

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA – CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE MÁQUINAS - APMA

FRANCISCO CARLOS NEVES HADDAD

OPERAÇÕES DE MERGULHO PROFUNDO E OS RISCOS DESTA ATIVIDADE

RIO DE JANEIRO
2015

FRANCISCO CARLOS NEVES HADDAD

OPERAÇÕES DE MERGULHO PROFUNDO E OS RISCOS DESTA ATIVIDADE

Projeto de Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: MSc. Eng. Paulo Roberto Batista Pinto

RIO DE JANEIRO

2015

FRANCISCO CARLOS NEVES HADDAD

OPERAÇÕES DE Mergulho Profundo e os Riscos desta Atividade

Projeto de Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: MSc. Eng. Paulo Roberto Batista Pinto

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

RESUMO

Por muitos anos a atenção das empresas permaneceu voltada apenas para o lado financeiro, negligenciando muitas vezes o lado referente à segurança, conforto e qualidade de vida do trabalhador. Entretanto, recentemente esse foco vem sendo mudado e, por isso, abordar as questões ergonômicas é fundamental para que o desempenho das funções produtivas não prejudique a qualidade de vida dos trabalhadores.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma análise sobre a atividade de Mergulho Profundo e os riscos ergonômicos que trazem consequências nocivas para os mergulhadores.

Num primeiro momento o estudo foi baseado em procedimentos teóricos e consultas bibliográficas visando acompanhar a rotina dos profissionais atendo-se ao Mergulho Comercial Profundo praticado no mar.

Já, como etapa seguinte à realização deste trabalho foi abordado os riscos ergonômicos encontrados na execução de trabalhos submersos e percebeu-se que a identificação dos riscos, as medidas preventivas, os treinamentos, as avaliações periódicas, as atitudes de prevenção, são de vital importância nesta área de atividade, por isso o nosso estudo visa abordar os riscos envolvidos e os cuidados necessários a serem tomados para que o mergulho seja uma atividade segura.

Palavras Chave: Mergulho Profundo, Riscos, Ergonomia.

ABSTRACT

For many years the attention of companies remained focused just to the financial side, often neglecting the side relating to the safety, comfort and quality of worker's life. However, recently this focus has been changed and therefore address the ergonomic issues is critical to the performance of productive functions does not jeopardize the quality of life of workers.

In this sense, this paper aims to present an analysis of the Deep Diving activity and ergonomic risks that bring negative consequences for the divers.

Initially the study was based on theoretical procedures and bibliographic queries to monitor the routine of professionals was to attend Commercial Deep Diving practiced at sea.

Already, as a next step for this work was approached ergonomic risks encountered in the implementation of underwater work and it was noticed that the identification of risks, preventive measures, training, periodic assessments, attitudes prevention are vitally important this activity area, so our study aims to address the risks involved and the necessary precautions to be taken to the diving is a safe activity.

Keywords: Deep Diving, Risk, Ergonomics.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	6
2 – DEFINIÇÕES E CONCEITOS DE MERGULHO PROFUNDO	8
2.1 – TIPOS DE MERGULHO: RASO E PROFUNDO	8
2.1.1 – Mergulho Raso	9
2.1.2 – Mergulho Profundo	11
2.2 – MERGULHO PROFUNDO E SEUS DESAFIOS	13
3 – EMBARCAÇÕES DE APOIO	15
3.1 – CÂMARAS DE SATURAÇÃO	18
3.1.1 – Mergulhos Saturados	20
4 – FUNCIONAMENTO DA ATIVIDADE DE MERGULHO PROFUNDO	23
5 – ERGONOMIA E MERGULHO PROFUNDO	26
5.1 – A INFLUÊNCIA DAS ALTERAÇÕES HIPERBÁRICAS SOBRE O SER HUMANO	26
6 – MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR QUE AS ALTERAÇÕES HIPERBÁRICAS CAUSEM DANOS AO TRABALHADOR	32
6.1 – ETAPAS DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)	32
7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 – INTRODUÇÃO

A atuação em ambientes hiperbáricos (pressões acima de 1atm), principalmente através do mergulho, é uma atividade humana de origem remota, onde a busca de alimentos, pérolas, conchas e corais, foram os principais motivos que levaram o homem ao ambiente subaquático (BACHRACH, 1988; LACERDA et al., 2010).

Assim, com o intuito de aumentar o tempo de permanência do homem sob a água, inúmeros artefatos foram desenvolvidos: tubos ocos, sinos de mergulho e barris de ar hermeticamente fechados (JORGE, 2012). E, com o aperfeiçoamento dos equipamentos utilizados durante as atividades hiperbáricas, observou-se aumento no nível de exposição à pressão que os mergulhadores eram submetidos, o que exigiu conhecimento maior dos profissionais envolvidos em tais atividades (LACERDA et al., 2010).

Esta evolução propiciou o surgimento de centros para desenvolvimento de pesquisas e qualificação profissional na área, onde a primeira sociedade científica voltada para estudos hiperbáricos foi a Undersea and Hiperbaric Medical Society que surgiu em 1967 (LACERDA et al., 2010). A partir de então, outras entidades foram criadas, desenvolvendo procedimentos não apenas para trabalhos em ambientes hiperbáricos, mas também para diversas finalidades como tratamentos terapêuticos de patologias e traumas, não associados às variações de pressão (necroses teciduais, síndromes bacterianas, queimaduras, dentre inúmeras outras aplicações) (JORGE, 2012).

A regulamentação da atividade hiperbárica no Brasil é feita através de duas instituições: o Ministério do Trabalho via Norma Regulamentadora n.º 15 (NR 15, 2014) e, a Marinha do Brasil por meio da Norma da Autoridade Marítima n.º 15 (NORMAM 15, 2011). Embora a NR que trata especificamente da palavra ergonomia seja a 17- Ergonomia(2007), onde também há referências aos problemas causados no trabalhador sobre a ótica da psicologia, nesse trabalho focaremos na NR15 (2014) por ser mais específica a atividade de trabalho em condições hiperbáricas, que não envolvem somente o trabalho subaquático, foco deste trabalho.

Segundo a NR 15 (2014), a profissão de mergulhadores é considerada insalubre em grau máximo, sendo exercida em ambientes confinados com pouco

conforto e dificuldade de comunicação com mundo exterior, pois dentre os vários tipos de atividades associadas ao mergulho, há aqueles ditos “Profundos” ou “de Saturação”, no qual os trabalhadores ficam confinados em sistemas compostos por várias câmaras hiperbáricas conectadas, onde permanecem pressurizados por até 28 dias antes de serem submersos e, o processo de retorno à superfície (descompressão) pode demorar até dez dias (JORGE, 2012).

