

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE SAÚDE COLETIVA  
ESPECIALIZAÇÃO EM MEDICINA DO TRABALHO

MIGUEL FELIPE ZIMMERMAN

**SAÚDE OCUPACIONAL NO AMBIENTE HIPERBÁRICO: REVISÃO  
DE LITERATURA**

CURITIBA  
2024

MIGUEL FELIPE ZIMERMAN

**SAÚDE OCUPACIONAL NO AMBIENTE HIPERBÁRICO:  
REVISÃO DE LITERATURA**

Artigo apresentado a Especialização em Medicina do Trabalho, do Departamento de Saúde Coletiva, Setor de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à conclusão do Curso.

Orientador (a):

Dr. João Carlos do Amaral Lozovey

CURITIBA

2024

## RESUMO

*A finalidade deste estudo foi avaliar os trabalhadores que trabalham em ambientes hiperbáricos, uma vez que suas funções não se limitam apenas ao mergulho profundo, mas também abrangem aplicações terapêuticas sob alta pressão atmosférica e também em construções de tubulões na área da construção civil. Esta pesquisa teve como objetivo delinear o desenvolvimento e a execução da profissão, destacar a legislação existente que rege a ocupação com ar comprimido e identificar as principais patologias vinculadas ao ambiente pressurizado. Empregando uma metodologia de pesquisa qualitativa descritiva, o estudo baseou-se em fontes bibliográficas, artigos científicos e dissertações de mestrado publicados em português e inglês entre 2009 e 2024, acessíveis por meio da base de dados da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando os descritores em Ciências da Saúde (DECs) de Saúde do Trabalhador, Oxigenoterapia Hiperbárica, Câmara Hiperbárica e Mergulho. As bases de dados empregadas para essa seleção incluíram Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Medline (Literatura Internacional em Ciências da Saúde) e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Foram excluídos da consideração relatos de experiência e textos não científicos. Os resultados indicaram que a coorte atual de profissionais hiperbáricos enfrenta desafios significativos colocando em destacando a importância da medicina do trabalho no ambiente hiperbárico. Conclui-se que a medicina do trabalho, por sua vez, desempenha papel essencial na vigilância da saúde dos trabalhadores expostos a ambientes hiperbáricos o investimento em capacitação técnica e a valorização dos trabalhadores são pilares indispensáveis para garantir ambientes laborais mais seguros, saudáveis e produtivos.*

**Palavras-Chave:** Saúde do colaborador; mergulho, oxigenoterapia hiperbárica; câmaras hiperbáricas.

## ABSTRACT

*The purpose of this study was to evaluate workers who operate in hyperbaric environments, since their functions do not only encompass deep diving, but also include therapeutic applications under high atmospheric pressure and construction of tunnels in the civil construction sector. This research aimed to outline the development and execution of the profession, highlight the existing legislation governing the occupation with compressed air, and identify the main pathologies associated with the pressurized environment. Using a descriptive qualitative research methodology, the study was based on bibliographic sources, scientific articles, and master's theses published in Portuguese and English between 2009 and 2024, accessible through the database of the Virtual Health Library (BVS), utilizing the Health Sciences descriptors (DECs) related to Occupational Health, Hyperbaric Oxygen Therapy, Hyperbaric Chamber, and Diving. The databases used for this selection included Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS), Medline (International Literature in Health Sciences), and Scientific Electronic Library Online (SciELO). Experience reports and non-scientific texts were excluded from consideration. The results indicated that the current cohort of hyperbaric professionals faces significant challenges, highlighting the importance of occupational medicine in the hyperbaric environment. It is concluded that occupational medicine, in turn, plays an essential role in monitoring the health of workers exposed to hyperbaric environments; investment in technical training and the valuation of workers are indispensable pillars to ensure safer, healthier, and more productive work environments.*

**Key-Words:** Employee health; diving, hyperbaric oxygen therapy; hyperbaric chambers.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>8</b>
3.1 Seleção dos estudos.....	8
<b>4. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>9</b>
4.1 HISTÓRIA DO MERGULHO MUNDIAL E SURGIMENTO DAS CÂMARAS HIPERBÁRICAS .....	9
4.2 OXIGÊNIO E A FÍSICA DO MERGULHO .....	12
4.3 CONDIÇÕES DE TRABALHO EM AMBIENTES HIPERBÁRICOS E SAÚDE OCUPACIONAL.....	13
4.4 SAÚDE OCUPACIONAL E CONDIÇÕES ERGONÔMICAS EM AMBIENTES HIPERBÁRICOS.....	14
4.5 CONDIÇÕES DE TRABALHO EM AMBIENTES HIPERBÁRICOS: HIGIENE DO TRABALHO .....	17
<b>5. MEDICINA DO TRABALHO.....</b>	<b>19</b>
5.1 EXAMES MÉDICOS OBRIGATÓRIOS EM AMBIENTES HIPERBÁRICOS ..	20
5.2 TRABALHADOR NA CONSTRUÇÃO CIVIL EXPOSTO A CONDIÇÕES HIPERBÁRICAS E GUIAS INTERNOS DE CÂMARAS HIPERBÁRICAS MULTIPLACE.....	20
5.3 MERGULHADORES PROFISSIONAIS.....	21
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>Bibliografias.....</b>	<b>27</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os achados deste estudo tem como finalidade aumentar a compreensão das práticas empregadas na medicina do trabalho em relação ao ambiente hiperbárico, destacando os locais de trabalho, os riscos potenciais à saúde que podem surgir de atividades impróprias ou não adesão a regulamentações estabelecidas ao longo do tempo. Pesquisas desse tipo mesclam expertise clínica pessoal com resultados derivados de investigação sistemática, facilitando o desenvolvimento profissional e a adoção de práticas baseadas em evidências.

A origem da medicina hiperbárica relaciona-se com a exploração do ambiente subaquático no século XIX, com o desenvolvimento de equipamentos individuais de mergulho eficientes e uso de tubulões pneumáticos em obras de construção de pontes e minas, foram delineados o potencial e limitações na exposição do homem ao ambiente subaquático ou pressurizado. Devido a patologias relacionadas com ambiente subaquático ou pressurizado, tornou-se necessária a intervenção de médicos e pesquisadores para melhorar o ambiente de trabalho e tomar partida sob os riscos ocupacionais (Moon et al., 2017).

A medicina hiperbárica está subdividida em duas áreas sendo uma delas dedicada à atividade profissional na saúde ocupacional de mergulhadores, aeronautas e trabalhadores sob ar-comprimido, portanto ligada à medicina do trabalho. A outra área da medicina hiperbárica está voltada à aplicação clínica da oxigenoterapia hiperbárica em ambiente hospitalar (Moon et al., 2017).

