

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS  
ACADEMIA DE BOMBEIROS MILITAR**

**FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO  
Escola de Governo**

**CAPITÃO BM WENDERSON DUARTE MARCELINO**

**OPERAÇÕES DE MERGULHO AUTÔNOMO ABAIXO DE 30 METROS  
DE PROFUNDIDADE: ANÁLISE PARA IMPLANTAÇÃO DE  
MERGULHO DESCOMPRESSIVO NA INSTITUIÇÃO**

**BELO HORIZONTE  
2018**

**Capitão BM Wenderson Duarte Marcelino**

**OPERAÇÕES DE MERGULHO AUTÔNOMO ABAIXO DE 30 METROS DE  
PROFUNDIDADE: ANÁLISE PARA IMPLANTAÇÃO DE MERGULHO  
DESCOMPRESSIVO NA INSTITUIÇÃO**

Monografia apresentada à Academia de Bombeiros Militar de Minas Gerais e à Fundação João Pinheiro, como requisito para aprovação no Curso de Especialização em Gestão e Proteção e Defesa Civil.

Orientador: Tenente Coronel BM Eduardo  
Ângelo Gomes da Silva

Belo Horizonte

2018

A314o

Marcelino, Wenderson Duarte.

Operações de mergulho autônomo abaixo de 30 metros de profundidade [manuscrito] : análise para implantação de mergulho descompressivo na Instituição / Wenderson Duarte Marcelino. – 2018.

[8], 130 f. : il.

Monografia de conclusão de Curso (Especialização em Gestão e Defesa Civil) – Fundação João Pinheiro, Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho, 2018.

Orientador: Eduardo Ângelo Gomes da Silva

Bibliografia: f. 115-116

1. Segurança pública – Minas Gerais. 2. Corpo de Bombeiros – Minas Gerais. 3. Mergulho autônomo – acidentes – Minas Gerais. I. Silva, Eduardo Ângelo Gomes da. II. Título.

CDU 351.759.6(815.1)

**Capitão BM Wenderson Duarte Marcelino**

**OPERAÇÕES DE MERGULHO AUTÔNOMO ABAIXO DE 30 METROS DE PROFUNDIDADE:** análise para implantação de mergulho descompressivo na instituição

Monografia apresentada em cumprimento às exigências para a obtenção como requisito aprovação no Curso de Especialização em Gestão e Proteção e Defesa Civil.

Avaliado em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Nota Final: (        ) \_\_\_\_\_

---

Tenente Coronel BM Eduardo Ângelo Gomes da Silva – Orientador

---

Coronel BM QOR Rubem da Cruz - Avaliador

---

Professor Paulo Madsen - Avaliador

Belo Horizonte

**2018**

## DEDICATÓRIA

*Primeiramente a Deus por ter me conduzido de cabeça erguida até o presente momento.*

*À minha amada esposa Marília e aos meus queridos filhos Lucas, Eduardo, Vinícius e Sophia que são meu porto seguro e que tiveram uma paciência especial comigo este ano com a realização deste curso.*

*Aos meus pais pela referência de honestidade, lealdade, competência e humildade, que com certeza me fizeram chegar onde estou hoje.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para a construção deste trabalho. Deixo um especial agradecimento:

Ao meu orientador, grande referência de oficial e comandante que tenho, Tenente Coronel BM Eduardo Ângelo Gomes da Silva, pelos excelentes ensinamentos e pela condução das orientações durante este trabalho.

Ao Sub Tenente BM QOR Juliano Figueiredo, meu instrutor de mergulho, pela competência e pelos ensinamentos, que estão contribuindo sobremaneira para minha evolução no mergulho.

Aos queridos amigos da NAUI Brasil e do CBMERJ pelos materiais disponibilizados e pelos esclarecimentos necessários para a confecção esta monografia.

A todos os colegas de turma, Aspirantes de 2004, 2005 e 2006, pela ótima convivência e companhia neste ano de curso.

## RESUMO

O estado de Minas Gerais possui em seu território diversas represas/reservatórios de água para diversas funcionalidades. Dentre todos os reservatórios, destacam-se alguns, como a represa de Furnas, de Miranda I, de Três Marias e de Nova Ponte. Estas foram destacadas por possuir 30 metros ou mais de profundidade em ao menos um ponto de sua extensão. Apesar destas profundidades, o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) não permite em sua legislação interna de mergulho autônomo, a prática de mergulhos que ensejam em descompressão obrigatória, fazendo com que, basicamente, seus mergulhos fiquem restritos às profundidades mais rasas que 30 metros, além de possibilitar tempos de fundo muito pequenos, não permitindo então atender a possíveis ocorrências de recuperação de corpos/bens nestes locais. Diante disso, foi proposto o presente trabalho para analisar como o CBMMG pode implantar esta atividade, demonstrando o que é mergulho descompressivo e suas implicações, para que, após análise da instituição, possa se adotar esta modalidade de mergulho em seu *hall* de atividades desenvolvidas. Foi pesquisado junto aos Corpos de Bombeiros Militar do Brasil quais realizam esta modalidade de mergulho e como o fazem. Para isso foi encaminhado um questionário a 01 (um) oficial mergulhador de cada instituição para averiguar as informações. Foi questionado também às Unidades do CBMMG como estas reagem a tal situação. Foi demonstrado que no Brasil apenas 04 (quatro) Corpos de Bombeiros Militares realizam mergulho descompressivo e foi demonstrado ainda que o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais possui demanda, mesmo que pequena, entretanto não realiza a atividade por falta de treinamentos, técnicas e equipamentos específicos para tal. O foco principal do trabalho é auxiliar na evolução da atividade de mergulho autônomo do CBMMG, possibilitando a execução de mergulhos descompressivos por equipe técnica de Unidade especializada.

**Palavras chave:** Mergulho autônomo. Mergulho descompressivo. Técnica descompressiva. Unidade especializada.

## ABSTRACT

*The state of Minas Gerais has in its territory several dams/water reservoirs for various functionalities. Among all the reservoirs, there are some such as the Furnas, Miranda I, Três Marias and Nova Ponte reservoirs. These were highlighted by being 30 meters or deeper in at least one point of its extension. In spite of these depths, the Minas Gerais Military Fire Brigade (CBMMG) does not allow in its internal scuba dive legislation, the practice of dives that lead to compulsory decompression, basically causing its dives to be restricted to shallower depths than 30 meters, in addition to allowing very short background times, thus not allowing to attend to possible occurrences of recovery of bodies/things in these places. In view of this, the present work was proposed to analyze how the CBMMG can implement this activity, demonstrating what is decompression diving and its implications, so that, after analysis of the institution, this diving modality can be adopted in its developed activities hall. It was researched by the Brazilian Fire Brigade which carried out this modality of diving and how they do it. For this, a questionnaire was sent to 01 (one) official diver from each institution to verify the information. It was also questioned to the CBMMG Units how they react to this situation. It was demonstrated that in Brazil only 04 (four) Military Fire Brigade performed a decompression dive and it was also demonstrated that the Minas Gerais Military Fire Brigade has a demand, even if small, however it does not perform the activity due to lack of training, techniques and equipment for this purpose. The main focus of the work is to assist in the evolution of the CBMMG's scuba diving activity, enabling the execution of decompression dives by a specialized unit technical team.*

**Key words:** *Scuba diving. Decompression diving. Decompression technique. Specialized unit.*



## LISTA DE SIGLAS

ATA	Atmosfera Absoluta
BEMAD	Batalhão de Emergências Ambientais e Resposta a Desastres
CBMAC	Corpo de Bombeiros Militar do Acre
CBMAL	Corpo de Bombeiros Militar de Alagoas
CBMAM	Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas
CBMAP	Corpo de Bombeiros Militar do Amapá
CBMBA	Corpo de Bombeiros Militar da Bahia
CBMCE	Corpo de Bombeiros Militar do Ceará
CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CBMERJ	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro
CBMES	Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo
CBMGO	Corpo de Bombeiros Militar de Goiás
CBMMA	Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão
CBMMG	Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais
CBMMS	Corpo de Bombeiros Militar do Mato Grosso do Sul
CBMMT	Corpo de Bombeiros Militar do Mato Grosso
CBMPA	Corpo de Bombeiros Militar do Pará
CBMPB	Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba
CBMPE	Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco
CBMPI	Corpo de Bombeiros Militar do Piauí
CBMRN	Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte
CBMRO	Corpo de Bombeiros Militar de Rondônia
CBMRR	Corpo de Bombeiros Militar de Roraima
CBMRS	Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul
CBMs	Corpos de Bombeiros Militares
CBMSC	Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina
CBMSE	Corpo de Bombeiros Militar de Sergipe
CBMTO	Corpo de Bombeiros Militar de Tocantins
CBPMESP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CBPMPR	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná
CMAUT	Curso de Mergulho Autônomo
COB	Comando Operacional de Bombeiros