Assim, as relações interpessoais destes mergulhadores profissionais, por muitas vezes fica comprometida, pois o confinamento em câmara hiperbárica os isola e restringe ao acesso de informações do meio ambiente, principalmente de seus familiares, situação esta que pode gerar alto risco de aparecimento de distúrbios psicológicos como crises de ansiedade que só poderiam ser devidamente tratados após a descompressão (ALMEIDA, 2010).

2 – DEFINIÇÕES E CONCEITOS DE MERGULHO PROFUNDO

Segundo Figueiredo Et al. (2002) a atividade de Mergulho Profundo firmou-se nos primeiros anos da década de sessenta no campo de trabalho com a necessidade de ampliação de construção de pontes, canais, portos, barragens e principalmente a partir da construção da Ponte Rio - Niterói, quando foram realizados os primeiros Mergulhos Profundos no país.

De acordo com os dados obtidos da Petrobras (2014) Mergulho Profundo é uma atividade de alto risco que desenrola no fundo do mar coordenado e desenvolvido por homens e mulheres habilitados. Portanto, é necessário um programa de qualificação diferenciado e tempo de experiência requerida para que o profissional desempenhe plenamente as atividades. Tem que ser licenciado na Marinha, a qual, também oferece o treinamento inicial de Mergulho Raso numa escola credenciada a DPC (Departamento de Portos e Costas), com carga horária de 210 horas.

De acordo com a Norman 15 (2011) os principais objetivos do mergulho profundo para a utilização na indústria petrolífera são a execução de serviços de vistoria, instalação e manutenção corretiva e preventiva, montagem, desmontagem, recuperação, corte e solda dos equipamentos subaquáticos de superfície nas cabeças de poços espalhados por todo mar do Brasil (PETROBRAS, 2014).

2.1 – TIPOS DE MERGULHO: RASO E PROFUNDO

O Mergulho Comercial se divide em dois grupos: Mergulho Raso e Mergulho Profundo, os quais são escolhidos a partir da necessidade do conhecimento e do local a ser explorado e tem como objetivo atender aos profissionais responsáveis a realizar as atividades não se esquecendo da segurança de todos que realizam essas operações que são muitas complexas e de alta gravidade de riscos envolvidos.

Na Bacia de Campos ocorrem muitos desses mergulhos, tanto o Mergulho Raso, que é realizado por diversas companhias, como o Mergulho Profundo, que é realizado por apenas uma empresa. Essas empresas através de mergulhadores e ROV (robôs subaquáticos operados remotamente) realizam operações e manutenções em todos equipamentos que estão no fundo mar. Nas cabeça de poços de petróleo há uma série enorme de equipamentos para exploração do petróleo.

2.1.1 – Mergulho Raso

O Mergulho Raso é todo aquele realizado na faixa de 50 metros de profundidade, tendo como característica principal o fato dos mergulhadores utilizarem, exclusivamente, ar comprimido como gás respiratório, não sendo permitido o emprego das técnicas de mergulho de intervenção (bounce dive) ou de mergulho saturado. Deste modo, deve ser seguido um padrão de segurança, desde o embarque na plataforma de apoio ao mergulho (embarcação), até o final do mergulho e retorno para o píer (PETROBRAS, 2014).

De acordo com a Norma da Autoridade Marítima para Atividades Subaquáticas (NORMAN 15, 2011) o mergulhador que opera com ar comprimido (MGE), também conhecido como Mergulhador Raso deverá:

- Ser maior de 18 anos e menor de 45 anos.
- Ser aprovado no Curso Expedito de Mergulhador Autônomo e no Curso Expedito de Mergulho a Ar com Equipamento Dependente, ambos ministrados pelo CIAMA (Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché); ou ser aprovado em Cursos Profissionais de Mergulho a Ar Comprimidos Equivalentes (Mergulho Raso) realizados em escolas credenciadas pela DPC (Departamento de Portos e Costas) para ministrar cursos de Mergulho Profissional;
- Possuir CIR (Caderneta de Inscrição e Registro) de Aquaviário do 4º Grupo (MGE), emitida conforme previsto na NORMAM 13/DPC e;

- Possuir LRM (Livro de Registro do Mergulhador) emitido e preenchido conforme previsto na NORMAM 13/DPC.

Além disso, cabe lembrar também que, de acordo com a Norma 15, as operações de Mergulho Raso contam com os seguintes profissionais:

- Uma equipe mínima para mergulho até cinquenta metros de profundidade (mergulho raso);
- Um supervisor de mergulho raso;
- Dois mergulhadores rasos (um mergulhador e um Bell man);
- Um mergulhador raso de emergência pronto para intervir;
- Dois mergulhadores rasos auxiliares de superfície e;
- Um mergulhador raso operador de câmara.

Porém, quando for necessária a utilização de equipamento de acesso do mergulhador à água, o operador deste equipamento deverá ser acrescido à equipe e, pelo menos dois mergulhadores componentes da equipe deverão ser qualificados em emergências médicas subaquáticas.

Ainda sobre Mergulho Raso, é importante destacar que os equipamentos usados neste tipo de operações de mergulho são:

- **Câmara de trabalho:** É o espaço ou compartimento sob ar comprimido no interior, do qual o trabalho esta sendo realizado.
- **Câmara de recompressão:** É uma câmara que, independente da câmara de trabalho, é usada para tratamento de indivíduos que adquirem doenças descompressivas ou embolia, e é diretamente supervisionado por médico hiperbárico qualificado.
- **Campânula:** É uma câmara através da qual o trabalhador passa do ar livre para a câmara de trabalho do tubo e vice-versa.
- **Eclusa de pessoal:** É uma câmara através da qual o trabalhador passa o ar livre para câmara de trabalho do túnel e vice-versa.
- **Compressores de ar;**
- **Reservatórios de ar comprimido (tanques de volume);**

- **Túnel pressurizado:** É uma escavação abaixo da superfície do solo, cujo maior eixo faz um ângulo não superior a 45 graus com a horizontal, fechado nas 2 extremidades, em cujo inferior haja pressão superior a 1 atm.
- **Tubulão de ar comprimido:** É uma estrutura vertical que se estende abaixo da superfície da água ou solo, através da qual os trabalhadores devem descer, entrando na campânula, para uma pressão maior que atmosférica. A atmosfera pressurizada opõe-se a pressão da água e permitem que os homens trabalhem no interior.
- **Cilindro de ar comprimido:** Este cilindro supre a necessidade de gás respirável à pressão ambiente (GRANETO Et al., 2005).