No Brasil, os procedimentos de Oxigenoterapia Hiperbárica (OHB) foram regulamentados exclusivamente como modalidade terapêutica pela Resolução nº 1.457/95 e em 2002 a ANVISA, através da publicação da RDC n 50/2002, liberou a normatização das instalações dos serviços de medicina hiperbárica no Brasil, permitindo uma maior qualidade e segurança das unidades de medicina hiperbárica do país.

Conforme a Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica (SBMH, 2017), as câmaras de OHB podem ser monoplacé ou multiplacé. Em câmara multiplacé, comporta de forma simultânea, várias pessoas, inclusive o médico e/ou enfermeiro especializado. Já as câmaras monoplacé permitem a acomodação de apenas uma pessoa. A oxigenoterapia hiperbárica (OHB) é realizada pela inalação de 100% de oxigênio com pureza maior que 99%,

estando o paciente submetido a uma pressão maior que a atmosférica, no interior de uma câmara hiperbárica ou no ambiente hiperbárico.

Figura.1 Câmara Hiperbárica Monoplace



Fonte: Perry Baromedical (2025).

Figura.2 Câmara Hiperbárica Multiplace



Fonte: Seaway Diver (2025).

Figura.3 Câmara Hiperbárica Multiplace



Fonte: HAUX-LIFE-SUPPORT GmbH (2025).

A terapia hiperbárica brasileira é contemplada no SUS apenas para indicações específicas, como infecções graves e lesões por radiação, o que limita sua aplicação mais ampla no âmbito ocupacional. A principal vantagem na saúde ocupacional é a redução do tempo de afastamento dos trabalhadores, uma vez que a terapia melhora a resposta imunológica e reduz o risco de complicações. Isso representa economia tanto para os empregadores quanto para o sistema previdenciário, ao possibilitar um retorno mais rápido e seguro ao ambiente de trabalho. Diante da crescente demanda por segurança e saúde no trabalho, especialmente em setores como petróleo e gás, mineração e construção civil pesada, há um potencial significativo de expansão da medicina hiperbárica no Brasil (ABMH, 2023).

A partir deste contexto, questiona-se: Quais as atribuições da saúde ocupacional no ambiente hiperbárico?

O objetivo deste estudo é identificar as atribuições mediante a saúde ocupacional e o ambiente hiperbárico, sobre os principais trabalhos sob ar comprimido em ambientes onde o trabalhador é obrigado a suportar pressões maiores que a atmosférica.

## **2. MÉTODOS**

Esta revisão bibliográfica foi construída com atenção especial às fases de amostragem da literatura científica, realização de leitura e análise crítica e culminando na síntese integrativa do conhecimento científico pertinente à saúde ocupacional em ambientes hiperbáricos.

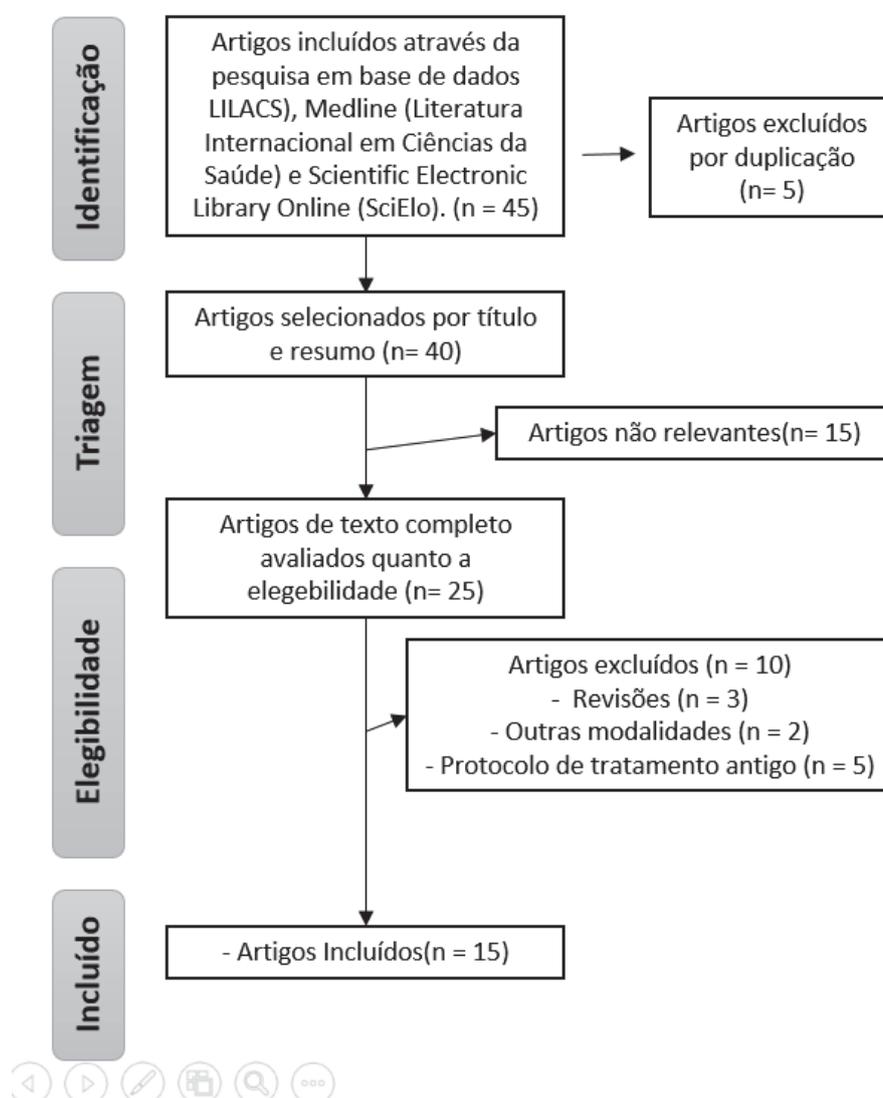
Os critérios para seleção da amostra foram estabelecidos da seguinte forma: artigos científicos e dissertações de mestrado publicados em português e inglês, de 2009 a 2024, acessíveis por meio da base de dados da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando os descritores em Ciências da Saúde (DECs) de Saúde do Trabalhador, Oxigenoterapia Hiperbárica, Câmara Hiperbárica e Mergulho. As bases de dados empregadas para essa seleção incluíram Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Medline (Literatura Internacional em Ciências da Saúde) e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Foram excluídos da consideração relatos de experiência e textos não científicos.

