

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO HOSPITALAR E DE SAÚDE

FÁBIO COSTA SOUZA

CENTRO DE MEDICINA HIPERBÁRICA: UMA PROPOSTA PARA A SAÚDE DO
RIO GRANDE DO NORTE

NATAL/RN
2013

FÁBIO COSTA SOUZA

**CENTRO DE MEDICINA HIPERBÁRICA: UMA PROPOSTA PARA A SAÚDE DO
RIO GRANDE DO NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro Universitário do Rio Grande do Norte,
como requisito final para obtenção do título de
Especialista em Gestão Hospitalar e de Saúde.

Orientadora: Prof^a. Ms. Isabel Cristina
Pansiera Marques.

NATAL/RN
2013

Catálogo na Publicação – Biblioteca do UNI-RN
Setor de Processos Técnicos

Souza, Fábio Costa.

Centro de medicina hiperbárica : uma proposta para a saúde do Rio Grande do Norte. / Fábio Costa Souza. – Natal, 2013.
64 f.

Orientadora: Prof. Ms. Isabel Cristina Pansiera Marques.

Monografia (Pós-Graduação em Gestão Hospitalar e de Saúde) –
Centro Universitário do Rio Grande do Norte.

1. Medicina – Monografia. 2. Oxigenoterapia – Monografia. 3. Câmara Hiperbárica – Monografia. I. Marques, Isabel Cristina Pansiera. II. Título.

RN/UNI-RN/BC

CDU 615.89

FÁBIO COSTA SOUZA

**CENTRO DE MEDICINA HIPERBÁRICA: UMA PROPOSTA PARA A SAÚDE DO
RIO GRANDE DO NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro Universitário do Rio Grande do
Norte, como requisito final para obtenção do
título de Especialista em Gestão Hospitalar e
de Saúde.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Isabel Cristina Pansiera Marques, M^a
Orientadora

Dedico esse trabalho aos pescadores de lagosta, que labutam no seu cotidiano em uma atividade de risco, sem segurança, praticando um mergulho perigoso, em condições insalubres e correndo risco de morrer em busca do sustento de sua família.

AGRADECIMENTOS

À professora Isabel Cristina Pansiera Marques, pela significativa contribuição na formatação, elaboração e orientação na condução do presente trabalho.

Ao CMG (Md) Sérgio de Souza Mendes pelas valiosas informações difundidas no que tange o conhecimento da Medicina Hiperbárica.

Aos mergulhadores profissionais da Marinha do Brasil que atuam no paiol de mergulho do Grupamento de Patrulha Naval do Nordeste pelos ensinamentos e atendimentos prestados a sociedade por ocasião de acidentes de mergulho.

A Larissa, Rafael, Lucas e Felipe, por existirem.

RESUMO

A história da medicina hiperbárica apresentou seu desenvolvimento associado com as atividades de mergulho e ao longo do tempo apresentou diversas fases de aceitação e aplicação. O conhecimento da fisiologia e fisiopatologia do mergulho contribui sobremaneira para a solidificação e aplicação deste método terapêutico, principalmente no que tange a resposta inicial resultante da isquemia e reperfusão associada a quimiotaxias dos macrófagos, tendo como resultado uma adequação celular e assim os tecidos são beneficiados com resultados satisfatórios no processo de cicatrização das feridas. A implantação de um serviço pioneiro em oxigenoterapia hiperbárica em câmara hiperbárica multipacientes no Rio Grande do Norte é uma proposta importante para garantir a prestação de atendimento adequado para a sociedade e tem como objetivo reduzir os custos com a saúde, através da diminuição do número de intervenções cirúrgicas, da quantidade de ciclo de antibióticos e do número de dias de internação, garantindo pronto atendimento para as patologias agudas, como as doenças descompressivas, o grande queimado e as intoxicações por monóxido de carbono, e o tratamento adjuvante para as doenças crônicas vasculares e infecciosas. A câmara hiperbárica multipacientes é um equipamento médico conhecido como vaso de pressão a ar comprimido destinado a administração de oxigênio puro aos pacientes através de máscaras. A captação de clientes internos e externos é fundamental para o sucesso do projeto.

Palavras-chave: Medicina. Oxigenoterapia. Câmara Hiperbárica.

ABSTRACT

A history of hyperbaric medicine presented its development activities associated with diving and over time showed various stages of acceptance and application. Knowledge of the physiology and pathophysiology of diving contributes greatly to the solidification and application of this therapeutic method, especially regarding the initial response resulting from ischemia and reperfusion associated with quimiotaxias of macrophages, resulting in an adjustment cell tissues and thus benefit from satisfactory results in the healing process of wounds. The deployment of an innovative service in hyperbaric oxygen therapy in a hyperbaric chamber multipacientes in Rio Grande do Norte is an important proposal to ensure the provision of adequate care for society and aims to reduce health care costs by decreasing the number of interventions surgery, the amount of cycle of antibiotics and the number of days of hospitalization, ensuring prompt attention for acute conditions such as decompression illness, the major burn and poisoning by carbon monoxide, and adjuvant treatment for chronic vascular and infectious . The hyperbaric chamber multipacientes is a medical device known as a pressure vessel for compressed air administering pure oxygen through masks to patients. The capture of internal and external customers is critical to project success.

Keywords: Medicine. Oxygen therapy. Hyperbaric chamber.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Modelo de câmara hiperbárica, visão externa.....	24
Figura 2 -	Modelo de câmara hiperbárica, visão interna.....	24
Figura 3 -	Analizador portátil de Oxigênio.....	25
Figura 4 -	Células de Oxigênio - Transdutor eletroquímico para sensoramento de oxigênio.....	25
Figura 5 -	Analizador de Oxigênio para painel.....	25
Figura 6 -	Monitor portátil de dióxido de carbono.....	26
Figura 7 -	Profundímetros - Tubo Bourbon tipo helicoidal.....	26
Figura 8 -	Manômetros com caixa de aço-carbono: para processos onde são requeridos maior precisão, leitura e melhor repetibilidade.....	26
Figura 9 -	Controlador digital de temperatura e umidade com comunicação serial.....	27
Figura 10-	Termostato digital para controle de aquecimento e refrigeração.....	27
Figura 11-	Controlador digital de pressão.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Classificação de gravidade da Universidade de São Paulo. Escala “USP” de gravidade e avaliação para tratamento com OHB.....	36
Tabela 2 -	Indicações de OHB conforme Resolução CFM 1.457/95 e classificação de gravidade da USP.....	37
Tabela 3 -	Sinais e sintomas que devem alertar o médico perante um paciente com história de exposição ao monóxido de carbono.....	42
Tabela 4 -	Estimativa de despesas mensais com pessoal.....	56
Tabela 5 -	Orçamento para implantação do projeto.....	57
Tabela 6 -	Despesas mensais diversas.....	57
Tabela 7 -	Previsão de despesa com oxigênio.....	58
Tabela 8 -	Simulação de faturamento mensal por tipo de convênio....	58
Tabela 9 -	Análise de Resultado.....	58
Tabela 10-	Previsão de receitas.....	59
Tabela 11-	Previsão de despesas e gastos globais.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS

SBMH	- Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica
ANS	- Agência Nacional de Saúde
CFM	- Conselho Federal de Medicina
DOU	- Diário Oficial da União
CBHPM	- Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos
ANVISA	- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
VPOH	- Vasos de Pressão para Ocupação Humana
CBO	- Classificação Brasileira de Ocupação
ATA	- Atmosfera
UHMS	- <i>Undersea e Hyperbaric Medicine Society</i>
UCO	- Unidade de Custo Operacional
ATM ABS	- Atmosferas absolutas
USP	- Universidade de São Paulo
PMN	- Polimorfonucleares
ROI	- <i>Return Over Investment</i>
SEMURB	- Secretaria Municipal de Urbanismo de Natal
LTDA	- Limitada
O₂	- Oxigênio
TV	- Televisão
CO₂	- Gás Carbônico
SAMU	- Serviço de Atendimento Médico de Urgência
SUS	- Sistema Único de Saúde
COVISA	- Coordenadoria de Vigilância Sanitária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	CONTEXTO E COLOCAÇÃO DO PROBLEMA.....	12
1.2	CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO E SEU AMBIENTE.....	13
1.3	OBJETIVOS.....	13
1.3.1	Objetivo Geral.....	14
1.3.2	Objetivos Específicos.....	14
1.4	JUSTIFICATIVA.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	HISTÓRICO.....	16
2.2	LEGISLAÇÃO.....	19
2.2.1	Resolução C.F.M. Nº 1.457 / 95.....	21
2.2.2	Remuneração dos Procedimentos.....	22
2.3	CÂMARA HIPERBÁRICA MULTIPACIENTES OU “MULTIPLACE”.....	23
2.3.1	Definição.....	23
2.3.2	Equipamentos.....	23
2.3.3	Câmara Hiperbárica.....	28
2.3.4	Casa de Máquinas.....	29
2.4	FISIOLOGIA E FISIOPATOLOGIA DO MERGULHO.....	30
2.4.1	Respiração.....	30
2.4.2	Efeito dos gases sobre o organismo.....	31
2.4.3	Doença da Descompressão.....	32
2.4.4	Embolia Gasosa.....	33
2.5	OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA.....	33
2.5.1	Efeitos Sistêmicos.....	34
2.5.2	Indicações.....	35
2.5.3	Contra Indicações, efeitos adversos e complicações.....	38
2.5.4	Orientações terapêuticas.....	38
2.5.5	Aplicações da oxigenoterapia hiperbárica.....	39
2.5.5.1	Lesões por isquemia e reperfusão.....	39
2.5.5.2	Doenças infecciosas e traumáticas.....	40
2.5.5.3	Lesões crônicas.....	40
2.5.5.4	Grande queimado e intoxicação por monóxido de carbono.....	41

2.6 INSTALAÇÕES FÍSICAS.....	42
2.6.1 Ambientes de apoio.....	43
2.6.2 Especificações técnicas da câmara multipacientes.....	43
2.7 RECURSOS HUMANOS.....	47
2.7.1 Médico hiperbárico.....	48
2.7.2 Enfermeiro hiperbárico.....	48
2.7.3 Administrador.....	49
2.7.4 Técnicos de enfermagem.....	49
2.7.5 Mergulhadores.....	49
2.7.6 Pessoal de apoio.....	50
3 METODOLOGIA	51
3.1 TIPO DE PESQUISA	51
3.2 COLETAS DE DADOS.....	51
3.3 PROJETO DE INTERVENÇÃO: CENTRO DE MEDICINA HIPERBÁRICA: UMA PROPOSTA PARA A SAÚDE DO RIO GRANDE DO NORTE.....	54
3.3.1 Estrutura física necessária.....	54
3.3.2 Estrutura de Pessoal.....	55
3.3.3 Máquinas e equipamentos	56
3.3.4 Estimativa de custos para a implantação do Projeto.....	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
5 CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

O Centro de Medicina Hiperbárica do Rio Grande do Norte é uma proposta para implantação de um serviço médico pioneiro em nosso Estado. A contextualização e colocação do problema, a caracterização da organização e ambiente e os objetivos fazem parte da introdução do presente trabalho.

1.1 CONTEXTO E COLOCAÇÃO DO PROBLEMA

O estado do Rio Grande do Norte dispõe de uma extensa faixa litorânea, com cerca de 410 Km, atrativo natural para duas atividades econômicas importantes para a economia da região, a pesca e o turismo. A exploração econômica da pesca, notadamente, a pesca ilegal da lagosta e o potencial turístico do litoral potiguar, destacam as atividades de mergulho, assim como os seus riscos. A medicina hiperbárica é uma área de atuação médica que se dedica ao estudo, à prevenção e ao tratamento das doenças e lesões decorrentes do mergulho e do trabalho em ambientes pressurizados. A Marinha do Brasil dispõe de uma câmara hiperbárica lotada no Grupamento de Patrulha Naval do Nordeste, localizada no paiol de mergulho da Base Naval de Natal, que tem por finalidade apoiar as atividades de mergulho militares da área de abrangência do Comando do Terceiro Distrito Naval e o tratamento dos pacientes acometidos por doenças descompressivas.

A câmara hiperbárica traz muitos benefícios no tratamento das patologias vasculares, infecciosas graves, cicatrização de feridas operatórias e pé diabético. A oxigenoterapia hiperbárica é um tratamento médico em que o paciente localiza-se no interior de uma câmara pressurizada respirando oxigênio com um grau de pureza próximo de 100%, em condições de pressão superiores a pressão atmosférica (Diretrizes de Segurança, Qualidade e Ética da Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica, 2012 – 2013).

O Rio Grande do Norte não dispõe de um serviço que ofereça uma câmara hiperbárica confortável, com temperatura agradável, poltronas adequadas, iluminação satisfatória para leitura, com monitoramento interno realizado por enfermeiro hiperbárico e externo por médico hiperbárico e mergulhadores, onde os pacientes respiraram oxigênio a 100% puro através de máscaras apropriadas.

