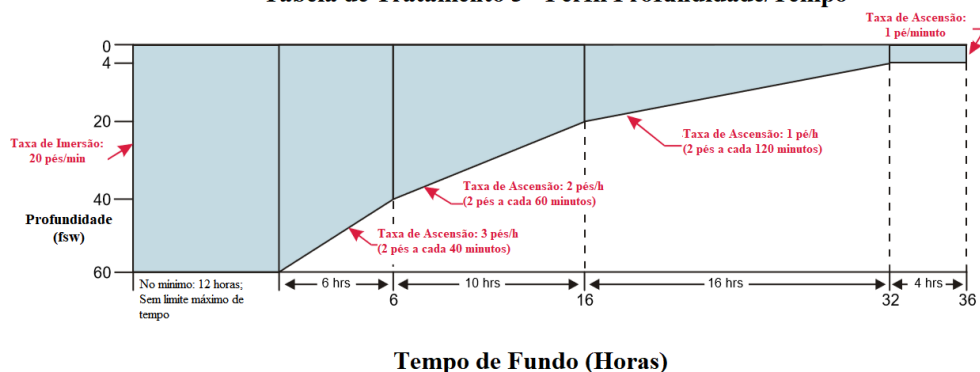
CUIDADO A inserção de dispositivo de vias aéreas ou para evitar mordidas não é recomendado enquanto o paciente estiver convulsionando, não apenas por ser difícil, mas pode causar danos se for tentada.

Para as Tabelas de Tratamento 2 e 3: Remova a máscara. Consulte um médico especializado antes de administrar a inalação de oxigênio. Não há necessidade de prolongar a compensação prevista na tabela para o caso em que haja a interrupção de inalação de oxigênio. (U.S. Navy Diving Manual, 2016, p. 17-26, tradução livre)

Tabela de Tratamento 3

1. A tabela inicia-se à profundidade de 60 pés, profundidade atingida através das tabelas de tratamento 1, 2 e 4. Caso o tratamento inicial se proceda à uma profundidade mais rasa que 60 pés, deverá ser realizada uma compressão à 60 pés numa taxa de 20 pés/min para iniciar o tratamento previsto pela Tabela de Tratamento 3.
2. A permanência máxima a 60 pés é ilimitada, devendo cumprir o mínimo de 12 horas no intuito de evitar demais circunstâncias ditadas por uma descompressão precoce.
3. O paciente inicia os períodos de inalação de oxigênio à 60 pés, enquanto o encarregado necessita de inalar apenas o ar atmosférico. Caso a interrupção da inalação de oxigênio ocorra, não há necessidade de prolongamento dos tempos previstos na tabela.
4. A concentração mínima de O₂ na câmara é de 19 por cento. A concentração máxima é de 1,5 por cento SEV [sic.] (11,4 mmHg). A temperatura máxima do interior da câmara é de 29,4°C.
5. A descompressão inicia-se com a ascensão de 60 para 58 pés, pausadas a cada 2 pés para os tempos mostrados no perfil abaixo. O tempo de ascensão entre as paradas é de, aproximadamente, 30 segundos. O tempo de pausa inicia-se com a ascensão de um grau mais fundo para um mais raso. Pare a 4 pés da superfície por quatro horas e então emerja à uma velocidade de 1 pé/min.
6. Garanta que os quesitos de suporte à vida sejam atendidos antes de iniciar o tratamento previsto pela Tabela abaixo.
7. Um médico especializado deverá ser consultado antes de iniciar o tratamento previsto pela tabela.

Tabela de Tratamento 3 - Perfil Profundidade/Tempo



Fonte: U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre.