## **3. RESULTADOS**

### **3.1 Seleção dos estudos**

O processo de busca nas bases de dados selecionadas identificou 45 artigos sendo: PubMed (n=15), Bireme (n = 5) e Scielo (n=10) portal da Undersea and Hyperbaric Medical Society (n=5), Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica (n=2), LILACS (n=6), Medline (n=2). Um total de 5 artigos foram excluídos por duplicatas (n=5) ou baseado no título e resumo (n=15). Posteriormente, 25 estudos seguiram para avaliação quanto à elegibilidade, dos quais 10 artigos foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos, sendo: revisões (n=3), outras modalidades (n = 2), artigos antigos (n=5). Ao final do processo, um total de 15 artigos atenderam aos critérios de inclusão e foram incluídos na revisão. O fluxograma de seleção completo encontra-se na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma de seleção dos artigos



## 4. REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1 HISTÓRIA DO MERGULHO MUNDIAL E SURGIMENTO DAS CÂMARAS HIPERBÁRICAS

O surgimento do mergulho está intimamente ligado à necessidade e à aspiração da humanidade de realizar missões militares ou de resgate, obter sustento e ampliar os horizontes de conhecimento e alcance territorial por meio da exploração e investigação subaquáticas. No entanto, permanece indeterminado quando os humanos reconheceram pela primeira vez sua capacidade de prender a respiração e submergir (TATAUGA, 2021).

Registros históricos indicam que o mergulho profissional começou há mais de 5.000 anos, confinado principalmente a águas rasas (menos de 30 metros). Mergulhadores se envolveram na coleta de vários materiais comercialmente valiosos, incluindo alimentos, esponjas, corais e pérolas. Ao longo da antiguidade, mergulhadores participaram de empreendimentos militares, com suas missões padrão abrangendo o rompimento de amarras para deixar embarcações adversárias à deriva, perfurar buracos em cascos de navios, construir barreiras subaquáticas para proteger portos e até mesmo desmantelar as defesas de portos inimigos (TATAUGA, 2021).

À medida que os avanços progrediam, tornou-se evidente que três desafios tinham que ser enfrentados para aumentar a eficácia e a viabilidade econômica do mergulho em alto mar. Esses desafios incluíam narcose por nitrogênio, comumente chamada de embriaguez em alto mar, intoxicação por oxigênio e um período de decompressão prolongado. Os dois obstáculos iniciais foram mitigados por meio da implementação de misturas de gases artificiais. O terceiro desafio foi resolvido pela adoção da técnica de mergulho saturado, que exige que os mergulhadores permaneçam na pressão de trabalho por mais de doze horas e, posteriormente, conduzam uma única decompressão prolongada dentro de instalações hiperbáricas (TATAUGA, 2021).

Conforme observado por Tatauga (2021), em meados da década de 1930, houve um aumento do interesse na aplicação de ar comprimido para fins médicos na França. Em 1834, Junod construiu a câmara hiperbárica inaugural, que tinha como objetivo melhorar a circulação dentro dos órgãos internos, aumentar o fluxo sanguíneo para o cérebro e induzir uma sensação de bem-estar. Ao longo dos anos, mergulhadores têm apresentado sintomas como "reumatismo e resfriado", provavelmente associados à doença de decompressão.

De acordo com Kindwall (2017), *La Pression Barometricque*, um volume abrangente de 1000 páginas focado nos estudos fisiológicos das variações de pressão, foi publicado em 1878. O autor, Paul Bert, um cientista francês que sucedeu Claude Bernad na Sorbonne em Paris, ilustrou que a doença de decompressão surge da formação de bolhas de nitrogênio e propôs que a decompressão gradual poderia servir como uma medida preventiva contra essa condição. Além disso, ele demonstrou que a recompressão poderia aliviar os

sintomas experimentados pelos afetados. Essa teoria e sua validação empírica estabelecem um elo entre a observação de Boyle no século XVII, em que ele descomprimiu repentinamente uma víbora e notou bolhas de gás nos olhos da criatura, e os sintomas documentados de trabalhadores que utilizavam caixões pneumáticos durante o século XIX.

Cunningham suspeitou que as variações na pressão atmosférica associadas à altitude eram a causa dessa disparidade e levantou a hipótese de que o aumento da pressão além do nível normobárico poderia proporcionar vantagens terapêuticas ainda maiores. Ele obteve sucesso notável quando tratou um jovem colega afligido pela gripe, que estava à beira da morte devido à privação de oxigênio resultante da função pulmonar comprometida. Esse triunfo reforçou sua confiança e o levou a projetar uma câmara cilíndrica medindo aproximadamente 3 metros de diâmetro e 27 metros de comprimento, destinada ao uso no tratamento de vários problemas médicos.

O Dr. Osório Augusto de Almeida, professor e médico do Hospital das Clínicas de São Paulo, foi o pioneiro brasileiro a utilizar a câmara hiperbárica para fins terapêuticos, iniciando o uso experimental da oxigenoterapia hiperbárica para o tratamento de diversas condições médicas em meados da década de 1930 (KINDWALL, 2017).

Kindwall (2017) destaca que 1967 marcou o início da conscientização global sobre a HBO, levando ao estabelecimento da organização inaugural conhecida como "Sociedade Médica Submarina e Hiperbárica". Durante esta mesma década, a Marinha do Brasil iniciou a utilização de câmaras hiperbáricas para o tratamento de incidentes específicos de mergulho, além de outros casos médicos que necessitavam de terapia de descompressão.

Cerca de 2.500 centros de OHB em todo o mundo. O serviço hospitalar inaugural no Brasil foi estabelecido no Hospital Naval Marcílio Dias em 1986, sucedido pelo Hospital das Clínicas da UNICAMP em 1987, pelo Hospital das Clínicas da USP em 1993, em 1994 pelo Hospital Nove de Julho, pelo Centro Hospitalar Dom Silvério Gomes Pimenta em 1995 e, finalmente, no ano de 1996 pelo Hospital Albert Einstein em 1996 (HFA, 2012).

## 4.2 OXIGÊNIO E A FÍSICA DO MERGULHO

O ambiente hiperbárico é intrinsecamente conectado ao oxigênio e ao mergulho, exigindo uma compreensão abrangente da física do mergulho e dos princípios que regem as leis dos gases. Conforme descrito no manual HBOT, três fatores fundamentais, pressão, volume e temperatura, são inter-relacionados e governados pelo comportamento dos gases. Quando submetidos a pressões e temperaturas variáveis, esse comportamento pode ser elucidado por meio da teoria da energia cinética dos gases, que postula que: “A energia cinética de todos os gases, a uma dada temperatura, é a mesma” (LACERDA, 2009).

Conforme afirma Ferreira (2018, p. 506):

[...] Oxigênio (cs) Sm. químico 1. Um elemento identificado pelo número atômico 8 [símbolo: O]. V. Calcogênio. 2. A variante diatômica do oxigênio (1), que existe como um gás que compõe aproximadamente 21% da atmosfera, é incolor e insípido, possui reatividade química significativa e é vital para quase todas as formas de vida [forma: O<sub>2</sub>].