O presente trabalho apresenta uma proposta de implantação de um centro de medicina hiperbárica para o Rio Grande do Norte, com instalação de uma câmara hiperbárica “*multiplace*”, com base no manual de Diretrizes de Segurança e Qualidade da Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica (SBMH).

Os fatores e situações importantes e significativas para despertar nosso interesse neste projeto foram: a Resolução nº 1.457/95 do Conselho Federal de Medicina, a introdução da medicina hiperbárica no rol de procedimentos e eventos em saúde e a inclusão do tratamento do pé diabético com Oxigenoterapia Hiperbárica (OHB) no rol de cobertura básica para os planos de saúde pela Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS).

1.2 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO E SEU AMBIENTE

O projeto de implantação do primeiro centro de medicina hiperbárica do Rio Grande do Norte surgiu da necessidade de instalação de uma unidade especializada para a realização de oxigenoterapia hiperbárica, visando atender a múltiplos pacientes e atuar como sobreaviso para tratamento de acidentados de mergulho em todo o Estado.

Na cidade de Natal está disponibilizada uma câmara hiperbárica “*monoplace*”, pressurizada a oxigênio, na Hiperbárica Natal, situada no Hospital São Lucas, que possui um elevado custo de manutenção, não consegue atender todas as patologias e cuja capacidade é limitada para apenas um paciente por vez. A Marinha do Brasil, no Grupamento de Patrulha Naval do Nordeste, localizado na Base Naval de Natal, no Bairro Alecrim, mantém uma câmara hiperbárica “*multiplace*”, com capacidade para atender até três pacientes, com a finalidade de apoiar as atividades de um grupamento de mergulhadores e atender os acidentes de mergulho na área do Comando do Terceiro Distrito Naval, não contemplando a oxigenoterapia hiperbárica.

A proposta é estabelecer um serviço pioneiro de tratamento hiperbárico na cidade de Natal/RN, utilizando-se uma câmara hiperbárica “*multiplace*”, com capacidade para atender em uma mesma sessão de 08 a 10 pacientes.

1.4 OBJETIVOS

O objetivo geral expressa uma ação concreta para responder ao problema do presente estudo e os objetivos específicos são tópicos descritivos, em ordem de prioridade, que apresentam as etapas para atingir o objetivo geral.

1.4.1 Objetivo Geral

Implantar um serviço de medicina hiperbárica pioneiro no Rio Grande do Norte, referência para oxigenoterapia hiperbárica e tratamento de acidentes de mergulho no Nordeste e excelência nos resultados no que tange a saúde do paciente.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica acerca da utilização da câmara hiperbárica como tratamento para pacientes acometidos por acidentes de mergulho, que apresentem doença descompressiva, embolia traumática pelo ar e embolia gasosa e aos envenenados por monóxido de carbono, gás cianídrico e sulfídrico;
- Propor um projeto para a aquisição e instalação de um equipamento, câmara hiperbárica *multiplace*, de última geração e adequado às normas estabelecidas pelo manual de diretrizes de segurança, qualidade e ética da Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica (SBMH).

1.5 JUSTIFICATIVA

O presente estudo apresenta razões importantes em virtude de sua abrangência, pois seu relevante papel histórico, que versa da necessidade e curiosidade do homem de descobrir o mundo dos mares, da navegação e da pesca, proporcionou avanços significativos na arte de mergulhar com liberdade e segurança. No entanto, o empirismo nos primórdios e o desenvolvimento das técnicas e protocolos de mergulho ao longo do tempo trouxeram, na qualidade de protagonistas, suas patologias relacionadas, assim como as propostas de tratamento, que compulsoriamente passam pela medicina hiperbárica. A oxigenoterapia hiperbárica é uma terapêutica consagrada nos meios científicos e

incorporada ao acervo de recursos médicos para atuar como coadjuvante no tratamento de patologias vasculares, infecciosas, necrotizantes, queimaduras, lesões por radiação e anemia aguda (na impossibilidade de transfusão sanguínea), em virtude dos seus benefícios e na falha de resposta aos tratamentos habituais.

O projeto é inovador por apresentar novas tecnologias e, tendo em vista que o Rio Grande do Norte não dispõe de um Centro especializado em Medicina Hiperbárica, com instalações modernas, com vaso de pressão para ocupação humana confortável para até dez pacientes em uma mesma sessão, médicos e enfermeiros especialistas habilitados para a indicação, avaliação inicial, seguimento e alta dos pacientes, e pessoal, mergulhadores, adestrados para o funcionamento, manutenção e seguimento das operações da câmara hiperbárica.

O propósito do Centro de Medicina Hiperbárica do Rio Grande do Norte é estabelecer um programa de educação continuada, com o objetivo de dividir com a classe médica a importância da medicina hiperbárica para a saúde do Estado, assim como manter seu pessoal, médicos, enfermeiros e mergulhadores, atualizados. A responsabilidade social é uma das metas do presente estudo, pois, em parceria com a Marinha do Brasil, visa garantir o atendimento e tratamento dos acidentados de mergulho, com doença descompressiva, embolia traumática pelo ar e embolia gasosa e os envenenados por monóxido de carbono, gás cianídrico e sulfídrico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresenta uma discussão a partir da literatura existente em medicina hiperbárica.

2.1 HISTÓRICO

As atividades de mergulho são descritas historicamente desde 4500 a.C. para a busca de pérolas, conchas, mercadorias e peças valiosas naufragadas e na sabotagem de navios inimigos, como em operações sob as ordens de Xerxes em 400 a.C.. Aristóteles no ano 300 a.C descreveu a ruptura da membrana timpânica em mergulhadores, reconhecido como o primeiro registro histórico de uma doença como decorrente de mergulho, conhecida como barotrauma de orelha média a mais comum das doenças típicas do mergulho.

As doenças e lesões que mataram e incapacitaram milhares de homens, mulheres e crianças não foram estudadas e identificadas até o ano de 1600, quando profissionais iniciaram testes com a variação da pressão atmosférica na tentativa de curar. Henshaw, um clérigo britânico, intuitivamente, sem bases científicas, usando uma câmara selada com sistemas de órgãos foles conseguia fazer ajustes na pressão interna e testou o princípio que enfermidades agudas responderiam a pressões elevadas e crônicas se beneficiariam com a redução da pressão (MORRISON, 2001).

Denis Papin, em 1669, descobriu um sistema que era capaz de fornecer ar fresco, em fluxo contínuo, no interior do "sino de mergulho", prolongando consideravelmente a permanência de um mergulhador no seu interior. Foi um invento revolucionário, adotado, até recentemente, sob a forma de escafandria, sino de mergulho colocado em volta da cabeça do mergulhador e com fluxo contínuo de ar, fornecido a partir da superfície (MORRISON, 2001).

Segundo Olszewer (2008), o fenômeno descompressivo foi descrito por Robert Boyle em 1670, quando concluiu que tecidos submetidos à descompressão rápida podiam emitir bolhas de gases previamente dissolvidas. A lei de Boyle declara que em temperatura constante, o volume e a pressão de um gás são inversamente proporcionais, ou seja, durante o mergulho, o gás inspirado em uma pressão elevada dissolve-se e acumula nos tecidos do corpo, conforme retorna à

superfície, o gás pode formar bolhas que podem interferir no processo fisiológico normal, ou seja, a corrente sanguínea se romper por bolhas, obstruindo pequenos vasos, dando origem a dores articulares quando as bolhas expandem-se dentro das articulações, surgindo à doença descompressiva do mergulhador.

John Lethbridge, inglês, em 1715, projetou um tanque de couro, onde o mergulhador permanecia deitado com os braços para fora, assim o dispositivo descia através de um cabo.

A primeira descrição dos sintomas de doença descompressiva foi registrada em 1841, na França, por Triger, um engenheiro de mineração francês, que identificou dores articulares e câimbras em operários de uma mina de carvão pressurizada com ar comprimido para evitar inundações, após deixarem as regiões pressurizadas da mina. Pol e Watelle em 1854 observaram que a recompressão aliviava ou mesmo abolia os mesmos sintomas. O fisiologista francês Paul Bert publicou a primeira obra demonstrando que os sintomas da doença descompressiva decorrem da formação bolhas de nitrogênio nos tecidos e que o oxigênio, quando ventilado em pressões atmosféricas elevadas é tóxico para o sistema nervoso central, provocando convulsões.

Em 1865, Benoit Rouquayrol e Auguste Denayrose criaram um equipamento que permitia ao mergulhador levar uma pequena quantidade de ar comprimido nas costas, conectado à superfície por meio de uma mangueira de ar com origem em um compressor.

Henri Fleuss inventou em 1878 um equipamento de respiração que fornecia oxigênio puro ao mergulhador, cujas exalações eram filtradas por um agente químico, para evitar o dióxido de carbono. Em 1888, George Comheiness inventou um regulador semi-automático fixado num reservatório de ar comprimido.

O engenheiro inglês E. W. Moir em 1889 reduziu a mortalidade de operários de 25% para 1,6% durante a construção de túneis ferroviários sob o rio Hudson, em Nova York, quando decidiu instalar uma câmara hiperbárica na obra e de forma empírica recomprimir e descomprimir gradualmente todo operário que apresentasse sintomas de doença descompressiva (MORRISON, 2001).

No início do século XX, em 1921, Cunningham observou que cardiopatas em altas altitudes passavam pior do que aqueles que viviam ao nível do mar, e desenvolveu uma nova câmara cilíndrica que poderia ser usada em diversos tratamentos. Postulava que bactérias anaeróbias eram responsáveis por doenças

como cânceres e hipertensão arterial, prevendo que pressões atmosféricas elevadas resolveriam esses problemas ao aumentar o nível de oxigênio. O Dr. Cunningham conseguiu reduzir a uremia e recuperar um paciente acometido com doença renal, atribuindo sua melhora na saúde a terapia hiperbárica. O paciente, Mr. Timkim, agradecido construiu uma câmara em Kansas City, a "Steel Ball Hospital", em 1928, com enfermarias e quartos individuais a três ATA de pressão, era uma bola inteira de aço de aproximadamente 20 metros de diâmetro, a maior e mais ostensiva câmara hiperbárica da história. O hospital hiperbárico de Cunningham foi fechado e demolido para o ferro-velho, pois pressões atmosféricas elevadas aumentavam os níveis de oxigênio, entretanto não resolvia todos os problemas postulados por Cunningham e atribuídos às bactérias anaeróbicas (OLSZEWER, 2008).

Behnke e Shaw (1937) deram início ao uso terapêutico do oxigênio hiperbárico para o tratamento de doenças descompressivas.

Um jovem oficial da marinha francesa, Jacques-Yves Cousteau, em frente da praia de Porquerolles, na Riviera Francesa, testou um equipamento de respiração a oxigênio e constatou que o oxigênio puro é extremamente perigoso a partir dos 7 metros de profundidade. Em 1939, mergulhou até 14 metros de profundidade, quando foi acometido por contrações e convulsões, chegando inconsciente à superfície. Em junho de 1943, Cousteau realizou o primeiro passeio submarino em seu equipamento de mergulho autônomo, recebendo ar comprimido em condições satisfatórias, marcando o início de uma modalidade de submersão que permitia um mergulho livre (CARVALHO, 1995; SODRÉ, 1996).

Por cerca de três décadas vários estudos sugeriram que o oxigênio suplementar, inalado sob pressão lava energeticamente o nitrogênio dos tecidos podendo desempenhar papel importante no tratamento da doença da descompressão. Entretanto seria importante o desenvolvimento de um equipamento e protocolos que pudessem ser manipulados de maneira segura para sua administração.

Segundo Boerema (1956), professor de cirurgia da Universidade de Amsterdam, na Holanda, a oxigêniooterapia hiperbárica (OHB) em cirurgia cardíaca poderia prolongar a tolerância do paciente à parada circulatória. I. Churchill-Davidson (1956) foi o primeiro a usar altas concentrações de oxigênio para potencializar radioterapia em pacientes com câncer. A partir desta década, a intensificação dos estudos mostrou que respirando oxigênio puro dentro de câmaras

hiperbáricas, com o aumento das taxas de oxigenação do sangue e todos os tecidos do corpo, ocorria o combate a infecções, a aceleração dos processos de cicatrização e a potencialização do uso de antibióticos.

O problema técnico que obteve solução significativa foi à formulação do princípio de funcionamento da válvula reguladora do suprimento de ar a fluxo regulado (SAMPAIO, 2010). Com o desenvolvimento de um equipamento seguro e aceitável, problemas como narcose ou intoxicação por oxigênio são equacionados e não produzem vítimas, como no passado. A doença descompressiva e barotraumas espalharam seus efeitos durante muitos anos, de forma desordenada e desafiando mergulhadores e pesquisadores. Atualmente com o aprimoramento da medicina hiperbárica, a utilização de protocolos e protótipos seguros são patologias controladas e o mergulho abandonou a mística de atividade de considerável risco .