Figura 1 – Garrafas para suprimentos de emergência (Aqualung)



Fonte: U.S.Divers (2005)

2.1.2 – Mergulho Profundo

Mergulho Profundo é o tipo de mergulho realizado com uma profundidade a partir de 50 metros, o qual o mergulhador deve possuir habilitação para operações de mergulho que exijam a utilização de mistura respiratória artificial (MRA).

Neste contexto, operações de mergulho realizadas até uma profundidade de 120 metros, contam com a seguinte equipe mínima:

- 2 supervisores de mergulho, 1 a cada 12 horas.

- Dois mergulhadores no interior do Sino;
- Um mergulhador encarregado da operação do sino (superintendente de mergulho);
- Um mergulhador auxiliar e;
- Um mergulhador auxiliar para casos atender emergências.
- uma equipe de apoio tanto no sino, como nas câmaras.
- Nas câmaras, uma equipe de técnicos de saturação no apoio.
- 2 supervisores de saturação, 1 a cada 12 horas.

Já em operações com profundidade acima dos 120 metros, a operação de mergulho deverá ocorrer com um mergulhador a mais que é encarregado da operação da câmara hiperbárica.

É importante destacar também que os equipamentos usados neste tipo de atividade são:

- **Umbilical:** É o conjunto de linha de vida, mangueira de suprimento respiratório e outros componentes que se façam necessários á execução segura do mergulho, de acordo com sua complexidade.
- **Linha de vida:** É um cabo manobrado do local de onde é conduzido o mergulho, que, conectado ao mergulhador, permite recuperá-lo e içá-lo da água, com seu equipamento.
- **Sino aberto:** Campânula com parte inferior aberta e provida do estrado, de modo a abrigar e permitir transporte mínimo de 2 mergulhadores, da superfície local de trabalho, devendo possuir sistema próprio de comunicação, suprimento de gases de emergência e vigias que permitam a observação de seu exterior.
- Sino de mergulho: É uma câmara hiperbárica, especialmente projetada para ser utilizada em trabalhos submersos.
- Garrafas para suprimentos de ar de emergência.
- Suspensório de segurança com alça para içamento.
- Faca de segurança.
- Roupa apropriada, capacete, máscara tipo “full face” ou válvula reguladora, cinto de peso e demais itens de uso individual.
- Equipamentos de comunicação por fio entre mergulhador e controle da superfície.

- Dispositivo para acompanhar a profundidade dos mergulhadores – pneumofatômetro.
- Painéis para controle do ar mandado e de emergência.

2.2 – MERGULHO PROFUNDO E SEUS DESAFIOS

Conforme já foi dito anteriormente e, de acordo com os dados obtidos junto a Petrobras (2014), o Mergulho Profundo utiliza misturas respiratórias artificiais obtidas na superfície através de técnicas de saturação, nas quais o mergulhador permanece durante, no máximo, 28 dias submetido à pressão de trabalho maior que a pressão atmosférica e, o intervalo mínimo entre duas saturações não poderá ser inferior a 14 dias.

Além disso, é importante destacar que o tempo total de permanência sob saturação num período de 12 meses consecutivos não pode ser superior a 120 dias, ou seja, 4 saturações por ano e, o período máximo submerso para cada mergulhador, incluindo a sua permanência no interior do sino, não poderá exceder de 8 horas em cada período de 24 horas. Já em mergulhos de intervenção com sino aberto, utilizando mistura respiratória artificial (MRA), o tempo de permanência do mergulhador na água não poderá exceder 160 minutos.

Nesse sentido, percebe-se que os sistemas de Mergulho Profundo são mais complexos, pois necessitam de equipamentos precisos para a mistura constituída de hélio e oxigênio, o “heliox”, purificação do gás e um conjunto de câmara de saturação onde os mergulhadores permanecem pressurizados na pressão de trabalho durante os períodos de operação (Marnet, 2007). Por isso, nenhuma operação poderá ser realizada sem que haja uma revisão no sistema e nos equipamentos com antecedência não superior a 12 horas. Além disso, o mergulhador Profundo deverá:

- Possuir no mínimo três anos de comprovado exercício da atividade na Categoria de Mergulhador que Opera com Ar Comprimido (MGE);
- Ser aprovado no Curso Expedito de Mergulho Saturado realizado no CIAMA ou em curso equivalente realizado em escola de mergulho credenciada pela DPC;

- possuir CIR de Aquaviário do 4º Grupo (MGP) emitida conforme estabelecido na NORMAM 13/DPC e;
- Possuir LRM emitido e preenchido conforme previsto na NORMAM 13/DPC.

Ainda assim, percebe-se que as áreas de atuação que utilizam do Mergulho Profundo são amplas, mas, infelizmente, 90% dos serviços estão voltados somente nas áreas Offshore, sendo alguns setores esquecidos, como hidrelétricas, construção civil (pontes), dentre outros (RIBEIRO, 2003).

De acordo com Marnet (2007) no início dos anos 1980 o Mergulho Profundo era realizado pela própria plataforma como o Mergulho Raso. Atualmente, alguns estudos econômicos demonstraram que a utilização de navios especiais Diving Support Vessel (DSV) possui um custo benefício melhor, mesmo possuindo um custo com as diárias maiores, devido à otimização da programação dos trabalhos e agilidade nos atendimentos.

3 – EMBARCAÇÕES DE APOIO

De acordo com Figueiredo *et al.* (2002), as embarcações de apoio utilizadas no setor Petrolífero da Bacia de Campos, são da classe DSV dotada de posicionamento dinâmico, sistema de mergulho saturado e ROV (Figura 2), utilizadas para executar intervenções submarinas, sendo todas terceirizadas de diversos países com o valor diário em média de US\$ 146 mil, dependendo dos contratos.