O oxigênio é transportado pela hemoglobina através da corrente sanguínea e difunde-se até chegar a uma organela citoplasmática conhecida como mitocôndria. Dentro dessa organela, o átomo de oxigênio sofre quebra, resultando na formação de água e dióxido de carbono por meio de um processo bioquímico denominado fosforilação oxidativa. Esse processo produz um composto de alta energia, adenosina trifosfato (ATP), que posteriormente serve como fonte de energia para várias atividades bioquímicas conduzidas pela célula (FERREIRA, 2018).

Conforme afirma Silva (2010), a Oxigenoterapia Hiperbárica é fundamentada nos princípios da Física do Mergulho, conforme descritos nas seguintes leis:

- Lei de Dalton – Conforme articulada pelo químico e físico inglês John Dalton: A pressão total produzida por uma mistura de gases é equivalente ao agregado das pressões parciais individuais de cada gás presente naquela mistura.

- A Lei de Henry, articulada em 1803 pelo químico inglês William Henry, descreve a relação entre a solubilidade dos gases e sua presença em líquidos. A quantidade de gás que pode ser dissolvida em um líquido a uma temperatura específica está diretamente relacionada à pressão exercida pelo gás sobre o líquido.
- A Lei de Boyle, articulada pelo cientista britânico Robert Boyle (1627-1691), famoso por suas contribuições à física e à química, afirma: "Se a temperatura for mantida constante, o volume de um gás mudará inversamente com a pressão absoluta".
- A Lei de Charles, frequentemente chamada de Lei de Gay-Lussac, diz respeito ao comportamento de gases ideais e afirma que "a pressão e o volume absolutos de um gás são diretamente proporcionais à sua temperatura absoluta".

Conforme observado por Caixeta (2003), a pressão atmosférica exercida sobre o corpo humano normalmente equivale a 1 ATM. Para cada dez metros de profundidade, a pressão experimentada por um corpo submerso aumenta em uma atmosfera adicional. Os tratamentos hiperbáricos ocorrem em pressões que variam de 2,5 a 3,0 ATA. Dentro desses cenários hiperbáricos, os efeitos físicos em nossos corpos são elucidados pelos princípios da física do mergulho, pelos quais os níveis de oxigênio em nosso sistema podem aumentar em até 1900% em comparação a um ambiente normobárico. Esse aumento substancial no oxigênio dissolvido nos tecidos corporais é o que explica os benefícios terapêuticos sistêmicos associados à HBOT.

#### 4.3 CONDIÇÕES DE TRABALHO EM AMBIENTES HIPERBÁRICOS E SAÚDE OCUPACIONAL

Ambientes hiperbáricos são definidos como espaços nos quais a pressão atmosférica é superior à pressão ao nível do mar. Esses ambientes podem ser naturais ou artificiais, e estão presentes em diversas atividades profissionais, como mergulho técnico, construção de túneis pressurizados e, mais recentemente, em procedimentos terapêuticos médicos, com destaque para o uso das câmaras hiperbáricas (SANTOS et al., 2020).

Do ponto de vista da saúde ocupacional, o trabalho em ambientes hiperbáricos é considerado uma atividade de risco, devido às alterações fisiológicas causadas pela alta pressão. Trabalhadores expostos a essas condições podem desenvolver barotraumas, doenças descompressivas, narcoses por nitrogênio e oxigênio, além de sintomas neuropsicológicos, como cefaleias, tonturas e, em casos graves, distúrbios neurológicos permanentes (SILVA; COSTA, 2019). Esses riscos tornam obrigatória a adoção de medidas preventivas e o monitoramento contínuo da saúde dos profissionais que atuam nesses ambientes.

A Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15), Anexo 6, do Ministério do Trabalho e Emprego, classifica o trabalho sob condições hiperbáricas como atividade insalubre em grau máximo, exigindo medidas técnicas e organizacionais específicas, incluindo treinamentos, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), programas de controle médico (PCMSO) e protocolos de compressão e descompressão (BRASIL, 2022).

Além dos aspectos físicos, o trabalho em ambiente hiperbárico impõe desafios psicossociais aos profissionais, como o confinamento prolongado, o trabalho sob pressão (literal e figurada) e a responsabilidade direta pela segurança do paciente durante os procedimentos. Por isso, o acompanhamento psicológico, a gestão adequada do tempo de exposição e o suporte técnico são componentes fundamentais da atuação da saúde ocupacional nesse contexto (FERREIRA et al., 2021).

Nesse cenário, a atuação da equipe de saúde ocupacional torna-se essencial, tanto na prevenção de agravos quanto na promoção da saúde dos trabalhadores. A vigilância à saúde deve incluir avaliações clínicas periódicas, exames específicos realizados por profissionais especializados e protocolos de triagem médica rigorosos para garantir que apenas profissionais aptos possam atuar sob tais condições

#### 4.4 SAÚDE OCUPACIONAL E CONDIÇÕES ERGONÔMICAS EM AMBIENTES HIPERBÁRICOS

A atuação em ambientes hiperbáricos envolve uma série de exigências físicas, cognitivas e emocionais que impactam diretamente na saúde e no

desempenho dos trabalhadores. Além dos riscos físicos já bem estabelecidos – Como barotraumas, doenças descompressivas e efeitos tóxicos de gases – há um importante componente relacionado à ergonomia que deve ser considerado no âmbito da saúde ocupacional.

Ergonomia, neste contexto, refere-se à adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, com o objetivo de promover segurança, conforto, eficiência e bem-estar (IIDA, 2005). No ambiente hiperbárico, no entanto, a aplicação dos princípios ergonômicos é desafiada por fatores como o espaço restrito das câmaras, a necessidade de utilização de equipamentos específicos, a exposição à pressão elevada e a comunicação limitada com o meio externo (FERREIRA et al., 2020).

- Aspectos Ergonômicos Físicos

As câmaras hiperbáricas, tanto monoplaces quanto multiplaces, são ambientes fechados, com dimensões reduzidas, ventilação controlada e pouca flexibilidade de movimentação. Isso pode resultar em posturas estáticas prolongadas, esforços repetitivos e desconforto musculoesquelético. Técnicos e enfermeiros hiperbáricos, por exemplo, frequentemente precisam permanecer por longos períodos observando pacientes ou manipulando instrumentos em posições limitadas, o que aumenta o risco de lesões osteomusculares (SILVA; MARTINS, 2021).

- Aspectos Cognitivos e Psicossociais

Trabalhar sob pressão física e psicológica, com responsabilidade direta sobre a vida de pacientes, pode gerar níveis elevados de estresse e ansiedade. A falta de janelas, a sensação de confinamento e a necessidade de controle preciso do tempo e das variações de pressão contribuem para a sobrecarga mental. A ergonomia cognitiva, nesse caso, deve considerar o desenho de painéis de controle intuitivos, iluminação adequada e sistemas de alarme e comunicação eficazes para diversos assuntos, seja por motivo de urgência ou emergência (SANTOS et al., 2019).