Em 1995, o Conselho Federal de Medicina (CFM) publica a Resolução nº 1.457/95 a qual resolve adotar as técnicas para o emprego da OHB no Brasil, publicada no Diário Oficial da União (DOU) no mesmo ano. O *American Board of Medical Specialities* (2000) aprovou a Medicina Hiperbárica e Submarina com uma sub-especialidade tanto da medicina de emergência como da medicina preventiva (MORRISON, 2001). Em junho de 2010, entra em vigor o novo Rol de Procedimentos e Eventos em Saúde, ampliando seu número de diretrizes e introduzindo a OHB como tratamento a ser disponibilizado pelos planos de saúde no Brasil (SBMH, 2012 - 2013). No mês de agosto de 2011, a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS) incluiu novos procedimentos no Rol de cobertura básica e dentre eles, a OHB para tratamento do pé diabético (SBMH, 2012 - 2013).

2.2 LEGISLAÇÃO

A regulamentação da atividade médica hiperbárica no Brasil (SBMH, 2012 - 2013) obedece a:

- Resolução 1.457/95 do Conselho Federal de Medicina (C.F.M.);
- Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médico (CBHPM) da Associação Médica Brasileira referendada pela Resolução C.F.M. 1.673/03;
- Rol de Procedimentos Mínimos da Agência Nacional de Saúde Suplementar;

- Resolução – Agência Nacional de Saúde – ANVISA RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002. Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, assim como as instalações de câmaras hiperbáricas; e demais Notas Técnicas;
- Resolução – Agência Nacional de Saúde – ANVISA RDC nº 70 de 1 de outubro de 2008 – Dispõe sobre requisitos mínimos para garantia de qualidade, segurança e eficácia dos gases medicinais de uso consagrado (oxigênio medicinal – considerado medicamento);
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 15949:2011. Diretrizes para construção, instalação e operação de vasos de pressão para ocupação humana (VPOH) para fins terapêuticos, que possuem um diferencial de pressão interna ou externa superior a 0.14 Kg/cm^2 ;
- Ministério do Trabalho, norma regulamentadora NR-15. Atividades e operações insalubres (115.000-6). Anexo 6, trabalho sob condições hiperbáricas (115.010-3/14) dos trabalhos sob ar comprimido e dos trabalhos submersos;
- Ministério do Trabalho – Classificação Brasileira de Ocupações – CBO, instituída por portaria ministerial nº 397 de 9 de outubro de 2002 – médico hiperbarista ou médico hiperbárico, ocupação 2253-45.

A oxigenoterapia hiperbárica (OHB) consiste em inalação de 100% de oxigênio com pureza maior que 99%, estando o paciente submetido a uma pressão maior que a atmosfera, no interior de uma câmara hiperbárica. A pressão de trabalho da câmara de tratamento deverá ser no mínimo igual ou superior a 2.4 ATA, de acordo com o Comitê de Oxigênio Hiperbárico da *Undersea & Hyperbaric Society* (UHMS, 2008).

Câmaras hiperbáricas portáteis (infláveis) podem ser utilizadas exclusivamente para resgate em altitude – Mal das Alturas (Agência Nacional de Saúde, 2008). A exposição do paciente a oxigênio dentro de câmaras de paredes não rígidas, com a pressão superior à atmosfera, comumente a 1.3 ATA, não satisfaz às especificações necessárias para tratamento de outras patologias.

2.2.1 Resolução Conselho Federal de Medicina (CFM). Nº 1.457 / 95

A OHB (Conselho Federal de Medicina, 1995) consiste na inalação de oxigênio puro, estando o indivíduo submetido a uma pressão maior do que a atmosfera, no interior de uma câmara hiperbárica; estes são equipamentos resistentes à pressão e podem ser de dois tipos: multipacientes (de maior porte, pressurizadas com ar comprimido e com capacidade para várias pessoas simultaneamente) e monopaciente (que permite apenas acomodação do próprio paciente, pressurizada, em geral, diretamente com oxigênio).

Não se caracteriza como OHB a inalação de 100% de oxigênio em respiração espontânea ou através de respiradores mecânicos em pressão ambiente, ou a exposição de membros ao oxigênio por mio bolsas ou tendas, mesmo que pressurizadas, estando à pessoa em ar ambiente.

A indicação e aplicação da OHB são exclusivas das competências médica.

As aplicações clínicas reconhecidas atualmente são (CFM, 1995):

- Embolias gasosas;
- Doença descompressiva;
- Embolia traumática pelo ar;
- Envenenamento por monóxido de carbono ou inalação de fumaça;
- Envenenamento por cianeto ou derivados cianídricos;
- Gangrena gasosa;
- Síndrome de Fournier;
- Outras infecções necrotizantes de tecidos moles, celulites, fasciites e miosites;
- Isquemias agudas traumáticas: lesão por esmagamento, síndrome compartimental, reimplantação de extremidades amputadas e outras;
- Vasculites agudas de etiologia alérgica, medicamentosa ou por toxinas biológicas (aracnídeos, ofídios e insetos);
- Queimaduras térmicas e elétricas;
- Lesões refratárias: úlceras de pele, pés diabéticos, escaras de decúbito, úlceras por vasculites auto-imunes, deiscências de suturas;

- Lesões por radiação: radiodermite, osteorradionecrose e lesões actínicas de mucosas;
- Retalhos ou enxertos comprometidos ou de risco;
- Osteomielites;
- Anemia aguda, nos casos de impossibilidade de transfusão sanguínea.

Existem algumas indicações controvertidas, como paralisia cerebral, autismo e transtorno de déficit de atenção, entretanto, conforme Olszewer (2008) alguns resultados clínicos no tratamento de crianças são alentadores e assim deveremos reconsiderar conceitos relacionados ao oxigênio hiperbárico.

2.2.2 Remuneração dos procedimentos

O procedimento de OHB consta da CBHPM com o código 2.01.04.18-9, faz parte do rol de procedimentos da ANS e deverá respeitar o Código de Ética Médica aprovado pela Resolução C.F.M. 1931/2009 capítulo VIII – Remuneração Profissional e acrescentando-se o artigo 51 de capítulo VII - “É vedado ao médico praticar concorrência desleal com outro médico” (SBMH, 2012 - 2013).

A remuneração vigente, de acordo com a Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos (CBHPM), atribui o porte 5B e o custo operacional 9.21 UCo (Unidade de Custo Operacional). O valor gasto com oxigênio pode ser fator de negociação com a fonte pagadora, visto que é impossível um nivelamento de consumo de oxigênio com seus custos. Não se inclui no honorário médico a cobrança da consulta médica inicial para avaliação e as consultas de seguimento a cada dez sessões dos pacientes em tratamento hiperbárico, assim como os curativos realizados durante o tratamento, com cobrança separada de materiais, medicamentos e procedimentos.

A SBMH (2012 - 2013) orienta a remuneração para os procedimentos realizados em serviços de medicina hiperbárica no Brasil:

- Testes de pressão - o valor de duas veze o de uma sessão de OHB por trabalhador, com o mínimo de três trabalhadores (no caso de um ou dois trabalhadores será cobrado o valor de três);
- Tratamento de doença descompressiva e embolia traumática pelo ar – por força do caráter emergencial da sessão, bem como das especificidades

técnicas empregadas, esta será no valor de duas sessões de OHB por cada hora ou fração de tratamento;

- Responsabilidade médica técnica para empresa de mergulho profissional – o médico responsável terá como base mínima de referência o valor de nove sessões por mês;
- Avaliação periódica do profissional mergulhador – uma sessão de OHB;
- Sobreaviso para empresas de ambientes hiperbáricos – 01 sessão de OHB por dia.

2.3 CÂMARA HIPERBÁRICA MULTIPACIENTES OU “MULTIPLACE”

Na sequência, seguem a Definição de Câmara Hiperbárica, bem como delineamento dos principais equipamentos contidos na mesma.

2.3.1 Definição

São equipamentos médicos estanques, e com paredes rígidas, destinados à administração de oxigênio puro aos pacientes, com intervalos de ar, utilização de outros gases para tratamento da doença descompressiva e misturas gasosas especiais para mergulho de saturação (profundo), com supervisão e a critério médico. A inalação do gás é realizada por máscaras ou capuzes, em ambiente pressurizado com ar a uma pressão maior que uma atmosfera absoluta. A SBMH recomenda que para atingir um nível terapêutico, com base na literatura técnica mundial, a pressão mínima deve ser de 1.4 atmosferas absolutas (ATM ABS) ou 2,4 ATA. O tratamento em câmara multipacientes deve ser realizado com supervisão do médico, presente no serviço de medicina hiperbárica (SBMH, 2012, 2013).

2.3.2 Equipamentos

As Figuras 1 e 2 apresentam um modelo do equipamento de câmara hiperbárica. A seguir, Figuras de 3 a 11 mostram partes dos componentes de medição e análises.

Figura 1 - Modelo de câmara hiperbárica, visão externa.



Fonte: SeawayDiver (2001).

Figura 2 - Modelo de câmara hiperbárica, visão interna.



Fonte: SeawayDiver (2001).

2.3.2.1 Equipamentos de Medição e Análises

Figura 3 - Analisador portátil de Oxigênio



Fonte: SeawayDiver (2001).

Figura 4 - Células de Oxigênio - Transdutor eletroquímico para sensoriamento de oxigênio.



Fonte: SeawayDiver (2001).

Figura 5 - Analisador de Oxigênio para painel



Fonte: SeawayDiver (2001).

Figura 6 - Monitor portátil de dióxido de carbono



Fonte: SeawayDiver (2001).

Figura 7: Profundímetros - Tubo Bourbon tipo helicoidal



Fonte: SeawayDiver (2001).

Figura 8 - Manômetros com caixa de aço-carbono: para processos onde são requeridos maior precisão, leitura e melhor repetibilidade.



Fonte: SeawayDiver (2001).

Figura 9 - Controlador digital de temperatura e umidade com comunicação serial



Fonte: SeawayDiver (2001).

Figura 10 - Termostato digital para controle de aquecimento e refrigeração



Fonte: SeawayDiver (2001).

Figura 11 - Controlador digital de pressão



Fonte: SeawayDiver (2001).

Manômetros: tipos de sistemas:

- a) Manômetro para câmara em escala de fsw/m e/ou bar/m, com intervalo mínimo de 3 pés ou 1 metro, com adequação de escala em condições de boa visibilidade e pressão de trabalho em 2/3 da escala manométrica. Um manômetro pra cada ambiente da câmara ligado diretamente sem derivações.
- b) Manômetro de pressão de ar comprimido.
- c) Manômetro de pressão da linha de oxigênio.
- d) Manômetro de pressão do sistema de extinção de incêndio

Analísadores: tipos de sistemas:

- a) Analisador de oxigênio do ambiente da câmara, de medida contínua, com no mínimo dois pontos de captação, um supervisor e outro inferior.
- b) Termômetro.
- c) Umidade relativa do ar.
- d) É recomendado o uso de analisador portátil de oxigênio para verificação de vazamentos.

O acompanhamento visual tem o objetivo de permitir a visualização do ambiente interno da câmara, através de vigia, vídeo câmara e monitor (SBMH, 2012 – 2013). O sistema de fonia permite a comunicação interna entre câmara, antecâmara e painel. Já os cronômetros, são dois dispositivos para controle de tempo de compressão e descompressão e oxigenoterapia e intervalo sem oxigênio. Todos os sistemas ligados em *no-break* ou bateria ou suprimento secundário de energia, com capacidade para no mínimo 15 minutos de operação e geradores de energia de emergência para manter o painel funcional em Câmaras que tratam doenças descompressivas.

2.3.3 Câmara Hiperbárica

A câmara hiperbárica possui diferentes sistemas e acessórios: (i) Sistema de iluminação interna, sempre blindada e externa, ou fibra óptica, (ii) Sistema de incêndio com aspersores de água pressurizada a 345 KPa (3.52 Kgf/cm²) acima da pressão máxima da câmara capaz de fornecer um mínimo de 81.5 l/min/m², por no mínimo um minuto, (iii) Em caso de terapia descompressiva, os dutos de admissão de ar devem cumprir as exigências de compressão e tempo solicitadas nas tabelas

de mergulho NR 15 e deve ser instalada uma válvula de descompressão associada com manômetro de profundidade no interior da câmara, (iv) Máscaras adequadas para ambiente hiperbárico, com válvula de demanda unidirecional, entrada e saída externa e duplo selo facial (SBMH, 2012, 2013).

Documentação obrigatória

Diferentes documentos, manuais devem fazer parte do equipamento, tais como:

- Manual de operação
- Manual de instalação
- Manual de manutenção e assistência técnica
- Certificado de calibração e teste das válvulas de segurança
- Certificados da câmara hiperbárica e das vigias, assinados por instituições certificadoras reconhecidas internacionalmente
- Certificado de teste de pressão dos vasos conforme NR 15
- Manual de procedimentos de emergência

2.3.4 Casa de Máquinas

A Casa de Máquinas deve compor diferentes equipamentos e sistemas. O compressor de ar comprimido possui câmaras destinadas ao tratamento de doença descompressiva, é indispensável à existência de outro compressor de ar também ligado a um grupo gerador, ou de um sistema de cilindros de ar comprimido com volume adequado para conduzir duas tabelas 6 (NR 15) de tratamento. O processamento de ar ocorre através do sistema de resfriamento e do sistema de filtração coalescente, com 10 micra, 6 micra e carvão ativado. O suprimento primário de oxigênio e suprimento reserva com volume suficiente para duas tabelas 6 (NR 15) no caso de tratamento de doença descompressiva (SBMH, 2012 - 2013).