DD	Doença Descompressiva
DIAO	Diretriz Integrada de Ações e Operações
DIN	<i>Deutsche Industrie Norm</i>
DPV	<i>Dive Propulsion Vehicle</i>
EAG	Embolia Arterial Gasosa
EANx	<i>Enriched Air Nitrox</i>
GTO	Grupo Temático Operacional
HELIOX	Mistura gasosa de hélio e oxigênio
HP	High Pressure
ITO	Instrução Técnica Operacional
LIGABOM	Conselho Nacional dos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil
LP	<i>Low Pressure</i>
MASA	Curso de Mergulho Autônomo e Salvamento Aquático
MOD	<i>Maximum Operation Deth</i>
NAUI	<i>National Assotiation of Underwater Instructors</i>
NITROX	Mistura gasosa enriquecida com oxigênio
REDS	Registro de Evento de Defesa Social
RGBM	<i>Reduced Gradient Bubble Model</i>
SCUBA	<i>Self Contained Underwater Breathing Apparatus</i>
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SNC	Sistema Nervoso Central
TLSD	Tabela Limite Sem Descompressão
TRIMIX	Mistura gasosa de hélio, oxigênio e nitrogênio
VPM	<i>Varying Permeability Model</i>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Represas de Três Marias, Furnas e Nova Ponte e as rodovias que as entrecortam .....	17
Figura 2 – Vista aérea de um dos canyons em Furnas .....	17
Figura 3 – Vista aérea de parte da represa de Furnas.....	18
Figura 4 – Demonstração da evolução da pressão absoluta por profundidade .....	24
Figura 5 – Anexo B – ITO 12 – Tabela de Limite Sem Descompressão (TLSD).....	28
Figura 6 – Demonstração de tempos de fundo e tempo de descompressão .....	30
Figura 7 – Realização de parada de descompressão a 3 metros de profundidade...32	
Figura 8 - Tecidos do corpo humano.....	34
Figura 9 – Processo de saturação tecidual por N <sub>2</sub> no mergulho .....	35
Figura 10 – Tabela RGBM de descompressão obrigatória para mergulhos realizados com TRIMIX 16/24 a 40 e com utilização de O <sub>2</sub> puro. Profundidade limite de 54 metros .....	47
Figura 11 – Tabela RGBM de descompressão obrigatória para mergulhos realizados com TRIMIX 16/24 a 40 e com utilização de O <sub>2</sub> puro. Profundidade limite de 72 metros .....	48
Figura 12 – Tabela RGBM de descompressão obrigatória para mergulhos realizados com TRIMIX 10/40 a 60 e com utilização de O <sub>2</sub> puro. Profundidade limite de 99 metros .....	49
Figura 13 – Anexo B – ITO 12 – Tabela de Limite sem Descompressão. Tabela para mergulhos a ar comprimido, limitados a 57 metros de profundidade .....	50
Figura 14 – Mergulhador utilizando a mistura TRIMIX durante um mergulho .....	53
Figura 15 - Composição esquemática dos cilindros de Ar comprimido, EAN32 e EAN36 .....	55
Figura 16 – Cilindros preparados para NITROX.....	58
Figura 17 – Stages de O <sub>2</sub> e EANx para descompressão.....	59
Figura 18 – Asa para cilindro duplo, marca Halcyon, 55 libras, modelo Explorer BC63	
Figura 19 – Conjunto de backplate de aço inox e harness, marca Halcyon, para utilização com colete tipo Asa .....	63
Figura 20 – Colete tipo jaqueta utilizado pela 1ª Cia Ind. BM em Poços de Caldas/MG, modelo Star Pro da marca CRESSI .....	64

Figura 21 – Conjunto de asa Explorer BC 40 libras, montado com Secure Harness, ambos marca Halcyon, em cilindro duplo.....	64
Figura 22 – Cilindro duplo de S80 com torneiras tipo DIN, com cintas de inox e isolador manifold.....	66
Figura 23 – Regulador de primeiro estágio H-75P, marca Halcyon, com conexão tipo DIN com duas saídas HP e cinco saídas LP, sendo uma delas na parte inferior do regulador .....	67
Figura 24 – Regulador de segundo estágio HALO, marca Halcyon, balanceado, com aleta de controle de ar e controle de inalação ajustável.....	68
Figura 25 – Reguladores primário (verde contínuo) e secundário (vermelho pontilhado) .....	69
Figura 26 – Cilindro stage de O <sub>2</sub> .....	71
Figura 27 – Roupa seca de nylon trilaminado marca DUI (esquerda) e de poliuretano marca DUI (centro e direita) .....	72
Figura 28 – Roupa úmida marca Aqualung, 7 mm .....	72
Figura 29 – Computador de mergulho modelo Petrel, marca Shearwater .....	74
Figura 30 – Bússola de mergulho de pulso, marca SEASUB, banhada a óleo, com coroa giratória, linha de fé e visor fosforescente .....	75
Figura 31 – Prancheta de pulso de PVC, marca SEASUB, já com planejamento de mergulho .....	75
Figura 32 – Faca tipo Z-knife, modelo Trilobite, e faca modelo DF602, sem ponta, marca SEASUB.....	76
Figura 33 – Diversos modelos e tamanhos de sinalizadores de emergência da marca Halcyon .....	77
Figura 34 – Tabelas de mergulho em PVC da NAUI.....	77
Figura 35 – <i>Lift bag</i> 70 libras/32 kg, marca PROBLUE .....	78
Figura 36 – Lanterna modelo TL3500P, e luva modelo VLG-Glove, ambas da marca BigBlue.....	79
Figura 37 – Máscara de mergulho, modelo F1, marca CRESSI.....	80
Figura 38 – Nadadeira tipo tech, modelo Jet Fin, com tira de mola, marca Scubapro .....	80
Figura 39 – Página inicial da pesquisa.....	82
Figura 40 – Parte do questionário apresentado na plataforma <i>Google Docs</i> .....	82
Figura 41 – SEI encaminhado aos COB do CBMMG.....	85

Figura 42 – Ofício 338 do SEI de número 1400.01.0015612/2018-34 .....	104
Figura 43 – Parte do histórico citando mergulhadores civis e mergulhos abaixo de 30 metros .....	104
Gráfico 1 – Saturação tecidual por Meios Tempos.....	36
Gráfico 2 – Instituições que possuem ou não legislação de mergulho autônomo .....	89
Gráfico 3 – Quantidade de CBMs que mergulham, por faixa de profundidade .....	90
Gráfico 4 – Estados que realizam mergulhos abaixo dos 40 metros de profundidade .....	91
Gráfico 5 – % dos CBMs do Brasil que realizam mergulho descompressivo .....	92
Gráfico 6 – % de CBMs que não realizam mergulho descompressivo e foram acionados para tal .....	94
Gráfico 7 – Tempo que os CBMs já realizam mergulho descompressivo .....	97
Gráfico 8 – Estados dos CBMs que fazem mergulho descompressivo e se utilizam misturas gasosas ou não .....	98
Gráfico 9 – % de CBMs que utilizam mistura gasosa em mergulhos descompressivos .....	99
Gráfico 10 – Quais misturas gasosas são utilizadas e quantos CBMs as utilizam em mergulho descompressivo.....	99
Gráfico 11 – % de utilização de misturas gasosas dentre os CBMs que fazem uso delas.....	100
Gráfico 12 – COB's demandados para mergulhos abaixo de 30 metros de profundidade .....	103
Quadro 1 – Leis da física aplicadas ao mergulho autônomo e que terão implicação direta no mergulho descompressivo.....	26
Quadro 2 – Efeitos fisiológicos no mergulhador .....	27
Quadro 3 – Linha do tempo de estudo da descompressão.....	33
Quadro 4 – Horário de resposta/envio, aceite, instituição/estado e pergunta principal, por região .....	87
Quadro 5 – Estados que não realizam mergulho descompressivo, por região .....	92
Quadro 6 – Respostas sobre o que fizeram os CBMs que necessitaram realizar mergulho descompressivo, mas não puderam fazê-lo .....	94
Quadro 7 – Estados que realizam mergulho descompressivo, por região .....	95
Quadro 8 – Principais modos de implantação de mergulho descompressivo nos CBMs .....	96

Quadro 9 – Instituições que realizam mergulho descompressivo e há quanto tempo o fazem .....	97
Quadro 10 – CBMs e as misturas gasosas utilizadas em mergulhos descompressivos .....	100
Quadro 11 – Respostas acerca de produção de misturas gasosas para mergulho nos CBMs .....	101
Quadro 12 – Principais equipamentos citados para realização de mergulhos descompressivos.....	101