ROV é a abreviação de Remotely Operated Underwater Vehicle, ou seja, veículo submarino operado remotamente. É um equipamento muito utilizado na indústria de petróleo que consiste em um robô submersível operado remotamente por uma equipe de técnicos experientes e qualificados a bordo de uma embarcação. É utilizado para realizar e supervisionar a montagem de equipamentos de exploração e produção em grandes profundidades. Ele dá apoio aos mergulhadores, efetua intervenções nas operações e manutenção de equipamentos submarinos.

Figura 2 - ROV (Veículo de Operação Remota)



Fonte: Valério (2011)

No nosso estudo, daremos como exemplo de embarcações de apoio, a embarcação DSV que é um navio de suprimento de mergulho, ou seja, um navio DSV (Diver Supply Vessel) que está operando no Brasil desde julho de 2011 prestando serviços para a Petrobrás. Ela é uma embarcação estrangeira de bandeira americana e foi fabricada em dezembro de 2009 nos Estados Unidos da América. Esta embarcação apresenta a segunda geração do posicionamento dinâmico (DP2), é lotada de três câmaras hiperbáricas, um sino de mergulho, duas salas de controle, uma sala de mergulho e outra de saturação, dois bow thrusters, dois propulsores, quatro motores auxiliares, dois geradores de emergência e uma sala de controle de ROV.

Figura 3 - Embarcação de Apoio DSV



Fonte: Petrobras (2004)

Cabe lembrar também que de acordo com NORMAN 15 (2011), todas as embarcações de apoio ao mergulho deverão possuir um controle adicional de emergência localizado em compartimento separado. O arranjo do sistema deverá ser de total eficiência para que caso aconteça falha de algum equipamento ou perda de um dos compartimentos por incêndio ou alagamento ou qualquer outra causa, não resulte na perda da capacidade operacional.

Graneto, Oliveira e Backers (2005) acrescentam que durante as operações as embarcações devem ser sempre sinalizadas através de bandeiras de sinalização condizentes com o código Internacional de sinais, que existem pessoas mergulhando na área em questão. O uso de uma bandeira sinalizadora para alertar que há mergulhadores na área é um fator de segurança. A eventual passagem de barcos constitui um dos mais sérios perigos a que o mergulhador está exposto. Os dois tipos de bandeiras mais reconhecidos em relação ao mergulho são a Bandeira Alfa e a Bandeira do Mergulhador Submerso.

A bandeira Alfa (Figura 4) mostra que existem mergulhadores na área e que as embarcações devem permanecer afastadas.

Ocorrem também anúncios nas plataformas e navios e estações de rádio para que outras embarcações mantem distantes das zonas de riscos delimitadas.

Não podem ocorrer voos de aeronaves naquela embarcação onde ocorrem operações de mergulho e também não pode ocorrer movimentação de cargas através de guindastes.

Figura 4 – Bandeira Alfa



Fonte: ICBAS (2011)

Já a Bandeira do Mergulhador Submerso (Figura 5), como o próprio nome já diz, mostra que existem mergulhadores submersos realizando seus trabalhos.

Figura 5 – Bandeira do Mergulhador Submerso



Fonte: ICBAS (2011)

3.1 – CÂMARAS DE SATURAÇÃO

A técnica de saturação foi desenvolvida para atender fundamentalmente à dupla necessidade de se executar tarefas que demandavam jornadas de permanência no fundo mais longas e a profundidades cada vez maiores. Lembramos que com a técnica do “bounce dive”, o tempo máximo de fundo era de uma hora para uma profundidade limite de 130 metros.

De acordo com a NORMAM 15, as Câmaras de Saturação deverão ser projetadas, fabricadas e inspecionadas seguindo a norma internacional reconhecida para vasos de pressão para ocupação humana, com aprovação de projeto e acompanhamento da construção efetuada. Conforme Figueiredo ET al. (2002), hoje com os sistemas de mergulho moderno como DSV's que são compostos, por exemplo, por um conjunto de câmaras de saturação que comporta 16 mergulhadores saturados, 2 sinos de mergulho e ROV's/RCV's (veículos controlados remotamente), é viável, em determinadas circunstâncias e mediante um esquema de revezamento, dispor de mergulhadores em atividade no fundo durante 24 horas por dia a grandes profundidades, durante vários dias consecutivos. Nestes DSV's o sistema de saturação é constituído basicamente por câmaras pressurizadas (câmaras de saturação) que estão interligadas entre si, ou seja, são grandes vasos de pressão intercomunicantes, que permitem, quando necessário, a transferência dos mergulhadores de uma câmara para outra (Figuras 6 e 7). É nestas câmaras, supervisionadas pelo controle de saturação, que os mergulhadores permanecem,

quando não encontram-se na água, durante todo o período em que estiverem saturados, normalmente 28 dias.

Figura 6 - Câmara de Saturação: Vista Internamente



Fonte: Própria (2014)

Figura 7 - Câmara de Saturação: Vista Externamente



Fonte: Própria (2014)

Em geral, são saturados 6 mergulhadores por equipe, num processo que se estende, aproximadamente, por 12 horas até o seu término. A pressão das câmaras

é então regulada de modo a tornar-se compatível com a respectiva pressão de trabalho do fundo, onde os mergulhadores executarão as tarefas requisitadas com base numa programação previamente estabelecida.

Cabe lembrar também que o tempo máximo de permanência sob saturação em um período de doze (12) meses consecutivos não poderá ser superior a 120 dias, podendo ocorrer 4 saturações por ano. A NORMAN 15 (2011) afirma ainda que os tempos máximos dos mergulhadores no sino (câmara hiperbárica, especialmente projetada para ser utilizada em trabalhos submersos) e na água são:

- Os períodos de permanência dos Mergulhadores no sino / água, entre desfazer e refazer o selo sino/câmara, não poderá exceder a 8 horas por período de 24 horas, garantindo nesse período um descanso ininterrupto de 12 horas.
- Deverá ser respeitado o ciclo biológico dos mergulhadores, entendendo-se como tal, a manutenção dos períodos de descanso, aproximadamente, nas mesmas horas do dia.
- Os períodos de permanência dos mergulhadores na água, dentro do período de selo a selos acima estão limitados há: 5 horas na faixa de 211 a 260 m; 4 horas na faixa de 261 a 300m.
- O mergulhador que vai para água terá direito de, a seu critério, ser substituído pelo mergulhador de emergência, ou a ter um período de descanso e de recuperação calórica dentro do sino por até meia hora, após ter completado metade do tempo estabelecido.