2.4 FISIOLOGIA E FISIOPATOLOGIA DO MERGULHO

2.4.1 Respiração

O gasto e consumo de energia do organismo produz um resíduo gasoso, o dióxido carbono, que precisa ser eliminado. O Processo de respiração envolve o uso do oxigênio para auxiliar o corpo a produzir energia. O ar rico em oxigênio é levado para dentro dos pulmões e expelido, eliminando o dióxido de carbono, resíduo gasoso, pela boca e pelo nariz por processo mecânico. O pulmão é revestido por uma membrana, a pleura, com espaço virtual lubrificado entre ela e os pulmões, que reduz a fricção criada pelo movimento de uma membrana contra a outra. Através da boca, nariz e a traqueia o espaço aéreo dos pulmões se comunica diretamente com o ambiente externo, assim a pressão no interior dos pulmões em descanso é semelhante à pressão atmosférica.

O processo da respiração envolve o ato da inspiração, quando as costelas se elevam e o diafragma, músculo que separa a cavidade abdominal do tórax, é abaixado pela contração muscular. Assim este mecanismo aumenta o volume dos pulmões, criando uma pressão negativa dentro da área pulmonar em relação com a pressão externa e o ar é levado para dentro dos pulmões para equalizar a pressão; e o ato da expiração, com o relaxamento dos músculos do diafragma e das costelas, que voltam à posição normal e a pressão do ar dentro dos pulmões se eleva em relação à pressão externa devido ao recuo elástico dos pulmões (GUYTON, 1989).

O ar ambiente fornece uma mistura gasosa que contém cerca de 21% de oxigênio, 78% de nitrogênio e 1% outros gases, a uma pressão de 760 mmHg ao nível do mar. O ambiente fornece o oxigênio ao organismo, que se transforma em ar alveolar no interior dos pulmões e atravessa e penetra nos capilares pulmonares, no sangue venoso, passa pelo coração e distribui-se através do sistema arterial sistêmico, se difunde através dos capilares para os tecidos dos fluidos intersticiais e intracelulares para, depois, entrar na célula, onde age nos peroxomas, no retículo endoplasmático e na mitocôndria (OLSZEWER, 2008).

O transporte de oxigênio dentro do organismo ocorre combinado com a hemoglobina e dissolvido em plasma e nos fluidos intracelulares dos eritrócitos. A pressão parcial de oxigênio no sangue arterial reflete esta solução física e o oxigênio

combinado com a hemoglobina. Nas condições normais de temperatura e pressão o sangue arterial apresenta uma pressão parcial de oxigênio muito inferior à observada no interior de uma câmara hiperbárica.

Hiperbarismo é a exposição do sangue nos pulmões a pressões gasosas alveolares elevadas. Os humanos, quando descem abaixo do nível do mar, a pressão ao seu redor aumenta muito e para evitar o colapso dos pulmões, o ar deverá ser fornecido também sob alta pressão.

2.4.2 Efeito dos gases sobre o organismo

O nitrogênio, oxigênio e dióxido de carbono são os gases aos quais os mergulhadores, respirando ar, estão normalmente expostos.

A narcose pelo nitrogênio com altas pressões de nitrogênio, êxtase das profundidades, é causada quando o mergulhador permanece debaixo do nível do mar por mais de uma hora. O nitrogênio dissolve-se livremente nas gorduras do corpo, como também no tecido lipídico das membranas dos neurônios, alterando a condutância elétrica e reduzindo sua excitabilidade. Os seus efeitos são progressivos, com sintomas discretos, como alegria e perda de precauções a 36 m, sonolência entre 45 e 60 m, diminuição da força muscular entre 60 e 75 m e além 75 m (8,5 atmosferas de pressão), o mergulhador pode tornar-se inútil e entrar em coma (GUYTON, 1989).

A intoxicação aguda pelo oxigênio ocorre devido à pressão parcial de oxigênio extremamente elevada nos tecidos, quando se respira a uma pressão muito alta de oxigênio alveolar. A exposição a três atmosferas de pressão de oxigênio ($PO_2 = 2.280$ mmHg) provoca convulsões e coma na maioria das pessoas depois de uma hora, como também podem ser observados náuseas, contrações musculares, vertigens, distúrbios da visão, irritabilidade e desorientação.

A oxidação intracelular excessiva como causa da toxicidade de oxigênio causa efeitos deletérios que consistem na oxidação dos ácidos graxos poli-insaturados que são componentes essenciais de muitas estruturas membranosas e oxidação de algumas das enzimas celulares, lesando profundamente os sistemas metabólicos celulares. Os efeitos ocorrem em todas as partes do corpo, entretanto os tecidos nervosos são mais afetados, em virtude de seu alto conteúdo lipídico. A altíssima pressão parcial de oxigênio tecidual causa acentuada constrição arteriolar,

e o fluxo sanguíneo tecidual local diminui às vezes para menos de 50%, reduzindo o fornecimento de vários nutrientes celulares e consequentemente prejudicando a função celular normal.

Uma pessoa pode ficar exposta ao oxigênio a 100% à pressão atmosférica normal quase indefinidamente, sem desenvolver a intoxicação aguda. No entanto, após 12 horas de exposição, desenvolve a intoxicação crônica pelo oxigênio, que causa lesão do revestimento dos brônquios e alvéolos e consequentemente congestão e edema das vias pulmonares.

O uso do escafandro e vários aparelhos de circuito fechado podem causar a intoxicação pelo gás carbônico a grandes profundidades, pois este gás com frequência pode ficar acumulado no espaço morto do aparelho e ser novamente respirado pelo mergulhador. Para compensar o aumento da pressão parcial de gás carbônico o mergulhador eleva o volume respiratório por minuto. Após certo tempo, o centro respiratório começa a deprimir e a respiração começa a falhar, levando à acidose respiratória grave, letargia e narcose (GUYTON, 1989).

2.4.3 Doença da descompressão

A patologia descompressiva é a lesão tecidual causada pela diminuição da pressão barométrica e consequente formação de bolhas no interior dos vasos, associada ao mergulho, medicina espacial e aviação.

A doença da descompressão, também conhecida como, doença do ar comprimido, mal do caixão, paralisia dos mergulhadores e disbarismo, ocorre quando um indivíduo, durante o mergulho e inalando ar comprimido leva à saturação tecidual de nitrogênio e oxigênio e permanecendo submerso por um tempo suficiente para que grandes quantidades de nitrogênio, um gás inerte, se dissolvam em seu corpo, dependendo do aumento da pressão, da perfusão tecidual e do tempo do mergulho. Quando retorna repentinamente à superfície ocorre uma descompressão rápida com eliminação do gás inerte dos tecidos, determinando a formação de quantidades significativas de bolhas de nitrogênio nos líquidos corporais, que levam a obstrução de artérias, veia e linfáticos, podendo causar lesões de maior ou menor importância em quase todas as áreas do corpo. O ar penetra nos vasos causando a embolia gasosa durante a descompressão rápida (GUYTON, 1989).

A doença descompressiva é classificada em tipo 1, quando ocorre acometimentos cutâneos, linfáticos e/ou sistema musculoesquelético, como dor local nos braços ou pernas, *rash* cutâneo e artralgia e tipo 2, quando ocorre sintomas neurológicos e pulmonares, como paralisia, dispneia, colapso com inconsciência.

2.4.4 Embolia gasosa

A superexpansão dos pulmões na subida rápida, a embolia traumática pelo ar, é causada pela expansão rápida do ar presente nos pulmões, quando o mergulhador não expelle o ar dos pulmões durante a volta à superfície, provocando a ruptura das estruturas alveolares e passagem do ar para dentro dos capilares pulmonares, o que possibilita que as bolhas de ar ganhem a circulação e levem a fenômenos obstrutivos periféricos.

A fisiopatologia da embolia gasosa inicialmente causa um efeito mecânico, com obstrução e isquemia. A presença da bolha na circulação provoca a injúria no endotélio vascular, prejudicando o fluxo de sangue e proporcionando a agregação de leucócitos e plaquetas como também a ativação da cascata de coagulação e do complemento. Os fatores C3a e C5a provocam a ativação dos mastócitos, levando à liberação de histamina e contribuindo para aumentar o edema (GUYTON, 1989).

2.5 OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA

As propriedades oxidantes do oxigênio hiperbárico, ou seja, do oxigênio sob altas pressões podem exercer efeitos terapêuticos em várias condições clínicas. O oxigênio puro ($FiO_2 = 100\%$) costuma ser administrado a um nível acima da pressão atmosférica, em um ambiente pressurizado, habitualmente a uma pressão entre 2 a 3 atmosferas. A OHB pode ser aplicada em câmaras com capacidade para um paciente (câmara *monoplace* ou monopaciente) ou para diversos pacientes (câmara *multiplace* ou multipacientes) (KNOBEL, 2003).

Os efeitos da OHB são baseados na inalação do oxigênio diretamente da atmosfera da câmara hiperbárica ou através do uso de máscaras de oxigênio ou do tubo endotraqueal. A pressão na oxigenação hiperbárica é expressa em múltiplos da pressão atmosférica ao nível do mar (1 ATA). O manômetro de pressão de uma

câmara hiperbárica mede a diferença de pressão existente entre o interior da câmara e o ambiente ao redor. Para obtenção do valor da pressão em atmosferas absolutas há necessidade de somar a pressão barométrica com a pressão ambiental. O efeito desejado para o tratamento da doença descompressiva e da embolia gasosa é a redução do volume dos gases não dissolvidos com o aumento da pressão. Assim, pela lei de Boyle, se a temperatura de um gás permanece constante, o volume do mesmo é inversamente proporcional à pressão aplicada (GUYTON, 1989), portanto o volume do gás presente no organismo mudará quando estabelecido a oxigenoterapia hiperbárica (KNOBEL, 2003).

Pela Lei de Henry, a quantidade de um gás que se dissolve em um líquido é proporcional à pressão parcial que este gás exerce sobre a superfície deste líquido e seu coeficiente de solubilidade, mantida a temperatura constante (GUYTON, 1989), conseqüentemente ao ofertar oxigênio puro no ambiente hiperbárico, pode-se obter um aumento na quantidade deste gás dissolvido no plasma, o que é suficiente para suprir a demanda tecidual de oxigênio de um ser humano em repouso, independente do conteúdo transportado pela hemoglobina (KNOBEL, 2003). Logo a oferta de oxigênio aos tecidos aumenta no ambiente hiperbárico, principalmente dissolvida no plasma, pois a saturação da hemoglobina a 100% poderia ser obtida apenas com a oferta de oxigênio sem aumentar a pressão ambiental. O aumento na tensão de oxigênio tecidual pode facilitar o combate a infecções, acelerar a formação de matriz colágena e a neovascularização.

Os benefícios da OHB incluem: a redução do edema local, a diminuição da adesão leucocitária, a inibição da peroxidação lipídica, o aumento dos mecanismos de atividade antibacteriana, o estímulo da proliferação de fibroblastos, a determinação de uma neovascularização, inclusive, o fenômeno de angiogênese, a inibição da bactéria de predomínio anaeróbico, o aumento da oxiemoglobina, o aumento da concentração plasmática de oxigênio e a modulação da resposta inflamatória, dependendo da dose e do tempo de exposição (OLSZEWER, 2008).

2.5.1 Efeitos sistêmicos

A oxigenoterapia hiperbárica apresenta vários efeitos sistêmicos, com repercussões conhecidas para vários órgãos e sistemas, pois promove a vasoconstrição sem hipóxia, diminui o edema e pode ajudar na recuperação de

tecidos com isquemias traumáticas agudas e tecidos que sofreram queimaduras (KNOBEL, 2003).

No sistema respiratório, em função da depressão da atividade dos receptores carotídeos e aórticos, ocorre hipoventilação inicial seguida por período de hiperventilação; lavagem de nitrogênio, facilitando o aparecimento de áreas de colapso alveolar; e aumento do conteúdo arterial de oxigênio. As repercussões para o sistema cardiovascular são a promoção da bradicardia, diminuição do débito cardíaco, vasoconstrição periférica e aumento na resistência vascular sistêmica. No sistema nervoso, quando ocorre o fenômeno isquemia e reperfusão observamos melhora da função dos neurônios. O aumento na elasticidade dos glóbulos vermelhos, a redução na agregação plaquetária e o aumento da atividade dos neutrófilos são efeitos conhecidos no sistema hematopoiético. No que tange o sistema renal e metabólico a OHB provoca diminuição do fluxo plasmático renal, aumento da produção de radicais livres e diminuição da produção de lactato, nos estados de hipóxia (KNOBEL, 2003).