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 MERGULHO AUTÔNOMO DESCOMPRESSIVO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Contextualização .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Definição de mergulho descompressivo.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3 Da teoria da descompressão.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.1 Dos compartimentos dos tecidos.....</b>	<b>34</b>
<b>2.3.2 Da saturação dos compartimentos teciduais .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.3 Do Meio Tempo.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.4 Do Valor M.....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.5 Da formação de bolhas .....</b>	<b>38</b>
<b>2.4 Do modelo <i>Reduced Gradient Bubble Model</i> (RGBM) .....</b>	<b>39</b>
<b>2.4.1 Da parada <i>Deep Stop</i> (parada profunda).....</b>	<b>45</b>
<b>2.4.2 Das tabelas de mergulho descompressivo.....</b>	<b>46</b>
<b>2.5 Das misturas gasosas.....</b>	<b>51</b>
<b>2.5.1 Do <i>TRIMIX</i> .....</b>	<b>51</b>
<b>2.5.2 Do <i>NITROX</i> .....</b>	<b>55</b>
<b>2.5.3 Do <i>O<sub>2</sub> puro (100%)</i>.....</b>	<b>58</b>
<b>2.6 Dos equipamentos para realização de mergulhos descompressivos .....</b>	<b>60</b>
<b>2.6.1 Do dispositivo de flutuabilidade .....</b>	<b>62</b>
<b>2.6.2 Do cilindro duplo.....</b>	<b>65</b>
<b>2.6.3 Dos reguladores de primeiro estágio .....</b>	<b>66</b>
<b>2.6.4 Dos reguladores de segundo estágio.....</b>	<b>67</b>
<b>2.6.5 Dos reguladores primários e secundários.....</b>	<b>68</b>
<b>2.6.6 Do manômetro .....</b>	<b>69</b>
<b>2.6.7 Dos cilindros de descompressão .....</b>	<b>69</b>
<b>2.6.8 Das roupas para mergulho .....</b>	<b>71</b>
<b>2.6.9 Dos computadores de mergulho .....</b>	<b>73</b>
<b>2.6.10 Das bússolas .....</b>	<b>74</b>
<b>2.6.11 Das pranchetas de punho ou cadernetas impermeáveis.....</b>	<b>75</b>
<b>2.6.12 Das facas de mergulho/ferramentas de corte.....</b>	<b>76</b>
<b>2.6.13 Dos dispositivos de sinalização de emergência .....</b>	<b>76</b>
<b>2.6.14 Das tabelas de mergulho à prova d'água.....</b>	<b>77</b>

<b>2.6.15 Dos lift bags (sacos elevatórios) e carretilhas .....</b>	<b>78</b>
<b>2.6.16 Das lanternas.....</b>	<b>78</b>
<b>2.6.17 Das máscaras de mergulho.....</b>	<b>79</b>
<b>2.6.18 Das nadadeiras.....</b>	<b>80</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>81</b>
<b>4 ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA .....</b>	<b>87</b>
<b>4.1 Corpos de Bombeiros Militares que não realizam mergulho descompressivo .....</b>	<b>91</b>
<b>4.2 Corpos de Bombeiros Militares que realizam mergulho descompressivo ..</b>	<b>95</b>
<b>4.3 Dos dados fornecidos pelo CBMMG.....</b>	<b>102</b>
<b>5 IMPLANTAÇÃO DE MERGULHO DESCOMPRESSIVO NO CBMMG .....</b>	<b>106</b>
<b>5.1 Da inserção de <i>deep stop</i> e parada de segurança nos mergulhos não descompressivos .....</b>	<b>106</b>
<b>5.2 Criação de curso de extensão em técnicas descompressivas .....</b>	<b>107</b>
<b>5.2.1 Do convênio com outro Corpo de Bombeiros Militar.....</b>	<b>108</b>
<b>5.2.2 Da parceria institucional ou contratação de Certificadora Internacional</b>	<b>109</b>
<b>5.3 Do aporte logístico e criação de uma equipe de mergulho descompressivo no CBMMG .....</b>	<b>109</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>112</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>115</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>123</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais possui em seu território diversas represas/reservatórios de água para diversas funcionalidades. Dentre todos os reservatórios, destacam-se alguns, como a represa de Furnas, de Três Marias e de Nova Ponte. Estas estão destacadas por possuir 30 metros ou mais de profundidade em ao menos um ponto de sua extensão.

Estas represas abrangem áreas de vários municípios e estão entrecortadas por pontes de rodovias em locais diversos, são utilizadas para pesca convencional e subaquática, para turismo ecológico, além de serem utilizadas para a prática esportiva do mergulho autônomo. Daí então, tendo um grande volume de circulação de pessoas no dia a dia de cada balneário.

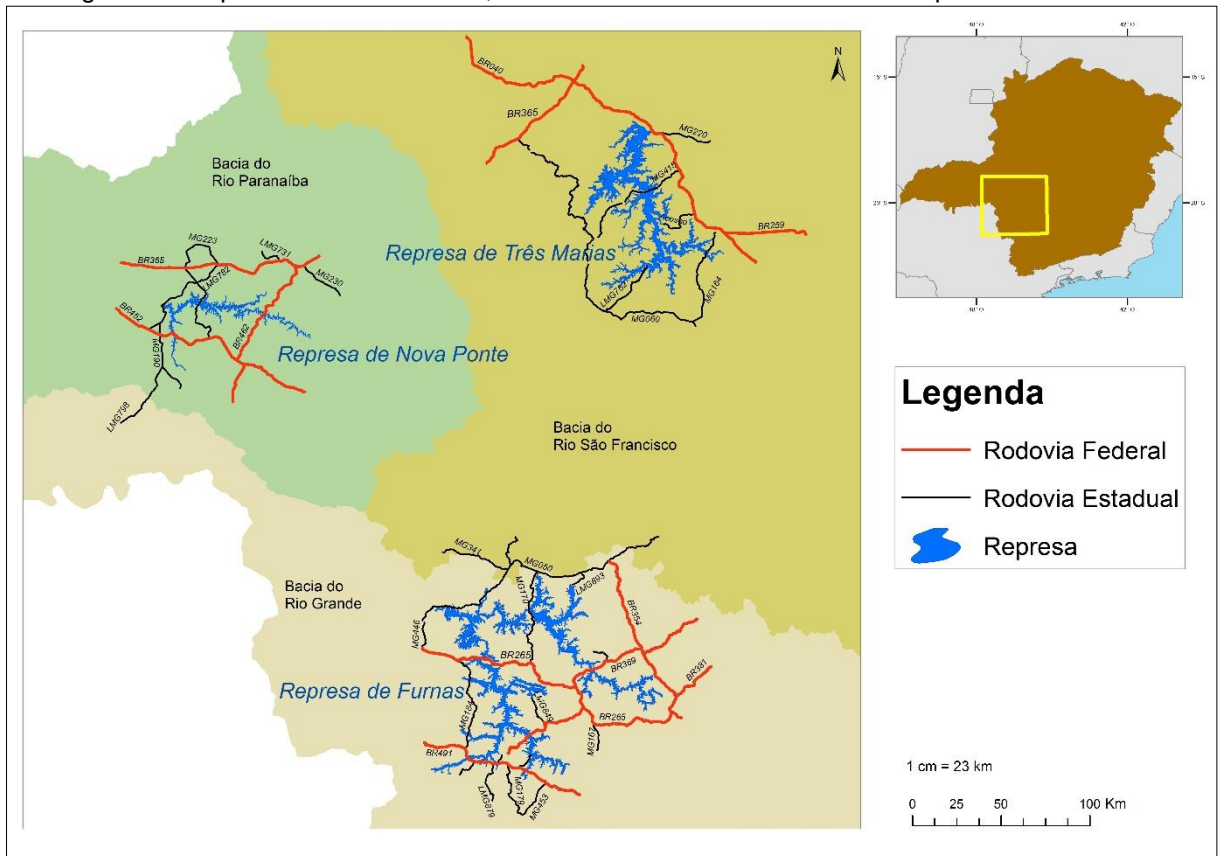
De maneira simples, observamos que a represa de Nova Ponte é cortada pela BR 452, próximo aos municípios de Santa Juliana e Nova Ponte. A represa de Três Marias é cortada pela MG 415, além do turismo ecológico e pesca e por último a represa de Furnas que além de cortada pela MG 184, MG 050, BR 265, BR 369 e BR 491, é ponto turístico ecológico, de pesca e mergulho autônomo, além de ser um balneário extremamente vasto (compreende 34 municípios) e com condomínios de alta renda que acabam por proporcionar um alto número de embarcações e aeronaves na região, principalmente em épocas de férias e feriados prolongados. Além disso, o balneário de Furnas, mais precisamente em Capitólio/MG, possui atualmente mais de 75 operadoras<sup>1</sup> de turismo embarcado cadastradas na Secretaria de Planejamento Gestão e Finanças do município. Segundo ainda o site da Prefeitura Municipal de Capitólio<sup>2</sup>, cerca de 4 mil pessoas circulam na região por fim de semana, podendo ainda chegar a 20 mil pessoas em feriados prolongados, como o carnaval por exemplo.