3.1.1 – Mergulhos Saturados

Levando em conta os efeitos causados sobre os mergulhadores, de acordo com a NORMAN 15 (2011) os mergulhos saturados podem ser divididos em três faixas de profundidades:

a) Saturação Padrão: São as operações de mergulho em que o nível de vida é igual ou menor do que cento e oitenta metros;

b) Saturação Profunda: São as operações de mergulho em que a profundidade do nível de vida está situada entre cento e oitenta e um e trezentos metros;

c) Saturação Excepcional: São as operações de mergulho em que a profundidade do nível de vida está situada entre trezentos e trezentos e cinquenta metros.

Nas saturações padrão e profunda, o período máximo que o mergulhador pode ser submetido à pressão é de vinte e oito dias e o intervalo mínimo entre duas saturações não deve ser inferior a quatorze dias. Assim, o tempo máximo de permanência sob saturação em um período de doze meses consecutivos não poderá ser superior a cento e vinte dias. Já nas técnicas de saturação excepcional, só é permitido ao mergulhador realizar duas saturações por ano, com intervalo mínimo de seis meses entre cada uma e desde que não tenha realizado saturação mais profunda que trezentos metros durante esse intervalo. Caso o mergulhador já tenha realizado uma saturação entre trezentos e trezentos e cinquenta metros, ele só poderá realizar outra até trezentos metros após decorridos quatro meses do término da saturação anterior, não podendo ultrapassar setenta e sete dias saturados no intervalo de doze meses, a contar do início da saturação. Além disso, cabe lembrar que o período máximo de permanência sob pressão neste tipo de saturação é de vinte e um dias.

Conforme já foi mencionado anteriormente, quando o mergulhador realiza mergulhos saturados, ele respira sob pressão elevada por um longo período, a quantidade de nitrogênio dissolvida nos líquidos corporais aumenta e, como o gás não é metabolizado no organismo, só será eliminado quando sua pressão é reduzida nos pulmões. Para que isso ocorra de maneira fisiológica, evitando a doença descompressiva, o mergulho realizado em profundidades deve passar por processo de descompressão, ou seja, o mergulhador deve permanecer determinado tempo em profundidades progressivamente menores até chegar à superfície, devendo ser cumpridas as velocidades estabelecidas para as diferentes faixas de profundidade conforme mostrado na Tabela abaixo.

Tabela 1 – Tabela de Descompressão

Faixa de Profundidade	Velocidade Continua	Subida através de Degraus
De 350 até 20 Metros	50 minutos/ Metro	Subir 1 Metro a cada 50 MINUTOS.
De 20 Metros até a Superfície.	90 Minutos /Metro	Subir 1 Metro a cada 1 hora e 30 Minutos.

Fonte: Norman 15 (2011)

No que se refere ao procedimento para descompressão, ele é o mesmo para as saturações padrão, profunda e excepcional, ou seja, do início da descompressão até a profundidade na qual a porcentagem de oxigênio na câmara atinja 25%, deverá ser mantida a pressão parcial de oxigênio entre 0,48 e 0,5 bar e, a partir dessa profundidade, a pressão parcial de oxigênio deverá ser diminuída de modo a manter a porcentagem de oxigênio na mistura respiratória utilizada na câmara entre 21 e 25%.

4 – FUNCIONAMENTO DA ATIVIDADE DE MERGULHO PROFUNDO

Figueiredo ET al. (2002) relatam que após ser definido o local da intervenção pelo fiscal da Petrobrás que fica a bordo do navio, este transmite a informação ao superintendente de operações (ou ao supervisor técnico), que irá então solicitar ao comandante para que rume com a embarcação até o referido local. A programação a ser cumprida vai sendo, então, comunicada ao gerente de operações, aos superintendentes de mergulho, supervisores de saturação e mergulho e operadores de ROVs.

Porém, cabe ressaltar que apesar do supervisor de mergulho ser subordinado ao superintendente de mergulho, e este, por sua vez, ao gerente de operações (Barge), ele (supervisor) é soberano para interromper ou cancelar qualquer operação de mergulho, sobretudo em condições que possam colocar em risco a segurança do mergulhador (FIGUEIREDO ET al., 2002). Estas intervenções com mergulho profundo são realizadas quase sempre por dois mergulhadores, transportados até o fundo por intermédio do sino de mergulho (Figura 8), um tipo de câmara hiperbárica esférica acoplada ao navio (mais conhecido como DSV), especialmente projetada para ser utilizada em trabalhos submersos.

Figura 8 – Embarcação com sino de mergulho



Fonte: Petrobras (2004)

Chegando à profundidade de trabalho, a escotilha inferior do sino é aberta, o mergulhador termina de se equipar e segue em direção ao fundo. O *Bell man* permanece no interior do sino durante toda a operação, salvo alguma situação emergencial em que seja necessário resgatar o mergulhador.

Ao final da operação ou pouco antes de se esgotar seu tempo máximo de permanência na água (que deve se limitar a uma duração máxima de 8 horas), o mergulhador guarda todas as ferramentas e retorna ao sino. O *Bell man* fecha a escotilha, faz-se um rápido check list de retorno e o sino é içado até à superfície, acoplado-se à estrutura do navio. A dupla de mergulhadores regressa à câmara de saturação, onde permanecem pressurizados e, na hipótese da intervenção não ter sido concluída, outra dupla pode ser acionada, reiniciando-se o processo. Em caso contrário, o DSV navega em direção ao local da próxima intervenção programada.

Os autores mostram que as operações e as atividades do mergulhador na água e do *Bell man* são supervisionadas do início ao fim pelo controle de mergulho, sendo que a imagem da movimentação do *Bell man* no sino é emitida por uma câmera de TV localizada no seu interior, e a imagem dos serviços que transcorrem na água são enviados pelo controle de suporte às Operações de ROV (ROV/RCV).

O controle do mergulho também mantém comunicação sonora com toda equipe de trabalho, através de um sistema de fonia, que chega até o capacete (Figura 9). Esta comunicação, bem como a eletricidade e os suprimentos de gás e água quente chegam até o mergulhador por meio de um conjunto de mangueiras, que se constitui na ligação entre o mergulhador (na água) e o sino, por eles também chamado de *umbilical* ou *narguilê* (FIGUEIREDO ET al., 2005).