2.5.2 Indicações

A OHB é reservada para recuperação de tecidos em sofrimento, condições clínicas em que sejam o único tratamento, lesões graves e complexas, falha de resposta aos tratamentos habituais, lesões com necessidade de desbridamento cirúrgico ou amputação, piora rápida com risco de óbito, lesões em áreas nobres (face, mãos, pés, períneo, genitália e mamas) e lesões refratárias com recidivas frequentes. Não está indicada como tratamento para lesões com resposta satisfatória à terapêutica habitual e lesões (sequelas neurológicas e necroses estabelecidas) e infecções (pneumonia e infecção urinária), pois não respondem a OHB (SBMH, 2012, 2013).

A Escala de Gravidade para Avaliação e para Tratamento com OHB bem como as indicações para tratamento hiperbárico são baseadas nas indicações previstas na resolução 1.457/95 do C.F.M., na escala de gravidade da USP, critérios clínicos e aspectos individuais de cada paciente avaliado pelo médico hiperbarista (SBMH, 2012 – 2013), Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Classificação de gravidade da Universidade de São Paulo. Escala “USP” de gravidade e avaliação para tratamento com OHB*

ITENS	PONTOS		
	1 ponto	2 pontos	3 pontos
Idade	< 25 anos	26 a 50 anos	> 51 anos
Tabagismo		Leve / moderado	Intenso
Diabetes		Sim	
Hipertensão arterial sistêmica		Sim	
Queimadura		< 30%	> 30%
Osteomielite		Sim	c/ exposição óssea
Toxemia		Moderada	Intensa
Choque		Estabilizado	Instável
Infecção / secreção	Pouca	Moderada	Acentuada
> Diâmetro DA > lesão	< 5 cm	5 a 10 cm	> 10 cm
Crepitação subcutânea	< 2 cm	2 a 6 cm	> 6 cm
Celulite	< 5 cm	5 a 10 cm	> 10 cm
Insuficiência arterial aguda		Sim	
Insuficiência arterial crônica			Sim
Lesão aguda		Sim	
Lesão crônica			Sim
Alteração linfática		Sim	
Amputação / Desbridamento	Em risco	Planejada	Realizada
Dreno de tórax		Sim	
Ventilação mecânica		Sim	
Períneo / mama / face			Sim

Classificação em 4 grupos (I a IV) pela somatória dos pontos: G I: < 10 pontos, G II: 11 a 20 pontos, G III: 21 a 30 pontos e, G IV: > 31 pontos.

Mortalidade de acordo com os grupos: G I = 1,2%, G II = 7%, G III = 30% e, G IV = 66% (p < 0.001)*

Fonte: * *The “University of São Paulo (USP) Severity Score” for hyperbaric oxygen patients. M. D’Agostino Dias, S.V. Trivellato, J.A. Monteiro, C.H.Esteves, L.MI.Menegazzo, M.R.Sousa, L.A Bodon. Undersea & Hyperbaric Medicine V. 24 Supplement p.35. 1997.*

Tabela 2 - Indicações de OHB conforme Resolução CFM 1.457/95 e classificação de gravidade da USP

		Início	Indicação	Situações	Sessões
EMERGÊNCIA	Principal	Imediato	1. Doença descompressiva	Todos os casos	2 a 5 (em 95% dos casos)
			2. Embolia traumática pelo ar		
			3. Embolia gasosa		
			4. Envenenamento por CO ou inalação de fumaça		
			5. Envenenamento por gás cianídrico / sulfídrico		
URGÊNCIA	Tratamento adjuvante	Imediato conforme condições clínicas / outros procedimentos	6. Gangrena gasosa	Todos os casos	10 a 30 (em 95% dos casos)
			7. Síndrome de Fournier	Classif. gravidade da USP III ou IV	
			8. Infecções necrotizantes de tecidos moles: celulites, fasciites, miosites (inclusive sítio cirúrgico)	Classif. gravidade da USP II, III ou IV	
			9. Isquemias agudas traumáticas: lesão por esmagamento, síndrome compartimental, reimplantação de extremidades amputadas e outras	Classif. gravidade da USP II, III ou IV	
			10. Vasculites agudas de etiologia alérgica, medicamentosa ou por toxinas biológicas: (aracnídeos, ofídios e insetos)	Em sepse, choque séptico ou insuficiências orgânicas	
			11. Queimaduras térmicas e elétricas	Acima de 30% de 2º e 3º graus ou queimaduras em áreas nobres	
ELETIVO	Tratamento adjuvante	Início planejado	12. Lesões refratárias: úlceras de pele, pés diabéticos, escaras de decúbito, úlceras por vasculite autoimune e deiscência de suturas	Após revascularização ou outros procedimentos cirúrgicos se indicados; – osteomielite associada; – perda de enxertos ou retalhos prévios; – infecção com manifestações sistêmicas	30 a 60 (em 95% dos casos)
			13. Lesões por radiação: radiodermite, osteoradionecrose e lesões actínicas de mucosa	Todos os casos	
			15. Osteomielites	Após limpeza cirúrgica e/ou remoção de material de síntese	
SITUAÇÕES ESPECIAIS	Casos selecionados	Início imediato	14. Retalhos ou enxertos comprometidos ou de risco	Evolução desfavorável nas primeiras 48 horas, e avaliação a cada 5 sessões	10 a 40 (em 95% dos casos)
			16. Anemia aguda nos casos de impossibilidade de transfusão sanguínea	Associada a suporte respiratório e eritropoetina	

Fonte: SBMH – Diretrizes de segurança, qualidade e ética (2012 – 2013).

2.5.3 Contra Indicações, efeitos adversos e complicações

As principais contra indicações absolutas da terapia hiperbárica são pneumotórax não tratado, pois pode resultar em pneumotórax hipertensivo e instabilidade hemodinâmica. Existem algumas contra indicações relativas, a saber, infecções respiratórias de vias aéreas superiores, enfisema com retenção de bióxido de carbono, lesões pulmonares assintomáticas observáveis nas radiografias de tórax, história de cirurgia torácica ou auditiva, febre alta não controlada, gravidez, claustrofobia, convulsões e uso de drogas como a ciclofosfamida e doxorrubicina, pois podem aumentar os efeitos citotóxicos (OLSZEWER, 2008).

As complicações habitualmente observadas no uso da câmara hiperbárica de alta pressão estão relacionados à variação da pressão e/ou toxicidade do oxigênio, que fazem relação com a dose oferecida e com o tempo de exposição (OLSZEWER, 2008).

Os efeitos adversos relacionados com a toxicidade pulmonar são tosse seca, escarros hemoptoicos, dor retroesternal e edema pulmonar. No que concerne à toxidade neurológica são reconhecidas as parestesias e convulsões. Ainda verificam-se complicações importantes como, desconforto e barotrauma auditivos, desconforto nos seios da face e alterações visuais importantes (KNOBEL, 2003).

2.5.4 Orientações terapêuticas

A oxigenoterapia é realizada em sessões com duração de 90 a 120 minutos, aplicando uma pressão no interior do vaso de 2 a 3 ATA, sempre avaliado por médico hiperbárico. As sessões podem variar desde uma a três por dia e dependendo da fase da terapêutica evoluir para sessões em dias alternados.

A indicação do número de sessões, para a maioria dos pacientes, pode variar de acordo com as características da doença, observando o caráter agudo, que oscila entre 10 a 20 sessões e no máximo 90 sessões e o caráter crônico, com variação de 30 a 60 sessões e no máximo 180 sessões (SBMH, 2012 – 2013).

2.5.5 Aplicações da oxigenoterapia hiperbárica

O emprego da oxigenoterapia hiperbárica na qualidade de terapia adjuvante em diversas patologias isquêmicas, notadamente, nas agressões da musculatura esquelética, pois tem a capacidade de reduzir a área de inflamação destas lesões, está bem estabelecido. O ambiente de hiperoxia proporciona a ocorrência de vasoconstricção que é a base clínica para o tratamento com oxigênio hiperbárico, pois reduz em 20% o fluxo sanguíneo, evitando o extravasamento de fluidos e diminuindo o edema, assim como, proporciona o incremento da microcirculação. A OHB diminui os radicais livres, permitindo uma melhor atuação dos neutrófilos contra as bactérias e tem ação bactericida para algumas bactérias anaeróbias. As lesões crônicas, que apresentam uma oferta reduzida de oxigênio para os tecidos lesionados, o que dificulta a atividade bactericida dos leucócitos e consequentemente a cicatrização dessas feridas, são beneficiadas com a OHB, pois melhoram a oxigenação da área que permeia a ferida crônica. A oxigenoterapia hiperbárica é a modalidade terapêutica de eleição na doença descompressiva e embolia gasosa (KNOBEL, 2003).

2.5.5.1 Lesões por isquemia e reperfusão

A lesão por isquemia e reperfusão ocorre a partir da interrupção abrupta do fluxo sanguíneo de um determinado tecido e sem estabelecimento imediato do suprimento sanguíneo, iniciando com alterações celulares e finalizando em apoptose. No momento do restabelecimento do fluxo sanguíneo, ocorre um segundo período, caracterizado pela obstrução do vaso por conglomerado de polimorfonucleares (PMN) aderidos ao endotélio da vênula pós-capilar, onde as microarteríolas adjacentes à oclusão venosa sofrem vasoconstricção levando à redução adicional do fluxo sanguíneo. Ocorre ampliação da área de lesão com as enzimas proteolíticas deste PMN e a formação de radicais livres, que promovem a peroxidação de ácidos graxos insaturados, contribuindo para apoptose celular, comprometendo a viabilidade do tecido com perda funcional irreparável (KNOBEL, 2003).

A OHB tem a capacidade de atuar na diminuição da adesão de PMN ao endotélio e reduzir a formação de radicais livres, assim como, diminuir a peroxidação

lipídica, reduzir a produção de lactato, poupar parte da reserva energética do tecido lesado, estimular a produção de colágeno pelos fibroblastos e promover a angiogênese. A hiperoxia aumenta a concentração tecidual de oxigênio reduzindo a possibilidade de infecções oportunistas, diminuindo o edema vasogênico, facilitando a reperfusão e melhorando da cicatrização (KNOBEL, 2003).

2.5.5.2 Doenças infecciosas e traumáticas

A OHB pode proporcionar a restauração das defesas contra a infecção, pois promove a diminuição dos radicais livres permitindo uma melhor atuação dos neutrófilos contra as bactérias. Assim como através de sua ação bactericida para bactérias anaeróbias, incluindo o *Clostridium perfringens*.

Pacientes com fascíte necrotizante e gangrena gasosa, mionecrose clostridiana, podem ser beneficiados com o tratamento cirúrgico, antibioticoterapia e OHB coadjuvante, pois foi observado melhor demarcação dos tecidos saudáveis, permitindo ao cirurgião ser mais conservador no desbridamento e possibilitando um número menor de amputações (KNOBEL, 2003).

A síndrome compartimental é caracterizada por edema e hiperemia, com comprometimento vascular. As alterações clínicas são dor, sensação de pressão, parestesia, paresia e ausência de pulso. Existe uma relação direta entre o tempo e a isquemia, podendo haver lesão muscular irreversível após as seis primeiras horas. A terapia hiperbárica deverá ser realizada o mais precoce possível, até mesmo antes da fasciotomia, na tentativa de redução do edema e isquemia.

Retalhos e enxertos cutâneos comprometidos são beneficiados pela OHB, melhorando a sobrevivência do enxerto, diminuindo a infecção de sítio cirúrgico, reduzindo a ocorrência de deiscência e contribuindo para a completa cicatrização da lesão (KNOBEL, 2003).

2.5.5.3 Lesões crônicas

A reduzida oferta de oxigênio para os tecidos dificulta a atividade bactericida dos leucócitos e conseqüentemente a cicatrização de lesões crônicas. A OHB, na qualidade de terapia adjuvante, permite um aumento na oxigenação dos tecidos e uma melhor resposta no processo de cicatrização.

Pacientes com pé diabético são beneficiados com a OHB, terapia adjuvante associada com controle rigoroso dos níveis glicêmicos e curativos diários, no que tange a diminuição do tamanho da ferida e redução do número de amputações. O oxigênio hiperbárico para o tratamento da osteomielite crônica refratária apresenta resposta satisfatória, pois diminui a recorrência da infecção, reduz o tempo de hospitalização e aumenta a permanência sem sinais clínicos. A OHB proporciona a redução das taxas de osteorradionecrose e a resolução da hematúria nas lesões actínicas de mucosas.

2.5.5.4 Grande queimado e intoxicação por monóxido de carbono

As lesões causadas pelas queimaduras térmicas apresentam edema que se intensifica com o decorrer do tempo, notadamente nos primeiros quatro dias. A OHB oferece um ambiente rico em oxigênio que permite um efeito vasoconstrictor, que atua na redução do edema, permite maior formação de colágeno e promove o aumento da atividade fagocitária. Assim com a redução do edema, ocorre a limitação da progressão das lesões e a redução da necessidade de vários procedimentos cirúrgicos, diminuindo o período de internação e o custo do tratamento. A OHB está indicada para o tratamento de pacientes com queimaduras de segundo e terceiro grau e com extensão superior a 20% da superfície corporal. O início deverá ser programado para as primeiras 24 horas.