---

<sup>1</sup> Dados da Secretaria de Planejamento Gestão e Finanças

<sup>2</sup> <https://www.capitolio.mg.gov.br/portal/noticias/0/3/741/SITE-DE-TURISMO-DESTACA-CAPIT%C3%93LIO> - Acesso em: 30 de mai. 2018

Figura 1 – Represas de Três Marias, Furnas e Nova Ponte e as rodovias que as entrecortam



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2 – Vista aérea de um dos canyons em Furnas



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Okf3SjqCyPE>. Acesso em: 23 ago. 2018

Tendo então como referência para o trabalho o reservatório da represa de Furnas, localizado em São José da Barra/MG, podemos ter pontos que chegam a 127<sup>3</sup> metros de profundidade. É certo que nestes locais (mais próximos à barragem) a probabilidade de ocorrência de submersão é mínima em detrimento das outras áreas, mas a mesma represa possui pontos de turismo altamente frequentados, podendo chegar a 4 mil pessoas por final de semana, conforme visto anteriormente.

Figura 3 – Vista aérea de parte da represa de Furnas



Fonte:

<http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/magnify.asp?p=imagens/UsinaFurnas04.jpg&c=Igor%20Pessoa>. Acesso em: 23 ago. 2018

É notório então o grande potencial para situações envolvendo submersão de pessoas, veículos automotores, embarcações, e até mesmo aeronaves, em locais cuja profundidade seja maior que 30 metros, o que ensejará em uma operação de mergulho descompressivo, visto a necessidade de permanecer por maiores períodos em maiores profundidades para a realização das buscas e posterior reflutuação do que estiver sendo procurado.

Segundo a Constituição de Minas Gerais (1989), em seu artigo 2º, no inciso II<sup>4</sup>, o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) tem por atribuição constitucional, missões de busca e salvamento. Dentre as diversas atividades

<sup>3</sup> [http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina\\_hidr\\_furnas.asp](http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina_hidr_furnas.asp) - Acessado em 06 e jun. 2018

<sup>4</sup> II – Ao Corpo de Bombeiros Militar, a coordenação e a execução de ações de defesa civil, a prevenção e combate a incêndio, perícias de incêndio, **busca e salvamento** e estabelecimento de normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio ou qualquer tipo de catástrofe; (**grifo nosso**)

realizadas no campo das atribuições de busca e salvamento, estão inseridas as atividades de mergulho, compreendendo o mergulho livre e o mergulho autônomo.

Neste contexto, em caso de submersão de pessoas ou bens, independentemente da profundidade do manancial, rio, reservatório ou qualquer meio inundado por água, o CBMMG tem a missão constitucional de fazer sua busca, localização e consequente resgate/recuperação.

A Instrução Técnica Operacional Nº 12 (ITO 12) - Operações Submersas, regula toda atividade de mergulho no âmbito da instituição, e prevê em seu item 6.8.3.1<sup>5</sup> que, no CBMMG, as operações de mergulho autônomo estão restritas aos mergulhos de até 30 metros de profundidade e excepcionalmente, os Comandantes Operacionais de Bombeiros (COB) poderão autorizar os mergulhadores a ultrapassar esta profundidade.

Mesmo que autorizada esta excepcionalidade, as operações ainda terão obrigatoriedade de cumprimento da tabela de limite sem descompressão (TLSD) conforme item 6.6<sup>6</sup> da referida ITO. Isto na prática significa que o mergulhador pode chegar abaixo dos 30 metros de profundidade, entretanto tem no máximo 10 minutos (a contar do início da submersão) para que inicie sua subida a partir da profundidade alcançada abaixo dos 40 metros, por exemplo, dando então ao mergulhador (com extrema habilidade e treinamento continuado) 02 minutos para a descida (visto a velocidade máxima de descida de 23 m/min) e 07 minutos para a atividade de busca/localização/reflutuação. Fato este que inviabiliza qualquer atividade neste sentido. Disso podemos ter duas situações:

- a) ou a operação necessitará de um número muito grande de mergulhadores e equipamentos;
- b) ou será gasto muito tempo com os poucos mergulhadores em seus intervalos de superfície, até que possam retornar ao fundo para novamente poder operar novamente apenas 10 minutos.

---

<sup>5</sup> 6.8.3.1 Mergulho com equipamento autônomo a ar comprimido: 30 (trinta) metros. Mergulhos em profundidades maiores só poderão ser realizados com autorização do COB.

<sup>6</sup> 6.6 Toda atividade de mergulho realizada no CBMMG deverá ser feita com utilização da Tabela de Mergulho – Anexo “B”, "Tabela Limite **Sem Descompressão**" (TLSD). (**Grifo nosso**)

De qualquer maneira, ainda que o COB possa autorizar a realização do mergulho abaixo dos 30 metros de profundidade, caso o mergulhador entre em decompressão obrigatória por qualquer motivo que seja, não há na instituição treinamento e equipamentos específicos para a realização desta atividade, pondo em risco então não só os mergulhadores, mas também a autoridade delegante da missão.

Diante do cenário apresentado, percebe-se então a real necessidade de permanência do mergulhador por maior tempo abaixo dos 30 metros de profundidade para a realização de trabalhos de busca, localização e/ou reflutuação. Isto então ensejará em um mergulho com decompressão obrigatória e até mesmo a utilização de treinamento, equipamentos e misturas gasosas específicas, dependendo das profundidades que forem atingidas pelos mergulhadores.

É verdade que em situações de submersão de pessoas, na maioria dos casos, muito provavelmente os corpos afundados acabarão por flutuar espontaneamente após alguns dias devido à produção e expansão dos gases presentes no corpo, proporcionando sua recuperação quando atingir a superfície da água. Entretanto, nestes locais citados, com a possibilidade de submersão de embarcações com pessoas a bordo e podendo parar a 70 metros de profundidade, os corpos que lá permanecerem, apenas poderão ser recuperados por operações de mergulho descompressivo, utilizando equipamentos e misturas gasosas específicas e técnicas de decompressão durante a subida para garantir o sucesso da missão e a segurança dos mergulhadores.

A pesquisa se desenvolveu por uma revisão bibliográfica, além de aplicação de questionário para todos os Corpos de Bombeiros Militares do Brasil visando buscar um diagnóstico de como a atividade de mergulho descompressivo é desenvolvida nestas instituições. Foi realizado também um levantamento junto aos Comandos Operacionais de Bombeiros do CBMMG para verificar se alguma das Unidades subordinadas havia solicitado autorização para mergulhos abaixo dos 30 metros de profundidade ou que havia comunicado alguma ocorrência que se enquadrasse nesta situação.

O presente trabalho se propõe a verificar formas de se evoluir a atividade de mergulho autônomo realizada pelo CBMMG.

O objetivo geral é analisar a possibilidade de o CBMMG implementar em suas atividades de busca e salvamento a realização de operações de mergulho descompressivo.

A partir deste objetivo, o trabalho terá os seguintes objetivos específicos:

Os objetivos específicos deste trabalho monográfico visam:

- a) definir e contextualizar a atividade de mergulho descompressivo, apresentando as implicações fisiológicas trazidas pela física do mergulho, a teoria da descompressão, o modelo RGBM<sup>7</sup>, as misturas gasosas comumente utilizadas nestes mergulhos e os equipamentos de mergulho descompressivo;
- b) pesquisar junto aos Estados brasileiros e Distrito Federal sobre a participação de seus Corpos de Bombeiros Militar em operações de mergulho descompressivo;
- c) analisar uma forma do CBMMG fazer a implantação do mergulho descompressivo em suas atividades e uma forma de criar uma equipe de mergulho descompressivo.

A presente pesquisa procurará então demonstrar a importância da atividade de mergulho descompressivo nas operações de busca, localização, resgate e recuperação desencadeadas pelo CBMMG, assim como os meios mais seguros para que se possa realizar descompressões obrigatórias e mergulhos com misturas gasosas diferentes do ar comprimido que se utiliza na instituição. As informações adquiridas com os demais estados da federação poderão ajudar a subsidiar a construção de uma proposição de curso/treinamento específico em mergulho descompressivo futuramente, assim como na especificação de equipamentos apropriados para a realização desta atividade. Mais do que proporcionar formas de melhorar o preparo para o atendimento a operações que necessitem de descompressão obrigatória, a pesquisa também procurará demonstrar qual a melhor

---

<sup>7</sup> *Reduced Gradient Bubble Model* – traduzido como Modelo de Redução Gradiente de Bolhas

forma de manter equipes em condições de emprego, seja de maneira descentralizada no estado ou apenas em uma Unidade sediada na capital.