Figura 9 – Capacete com fonia

Fonte: Própria (2014)

Diante disso, é possível notar que durante toda a operação o controle de mergulho exerce um papel de coordenação central, estando em comunicação permanente com o mergulhador na água, com o *Bell man* no sino e com o controle de ROV/RCV. Em algumas etapas, nota-se também que é mantido contato com a ponte de comando do navio e com os mergulhadores que estão na equipe de apoio (para subida e descida do sino, da cesta de ferramentas, etc). Por vezes, quando são realizadas operações em conjunto, ainda ficam em comunicação com as plataformas ou outras embarcações. Destaca-se que as intervenções operam em situações de alto risco e de confinamento extremo ao longo de 28 dias, sob condições hiperbáricas, com pressões que podem atingir 9 vezes o valor da pressão atmosférica normal.

Percebe-se, portanto, que os mergulhadores precisam de auxílio externo para tudo: tomar água gelada, mudar o canal da televisão e acionar a descarga do banheiro. E, se houver um problema grave e o mergulhador precisar sair da câmara, o supervisor autoriza o procedimento, mas nada acontece de imediato. Se o mergulhador estiver pressurizado, por exemplo, para uma profundidade de 300 metros, ele vai precisar passar por um período 12 dias de descompressão (NR-15 anexo 6).

5 – ERGONOMIA E MERGULHO PROFUNDO

Graneto, Oliveira e Backers (2005) relatam que em todos os setores encontramos situações de risco no que tange a execução de alguma tarefa. É bem verdade que existem algumas tarefas de risco maiores, outras de riscos menores e outras onde os riscos são quase inexistentes. Desta forma, na atividade de Mergulho Profundo não poderia ser diferente e, por isso o planejamento e a análise crítica dos riscos é essencial em todas as operações.

Quando é preparada uma avaliação de riscos do local em que será realizado o mergulho, as condições da água devem ser levadas em consideração, condições de mar, incluindo movimentação das ondas, temperatura, visibilidade e correnteza. Recomenda-se mergulhar em águas claras e quentes, mas na atividade de mergulho comercial é comum a realização de trabalhos em condições adversas.

Mergulhar em águas onde a visibilidade é restrita pode ser perigoso e mergulhos com visibilidade zero requerem equipamentos, treinamentos e procedimentos especiais, mas em águas extremamente claras, estimar distâncias também pode se tornar um problema, pois quando isso acontece é fácil exceder o limite de profundidade planejado e, com isso, provocar alterações hiperbáricas sobre o trabalhador que está exercendo a atividade.

Assim, o mergulhador deverá ficar atento à profundidade, ao tempo de mergulho e a velocidade de subida para evitar as doenças descompressivas e os acidentes como os baurotraumas, embolias, embriagues das profundidades, afogamentos, intoxicação pelo oxigênio (narcoses) e intoxicação pelo gás carbônico, que serão vistos mais adiante no presente trabalho.

5.1 – A INFLUÊNCIA DAS ALTERAÇÕES HIPERBÁRICAS SOBRE O SER HUMANO

De acordo com Frederico Nery (2005) o ser humano não precisa ter medo do vento, da água e do fogo, porém precisa conhecê-los melhor para evitar situações adversas e para evitar futuras complicações.

As pressões exercidas pela água podem provocar diversos riscos ao ser humano como, por exemplo, os listados abaixo. Seus efeitos podem ser diretos ou indiretos. Os diretos ou primários são aqueles que resultam da ação mecânica da pressão sobre as células e espaços corporais e suas consequências são o barotrauma e a embolia traumática pelo ar, já os indiretos ou secundários são assim chamados devido às alterações fisiológicas produzidas em decorrência das pressões parciais dos gases absorvidos pelo organismo.

- Barotraumas: Do grego “baros”, cujo significado é pressão; barotrauma é o traumatismo causado pela pressão; é a lesão que sobrevêm da incapacidade do mergulhador de equilibrar as pressões entre um espaço aéreo e a pressão do meio ambiente; no estudo do mergulho são denominados em função do modo como ocorrem.
- Embolia traumática pelo ar: Ocorre quando o mergulhador, tendo inspirado ar em um equipamento qualquer no fundo, volta à superfície sem o exalar durante a subida. Esse efeito é provocado pela Lei de Boyle, pois à medida que a pressão externa diminui, o volume de ar no interior dos pulmões aumenta. Como os pulmões tem uma elasticidade limitada, poderá haver uma hiperdistensão alveolar e, em casos extremos, poderão romper-se, criando bolhas de ar na corrente sanguínea. Após o surgimento da hiperdistensão podemos ter o choque reflexo (sem ruptura), pneumotórax sem embolia, e finalmente a embolia pelo ar, cujo quadro é o mais grave.
- Narcolese pelo nitrogênio: Similar à embriaguez alcoólica e, por isso, também chamada de “embriaguez das profundezas”, a narcolese pelo nitrogênio é um tipo de acidente de mergulho provocado pelo aumento da pressão parcial dos gases componentes de uma mistura gasosa, em especial o nitrogênio, impregnando o sistema nervoso central.

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

Tabela 2 – Efeitos da profundidade no mergulho

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

Fonte: Própria (2014)

- Intoxicação pelo oxigênio: O oxigênio, gás indispensável para a vida, se respirado a 100% e a pressões parciais elevadas, pode trazer uma série de consequências danosas e mesmo fatais para o homem. Sua atuação, nessas condições, afeta o Sistema Nervoso Central e o aparelho respiratório.

No Sistema Nervoso Central, tais condições podem provocar alteração na visão (distúrbios conhecidos como visão de túnel), zumbidos e surdez progressiva, náuseas, tonturas, estado ansioso ou excitação incomum e tremor muscular. Já no aparelho respiratório, a intoxicação pelo oxigênio pode provocar tosse descontrolada, sensação de falta de ar, ardência ou queimação no peito, escarros com a presença de sangue e, em casos extremos, pode provocar até uma parada respiratória.

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

quando por qualquer motivo a taxa de CO₂ aumenta, isto poderá provocar graves consequências para o mergulhador, conforme mostrado abaixo:

- **Aumento de até 2%** - os sintomas são mínimos ou imperceptíveis.
 - **2 a 5%** - o mergulhador sente a respiração cansativa.
 - **5 a 10%** - perda da consciência e risco de afogamento.
 - **10 a 15%** - espasmos musculares, convulsões e morte.
- Intoxicação por outros gases: O ar que o mergulhador respira nos cilindros de mergulho é uma mistura gasosa composta por vários gases. Nas porcentagens certas não é preciso se preocupar muito com eles; a ressalva a ser feita diz respeito às condições anormais de recargas de cilindros, onde por diversas razões, a mistura gasosa acaba tornando-se contaminada.