Figura.5 Painel de controle de Câmara Hiperbárica Monoplace.



Fonte: Perry Baromedical (2025).

Figura.6 e 7: Painéis de controle interno e externo de Câmara Hiperbárica Multiplace.



Fonte: HAUX-LIFE-SUPPORT GmbH (2025). Fonte: Hiperbárica Seaway Diver (2025).

- Ergonomia Organizacional

A organização do trabalho em ambientes hiperbáricos também precisa ser adaptada para evitar a fadiga. Isso inclui a definição de jornadas de trabalho adequadas, com períodos de recuperação e limitação de tempo de exposição pressurizada. Rotinas bem definidas, com pausas entre sessões e sistemas de

rodízio entre os profissionais, ajudam a reduzir o impacto físico e emocional dessas atividades (BRASIL, 2022).

Adicionalmente, é fundamental que os profissionais sejam submetidos a avaliações ergonômicas periódicas e façam parte de programas de promoção à saúde ocupacional. Tais medidas são coerentes com os preceitos das Normas Regulamentadoras, especialmente a NR-17, que trata especificamente da ergonomia, e a NR-15, que regula atividades insalubres, incluindo o trabalho sob condições hiperbáricas (MTE, 2022).

Portanto, o olhar ergonômico dentro da saúde ocupacional é essencial para preservar a saúde física e mental dos profissionais que atuam em ambientes hiperbáricos. A integração entre segurança do trabalho, medicina ocupacional e ergonomia permite não apenas o cumprimento legal das normas, mas também a valorização do trabalhador e a melhoria contínua dos processos envolvidos.

#### 4.5 CONDIÇÕES DE TRABALHO EM AMBIENTES HIPERBÁRICOS: HIGIENE DO TRABALHO

A higiene do trabalho constitui uma das principais disciplinas da saúde ocupacional e tem como objetivo a antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ambientais existentes no local de trabalho que possam comprometer a saúde dos trabalhadores (BRASIL, 1978; BRASIL, 2022). Em ambientes hiperbáricos, essa atuação é particularmente crítica, visto que os trabalhadores estão expostos a agentes físicos, químicos e psicofisiológicos em condições extremas de pressão.

- Agentes Físicos em Ambientes Hiperbáricos

O principal agente físico presente em ambientes hiperbáricos é a pressão atmosférica elevada. A exposição a essa condição pode levar a diversos efeitos adversos no organismo humano, como barotraumas (danos aos ouvidos, seios da face e pulmões), alterações cardiovasculares e doenças descompressivas (SANTOS et al., 2021). Além disso, o ruído gerado por compressores e equipamentos pressurizados é frequentemente elevado e contínuo, representando risco adicional à saúde auditiva dos profissionais.

Outro fator importante é a temperatura. Embora a maioria das câmaras hiperbáricas seja climatizada, o trabalho com trajes de mergulho ou equipamentos de proteção em ambientes confinados pode causar desconforto térmico, gerando estresse fisiológico.

- Agentes Químicos

Dependendo do tipo de aplicação hiperbárica, os trabalhadores podem estar expostos a gases medicinais, como oxigênio puro ou misturas específicas utilizadas em mergulho técnico (heliox, trimix), o que aumenta o risco de toxicidade por oxigênio e outros efeitos respiratórios. Em serviços de saúde, há também possibilidade de contato com produtos de limpeza hospitalar, desinfetantes e resíduos biológicos, especialmente durante a higienização da câmara hiperbárica (FERREIRA; DIAS, 2019).

A presença de oxigênio em concentrações elevadas também representa risco de combustão espontânea em materiais inadequados, o que exige o controle rigoroso de substâncias inflamáveis e a adoção de protocolos específicos de higiene ambiental.

- Riscos Biológicos

Nos serviços de saúde hiperbárica, especialmente aqueles que atendem pacientes com infecções crônicas, feridas abertas ou condições imunossuprimidas, o risco biológico é significativo. Os profissionais podem entrar em contato com sangue, fluidos corporais e microrganismos patogênicos. Por isso, é indispensável a adoção de protocolos de biossegurança, incluindo o uso de EPIs, assepsia rigorosa da câmara e descarte adequado de resíduos (ANVISA, 2023).

- Ações da Higiene Ocupacional

A higiene ocupacional nesses ambientes deve ser conduzida por uma equipe interdisciplinar capacitada, que realize um monitoramento ambiental de pressão, temperatura, umidade, ruído e gases; Avaliação da exposição ocupacional a agentes químicos e biológicos; Mapeamento de riscos com base em inspeções periódicas e análises técnicas; Implantação de controles de engenharia, como ventilação adequada, isolamento acústico e sistemas de alarme; Treinamentos específicos sobre riscos hiperbáricos, uso de EPIs e condutas de emergência.

Essas ações devem ser integradas aos programas obrigatórios de saúde ocupacional, como o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), garantindo que os trabalhadores estejam aptos para atuar sob condições hiperbáricas de forma segura.

- Importância do Controle Higiênico

O controle higiênico eficaz em ambientes hiperbáricos previne doenças ocupacionais, acidentes e agravos à saúde dos profissionais. A atuação preventiva da higiene do trabalho contribui para manter a segurança operacional, a qualidade do atendimento e a preservação da saúde física e mental dos envolvidos. Assim, a integração entre engenharia de segurança, medicina do trabalho e higiene ocupacional é essencial para garantir ambientes laborais saudáveis em condições hiperbáricas.

## **5. MEDICINA DO TRABALHO**

A Medicina do Trabalho tem papel fundamental na saúde de ambientes hiperbáricos, Silva (2010) afirma que é obrigatório que todos os empregadores e organizações que contratam trabalhadores, elaborem e executem o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) e o Programa de Controle de Saúde Ocupacional (PCMSO), que visa salvaguardar a saúde e o bem-estar dos empregados, antecipando, identificando, avaliando e, posteriormente, controlando quaisquer riscos ambientais presentes ou que possam surgir no local de trabalho.

No Brasil, o domínio da Saúde do Trabalhador representa um conjunto de práticas e conhecimentos originários da Saúde Pública. Seu objetivo é compreender e intervir na interação entre trabalho, saúde e doença. Esse desenvolvimento ocorre dentro de uma sociedade que passa por significativas transformações políticas, econômicas e sociais, visando enfrentar o sofrimento, o adoecimento e a mortalidade vivenciados por classes sociais e grupos engajados nos processos de produção (LACAZ, 2009).