Nas seções deste trabalho os assuntos serão abordados de forma que, na Seção 2 “Mergulho autônomo descompressivo”, será definida a atividade de mergulho descompressivo, será discorrido sobre teoria da descompressão e os principais fatores que devem ser observados na prática da atividade, será apresentado o modelo RGBM<sup>8</sup> e suas tabelas. Serão apresentadas ainda as misturas gasosas mais comumente utilizadas em mergulho descompressivo e os equipamentos mais adequados a esta atividade.

Na Seção 3 “Metodologia” será apresentada a metodologia empregada no trabalho acerca da pesquisa realizada tanto na parte bibliográfica quanto junto aos Estados brasileiros e ao Distrito Federal.

Na Seção 4 “Análise dos dados da pesquisa” serão apresentados os dados resultantes da pesquisa realizada junto aos Corpos de Bombeiros Militares dos Estados brasileiros e Distrito Federal.

Na Seção 5 “Implantação de mergulho descompressivo no CBMMG” será realizada uma análise de como é possível implementar no âmbito do CBMMG a atividade de mergulho com descompressão obrigatória, com a criação de uma equipe de mergulho descompressivo, desde a mudança de legislação acerca da temática quanto também nas necessidades de aporte logístico para tal.

Por fim são apresentadas na Seção 6 as considerações finais do trabalho, contendo também propostas viáveis para o desenvolvimento do mergulho descompressivo na instituição.

---

<sup>8</sup> *Reduced Gradient Bubble Model* – traduzido por Modelo de Redução Gradiente de Bolhas

## 2 MERGULHO AUTÔNOMO DESCOMPRESSIVO

### 2.1 Contextualização

Os limites práticos das operações de mergulho com ar foram estabelecidos em 1915, quando o USS F-4 da US Navy foi recuperado de uma profundidade de 92 metros. Os mergulhadores da marinha americana simplesmente não conseguiam trabalhar a esta profundidade, além da penalidade descompressiva limitar o tempo de fundo a meros 10 minutos.

Em 1919, um inventor chamado Elihu Thomson especulou que o hélio deveria ser um substituto apropriado para o Nitrogênio em misturas respiratórias para mergulho, estimou um mínimo de 50% de ganho na profundidade máxima operacional. Nesta época o gás hélio custava em torno de US\$ 85 / litro, o que inviabilizava sua utilização. Alguns anos mais tarde foram descobertas minas de gás natural no Texas que produziam hélio, o que reduziu seu preço para menos de US\$ 0,10/litro. Em Dezembro de 1937, Max Nohl estabeleceu um novo recorde mundial de profundidade respirando Heliox, realizando um mergulho a 129 metros no Lago Michigan. Logo a seguir, a marinha americana realiza mergulhos simulados a 154 metros. O primeiro “teste de fogo” do hélio veio com o afundamento do submarino USS Squalus em 1939, a uma profundidade de 74 metros. Durante a operação de resgate, um mergulhador respirando ar não foi capaz de reparar um cabo de conexão utilizado no sino de resgate. Apesar do afogamento de 29 tripulantes, o uso de hélio permitiu o resgate de 33 homens, bem como a execução de mais de 100 mergulhos sem a ocorrência de incidentes. Isto demonstrou que o hélio era uma alternativa viável para as operações de mergulho profundo. (HENRIQUES, 2000)

Nasce então, como visto acima, em 1939, o mergulho descompressivo na marinha americana no resgate do submarino *USS Squalus*. Este foi o marco do mergulho com descompressão e utilização de TRIMIX. A partir deste ponto, já não mais teriam apenas testes laboratoriais como experiências, mas teriam agora uma vivência real sobre o mergulho com descompressão e utilização de misturas gasosas com hélio.

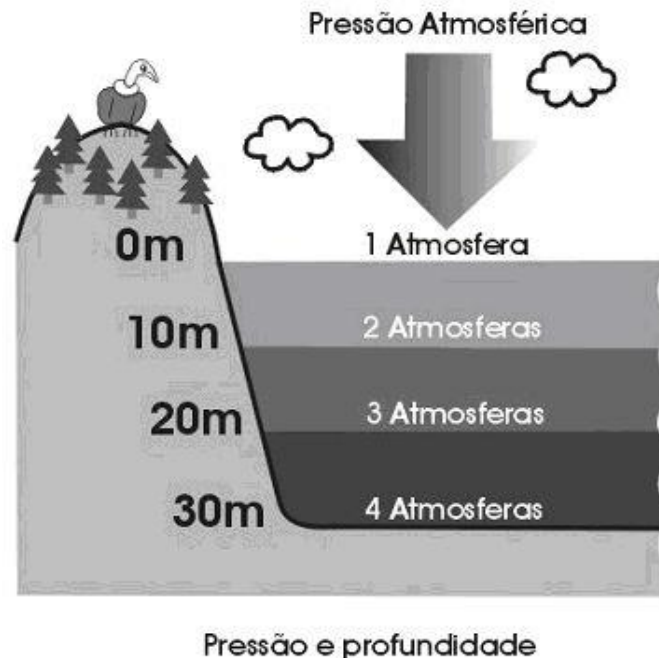
Tendo em vista o objetivo de definir e contextualizar a atividade de mergulho descompressivo, assim como apresentar as implicações fisiológicas trazidas pela física do mergulho, um pouco sobre teoria da descompressão, sobre o modelo RGBM e suas tabelas, além das misturas gasosas e equipamentos de mergulho descompressivo, esta seção foi elaborada para dar subsídio teórico ao trabalho, demonstrando a parte teórica aplicada ao mergulho descompressivo, cada subseção aqui, buscará elucidar os pontos importantes para detalhar a teoria aplicada ao mergulho descompressivo.



Segundo Marques (2004) o corpo humano está adaptado para respirar ao nível do mar, onde a pressão parcial do oxigênio é de 0,21 Atmosferas Absolutas (ATA), tendo então mais 0,78 ATA de nitrogênio e 0,1 ATA de outros gases. Percebemos então que a pressão parcial dos gases será parâmetro para determinarmos a fração de cada gás e conseqüentemente de oxigênio na mistura utilizada no cilindro de mergulho.

Ao nível do mar tem-se então a pressão atmosférica em 1 atmosfera. À medida em que um mergulhador inicia sua submersão na água, a cada 10 metros de profundidade adiciona-se mais 1 atmosfera de pressão. Tem-se então:

Figura 4 – Demonstração da evolução da pressão absoluta por profundidade



Fonte: <http://www.oieduca.com.br/artigos/voce-sabia/por-que-a-pressao-atmosferica-muda-com-a-altitude.html>. Acesso em: 23 ago. 2018

Fisiologicamente o corpo humano suporta a alteração da pressão parcial do oxigênio entre 0,16 ATA e 1,6 ATA. Quando os valores da pressão parcial do oxigênio estão abaixo desta faixa, tem-se a hipóxia, onde a pessoa ficará inconsciente. Já quando os valores estão acima desta faixa tem-se a hiperóxia, onde a pessoa se intoxicará pela exposição em excesso ao oxigênio. Para a atividade de mergulho, por questões de segurança, a pressão parcial máxima aceita para o oxigênio no CBMMG é de 1,4 ATA, devido aos riscos de danos no Sistema Nervoso Central (SNC). Assim como a pressão parcial do nitrogênio começa a impor efeitos ao mergulhador a partir de 4 ATA, tendo

efeitos consideráveis até 8 ATA e podendo haver alucinações e inconsciência se chegar a 10 ATA.

Devido a estas oscilações de pressão, o mergulhador poderá então estar submetido a intoxicações por oxigênio, narcose por nitrogênio e aos males descompressivos.

Diversos modelos foram e estão sendo estudados com vistas à segurança dos mergulhadores para evitar e minimizar os efeitos destes males. Tendo a doença descompressiva como principal objeto de estudo, as diversas autoridades internacionais de mergulho foram introduzindo padrões de descompressão em suas doutrinas, de forma a minimizar as possibilidades de ocorrências destes males.