A hemoglobina tem uma maior afinidade pelo monóxido de carbono que pelo oxigênio. A OHB tem o objetivo de ofertar oxigênio para facilitar a dissociação do monóxido de carbono da hemoglobina, evitar a hipóxia tecidual causada pela carboxi-hemoglobina e melhorar a oxigenação dos tecidos, no intuito de evitar danos neurológicos. Os sinais e sintomas podem ocorrer em até 28 dias após a intoxicação por monóxido de carbono. A OHB está indicada o mais precocemente possível, proporcionando uma redução nas sequelas cognitivas dos pacientes. O protocolo sugerido orienta que a primeira sessão de OHB deverá ser realizada por 150 minutos, com 3,0 atmosferas nos primeiros 70 minutos, seguidos por 2,0 atmosferas até o fim da sessão, dentro das primeiras 24 horas do evento da intoxicação. E as próximas duas sessões por 120 minutos, a 2,0 atmosferas de pressão, nos dias subsequentes.

Tabela 3 - Sinais e sintomas que devem alertar o médico perante um paciente com história de exposição ao monóxido de carbono

Sinais e sintomas
Perda de consciência
Cefaleia
Confusão mental
Fadiga
Tontura
Distúrbios visuais
Náuseas
Vômitos
Acidose metabólica
Arritmia cardíaca

Fonte: Knobel (2003).

2.6 INSTALAÇÕES FÍSICAS

A empresa preferencialmente terá uma localização privilegiada para captar clientes, próxima a diversas clínicas, hospitais, restaurantes, condomínios de apartamentos, guardando algumas vantagens:

- Facilidade de meios de transportes, para todos os pontos da cidade;
- Disponibilidade de estacionamento;
- Local com intenso fluxo de pessoas e veículos;
- Boa disponibilidade de energia elétrica, água e meios de comunicação;
- Disponibilidade de mão-de-obra qualificada;
- Proximidade com o seu público alvo;
- Local de fácil acesso para os seus clientes;
- Ruas asfaltadas.

A câmara hiperbárica e suas respectivas áreas de apoio deverão ser instaladas em um ambiente físico apropriado e em acordo com as normas estabelecidas pela resolução número 50 da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA).

O projeto, desenvolvimento e execução da obra civil para instalação da câmara hiperbárica e suas dependências envolvendo a parte elétrica, hidráulica e

incêndio são vistoriadas pelo Corpo de Bombeiros Militares do Rio Grande do Norte e Secretaria Municipal de Urbanismo (SEMURB), assim como para o funcionamento é necessária aprovação da vigilância sanitária.

2.6.1 Ambientes de apoio

Os ambientes de apoio deverão obedecer as seguintes especificações e dimensões (áreas):

- Área de registro e espera externa para pacientes, com 32.0 m²;
- Sala da administração, com 14.0 m²;
- Vestiários feminino e masculino, com cada área de 8.0 m²;
- Sala de espera interna, com 16,0 m²;
- Sala de curativos, com 6.0 m²;
- Consultório médico, com 7.5 m²;
- Sanitários masculino e feminino, com cada área de 6.0 m²;
- Depósito de material de limpeza, com 4.5 m²;
- Copa, com 4.5 m²;
- Sala de terapia hiperbárica, com 80.0 m².

2.6.2 Especificações técnicas da câmara multipacientes

A câmara hiperbárica do tipo multipacientes para tratamento de oxigenoterapia hiperbárica com capacidade para 09 (nove) pacientes (8 poltronas e 1 maca), modelo A-240/08, fabricada no Brasil pela Seaway Diver Ind. Met. e Mont. LTDA., com as seguintes características:

a. Especificações técnicas do equipamento

- Comprimento: 6,57m.
- Altura: 2,30m.
- Diâmetro externo: 2,07m.
- Porta principal: 1,75 x 0,75m.
- Porta secundária: 0,75m.
- Porta intermediária: 0,75m.
- Medical look: 0,30 m de diâmetro.

- Peso: 6.890 kg.
 - Peso cheio d'água: 27.560 kg.
 - Volume da câmara: 16,05m³.
 - Volume da antecâmara: 4,40m³.
 - Volume Total: 20,45m³.
 - Pressão de trabalho PMTA: 5,5 ATA.
 - Pressão de teste hidrostático: 6,85 ATA.
 - Pressão para teste pneumático: 0,5kgf/cm².
- b. Sala de Máquinas / Sist. de pressurização
- Compressor de baixa pressão tipo parafuso;
 - Separador de condensado para ar comprimido;
 - Secador de ar por refrigeração;
 - Filtro de água;
 - Filtros coalescentes;
 - Filtro de carvão ativado;
 - Purgador eletrônico;
 - Linhas de pressurização e despressurização em tubulação de cobre.
- c. Painel de controle
- Dimensões: comp. 1.60m, alt. 1.44m, larg. 0.77m;
 - Monitor digital de temperatura e umidade;
 - Rádio Intercomunicador;
 - Analisador de oxigênio;
 - Analisador de dióxido de carbono (CO₂);
 - Manômetros com escala 0-21kgf/cm²;
 - Profundímetros com escala 0-70m (0-230pés);
 - Pressostato digital;
 - Temporizadores analógicos;
 - *Flowmeter*, escala 0-5LPM;
 - Sistema de som com CD Player, rádio AM e FM e alto-falante;
 - Painel para controle de iluminação da câmara;
 - Monitor LCD 17";

- Voltímetros para painel escala 0-30V e 0-300V;
- Cronômetro digital ou analógico;
- Alarme sonoro tipo cigarra para baixa pressão de oxigênio.

d. Câmara Hiperbárica – exterior

- Conjunto de válvulas para:
 - _ Pressurização;
 - _ Despressurização;
 - _ Sistema de O₂.
- Válvulas de segurança;
- Válvula de despressurização de emergência;
- Válvulas de purga, para medical look;
- Manômetro com escala 0-7kgf/cm²;
- Vigias de acrílico com certificação PVHO;
- Câmera de vídeo “color” com lente varifocal tipo arco-íris.

e. Câmara Hiperbárica – interior

- Válvula de despressurização de emergência;
- Silenciador da pressurização principal;
- Manifold tipo bloco com 8 entradas e 8 saídas (O₂);
- Painel interno de aço inox escovado;
- Caixa de som com saída para fone de ouvido hiperbárico;
- Caixa de som para entretenimento;
- Sensores de umidade e temperatura;
- 9(NOVE) Poltronas em couro com descanso de braço individual;
- 1(UMA) Maca tipo padiola;
- 08 (oito) Máscaras SCOTT;
- Válvula de pressurização do medical look;
- Manômetro com escala de 0–7kgf/cm²;
- Spots para iluminação interna.

f. Penetradores de casco

- Para iluminação;

- Para sistema de combate a incêndio;
- Para rede de pressurização e despressurização;
- Para comunicação, análise, pressão, instrumentação e alarme;
- Para drenos: câmara e antecâmara.

g. Sistema de combate a incêndio – INTERIOR

- Sprinkler tipo pendente;
- Sistema de combate a incêndio tipo *Deluge* (extinção do fogo através de alagamento).

h. Sistema de combate a incêndio – EXTERIOR

- Reservatório de água para 1000lts com válvula de segurança e manômetro;
- Botão de acionamento tipo cogumelo localizado na mesa de controle.

i. Segurança do sistema hiperbárico

- Válvula de Segurança;
- Alarme sonoro;
- Válvula de emergência;
- Alarme de pressão;
- Circuito fechado TV;
- Sistema de comunicação;
- Sistema de combate a incêndio;
- Pintura interna em tinta retardante de chamas e atóxica na cor azul padrão Seaway Diver;
- Controle da Pressão da câmara;
- Piso interno em alumínio antiderrapante;
- Monitor de temperatura e umidade;
- Máscaras de inalação de oxigênio com mangueiras independentes para inalação e exalação do gás;
- Visores de acrílico fabricado de acordo com o código ASME PVHO-1;
- As tubulações de cobre classe A seguindo a norma NBR 13206;
- Percentuais de oxigênio (O₂) e de gás carbônico (CO₂) controlados através de 2 analisadores, um para cada gás, localizados no painel de controle.

Na rede de ar comprimido principal:

- manômetros da rede, manômetro da mesa de controle, e válvulas de segurança dos vasos de pressão e do compressor.

Na rede de ar comprimido secundário:

- manômetro da mesa de controle.

Na rede de oxigênio principal e secundária:

- manômetro no painel de controle.

j. Sistema de Oxigênio

- Sistema de oxigênio principal (tipo oxigênio líquido);
- Sistema de oxigênio secundário (tipo oxigênio gasoso);
- Composição: 2 baterias de 3+3 cilindros;
- Válvula Reguladora de Pressão AP/BP;
- Chave de manobra;
- Válvulas de segurança nas linhas;
- Alarme de queda de pressão na rede principal e secundária (tipo sonoro e luminoso);
- *By – Pass* (oxigênio líquido para oxigênio gasoso ou vice-versa);
- Instalação de tubulação e conexões até o painel de válvulas solenóides.

k. Sistema de ar comprimido secundário (bateria de cilindros)

- Composição: 2 baterias de 6+6 cilindros;
- Válvula Reguladora de Pressão AP/BP;
- Chave de manobra;
- Manômetros AP/BP;
- Válvula de segurança na linha secundária;
- Instalação de tubulações e conexões até o painel de válvulas solenóides.

2.7 RECURSOS HUMANOS

A oxigenoterapia hiperbárica dever ser realizada por uma equipe multidisciplinar, coordenada por um médico hiperbárico e os profissionais envolvidos

com o tratamento do paciente, em especial o médico assistente. Os clientes internos, enfermeiros, equipes de curativos, técnicos de enfermagem, mergulhadores e apoio, executam um trabalho em conjunto. Durante a terapêutica é importante observar um seguimento harmonioso no que tange a solicitação de exames laboratoriais, acompanhamento hiperbárico, uso racional de antibióticos e melhor momento para procedimentos cirúrgicos.

2.7.1 Médico hiperbárico

A indicação e aplicação da oxigenoterapia hiperbárica é de exclusiva competência médica. Médico cursado em emergências submarinas e medicina hiperbárica em instituição reconhecida pela SBMH sempre presente nas instalações do Serviço de Medicina Hiperbárica durante a operação de uma câmara hiperbárica é o responsável pela organização e pelo fiel cumprimento das normas estabelecidas para o bom tratamento.

A avaliação inicial, com anamnese e exame físico dirigidos, classificando o doente de acordo com a doença e gravidade, registro fotográfico inicial, elaboração de um plano inicial de tratamento com os respectivos procedimentos necessários para uma boa evolução do paciente, planejamento em conjunto com o médico assistente, são atribuições do médico hiperbárico. Durante o tratamento a reavaliação periódica é importante, com revisão das feridas, no que tange a mudança ou manutenção do plano inicial de tratamento, através de registro fotográfico e exames laboratoriais.

2.7.2 Enfermeiro hiperbárico

O enfermeiro com formação na área de medicina hiperbárica em curso reconhecido pela SBMH é o responsável pela enfermagem em medicina hiperbárica e faz parte da equipe de um serviço de medicina hiperbárica registrado na SBMH e em cumprimento a legislação do Conselho Regional de Enfermagem (COREN).

Suas atribuições são realizar a seleção e treinamento de equipe de enfermagem, responder tecnicamente pela enfermagem, elaborar escalas de serviço, participar das avaliações dos pacientes, elaborar manual de normas e rotinas da enfermagem, supervisionar o serviço da equipe, realizar avaliação de

desempenho da equipe com periodicidade semestral, medir e registrar indicadores de qualidade do serviço, prestar atendimento aos pacientes, médicos e acompanhantes, gerenciar a validade dos materiais e medicamentos e participar de trabalhos científicos na área de medicina hiperbárica.

2.7.3 Administrador

Profissional de nível superior cursado em administração hospitalar e saúde responsável pela gestão do serviço.

As atribuições são supervisionar e administrar a clínica no que tange os aspectos financeiros, relacionamento com os convênios, controle de estoques, contabilidade financeira, planejamento estratégico, contato com credores e devedores, guardar o fiel cumprimento das legislações trabalhistas, realizar avaliação periódica de desempenho da equipe, executar e controlar as atividades administrativas, promover reuniões mensais com os sócios para avaliações, melhorias e prestação de contas e gerenciar a manutenção dos equipamentos.

2.7.4 Técnicos de enfermagem

Técnicos de enfermagem do serviço treinados em técnicas de curativos, tratamento de feridas e trabalho em ambientes hiperbáricos, com experiência comprovada e cursado em técnicas de combate a incêndio e suporte básico de vida.