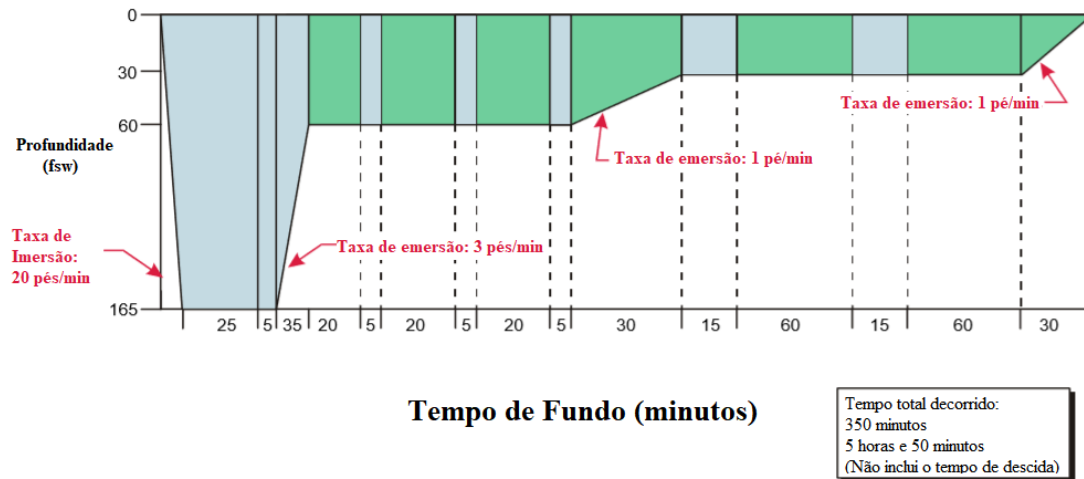
Tabela de Tratamento 4

1. Taxa de imersão: 20 pés/minuto.
2. Taxa de ascensão – de 165 fsw a 60 fsw não deve exceder 3 pés/minuto, e de 60 fsw para profundidades mais rasas, não exceder 1 pé/min. Não se deve compensar para pequenas taxas de ascensão, no entanto, para altas taxas deve-se realizar a compensação através de altos.
3. O tempo na profundidade de tratamento não inclui o tempo de compressão.
4. A tabela inicia-se com a compressão inicial a 60 fsw. Caso o tratamento inicial seja a 60 pés, até 20 minutos deverão ser gastos nessa profundidade antes da compressão a 165 fsw. Contate um médico especializado para esse procedimento.
5. Caso a câmara seja equipada com um tratamento a gás de alto fluxo de Oxigênio, este poderá ser administrado a 165 fsw e níveis mais rasos, não excedendo O₂ a 3,0 a.t.a. O tratamento a gás deverá ser administrado durante 25 minutos, intercalado com 5 minutos de inalação de ar atmosférico. O gás de tratamento é inalado durante a ascensão da profundidade de tratamento à 60 fsw.
6. Em profundidades maiores que 60 pés, caso haja necessidade de interrupção do tratamento por ocorrência da intoxicação por oxigênio no sistema nervoso central, retome o tratamento com gás oxigênio após 15 minutos do abrandamento das reações à intoxicação. O tempo fora do tempo do tratamento a gás e contabilizado como parte do tempo de fundo. Caso a mesma pausa por intoxicação de oxigênio ocorra a 60 pés ou profundidades mais rasas, o mesmo procedimento deverá ser adotado, retomando a tabela do ponto em que foi interrompida.
7. Esta tabela poderá ser estendida até dois períodos adicionais de 25 minutos a 60 pés (20 minutos de oxigênio e 5 de ar), ou até dois períodos adicionais de 75 minutos a 30 pés (60 minutos em oxigênio e 15 em ar), ou ambos.
8. O encarregado deverá inalar O₂ a 100 por cento durante os últimos 60 minutos a 30 fsw e durante a ascensão para a superfície para seguir uma tabela não modificada ou onde haja apenas uma extensão de 30 ou 60 fsw. Caso haja mais alguma extensão, o tempo de inalação de O₂ a 30 fsw é aumentado para 90 minutos. Caso o encarregado tenha tido uma exposição hiperbárica nas últimas 18 horas, um período adicional de inalação de O₂ de 60 minutos deverá ser realizado a 30 fsw.