Serão apresentados a seguir dois Quadros. O primeiro será responsável por demonstrar as três principais leis da física aplicadas ao mergulho autônomo, e que serão bastante relevantes no contexto do mergulho descompressivo. Já o segundo Quadro demonstrará os efeitos fisiológicos no mergulhador, baseado nas leis da física apresentadas no primeiro Quadro:

Quadro 1 – Leis da física aplicadas ao mergulho autônomo e que terão implicação direta no mergulho descompressivo

LEI	DESCRIÇÃO	APLICAÇÃO
LEI DE BOYLE	<p>- A uma temperatura constante, o volume de um gás varia de forma inversamente proporcional à pressão aplicada sobre este volume. Lei demonstrada matematicamente por:</p> $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ <p>Onde <b>P<sub>1</sub></b> e <b>V<sub>1</sub></b> são a pressão e volume inicial e <b>P<sub>2</sub></b> e <b>V<sub>2</sub></b> a pressão e o volume final.</p>	<p>- A observação da lei de Boyle na atividade de mergulho é de fundamental importância devido seus impactos relacionados aos barotraumas. As alterações de pressão e volume poderão ocasionar lesões graves nos mergulhadores, que necessitam então de grande conhecimento sobre esta teoria para manterem-se seguros durante a atividade de mergulho que estiverem desempenhando.</p>
LEI DE DALTON	<p>- A pressão total exercida por uma mistura de gases é igual a soma das pressões parciais que cada um teria se ocupasse sozinho o mesmo volume. Lei demonstrada matematicamente por:</p> $P_t = p_1 + p_2 + \dots + p_n = 100\%$ <p>Onde <b>P<sub>t</sub></b> é a pressão total e <b>p<sub>p</sub></b> são as pressões parciais de cada gás da mistura, chegando a 100%.</p>	<p>- A Lei de Dalton é extremamente importante para a definição da profundidade máxima de operação de determinado gás presente na mistura. O limite de operação do oxigênio é de 1,6 ATA. Através da lei de Dalton, observando as frações de cada gás na mistura, será determinada a profundidade máxima que aquela mistura poderá atingir.</p> <p>- Pela Lei de Dalton, tem-se o limite de profundidade máximo do ar comprimido definido em 57 metros.</p>
LEI DE HENRY	<p>- Indica que a quantidade de gás que se dissolverá em um líquido em uma temperatura dada é proporcional à pressão parcial desse gás em contato com o líquido e sua solubilidade. A absorção e eliminação do gás inerte são proporcionais à pressão absoluta.</p> <p>- “A quantidade de um gás que se dissolva em um líquido é dependente da pressão do gás no líquido, com descrito na <b>Lei de Henry</b>: “A uma determinada temperatura, o peso de um gás dissolvido por um líquido é diretamente proporcional à pressão parcial do gás no líquido”. (LIVINGSTONE; CARROLL 2004, p. 84): (grifo do autor)</p>	<p>- Uma das leis da física mais importantes de ser observadas na atividade de mergulho, pois dela derivam as explicações para a Doença Descompressiva (DD).</p>

Fonte: Elaborado e adaptado pelo autor

Quadro 2 – Efeitos fisiológicos no mergulhador

EFEITO FISIOLÓGICO	DESCRIÇÃO
<b>TOXICIDADE DO OXIGÊNIO</b>	<p>- À determinada pressão parcial, o oxigênio torna-se tóxico para o corpo humano. Dadas as leis da física apresentadas, mais precisamente a lei de Dalton, tem-se que o oxigênio deve estar a pressões não superiores a 1,6 ATA para que não se torne tóxico.</p> <p>- No caso da <b>intoxicação pulmonar pelo oxigênio</b>, visualizar-se-á o efeito Lorraine Smith, o qual descreve os efeitos da intoxicação por O<sub>2</sub> nos pulmões.</p> <p>- Já no caso da intoxicação do sistema nervoso central pelo oxigênio, a situação se torna mais grave e necessita de maior atenção dos mergulhadores. Quando se recebe altas taxas de oxigênio, como visto anteriormente em pressões parciais acima de 1,6 ATA, o sistema nervoso central é atingido de tal forma que, repentinamente provoca um ataque onde há uma parada respiratória, passa-se a um quadro de inconsciência e posteriormente surgem convulsões. Este estado é extremamente grave e pode levar a morte do mergulhador, principalmente se não tiver alguém que possa auxiliá-lo.</p>
<b>NARCOSE POR NITROGÊNIO</b>	<p>- Considerando a pressão parcial do nitrogênio na atmosfera, quando da sua aproximação de 4 ATA (aproximadamente 40 metros de profundidade), inicia-se um processo chamado de narcose por nitrogênio. O mergulhador entra em estado de euforia, parecido com um estado leve de embriaguez que pode levar a outras consequências perigosas como não querer mais subir à superfície por estar muito confortável no fundo ou até mesmo querer retirar seu equipamento para ficar mais confortável ainda, deixando, por exemplo, de conseguir respirar no fundo por ter retirado o regulador da boca. Este estado de narcose pode se iniciar aos 25 ou 30 metros dependendo do organismo do mergulhador.</p> <p>- “De maneira jocosa, relaciona-se a narcose à lei de Martini, dizendo que ‘cada 10 metros de profundidade correspondem a uma dose de Martini’ comparando a narcose à embriaguez., aliás um apelido da doença, a Embriaguez das Profundezas. Não só não existe tal lei, como não podemos compará-las totalmente.” (GANME 2002)</p>
<b>BAROTRAUMAS</b>	<p>- Os barotraumas são traumas provocados ao corpo humano decorrente de alteração de pressão. Ou quando a pressão do ambiente externo é maior que a do corpo ou quando a pressão interior do corpo excede a pressão externa. Os barotraumas estão relacionados aos espaços aéreos existentes no corpo do mergulhador, naturais ou artificiais, e são afetados mecanicamente pela diferença de pressão entre ambiente e corpo.</p> <p>- Existem ainda outros barotraumas como barotraumas de máscara, dental e de seios da face por exemplo. Entretanto será abordado nesta seção a Embolia Arterial Gasosa (EAG).</p>
<b>DOENÇA DESCOMPRESSIVA</b>	<p>- “O sangue e tecidos do mergulhador absorvem nitrogênio residual adicional (ou hélio) dos pulmões quando em profundidades. Durante a subida, o excesso de gás pode separar-se da solução, formando bolhas. Estas bolhas produzem efeitos mecânicos e bioquímicos que levam a uma condição conhecida como doença descompressiva.” CBMERJ (2018)</p> <p>- <b>Mal que é maior alvo do processo de descompressão, no qual se tem por intenção aumentar a eliminação do gás inerte residual presente no organismo e reduzir a probabilidade de formação de bolhas durante a subida do mergulho.</b></p>

Fonte: Elaborado e adaptado pelo autor

De acordo com CBMMG (2007) os mergulhos realizados na instituição são sempre não descompressivos, independentemente das profundidades alcançadas. Exatamente o oposto de um mergulho com descompressão obrigatória. Isso implica que o mergulhador do CBMMG, na atuação de sua missão constitucional, em suas operações de busca, localização, resgate ou recuperação não poderá, de maneira alguma, exceder os limites de tempo da Tabela Limite Sem Descompressão prevista no Anexo B da ITO 12, conforme se vê:

Figura 5 – Anexo B – ITO 12 – Tabela de Limite Sem Descompressão (TLSD)

PROF		LSD	GRUPO DE REPETIÇÃO															
M	PÉS		MIN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
3	10		60	120	210	300												
4,5	15		35	70	110	160	225	350										
6	20		25	50	75	100	135	180	240	235								
7,5	25		20	35	55	75	100	125	160	195	245	315						
10	30		15	30	45	60	75	95	120	145	170	205	250	310				
10,5	35	310	5	15	25	40	50	60	80	100	120	140	160	190	220	270	310	
12	40	200	5	15	25	30	40	50	70	80	100	110	130	150	170	200		
15	50	100		10	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100				
18	60	60		10	15	20	25	30	40	50	55	80						
21	70	50		5	10	18	20	30	35	40	45	50						
24	80	40		5	10	15	20	25	30	35	40							
27	90	30		5	10	12	15	20	25	30								
30	100	25		5	7	10	15	20	22	25								
33	110	20			5	10	13	15	20									
36	120	15			5	10	12	15										
39	130	10			5	8	10											
42	140	10			5	7	10											
45	150	5			5	5												
48	160	5				5												
51	170	5				5												
54	180	5				5												
57	190	5				5												

Fonte: Instrução Técnica Operacional 12 – Operações Submersas, CBMMG (2007)

Como a ITO 12 prevê em seu item 6.8.5.4<sup>9</sup> um ajuste acrescentando um terço à profundidade a ser alcançada devido às altitudes encontradas no estado, utilizando a tabela citada, um mergulhador poderá executar um mergulho até o limite de

<sup>9</sup> 6.8.5.4 Para toda atividade de mergulho deverá ser feito o ajuste da tabela para mergulho acima do nível do mar. Considerando-se que as altitudes no Estado de Minas Gerais variam de 300 a 2000 metros acima do nível do mar, as profundidades de mergulho deverão ser acrescidas de 1/3 (um terço) para uso da tabela.

profundidade em que o oxigênio não ultrapasse 1,4 ATA de pressão parcial, que será de 42 metros (já que 42 adicionado de um terço será 56, e como na tabela não possui esta profundidade, aplica-se 57 metros, que é a próxima profundidade prevista e coincide com o limite máximo da tabela), porém com um limite de tempo de operação de 5 minutos, pois se extrapolar este tempo entrará em decompressão obrigatória e não existe treinamento para confecção e execução de planejamento para estes mergulhos.