As responsabilidades próprias da sua função são participar nas avaliações das feridas, realizar curativos sob a supervisão do enfermeiro, realizar a limpeza e desinfecção da câmara hiperbárica de acordo com a rotina do serviço, realizar o controle dos sinais vitais de acordo com a rotina, realizar anotações das ocorrências e intercorrências no prontuário do paciente, cumprir a escala de atividades do dia, participar dos treinamentos realizados pela equipe de enfermagem e médica do serviço e prestar assistência direta aos pacientes durante o tratamento de OHB.

2.7.5 Mergulhadores

Mergulhadores profissionais, cursados em instituição reconhecida para desenvolvimento das atividades de mergulho, com experiência comprovada em atendimento de acidentes de mergulho e oxigenoterapia hiperbárica. É importante considerar que a equipe de mergulhadores apresente experiência em atendimento na área de saúde com curso de socorrista ministrado prioritariamente pelo Serviço de Atendimento Médico de Urgência (SAMU).

Os mergulhadores podem atuar na qualificação dos guias externos (operador da câmara) e internos quando habilitados como técnicos de enfermagem, gerenciar e supervisionar a manutenção dos equipamentos, realizar o *check list* prévio dos equipamentos antes do início de cada sessão de OHB e no início e término do dia de tratamento e gerenciar todos os procedimentos de operação e segurança das câmaras hiperbáricas.

2.7.6 Pessoal de apoio

O pessoal de apoio consiste em auxiliares de serviços gerais responsáveis pela limpeza do setor, controle da limpeza e desinfecção das vestimentas específicas para os pacientes em tratamento hiperbárico, auxiliar os técnicos de enfermagem na limpeza e desinfecção da câmara hiperbárica de acordo com a rotina do serviço, executar os serviços da copa.

Auxiliar administrativo com atribuições relacionadas com a administração burocrática do serviço, a saber, secretaria, pagamentos e recebimentos contábeis, assessoria aos pacientes no que tange aos agendamentos para atendimento com o médico hiperbarista e o controle de horário das sessões de OHB e contribuir com o administrador no relacionamento com planos de saúde, pacientes, instituições financeiras, fornecedores e clientes internos.

3 METODOLOGIA

A seleção dos métodos e técnicas do presente trabalho científico está diretamente relacionada com a implantação de um serviço pioneiro de medicina hiperbárica no estado do Rio Grande do Norte.

3.1 TIPO DE PESQUISA

A metodologia utilizada para a descrição do projeto de intervenção, composta do tipo de pesquisa, coleta de dados e do projeto de intervenção em si. Para Gil (1999), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

Pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem uma situação problema e há necessidade de informações para solucioná-lo.

Esta pesquisa caracteriza-se como descritiva, onde ocorre o delineamento e a proposta de intervenção para a implantação de uma câmara hiperbárica no Rio Grande do Norte. As pesquisas descritivas têm por objetivo estudar as características de um grupo: sua distribuição por idade, sexo, procedência, nível de escolaridade, opiniões, atitudes, crenças. São, juntamente com as pesquisas exploratórias, as que habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática. São também as mais solicitadas por organizações como instituições educacionais, empresas comerciais, partidos políticos (GIL, 1999).

3.2 COLETAS DE DADOS

A coleta de dados foi realizada no Paiol de Mergulho do Grupamento de Patrulha Naval do Nordeste, sediado nas dependências da Base Naval de Natal, que dispõe de uma câmara hiperbárica multipacientes com capacidade para atender até três pacientes, que tem como objetivo prestar apoio a um grupamento de

mergulhadores militares em atividade na região e na área de jurisdição do Comando do Terceiro Distrito Naval. Este serviço tem prestado apoio aos acidentados de mergulho da região e garantido atendimento em oxigenoterapia hiperbárica à população, caracterizando um desvio de sua finalidade e gerando uma demanda reprimida.

O projeto de implantação do primeiro centro de medicina hiperbárica do Rio Grande do Norte partiu da necessidade de atender a crescente demanda de acidentes de mergulho da região, pois em virtude do extenso litoral para a prática do mergulho esportivo ou turístico, a pesca submarina da lagosta e aumento das atividades mergulho profissional nas plataformas de exploração de petróleo.

A proposta é estabelecer um serviço pioneiro de tratamento hiperbárico (Oxigenoterapia Hiperbárica – OHB) na cidade de Natal/RN, utilizando-se do que há de mais moderno em tecnologia, adquirindo para isso uma câmara hiperbárica *multiplace*, que possui capacidade em uma mesma sessão de 08 a 10 pessoas, isto é, a empresa disponibilizará para o seu público alvo, um Sistema Multipacientes, tendo em vista que essa câmara hiperbárica tem capacidade para o tratamento de diversos pacientes simultaneamente e adicionalmente permitem que o pessoal médico esteja presente dentro da câmara. Por terem dois compartimentos, essas câmaras tornam possível entrada e saída de pessoal adicional sem que seja necessária a interrupção do tratamento.

A oxigenoterapia hiperbárica é reconhecidamente uma modalidade terapêutica, que deve ser utilizada, de acordo com protocolos preestabelecidos, respeitando a individualidade de cada paciente. As doenças com indicação para oxigenoterapia hiperbárica, muitas vezes, são aquelas que apresentam insucesso no tratamento convencional, com vários procedimentos cirúrgicos, em que o uso de antibióticos parece ser ineficaz e com internação prolongada. Assim a OHB, como terapêutica moderna, mundialmente reconhecida, quando utilizada adequadamente e com critérios, poderá contribuir para a diminuição dos custos com tratamentos ineficientes e redução do tempo de internação.

A legislação atual reconhece a OHB como procedimento terapêutico consagrado nos meios científicos e incorporado acervo de recursos médicos, de uso corrente em todo o País, conforme resolução nº 1.457/95 do Conselho Federal de Medicina. A Agência Nacional de Saúde Suplementar introduz a OHB no rol de seus procedimentos mínimos.

O trauma constitui importante problema de saúde pública, haja vista, que nosso país detém o posto de campeão de acidentes de trânsito, enfrenta grandes crises no que diz respeito à violência urbana, principal causa de morte entre adolescentes e adultos jovens e ainda não conseguiu espantar o fantasma de elevada incidência de acidentes ocupacionais. Consequentemente as lesões causadas por traumas ocupam lugar de destaque nos atendimentos médicos dos serviços de emergência, nos centros cirúrgicos e nos serviços de reabilitação.

Existem duas condições principais relacionadas a traumas nas quais o emprego do oxigênio hiperbárico contribui nitidamente para o sucesso do tratamento: a lesão traumática de membros e a síndrome compartimental. No caso das lesões traumáticas de membros, há comprometimento de dois ou mais tecidos colocando em risco a viabilidade dos mesmos e a vida do paciente. A síndrome compartimental está relacionada a traumas que provocam inchaço dos músculos e ocorre quando a pressão no compartimento muscular de um membro torna-se superior à pressão do sangue nos vasos sanguíneos, prejudicando a circulação e levando à isquemia. Em ambas as situações, corre-se o risco de uma amputação. O tratamento em ambiente rico em oxigênio com pressão aumentada (hiperbárico) permite a redução do edema (inchaço) e o aumento da oferta de oxigênio para os tecidos lesados proporcionando-lhes as condições necessárias para a sua regeneração e reduzindo o número de amputações de membros realizadas todos os anos.

A oxigenoterapia hiperbárica é extremamente segura e seus possíveis efeitos colaterais leves é pouco frequente. O doente é colocado dentro de uma câmara hiperbárica confortável, geralmente por 90 a 180 minutos, e está sempre com a supervisão médica. A pressão dentro da câmara e o número de sessões necessárias variam de acordo com a gravidade de cada caso e a indicação do médico hiperbarista.

A medicina hiperbárica atua em diversas patologias, provenientes de diversas causas, tais como o diabetes, que no Brasil, constitui um dos grandes motivos para as hospitalizações no sistema público de saúde. O pé diabético se constitui em importante causa de amputações de membros inferiores. Nos últimos anos, com o aumento da formação e evidência científica neste campo, as novas unidades de Medicina Hiperbárica passaram a estar também cada vez mais ligadas a centros vocacionados para o tratamento de feridas.

3.3 PROJETO DE INTERVENÇÃO: CENTRO DE MEDICINA HIPERBÁRICA: UMA PROPOSTA PARA A SAÚDE DO RIO GRANDE DO NORTE

A modelagem proposta para a implantação de um Centro de Medicina Hiperbárica é indicada a seguir.

A proposta para construção do Centro de Medicina Hiperbárica necessariamente deverá seguir uma orientação no que tange um cenário com localização que garanta facilidade de meios de transporte para todos os pontos da cidade, disponibilidade de estacionamento, proximidade de clínicas, hospitais e serviços, boa disponibilidade de energia elétrica, água e meios de comunicação e facilidade de acesso para todos os usuários, assim em virtude dos privilégios da localização captar clientes.

3.3.1 Estrutura física necessária

O ambiente para edificação de toda a estrutura física necessária para o funcionamento do primeiro centro de medicina hiperbárica do Rio Grande do Norte é de aproximadamente 330 m².

A obra de edificação será essencialmente de estabelecimento assistencial de saúde, que visa atender a demanda ao público particular, planos de saúde e usuários do Sistema Único de Saúde (SUS). Portanto o presente projeto específico da área de saúde obedece às normas da Coordenadoria de Vigilância Sanitária - COVISA (RDC 50/1992) e as de acessibilidade universal (NBR 9050).

A estrutura física necessária para aprovação e vistoria do Corpo de Bombeiros do Rio Grande do Norte e da Secretaria Municipal de Urbanismo deverá contemplar uma recepção com área de registro e espera externa pra pacientes, sala administrativa, vestiários feminino e masculino, sala de espera interna, sala de curativos, consultório médico, sanitário masculino e feminino, depósito de material de limpeza, copa, sala de terapia hiperbárica, estacionamento com vaga para pacientes especiais, vestiário e banheiros para funcionários e casa de máquinas.

3.3.2 Estrutura de Pessoal

O pessoal necessário para implantação do serviço de medicina hiperbárica tem uma composição sugerida pela Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica, a saber:

- Administrador hospitalar e de saúde
- Médicos hiperbaristas
- Mergulhadores profissionais – técnicos de mergulho
- Enfermeiro hiperbarista
- Técnicos de enfermagem
- Secretária executiva
- Ajudantes de Serviços Gerais

No Quadro 1, segue esboço do quadro funcional estimado para o funcionamento da unidade.

Quadro 1 - Quadro funcional estimado

<i>Profissional</i>	<i>Função</i>
01 Administrador hospitalar e de saúde	Gestor do serviço.
02 Médicos hiperbaristas	Presente no serviço em todas as sessões hiperbáricas e consultoria técnica.
01 Enfermeiro hiperbarista	Responder tecnicamente pela equipe de enfermagem.
02 Mergulhadores profissionais	Qualificação dos guias internos e externos e manutenção dos equipamentos.
04 Técnicos de enfermagem	Avaliação e curativo das feridas, atuar como guia interno e externo controle dos sinais vitais dos pacientes.
01 Secretária executiva	Controle das agendas de pacientes e sessões, atendimento ao público externo e auxílio administrativo.
02 Ajudantes de Serviços Gerais	Responsáveis pela limpeza, organização e copa do serviço.

Fonte: Pesquisa.

A Tabela 4 apresenta a estimativa das despesas mensais necessárias com o quadro funcional.

Tabela 4 - Estimativa de despesas mensais com pessoal.

Mão-de-obra Direta (MOD)			
Profissional	Qtde	Salários	Subtotal
Médico	1	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
Enfermeira / Mergulhador	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
Aux. Enfermeiro	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Operador / Guia Externo	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Guia de Câmara Interno	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Recepcionista	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Total de Funcionários	6		
Total em salários			R\$ 15.900,00
Previsão 13º salário e férias			R\$ 3.087,25
Encargos Trabalhistas (36,80%)			R\$ 6.987,31
Total Folha de Pagamento			R\$ 25.974,56

Fonte: Pesquisa.

3.3.3 Máquinas e equipamentos

O presente projeto contempla um câmara hiperbárica do tipo multipacientes para tratamento de oxigenoterapia hiperbárica com capacidade para 09 (nove) pacientes (8 poltronas e 1 maca), modelo A-240/08, único fabricante no Brasil é a Seaway Diver Ind. Met. e Mont. LTDA..

3.3.4 Estimativa de custos para a implantação do Projeto

O presente projeto tem um orçamento estimado para implantação com base nos custos para obras de edificações, mobiliários e máquinas e equipamentos, elementos importantes para o estudo da viabilidade econômica do negócio. Na Tabela 5 é apresentado o orçamento estimado para a implantação do projeto, levando-se em consideração o número de 2 (duas) sessões diárias com 90 (noventa) minutos de duração cada e o funcionamento de 26 (vinte e seis) dias úteis no mês.