Tabela de Tratamento 4 – Continuação

9. Caso nenhuma melhora significativa ocorra em 30 minutos a 165 pés, um médico especializado deverá ser consultado antes de mudar o tratamento previsto para a Tabela de Tratamento 2.

Tabela de Tratamento 4 - Perfil Profundidade/Tempo



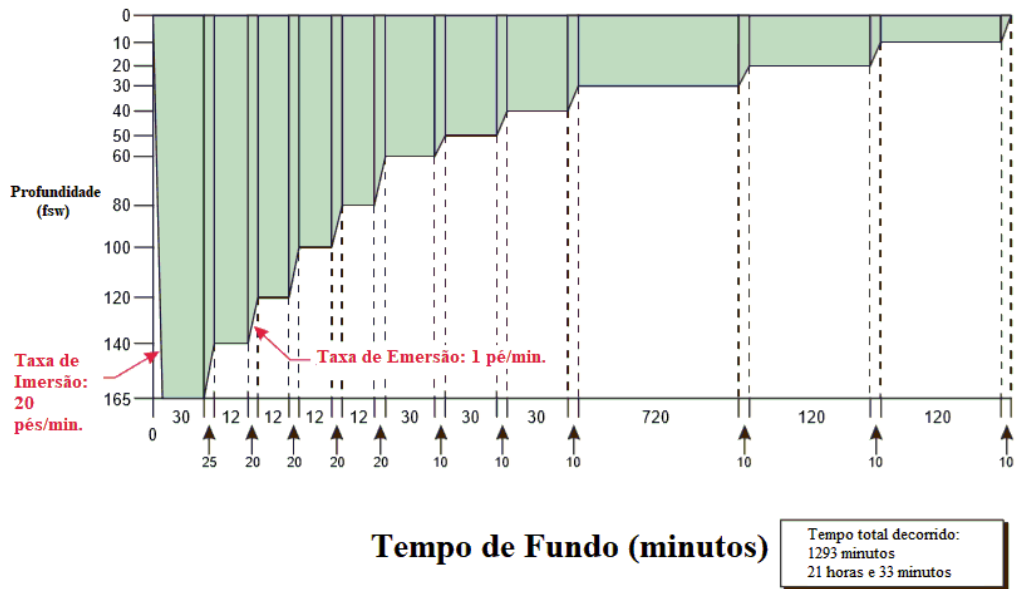
Fonte: U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre.

(INTENCIONALMENTE EM BRANCO)

Tabela de Tratamento a Ar (Tabela de tratamento 5)

1. Taxa de imersão: 20 pés/min.
2. Taxa de emersão: 1 pé/min.
3. Tempo a 165 pés – inclui tempo de superfície.

Tabela de Tratamento 5 - Perfil Profundidade/Tempo



Fonte: U.S. Navy Diving Manual, 2016, tradução livre.

REFERÊNCIAS:

BRASIL. **C 5-1**: emprego da engenharia. 3. ed. Brasília: EGGCF, 1999

_____. Exército. Academia Militar das Agulhas Negras. Curso de Engenharia. Manual Escolar. **Mergulho**. Resende: 2009.

_____. Exército. Academia Militar das Agulhas Negras. Seção de Instrução Especial. **Mergulho**. Resende: 1985.

_____. Exército. Centro de Instrução de Operações Especiais. Nota de Aula. **Estágio de Mergulho a Ar e Resgate**. 1. ed. Niterói: 2017.

_____. Marinha. Centro de Instrução Almirante Àtila Monteiro Aché. **Manual de mergulho**: parte I. 1. ed. Niterói: 2000.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Marinha. **SS521-AG-PRO-010/0910-LP-115-1921**: U.S. Navy Diving Manual. 7. ed. Washington, D. C.: U.S. Government Printing Office, 2016.

GOOGLE FORMS. **Acidentes de mergulho**, 2017. Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/1dS2vRYpjhTiedxkYfF7koFac5XNMsxGPN6P3SMiOtA8/e/dit#responses>>. Acesso em: 15 jun. 2017.