Como o CBMMG não realiza atividades de mergulho decompressivo, conforme já demonstrado, no presente capítulo está a apresentação desta atividade. O que é o mergulho decompressivo, o que é a teoria da decompressão, será apresentado o modelo de decompressão RGBM, quais as misturas gasosas mais comumente utilizada para mergulho decompressivo, além dos equipamentos utilizados nesta atividade.

## **2.2 Definição de mergulho decompressivo**

Entende-se por mergulho decompressivo, ou com decompressão obrigatória, todo aquele mergulho em que houver necessidade obrigatória de paradas decompressivas, tanto por ter excedido os tempos das tabelas de mergulho recreacional ou por ter excedido as profundidades das tabelas recreacionais. Para isso existem tabelas específicas para tempos e profundidades maiores que das tabelas recreacionais.

Este tipo de técnica de mergulho tem por objetivo principal eliminar ao máximo os gases inertes residuais no organismo assim como reduzir a probabilidade de formação de bolhas no organismo, reduzindo conseqüentemente as chances de doença decompressiva.

O mergulho decompressivo é um dos tipos de mergulho que estão presentes na categoria de mergulho técnico ou *Technical Diving*. “Este termo foi introduzido na comunidade do mergulho recreativo na década de 1980 por Michael Menduno, editor da revista *Aquacorps*, criada em 1990.” (WERNECK, 2005, p. 10). Esta classificação

de mergulho possui técnicas, gases e equipamentos específicos e em diversos momentos terão serão classificados como mergulho e equipamentos *tech*.

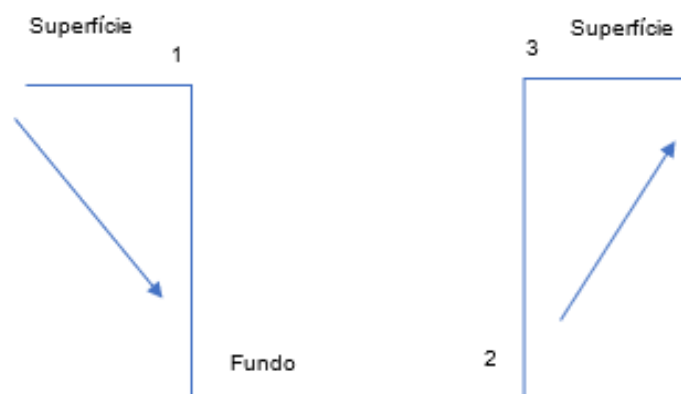
[...] o termo *tech* vem sendo empregado para diferenciar mergulhadores que usavam equipamentos, técnicas e misturas respiratórias que não o ar para realizar mergulhos fora dos limites de profundidade e/ou tempo de fundo aceitos na época como seguros pelas diversas certificadoras. (WERNECK, 2005, p. 10)

### 2.3 Da teoria da descompressão

A teoria da descompressão busca estudar as implicações da física aplicada ao mergulho, e os efeitos fisiológicos do mergulho.

Ainda tratando de conceitos, o mergulho autônomo tem seu tempo de duração dividido em duas etapas, o tempo de fundo, que dura do tempo em que o mergulhador deixa a superfície até o tempo em que ele deixa o fundo, e o tempo de descompressão, que dura do tempo que ele deixa o fundo até o tempo que ele retorna para a superfície. Na figura abaixo pode se verificar esta situação, onde o intervalo entre o tempo 1 e o tempo 2 é chamado de **tempo de fundo** e o intervalo entre o tempo 2 e o tempo 3 é o chamado **tempo de descompressão**.

Figura 6 – Demonstração de tempos de fundo e tempo de descompressão



Fonte: Elaborado pelo autor

A descompressão durante um mergulho inicia então a partir do momento em que o mergulhador começa a reduzir a pressão à qual está submetido. Em outras palavras, quando inicia sua subida de retorno à superfície. Neste processo, devido à diminuição

da pressão que ocorrerá durante a subida, os gases presentes em seu organismo se descomprimirão, podendo formar minúsculas bolhas, que em certas situações poderão evoluir para doença descompressiva caso o mergulhador não siga os parâmetros de segurança adequados, principalmente relacionados à velocidade de subida no mergulho.

A velocidade de subida em um mergulho deverá ser de 10 metros por minuto, segundo Smith (2012):

Os homens-rãs da marinha norte-americana, geralmente, queriam subir de um mergulho e sair da água rapidamente, porém, essas subidas rápidas eram impraticáveis para os escafandristas. Por isso, chegou-se a um acordo de 20 metros por minuto. Essa velocidade foi mantida durante muitos anos, mesmo depois da evolução de novas tabelas de mergulho. Só a cerca de 20 anos atrás é que a marinha dos Estados Unidos finalmente alterou a velocidade recomendada na subida para **10 metros por minuto**.

Em 2009, um estudo publicado no periódico *Aviation, Space and Environmental Medicine* observou 47 mergulhadores recreativos subindo às diferentes velocidades de 10 metros por minuto e 20 metros por minuto. Em vários intervalos após os mergulhos, os mergulhadores eram examinados com aparelhos de ultrassom Doppler, e o grupo que subia a 20 metros por minuto apresentava um maior grau de bolhas. Isso deu credibilidade à ideia de que subidas mais vagarosas ajudam a reduzir o estresse da descompressão sobre o corpo após um mergulho. (grifo nosso)

Apesar desta descompressão já ocorrer pelo fato da redução de pressão no organismo do mergulhador em decorrência da diminuição da profundidade, a exposição a elevados tempos de fundo e maiores profundidades vão exigir do mergulhador determinados tempos de parada em determinadas profundidades durante seu processo de subida, criando então tetos virtuais que não poderão ser ultrapassados antes dos tempos previstos no planejamento, **para que se reduza a formação de bolhas e que se consiga eliminar a maior quantidade de gás inerte residual possível**. Estes tempos são chamados de parada descompressiva, e são obrigatórios quando se excede os tempos e profundidades das tabelas TLSD, como a da ITO 12. Além destes tempos de parada descompressiva, alia-se ainda a possibilidade de utilização de outros gases no processo de descompressão para facilitar e auxiliar a eliminação de gás inerte residual.



Figura 7 – Realização de parada de descompressão a 3 metros de profundidade



Fonte: Acervo do autor

De maneira simples e ao mesmo tempo bastante enfática, pode-se descrever este processo da seguinte forma:

A descompressão é um jogo entre a fase dissolvida e a fase gasosa, temperado pela técnica, pelo condicionamento físico, pelo conhecimento teórico e pelo bom senso do mergulhador. Para melhorarmos as chances de vencer esse jogo, mais do que números, precisamos de estratégias holísticas e dinâmicas. (HENRIQUES, *apud* WERNECK, 2005, p. 116)

Percebe-se então que a maior importância no processo de descompressão obrigatória realizada em um mergulho autônomo é a **intenção e a necessidade de eliminar o máximo possível de gás inerte residual** presente no organismo e **reduzir a probabilidade de formação de bolhas**, de forma a **minimizar ao máximo a possibilidade de surgimento de doença descompressiva**.

E baseado no comportamento dos gases, nas observações realizadas em humanos e em outros animais, e nas teorias físicas desenvolvidas, ao longo dos anos muitos pesquisadores, físicos, químicos e matemáticos se aventuraram por descobrir os fenômenos no entorno da descompressão e conseqüentemente da doença descompressiva.