Consequentemente, um campo em desenvolvimento permanece evidente, caracterizado pelo exame da Saúde Ocupacional. Isso envolve integrar práticas e insights da prática clínica, medicina preventiva e epidemiologia

tradicional, ao mesmo tempo em que considera a história natural das doenças para avaliar doenças e acidentes ocupacionais. O objetivo é prevenir tais ocorrências e estabelecer protocolos institucionais e nacionais para mitigar essas lesões (MENDES, 2016).

É essencial que a avaliação e o gerenciamento da saúde de indivíduos empregados em ambientes hiperbáricos sejam conduzidos por profissionais qualificados e com experiência nessa área específica.

## 5.1 EXAMES MÉDICOS OBRIGATÓRIOS EM AMBIENTES HIPERBÁRICOS

Conforme Anexo IV da NR-07/2022, determinam passarem por uma inspeção de saúde em ambiente pressurizado. Especificamente, os exames médicos devem ser realizados de acordo com as normas descritas neste subitem para o controle médico ocupacional de exposição a condições hiperbáricas.

## 5.2 TRABALHADOR NA CONSTRUÇÃO CIVIL EXPOSTO A CONDIÇÕES HIPERBÁRICAS E GUIAS INTERNOS DE CÂMARAS HIPERBÁRICAS MULTIPLACE

É obrigatória a realização de exames por médicos qualificados, dentro dos padrões estabelecidos neste Anexo para o exercício de atividade sob pressão atmosférica elevada (pressão hiperbárica). O atestado de aptidão terá validade por 6 (seis) meses.

O trabalhador não pode sofrer mais que uma compressão num período de 24 (vinte e quatro) horas, também não pode ser exposto à pressão superior a 4,4 ATA, exceto em caso de emergência, sob supervisão direta do médico qualificado.

A duração do período de trabalho sob ar comprimido não pode ser superior a 8 (oito) horas, em pressões de trabalho de 1,0 a 2,0 ATA; a 6 (seis) horas, em pressões de trabalho de 2,1 a 3,5 ATA; e a 4 (quatro) horas, em pressão de trabalho de 3,6 a 4,4 ATA. Após a descompressão, os trabalhadores devem ser obrigados a permanecer, no mínimo, por 2(duas) horas, no canteiro de obra, cumprindo um período de observação médica.

Devem ser realizados os seguintes exames complementares quando da realização do admissional e periódico, para trabalho em condições hiperbáricas:

- a) Radiografia de tórax em visão anteroposterior e de perfil: admissional e anual;
- b) Eletrocardiograma: admissional e anual;
- c) Hemograma completo: admissional e anual;
- d) Grupo sanguíneo e fator RH: apenas admissional;
- e) Dosagem de glicose sanguínea: admissional e anual;
- f) Radiografia bilateral das articulações escapuloumerais, coxofemorais e de joelhos: admissional e bienal;
- g) Audiometria: admissional, seis meses após o início da atividade, e, a seguir, anualmente;
- h) Eletroencefalograma: apenas admissional;
- i) Espirometria: admissional e bienal.

A critério médico, outros exames complementares poderão ser solicitados a qualquer tempo ou de acordo com as condições de saúde do trabalhador em afastamento do trabalho até ou superior a 15 dias, o profissional deve comparecer para avaliação médica especializada e dependendo da necessidade, um novo Atestado de Saúde Ocupacional deve ser emitido.

### 5.3 MERGULHADORES PROFISSIONAIS

Para mergulho profissional, as atividades devem ser acompanhadas e orientadas por médico qualificado com conhecimento de fisiologia de mergulho, escolha de misturas gasosas, diagnóstico e tratamento de doenças e acidentes ligados ao mergulho. Todos os mergulhos devem ser registrados, incluindo a identificação dos mergulhadores participantes e os dados técnicos de pressões, tempos e composição do gás respirado.

Os exames médicos ocupacionais dos empregados em mergulho profissional devem ser realizados:

- a) Por ocasião da admissão;
- b) A cada 6 (seis) meses, para todo o pessoal em efetiva atividade de mergulho;

- c) Após acidente ocorrido no desempenho de atividade de mergulho ou doença grave; em situações especiais outros exames podem ser solicitados a critério médico.
- d) Radiografia de tórax em visão anteroposterior e de perfil: admissional e anual;
- e) Eletrocardiograma ou teste ergométrico de esforço, a critério médico: anual;
- f) ecocardiograma: apenas admissional;
- g) Teste ergométrico de esforço: admissional;
- h) Hemograma completo: admissional e anual;
- i) Grupo sanguíneo e fator RH: apenas admissional;
- j) Dosagem de glicose sanguínea: admissional e anual;
- k) Radiografia bilateral das articulações escapuloumerais, coxofemorais e de joelhos: admissional e bienal, que poderão ser substituídos, a critério médico, por Ressonância Nuclear Magnética ou Tomografia Computadorizada;
- l) Audiometria: admissional, seis meses após o início da atividade e, a seguir, anualmente;
- m) Eletroencefalograma: admissional;
- n) Espirometria: admissional e bienal;
- o) Acuidade visual: admissional e anual.

A critério médico, outros exames complementares e pareceres de outros profissionais de saúde podem ser solicitados a qualquer tempo.

O empregador em suas atividades em ambientes hiperbáricos deve garantir a disponibilidade no local de trabalho de recursos médicos, câmara hiperbárica para tratamento de urgência e emergência, oxigênio medicinal de superfície, profissionais para os primeiros socorros em casos de acidentes ou eventos que comprometam a saúde dos trabalhadores na frente de trabalho. Outro fator de importância, acaba não sendo permitido à organização submeter o empregado a voos ou elevações acima de 700 metros nas 24 horas que sucederem um trabalho hiperbárico e 48 horas para o trabalho de mergulho saturado.

As principais complicações e efeitos colaterais associados à terapia de oxigênio hiperbárico (OHB) surgem da Lei de Boyle, que se torna evidente durante a compressão (o aumento da pressão dentro da câmara hiperbárica) e a descompressão. A complicação mais comum experimentada durante as sessões de OHB é o barotrauma do ouvido médio. Essa condição ocorre durante a fase de compressão, quando a pressão no ouvido médio não é equalizada pela tuba auditiva. A principal causa desse problema é a congestão da tuba auditiva, geralmente resultante de doenças semelhantes à gripe.

A Embolia Gasosa Arterial representa a principal complicação encontrada em pacientes portadores de doença pulmonar que retêm ar dentro dos alvéolos devido à obstrução brônquica. Esta complicação está entre as mais graves que podem surgir durante o tratamento hiperbárico, manifestando-se na conclusão do procedimento, especificamente durante a fase de descompressão, quando o paciente não consegue exalar o ar contido nos pulmões. De acordo com a lei de Boyle, uma redução na pressão dentro da câmara resulta em expansão do gás; assim, se o ar não for expelido, pode ocorrer ruptura pulmonar, permitindo que o ar entre na circulação arterial.