O monóxido de carbono (CO) é o resultado da combustão incompleta e pode aparecer facilmente na mistura respiratória devido à falta de cuidado na recarga dos cilindros ou operações com compressores. Este gás é incolor, inodoro e reage com a hemoglobina do sangue, impedindo-o de cumprir sua função normal de carregar o oxigênio para os tecidos. Seus principais sintomas são: tonturas, dor de cabeça, sensação de pressão interna no crânio, têmporas latejantes e pele, unhas e lábios com tendência a apresentarem tonalidade avermelhada.

O gás sulfídrico (H₂S) é o resultado de forte atuação de bactérias anaeróbicas (decomposição orgânica). Em baixas concentrações cheira a ovo podre, mas em concentrações maiores, é inodoro, incolor e letal; assim como o CO, também reage com a hemoglobina do sangue. É encontrado em compartimentos fechados de naufrágios, ou qualquer bolsão com ar represado e não renovado, como cavernas subaquáticas.

- Apagamento: Conhecido também como “blackout”, o termo apagamento refere-se a possibilidade da perda de consciência durante o mergulho, transformando-se num dos maiores perigos na prática do mergulho livre. Decorre basicamente da hipóxia cerebral que se segue à drástica queda da pressão parcial do oxigênio durante a subida. Como é um efeito que não apresenta sintomas prévios, o mergulhador não se dá conta do perigo e simplesmente “apaga”. Caso esteja mergulhando sozinho ou sem acompanhamento, o final é sempre trágico e a morte por afogamento é

inevitável. O apagamento é o grande responsável por inúmeros acidentes fatais envolvendo praticantes de caça submarina, onde é comum a hiperventilação para aumentar o tempo de mergulho, mascarando o aviso natural de falta de ar. Embora com menos frequência, pode ocorrer também na prática do mergulho autônomo. Nesse caso está relacionado ao equipamento respiratório e/ou padrão respiratório do mergulhador. Há casos relatados de perda de consciência por respirações curtas devido à tensão ou estresse do mergulho, tentativas de economizar ar do cilindro ou à baixa temperatura da água. Cabe lembrar também que a baixa temperatura do ambiente pode ocasionar câimbras e hipotermia, por isso o uso de roupas especiais.

- **Doença descompressiva:** Por definição, a doença descompressiva é um quadro de múltiplas manifestações, devido à formação de bolhas no sistema circulatório e em alguns tecidos, ocasionado pela descompressão após a exposição a pressões barométricas acima do normal.

Durante o mergulho, os pulmões captam mais nitrogênio do que o que estamos acostumados na superfície, já que a pressão é aumentada e isso eleva a densidade do gás. Assim, se o mergulhador não observar as medidas de segurança e realizar a subida de forma rápida, o processo de expelir o nitrogênio pode acontecer de forma repentina, causando formação de bolhas na circulação sanguínea e nos tecidos, e por último, compressões nervosas, obstrução de artérias, vasos linfáticos, veias e provocar reações químicas perigosas no sangue. A soma de alguns desses itens pode até levar à morte.

Quanto à gravidade, a Doença Descompressiva pode ser classificada em:

- **Tipo I:** Chamada também de leve ou bends, a Doença Descompressiva I é caracterizada basicamente por dores (articulares e/ou musculares), por prurido ou sensação “estranha” na pele e por inchaço de gânglio linfático;
- **Tipo II:** Mais grave que a anterior, frequentemente produz sequelas. Pode ser subdividida em dois ramos: cardiorespiratórios e neurológicos.
 - **Cardiorespiratórios:** Devido à embolia gasosa da artéria pulmonar, se manifestam por uma sensação aguda de sufocação, falta de ar, dificuldade respiratória, sudorese abundante, respiração superficial, dor

torácica, “batedeira” no peito e, com evolução do quadro, cianose, arritmia cardíaca, infarto e choque.

- **Neurológicos:** Decorrem do comprometimento do sistema nervoso central, no nível cerebral e/ou espinhal. Manifestam-se por formigamento, perda da sensibilidade, impotência funcional de extremidades, perda da força muscular, paralisia de membros inferiores, ou sensação de “moleza nas pernas”. Quando atingem o nível cerebral podem se manifestar como dor de cabeça, tonturas, alterações do comportamento, convulsões e perda da consciência. As vertigens podem ser acompanhadas de vômitos, zumbidos e dores provocadas por sons comuns. O preparo psicológico também é importante, pois a ocorrência de pânico em qualquer das situações citadas pode levar a óbito o trabalhador e até seus companheiros.

6 – MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR QUE AS ALTERAÇÕES HIPERBÁRICAS CAUSEM DANOS AO TRABALHADOR

A Análise Preliminar de Riscos (APR) é uma técnica que consiste em identificar cenários de possíveis acidentes vinculados às etapas do processo, sistemas ou operações, classificando-os de acordo com categorias de “Frequência” de ocorrência e “Severidade” do provável dano que estão definidas na matriz de avaliação dos riscos. Portanto, o objetivo da Análise Preliminar de Riscos (APR) é assegurar que os riscos de saúde e segurança, meio ambiente e patrimonial sejam identificados, avaliados, analisados e controlados, de modo a evitar a ocorrência de acidentes ou minimizar os seus efeitos e, para isso é necessário:

- Iniciar todos os trabalhos com a devida permissão.
- Realizar DDS (Dialogo de segurança antes do inicio das atividades).
- Utilizar o EPI (Equipamento de Proteção Individual) correto para cada tarefa a ser realizada.

6.1 – ETAPAS DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)

As etapas da Análise Preliminar de Riscos (APR) podem ser divididas em:

- **1ª Etapa – Definir equipe:** Deverá ser definida uma equipe composta por no mínimo 2 membros que possuam conhecimento técnico das operações e de suas tarefas com o objetivo de elaborar a APR do processo e do sistema em estudo. Pelo menos um dos membros da equipe que irá elaborar a APR das atividades, deverá ter o conhecimento das técnicas de Análise e Avaliação de Riscos.
- **2ª Etapa – Avaliar os procedimentos do processo:** O trabalho da APR deve preceder de uma análise do processo pela equipe. Nesta ocasião a equipe deve ser orientada para a forma de condução dos trabalhos, ou seja, a equipe deve ser orientada para a definição de objetivos e escopo da análise,

coleta de informações, modelos a serem utilizados, revisão da técnica e horários a serem cumpridos entre outras.