Tabela 5 - Orçamento para implantação do projeto

<i>Itens do Orçamento</i>	<i>Valor proposto R\$</i>
Câmara Hiperbárica Multiplace A-240/08 para tratamento de Oxigenoterapia Hiperbárica	R\$ 608.407,00
Capital de giro	R\$ 141.593,00
Projeto arquitetônico	R\$ 7.700,00
Edificações/Reformas	R\$ 112.000,00
Móveis e utensílios	R\$ 9.600,00
Equipamentos de informática	R\$ 5.000,00
Sistema de oxigênio	Parceria / Comodato com fornecedor de oxigênio
Sistema de ar comprimido secundário (bateria de cilindros)	Parceria / Comodato com fornecedor de oxigênio

Fonte: Pesquisa.

Algumas despesas (mensais) diversas foram projetadas com o objetivo de melhor especificar as despesas (Tabela 6).

Tabela 6 - Despesas mensais diversas.

Despesas mensais diversas de operação			
Discriminação	Qtde	Preço	Total
Internet	1	R\$ 34,90	R\$ 34,90
Serviços de Contabilidade	1	R\$ 600,00	R\$ 600,00
Limpeza (materiais e serviços)	1	R\$ 800,00	R\$ 800,00
Vale Alimentação	156	R\$ 10,00	R\$ 1.560,00
Material Escritório	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Conta Marketing Propaganda Relações Pública 50% destas despesas	1	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
Vale-Transporte	156	R\$ 5,00	R\$ 780,00
Energia elétrica	3.922,36 KW/h	0,2995	1.174,67
Seguros equip + predial	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Desp manutenção preventiva	1	R\$ 775,00	R\$ 775,00
Anuidade CRM	1/12	R\$ 397,00	R\$ 33,08
Custo Total			R\$ 9.957,65

Fonte: Pesquisa.

No que tange a gastos com Oxigênio, prevê-se uma parceria com o fornecedor dos equipamentos do gás. A estimativa do consumo, custo do metro cúbico consumido são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Previsão de despesa com oxigênio.

Oxigênio	
Preço do m3	R\$ 2,75
Consumo/paciente (m3)	3,5
Sessões por dia	2
Dias por mês	26
Pacientes por sessão	8
Custo Total de Oxigênio	R\$ 4.004,00

Fonte: Pesquisa.

A câmara pretendida possui a capacidade de abrigar 8 (oito) paciente por vez; para simulação de Resultados do Projeto, apropriou-se da utilização de pacientes particulares, pacientes que possuem convênio médico e outros cujo ressarcimento se dá pelo Governo. Na Tabela 8, encontram-se os valores pagos atualmente por sessão de tratamento.

Tabela 8 - Simulação de faturamento mensal por tipo de convênio.

Tipo de Paciente	Por Sessão	Preço por Sessão	Valor
Convênio			
Particular	3	R\$ 335,00	R\$ 52.260,00
Convênios Particulares	3	R\$ 300,00	R\$ 46.800,00
Convênios c/ Governo	2	R\$ 320,00	R\$ 33.280,00
Total de faturamento por mês		R\$ 132.340,00	

Fonte: Pesquisa.

Realizando a análise da simulação Despesas *versus* Faturamento é obtido o Resultado expresso na Tabela 9.

Tabela 9 - Análise de Resultado

Receita Bruta	Valores
Faturamento mensal	R\$ 132.340,00
Impostos - alíquota 20%	(R\$ 26.468,00)
Folha de Pagamento	(R\$ 25.974,56)
Gasto com Energia	(R\$ 1.174,67)
Custo com Oxigênio	(R\$ 4.004,00)
Custos diversos	(R\$ 8.782,98)
Despesas com Convênio	(R\$ 13.234,00)
Total de despesas	(R\$ 79.638,21)
Bruto mensal	R\$ 52.701,79

Fonte: Pesquisa.

A apuração do resultado líquido mensal é de R\$ 55.701,59, o juros de financiamento fica em 1,2916%, R\$ 9.229,52, apresentando um ROI (*Return Over Investment*) de 15,52 meses.

O estudo das Receitas estimadas com oxigenoterapia em câmara hiperbárica (Tabela 10), considerando o tratamento eletivo de três pacientes com plano de saúde, dois pacientes particulares e três pacientes oriundos do SUS, com vistas para previsão de uma sessão por dia no primeiro ano, duas sessões por dia no segundo ano e três sessões por dia no terceiro ano.

Tabela 10 - Previsão de receitas

Ano/Sessão/Pacientes	1º ano / 1 sessão / dia / 08 pacientes	2º ano / 2 sessões / dia / 16 pacientes	3º ano / 3 sessões / dia / 24 pacientes
Receita R\$	794.040,00	1.588.080,00	2.382.120,00

Fonte: Pesquisa.

As despesas e gastos globais apresentados abaixo compõem o estudo de viabilidade econômica (Tabela 11)

Tabela 11 - Previsão de despesas e gastos globais

Custos/Despesas	Ano 1 (R\$)	Ano 2 (R\$)	Ano 3 (R\$)
Insumos	120.630,00	126.661,50	132.994,58
Pró-labore	108.000,00	108.000,00	108.000,00
Salários	396.000,00	396.000,00	396.000,00
Encargos sociais	289.573,20	289.573,20	289.573,20
Aluguéis	38.400,00	38.400,00	38.400,00
Energia elétrica	24.000,00	25.200,00	26.460,00
Telefone	3.600,00	3.600,00	3.600,00
Água	1.200,00	1.200,00	1.200,00
Impostos	383.101,80	402.256,89	422.369,73
Manutenção e seguro	17.238,20	17.238,20	17.238,20
Total anual	1.381.743,20	1.408.129,79	1.435.835,71

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A oxigenoterapia hiperbárica é caracterizada pela oferta de oxigênio terapêutico com um grau de pureza próximo de 100% no interior de uma câmara hiperbárica, em condições de pressão superiores a pressão atmosférica.

As aplicações clínicas, atualmente reconhecidas e consagradas ao longo da história da OHB, têm demonstrado seu papel fundamental com terapêutica de escolha para as doenças descompressivas, embolias gasosas pelo ar e envenenamento por monóxido de carbono, assim como adjuvante no tratamento de várias patologias relacionadas com a lesão por isquemia e reperfusão, doenças infecciosas e traumáticas, lesões crônica refratárias à cicatrização e no grande queimado.

O projeto pioneiro no Estado do Rio Grande do Norte tem como base a necessidade de atender uma demanda reprimida de pacientes com patologias com indicações precisas e orientadas pelo médico hiperbarista, pois o nosso Estado não dispõe de um serviço com estas características.

A aquisição de uma câmara hiperbárica e adequação de um serviço às normas estabelecidas pelos órgãos competentes, garantindo segurança aos pacientes, usuários e clientes internos. O centro médico será pioneiro nos serviços propostos, contando com equipamentos de última geração e adequada às normas de proteção para a realização dos tratamentos, contando com profissionais altamente especializados.

A realização de um intenso trabalho de conscientização da classe médica e dos usuários de planos de saúde e SUS, com palestras e seminários. O corpo clínico, capacitado em medicina hiperbárica, é um diferencial importante para os clientes no intuito de atender com eficácia todos os que necessitarem dos serviços hiperbáricos, com possibilidade de atender pacientes agendados e de casos de urgência durante 24 horas.

O presente é caracterizado pela análise histórica, normas estabelecidas para oxigenoterapia hiperbárica, necessidade de implantação de um serviço pioneiro para atender a uma demanda reprimida no Estado, utilização de equipamentos de última geração e único de fabricação nacional, equipe especializada e ambiente com localização privilegiada para a edificação do primeiro Centro de Medicina

Hiperbárica do Rio Grande do Norte, assim como uma cuidadosa análise dos custos de implantação e viabilidade econômica.

Os resultados são satisfatórios e otimistas para seguirmos com a implantação de um Centro Médico especializado em oxigenoterapia hiperbárica. Considerar a possibilidade de promoção de educação continuada e estudos com o objetivo de ampliar o número de patologias tratadas, promover a ciência e registrar os resultados obtidos para estudos futuros.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A OHB já passou por diferentes fases históricas de aceitação, porém algumas premissas são fundamentais para garantir solidificação e sustentabilidade do método, a saber: seguir as orientações da Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica, manter o seguimento do paciente com equipe multidisciplinar, estabelecer sempre contatos com o médico assistente do doente para manter informações atualizadas da patologia, reconhecer as enfermidades agudas que necessitem de tratamento imediato e as crônicas na qualidade de adjuvantes, assim como assessorar o médico assistente no melhor momento para novas intervenções cirúrgicas ou conservadoras.

Avaliando a fisiopatologia e fisiologia do mergulho, fica cada vez mais evidente que, quanto maior a atmosfera de pressão empregada no tratamento hiperbárico, a resposta inicial é acompanhada por inflamação resultante da isquemia e reperfusão associada a quimiotaxias dos macrófagos, resultando em uma adequação celular e os tecidos passam a obter os benefícios desejados.

A implantação de um serviço pioneiro em oxigenoterapia em câmara hiperbárica multipacientes trará benefícios significativos para a saúde do Rio Grande do Norte, garantindo aos pacientes a redução do número de intervenções cirúrgicas, da quantidade de ciclos de antibióticos e do número de dias de internação e o pronto atendimento para as patologias agudas como as doenças descompressivas, o grande queimado e as intoxicações por monóxido de carbono, assim, consequentemente reduzindo os custos com a saúde.

O projeto de viabilidade econômica e os custos com a implantação do projeto demonstram que a captação de clientes é fundamental para o sucesso da clínica, pois os custos operacionais iniciais são elevados e a manutenção tem uma despesa fixa, assim precisamos fazer um trabalho importante de conscientização da sociedade, dos usuários de planos de saúde e SUS e da classe médica, com o objetivo de apresentar os benefícios da OHB.

À medida que a OHB for se estabelecendo como um tratamento consagrado, os seus conceitos estabelecerão as diretrizes que fundamentarão a ciência baseada em evidências para o qual serão necessários estudos mais amplos na área de oxigenoterapia hiperbárica para se estabelecerem os benefícios e as eventuais colateralidades para intensificar seu uso na área médica.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, A. Guia multimídia de mergulho autônomo. **Scuba ware (PDIC)**, Rio de Janeiro, 1995.

BOEREMA, I. High atmospheric pressure as na aid to cardiac surgery. *Archivum Chirurgicum Neerlandicum*, v. 8, n. 193, 1956.

CARVALHO, M. **Manual de mergulho - Técnicas avançadas**. Rio de Janeiro: PDIC, 1995.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. **Resolução n. 1457 de 19 de outubro de 1995 sobre oxigenoterapia hiperbárica**. Diário Oficial da União, Brasília, 19 out. 1995. Seção I, p. 16585.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. **Resolução n. 1457 de 19 de outubro de 1995 sobre oxigenoterapia hiperbárica**. Diário Oficial da União, Brasília, 30 nov. 1995. Seção I, p. 19829.

FONTAINE, J. A. Emploi chirurgical de l'air comprime. *Union Med.*, v. 28, n. 445, 1979.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GUYTON, A. C. **Tratado de Fisiologia Médica**. 7. ed.. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1989.

JACOBSON, J. H. **The historical perspective of hyperbaric therapy**. New York: 1965. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Article first published online: 14 mar. 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-6632.1964.tb56312.x/abstract>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

KNOBEL, E. **Terapia Intensiva: Infectologia e Oxigenoterapia Hiperbárica**. Editora Atheneu. São Paulo, 2003.

MARTINS, Marcelo Victória. **SEAWAYDIVER, Câmaras Hiperbáricas**. Porto Alegre: Net, 2001. Seção Guia de Produtos. Disponível em: <<http://www.seawaydiver.com/pagina/menuhorizontalcomponentesexternos>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

MORRISON, D. S.; KIRKBY, R. D. **Medicina Hiperbárica: Uma Breve História.** Antilhas Holandesas, 2001.

OLSZEWER, F. **Conceitos de Medicina Hiperbárica de Baixa Pressão.** São Paulo: Livraria Santos Editora, 2008.

SHERIDAN, R. L.; SHANK, E. S. Hyperbaric oxygen treatment: A brief overview of a controversial topic. **Journal of Trauma**, n. 47, p. 426-435, 1999.

SIMPSON, I. **Compressed air as a therapeutic agente in the treatment of consumption asthma, chronix bronchitis and other diseases.** Edinburgh: Sutherland & Knox, 1987.

SMITH, G.; SHARP G. R. Treatment of coal gas poisoning with oxygen ar two atmospheres pressure. **Lancet**, n.1 v. 816, 1962.

SAMPAIO, Raimundo. **Curso Básico de Mergulho.** São Paulo: Net, 2010. Seção Meus Arquivos. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/user/AAAAAJr9IAH/raimundo-sampaio>>. Acesso em: 14 fev. 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA HIPERBÁRICA. **Diretrizes de Segurança, Qualidade e Ética.** 4. rev. 2012, 2013.

SODRÉ, L. **Apostila sobre o curso de especialização de instructor para mergulho adaptado.** Rio de Janeiro: SBMA, 1996.

WERNECK, M. **Manual de mergulho - Open water.** Rio de Janeiro: PDIC, 1995.