A doença de descompressão (DD) ocorre durante a fase de descompressão, pois as bolhas migram dos tecidos para os pulmões, retornando ao seu tamanho original antes de serem expelidas do corpo. O principal problema surge da descompressão inadequada, muitas vezes devido ao desrespeito aos protocolos estabelecidos, o que pode induzir supersaturação de nitrogênio/N<sub>2</sub> e elevar a probabilidade de desenvolvimento de DD. É importante observar que este risco está presente apenas quando o ar é inalado; A DCS não representa uma preocupação quando o oxigênio é inalado.

O objetivo do desenvolvimento das tabelas de descompressão foi evitar atingir pontos críticos e mitigar a supersaturação de nitrogênio (N<sub>2</sub>) no corpo, diminuindo assim o risco de doença de descompressão (DCS) e outras deficiências (LACERDA, 2009).

Várias patologias estão diretamente associadas ao trabalho em condições hiperbáricas, uma delas é o barotrauma. Essa condição se refere aos efeitos patológicos que surgem devido às flutuações na pressão dentro do corpo. Quando um indivíduo experimenta uma mudança na pressão ambiente, áreas sensíveis como os pulmões e os ouvidos, que contêm cavidades cheias de ar,

são particularmente afetadas. Em ambientes pressurizados, a Lei de Boyle é violada, que afirma que o volume de um gás é inversamente relacionado à pressão. Muitos indivíduos provavelmente já encontraram esses efeitos, por exemplo, ao descer uma montanha ou mergulhar em uma piscina; a sensação de ouvidos "entupidos" indica um aumento na pressão exercida sobre o corpo.

O barotrauma do ouvido médio ocorre dentro do canal auditivo, especificamente na área conhecida como ouvido médio, que está localizada logo atrás do tímpano. Esta região funciona como uma câmara sonora e é preenchida com ar, permitindo que o tímpano vibre. Devido à sua natureza cheia de ar, o ouvido médio é suscetível a flutuações de pressão. À medida que o mergulhador desce, a pressão crescente da água força o tímpano para dentro, resultando em desconforto. Se o mergulhador não tomar as medidas adequadas, o tímpano pode se romper, levando ao barotrauma do ouvido médio (SILVA, 2010).

Para evitar tal incidente, os mergulhadores geralmente utilizam a manobra de Valsalva, nomeada em homenagem ao fisiologista italiano que a descreveu pela primeira vez. Esta técnica envolve apertar o nariz com dois dedos, manter a boca fechada e expirar suavemente. Esta ação faz com que o ar viaje através da trompa de Eustáquio, uma passagem anatômica que conecta o ouvido à garganta, para o ouvido médio, enchendo assim a cavidade e equalizando a pressão interna com a do ambiente externo. Os sintomas comuns associados a essa condição incluem sensação de plenitude no ouvido e dor (SILVA, 2010).

Barotrauma pulmonar refere-se a uma lesão que pode ser fatal se associada a práticas insuficientes de mergulho. Em condições hiperbáricas, ocorrem alterações na composição gasosa dos pulmões, além de alterações que afetam os ouvidos e outros espaços corporais que contêm ar. Por exemplo, com oxigênio, o aumento da pressão dentro dos pulmões resulta em uma maior taxa de absorção na corrente sanguínea e uma maior dissolução nos vários fluidos corporais. O tecido pulmonar, que é altamente elástico, contém um volume substancial de ar dentro dos sacos alveolares. Quando submetidos à pressão, os pulmões ficam comprimidos. Se um indivíduo retém a respiração (apneia) enquanto experimenta pressão excessiva, isso pode levar a lesões pulmonares, definindo assim o barotrauma pulmonar.

A embolia gasosa traumática ocorre como consequência da hiperdistensão alveolar, que resulta de um aumento na pressão intrapulmonar,

e é comumente associada a incidentes de subida. Essa condição surge essencialmente quando um mergulhador sobe à superfície enquanto prende a respiração ou com a glote fechada. Ao utilizar equipamento de mergulho ou durante operações de câmara hiperbárica, é crucial inalar ar a uma pressão que corresponda ao ambiente circundante, garantindo assim que a cavidade torácica e os pulmões possam funcionar adequadamente contra a pressão exercida pela água ou ar comprimido no peito. Não fazer isso pode levar à ruptura dos alvéolos, permitindo que o ar se infiltre no espaço pleural. Essa infiltração pode resultar em colapso pulmonar (pneumotórax) e também pode permitir que o ar entre na membrana que envolve o coração (pneumomediastino), bem como abaixo da pele do tórax e pescoço (enfisema subcutâneo). Esse incidente grave é conhecido como embolia gasosa traumática (SILVA, 2010).

É de suma importância o médico do trabalho em conjunto com médico especializado em medicina hiperbárica realizar acompanhamento ao profissional de ambiente hiperbárico e estar em concordância quanto as contraindicações de trabalho sob ar comprimido.

Conforme declarado pela Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica (2017), as contraindicações para HBOT são relativamente limitadas. No entanto, certas condições são classificadas como contraindicações absolutas ou relativas para a oxigenoterapia hiperbárica.

Contraindicações absolutas incluem pneumotórax não tratado, administração de agentes quimioterápicos como bleomicina, sulfametoxazol, adriamicina, dissulfiram e cisplatina, bem como gravidez. Contraindicações relativas abrangem infecções do trato respiratório superior, histórico de convulsões, enfisema pulmonar com retenção de CO<sub>2</sub>, febre alta, cirurgia torácica recente não drenada, cirurgia para otosclerose, esferocitose congênita, miopia e catarata e claustrofobia (SBMH, 2017).

## **6. CONCLUSÃO**

A presente revisão teve como objetivo identificar as atribuições da saúde ocupacional em ambientes hiperbáricos, com ênfase nas atividades desenvolvidas sob ar comprimido, que expõem os trabalhadores a pressões

superiores à atmosférica. A partir da análise da literatura, ficou evidente que a atuação nesse contexto exige conhecimento técnico especializado, abrangendo fisiologia hiperbárica, medicina do trabalho, ergonomia e higiene ocupacional, além da observância rigorosa das normativas nacionais e internacionais de segurança.

A origem da medicina hiperbárica remonta ao século XIX, inicialmente voltada à exploração subaquática e à engenharia pesada, evoluindo até alcançar aplicações terapêuticas, como a oxigenoterapia hiperbárica (OHB). Atualmente, essa especialidade apresenta grande relevância na reabilitação de trabalhadores e na mitigação de complicações decorrentes da exposição a ambientes pressurizados, especialmente em setores como mergulho profissional, mineração e indústria petrolífera.