- **3ª Etapa – Identificar equipamentos e atividades críticas:** Nesta etapa a equipe deve levar em consideração a lista de equipamentos e/ou operações críticas e os impactos ao meio ambiente e aos trabalhadores, além dos danos ao patrimônio. É importante ter acesso a procedimentos, manuais de operação e bibliografia técnica sobre o assunto, caso seja necessário.
- **4ª Etapa – Mapear os processos:** Deverá ser feita uma divisão do processo em tarefas, sendo importante para organizar os trabalhos e direcionar a equipe para a etapa em estudo.
- **5ª Etapa – Identificação dos eventos indesejáveis:** Perigos, para cada tarefa do processo que está sendo analisada.
- **6ª Etapa – Elaborar a Matriz de Classificação de Risco:** Após o preenchimento de uma planilha de APR, é elaborada a Matriz de Risco. Esta é a representação gráfica dos pares ordenados “Severidade” e “Frequência” obtida para cada causa e efeito identificado.
- **7ª Etapa – Avaliação e Implementação das Recomendações Adicionais:** As recomendações adicionais propostas pela equipe que elaborou a APR da atividade devem ser analisadas pelo respectivo gerente de contrato da atividade de modo a aprovar as suas implementações e garantir os recursos necessários.
- **8ª Etapa – Implementar as Recomendações Adicionais Aprovadas:** As recomendações aprovadas pelo respectivo gerente de contrato da atividade devem ser implementadas pela gerência.
- **9ª Etapa – Elaborar Relatório Final das APR Elaboradas:** A equipe deverá elaborar o relatório final destacando entre outros itens, os participantes da APR, os objetivos propostos, as recomendações feitas e os resultados obtidos.
- **10ª Etapa – Reavaliação da APR:** A classificação dos riscos deve ser reavaliada após a implementação das recomendações adicionais de modo a analisar e classificar o risco residual. Também deve ser reavaliada a APR no caso de ocorrer alteração na legislação que impacte a atividade, caso haja alteração significativa no número de empregados envolvidos na tarefa ou no

local ou sejam introduzidos novos equipamentos que alterem a exposição a riscos.

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do conteúdo brevemente esboçado nesta Monografia, percebe-se facilmente o quão minuciosa pode se tornar uma Análise Ergonômica, qualquer que seja a sua fonte motivadora.

Não basta apontar os riscos que a atividade de Mergulho Profundo podem causar na vida e saúde do mergulhador, deve-se investigar, de forma prescrita e sistematizada, o entorno de cada problema, não apenas identificando-o, mas tendo o discernimento de propor as reais e possíveis soluções e, ainda, apontar e “provar”, cientificamente, o seu fenômeno causador.

É isso que se propõe uma Metodologia da Análise Ergonômica, investigar, por meio de regras científicas, as condições de trabalho, tanto no que tange ao conforto e à segurança, como no que se refere à usabilidade, à percepção sensorial, à comunicação, ao relacionamento interpessoal, etc.

Nesse sentido, o presente estudo demonstrou que as atividades de Mergulho Profundo merecem um cuidado no curto prazo, pois esta é uma atividade que passou a ser vista como um risco direto a saúde e bem estar dos trabalhadores e, para que haja um melhor desempenho dos profissionais é importante que seus trabalhos sejam sempre desenvolvidos a partir das melhores condições possíveis de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, Cássia. **A vida confinada no fundo do mar**. Jornal O Globo, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/economia/a-vida-confinada-no-fundo-do-mar-dos-mergulhadores-que-trabalham-nas-plataformas-2951079>. Acesso em: 20 de Agosto de 2015.
2. BACHRACH, Arthur J. Breath-hold diving. In: BACHRACH, Arthur J.; DESIDERATI, Barbara Mowery; MATZEN, Mary Margaret. **A pictorial history of diving**. California: Best Publishing, 1988.
3. BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15 – Norma Regulamentadora 15**. Anexo nº. 6 Título alterado pela Portaria SSMT n.º 24 de 14 de Setembro de 2003. Disponível em: [http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DF396CA012E0017BB3208E8/NR-15%20\(atualizada_2011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DF396CA012E0017BB3208E8/NR-15%20(atualizada_2011).pdf). Acesso em: 01 de Setembro de 2015.
4. DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS. **Norma 15**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.dpc.mar.mil.br/sites/default/files/normam15.pdf>. Acesso em: 01 de Agosto de 2015.
5. FIGUEIREDO, M. G.; ATHAIDE, M. R. **Organização do trabalho, subjetividade e Confiabilidade na atividade de mergulho profundo**. São Paulo: Revista da Produção, 2005.
6. FIGUEIREDO, M., VIDAL, M., MARCHAND, T.; PAVARD, B. **Cooperação e segurança em sistemas complexos**: o caso do trabalho de Mergulho Profundo em instalações Petrolíferas Offshore da Bacia de Campos. Porto Alegre, 2002.
7. FREDERICO NERY (2005). **Mergulho Profundo**. Disponível em: <https://www.brasilmergulho.com.br>. Acessado em 07 de setembro de 2015.
8. GRANETO, W., OLIVEIRA, V., BACKERS, V. **Trabalho sob Condições Hiperbáricas**: trabalho dos mergulhadores. Monografia. Programa de Pós Graduação. Curitiba, 2005.
9. JORGE, Renato Rocha. **Manual de Mergulho**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.
10. LACERDA, Elias P; ESTRAZULAS, Jasen A; DA SILVA, Mirchelan P. **Trabalho em Condições Hiperbáricas**. Rev. Digital, Buenos Aires, nº142, 2010. Disponível em: <http://www.efdeportes.com>. Acesso em: 22 de Agosto de 2015.

11. MARNET, R. **Apostila sobre Técnicas de inspeção e manutenção submarina.** Rio de Janeiro, 2007.
12. MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. **Ergonomia: Trabalho adequado e eficiente.** Rio de Janeiro: Elsevier Ltda, 2011.
13. RIBEIRO, S. B., SOUTO, M. do S. M. L.; ARAUJO JUNIOR, I. C. **Análise dos riscos ergonômicos da atividade do gesseiro em um canteiro de obras através do software WinOWAS.** In: XXIV ENEGEP, Florianópolis, 2003.