A atuação em ambientes hiperbáricos representa um desafio significativo para a saúde e segurança dos trabalhadores, exigindo uma abordagem multidisciplinar que integre ergonomia, higiene ocupacional e medicina do trabalho. As condições extremas de pressão, confinamento e exposição a agentes físicos, químicos e biológicos tornam indispensável a adoção de medidas preventivas e protocolos específicos para garantir a integridade física e mental dos profissionais envolvidos.

A análise ergonômica das atividades em câmaras hiperbáricas evidenciou a necessidade de adequações no ambiente físico e nas rotinas laborais. A ergonomia física, cognitiva e organizacional, quando aplicada de forma integrada, contribui para minimizar riscos de distúrbios osteomusculares, sobrecarga mental e fadiga, promovendo maior bem-estar e desempenho funcional.

No campo da higiene do trabalho, destacam-se a identificação e o controle dos riscos ambientais como estratégias fundamentais na prevenção de agravos à saúde. A presença de pressão elevada, ruído, agentes químicos e biológicos exige a implementação de sistemas de ventilação adequados, monitoramento ambiental constante e treinamentos especializados.

A medicina do trabalho, por sua vez, desempenha papel essencial na vigilância da saúde dos trabalhadores expostos a ambientes hiperbáricos. Exames médicos periódicos, identificação de contraindicações clínicas e acompanhamento dos efeitos da OHB são responsabilidades que requerem

atuação conjunta entre médicos do trabalho e especialistas em medicina hiperbárica.

A partir deste estudo, conclui-se que a promoção da saúde ocupacional em ambientes hiperbáricos demanda uma atuação integrada, contínua e baseada em evidências. O cumprimento das Normas Regulamentadoras vigentes, o investimento em capacitação técnica e a valorização dos trabalhadores são pilares indispensáveis para garantir ambientes laborais mais seguros, saudáveis e produtivos.

## **Bibliografias**

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Boas práticas para funcionamento de serviços de saúde**. Brasília, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA HIPERBÁRICA (ABMH). **A medicina hiperbárica no Brasil: perspectivas e desafios atuais**. São Paulo, 2023.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Resolução RDC n.º 50, de 21 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 20 mar. 2002.

BRASIL. Conselho Federal de Medicina (CFM). **Resolução nº 1.457/1995**. Define e disciplina a Oxigenoterapia Hiperbárica como modalidade terapêutica médica. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 11 dez. 1995.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **Norma Regulamentadora NR-17 – Ergonomia**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras-nr/nr-17>. Acesso em: 22 jun. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e Operações Insalubres. Anexo 6 – Trabalho sob condições hiperbáricas.** Brasília: MTP, 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Norma Regulamentadora nº 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Anexo IV – Atividades hiperbáricas. Brasília: MTP, 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Portaria nº 1.706, de 08 de julho de 2022. Aprova o **Anexo IV da Norma Regulamentadora nº 07 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO).** *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 11 jul. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-1.706-de-8-de-julho-de-2022-415373840>. Acesso em: 22 jun. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. **NR 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA).** *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 30 jun. 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras-nr/nr-09>. Acesso em: 22 jun. 2025.

BRASIL. Marinha do Brasil, Hospital das Forças Armadas. **HFA Manual de Oxigenoterapia Hiperbárica.** 1 edição. Distrito Federal: Marinha do Brasil, 2012.

CAIXETA, R. T. **Fisiologia do mergulho e oxigenoterapia hiperbárica.** Belo Horizonte: UFMG, 2003.

FERREIRA, L. R.; DIAS, M. F. **Riscos ocupacionais em ambientes hiperbáricos:** revisão integrativa. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 1–12, 2019.

FERREIRA, L. R.; et al. **Ergonomia aplicada a ambientes hiperbáricos:** revisão de literatura. *Revista Brasileira de Ergonomia Aplicada*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 89–100, 2020.

FERREIRA, L. R.; et al. **Saúde ocupacional e riscos psicossociais em ambientes hiperbáricos**. Revista Brasileira de Saúde no Trabalho, Brasília, v. 12, n. 1, p. 77–91, 2021.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KINDWALL, E. P. **Hyperbaric medicine practice**. 3. ed. Flagstaff: Best Publishing Company, 2017.

LACAZ, F. A. C. **Saúde do trabalhador: um estudo sobre as formações discursivas da academia, dos serviços e do movimento sindical**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 25, n. 4, p. 861–866, 2009.

LACERDA, D. S. **Manual de oxigenoterapia hiperbárica**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2009.

MENDES, R. **Patologias do trabalho**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2016.

MOON, R. E.; DE BOISBLANC, B. P.; DEREMEE, R. A. **Hyperbaric oxygen therapy**. In: *Textbook of Critical Care*. 7. ed. Philadelphia: Elsevier, 2017. p. 889–900.

SANTOS, Carla; ALMEIDA, Rafael; PEREIRA, Luciana. **Ergonomia cognitiva e psicossocial em ambientes hiperbáricos: avaliação de riscos e recomendações**. Journal of Occupational Health Psychology, v. 24, n. 1, p. 45–58, 2019.

SANTOS, M. R.; MARTINS, F. L. **Aspectos ergonômicos no trabalho em câmaras hiperbáricas**. Revista Brasileira de Ergonomia e Saúde Ocupacional, v. 13, n. 3, p. 45–56, 2021.

SANTOS, M. R.; et al. **Agentes físicos e riscos auditivos em unidades de oxigenoterapia hiperbárica**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, v. 45, e17, p. 1–9, 2021.

SANTOS, M. R.; et al. **Pressão, risco e saúde: desafios da atuação ocupacional em ambientes hiperbáricos**. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, Brasília, v. 18, n. 2, p. 128–134, 2020.

SBMH – Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica. **Manual técnico de segurança e operação em medicina hiperbárica**. São Paulo, 2017.

SILVA, J. A. **Física do mergulho aplicada à medicina hiperbárica**. Salvador: EDUFBA, 2010.

SILVA, J. A.; COSTA, D. R. **Riscos ocupacionais em ambientes hiperbáricos: análise crítica**. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, Brasília, v. 17, n. 1, p. 38–45, 2019.

SILVA, João; MARTINS, Ana. **Aspectos ergonômicos na operação de câmaras hiperbáricas: riscos musculoesqueléticos e estratégias preventivas**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 46, n. 2, p. 123-134, 2021.

TATAUGA, A. M. **História do mergulho e das câmaras hiperbáricas: uma análise histórica e técnica**. 2021. Dissertação (Mestrado em Medicina do Esporte e do Exercício) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2021.

TATAUGA, Ale. **A História do Mergulho**. Primavera, Campinas – SP, 13087-420, atualizado em 27 de Junho de 2024.