A partir dos dados apresentados por Werneck (2012, p. 116 a 117) foi construído o seguinte quadro que demonstra uma linha do tempo com os principais estudos e pesquisadores e/ou instituições fomentadoras acerca de descompressão e doença descompressiva:

Quadro 3 – Linha do tempo de estudo da descompressão

ANO	PESQUISADOR	DESCOBERTA
1670	Robert Boyle	Observa o surgimento de uma bolha de gás no olho de uma cobra durante experimentos em uma câmara de vácuo.
1841	Triger Wattele	Descreve os sintomas da doença descompressiva em mineiros de uma mina pressurizada de carvão.
1870	Paul Bert	Depois de uma série de experimentos durante mais de 20 anos, conclui que a doença descompressiva é causada pela presença de gás em fase gasosa (bolhas) as quais eram formadas por nitrogênio.
1906	John S. Haldane	Inicia pela Marinha Real Britânica pesquisas com cabras que deram origem às primeiras tabelas de descompressão para mergulho.
1932	US NAVY	A marinha americana inicia estudos e desenvolvimento de tabelas de descompressão. Durante mais de 25 anos os estudos utilizaram voluntários humanos ao invés de animais.
1965	Robert Workman	Desenvolve o conceito de valor M, criando o método de cálculo pela maioria dos modelos criados.
1966	Hills	Primeiro a propor a importância de se limitar a fase gasosa e não somente a diferença de tensão do gás no tecido e na circulação. Foi o primeiro a propor a necessidade de paradas mais fundas e substituição da parada de 3 metros pela dos 6 metros.
1978	Hills e Behnke	Chamam atenção sobre a importância da janela de oxigênio para descompressão.
1978	David E. Yount	Cria os parâmetros físicos básicos para os modelos descompressivos focados no controle do crescimento das bolhas.
1983	Albert A. Buhlmann	Edita o livro Doença Descompressiva. Resultado de 30 anos de pesquisa, foi o primeiro a publicar referências completas de como calcular modelos descompressivos. Motivo pelo qual é o mais usado por tabelas e computadores de mergulho.
1986	David E. Yount e Hoffman	Criam o modelo VPM ( <i>varying permeability model</i> – modelo de permeabilidade variável) tornando mais popular o perfil de descompressão com ênfase em paradas profundas.
1991	Bruce Wienke	Baseado no modelo VPM cria o modelo RGBM ( <i>reduced gradient bubbles model</i> – modelo de redução gradiente de bolhas) que passa a ser dos mais referenciados entre os modelos de fase gasosa. Junto com o VPM são os mais usados em programas de descompressão que geram tabelas customizadas de mergulho técnico.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de WERNECK, Marcus. Manual de Mergulho: TEKtrimix. 1ª Ed. p. 116 e 117

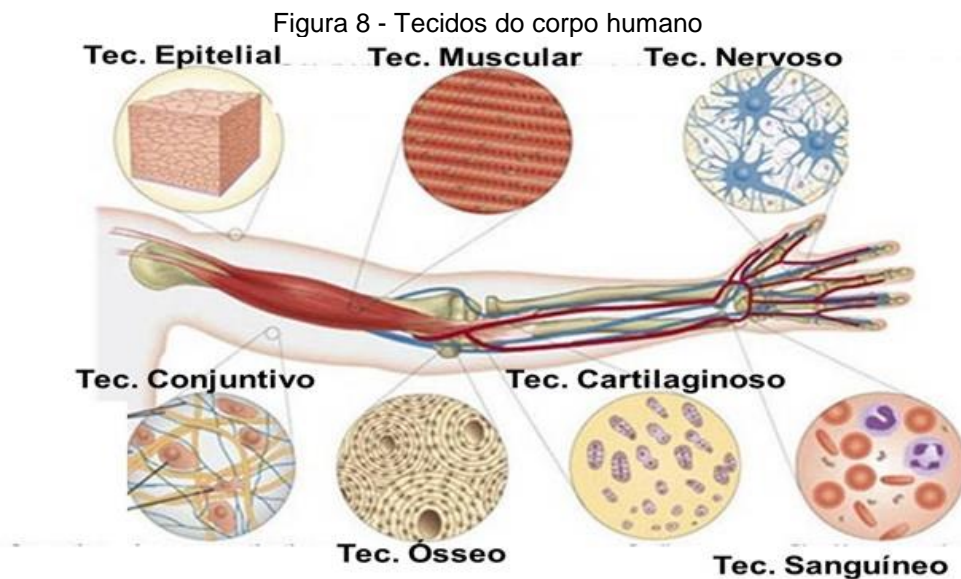
De maneira resumida pode-se dizer que:

A fisiologia da descompressão lida com as alterações que ocorrem dentro do corpo de um mergulhador, como resultado da mudança da pressão ambiente dos gases consumidos enquanto embaixo da água. O corpo absorve gases inertes durante a fase de compressão do mergulho. Durante a fase de descompressão do mergulho, a eliminação desses gases inertes, sem os efeitos nocivos da doença descompressiva (DCI) é o resultado desejado.<sup>10</sup> (OLEARY; WIENKE, 2011) (tradução nossa)

<sup>10</sup> *Decompression physiology deals with the changes that occur within a diver's body as a result of the changing ambient pressure of the gases consumed while underwater. The body absorbs inert gases during the compression phase of the dive. During the decompression phase of the dive, the*

### 2.3.1 Dos compartimentos dos tecidos

O corpo humano é composto anatomicamente por sete tecidos, sendo o epitelial, o conjuntivo o nervoso, o sanguíneo, o cartilaginoso, o ósseo e o muscular e estes tecidos possuem compartimentos. As trocas gasosas ocorridas nestes tecidos vão depender basicamente da perfusão de cada um deles. Em tecidos onde é observada uma maior perfusão, como o cérebro, por exemplo, haverá uma troca gasosa em maior velocidade do que em tecidos como ossos, que possuem uma baixa perfusão. “Atualmente os pesquisadores contemporâneos preferem utilizar o termo ‘Compartimentos’ do que ‘Tecidos’.” (CBMERJ, 2018, p. 16). Por este motivo, ao longo da pesquisa serão utilizadas ambas terminologias, entretanto, observar-se-á mais o termo compartimento.



Fonte: <https://www.resumoescolar.com.br/biologia/tecidos-cartilaginoso-tecido-osseo-e-tecido-hematopoiético/>. Acesso em: 24 ago. 2018

Ainda segundo CBMERJ (2018, p. 16):

Apesar do fluxo sanguíneo poder variar com a atividade ou outros eventos no corpo e com isso mudar a velocidade do tecido anatômico, os modelos de descompressão levam em conta muitos compartimentos, para ter a certeza de levar consideração a maioria das possibilidades, tais como frio e exercício.

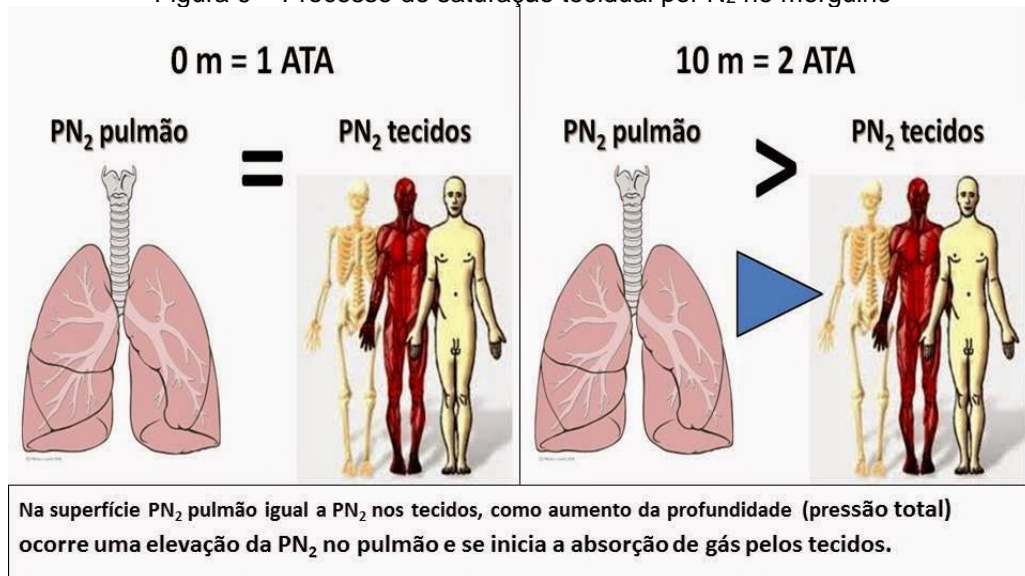
---

*elimination of these inert gases without the ill effects of decompression illness (DCI) is the desired outcome.*

### 2.3.2 Da saturação dos compartimentos teciduais

Seguindo as definições de Neal (1998) pode-se afirmar que quando a tensão do compartimento tecidual for igual à pressão ambiente, afirma-se que chegou ao ponto de saturação, de forma a não mais permitir a entrada de gás inerte em seu interior. Quando se está na superfície esta é uma condição normal do organismo. Pressões equivalentes e equilibradas. A partir do momento em que o mergulhador é submetido a pressões externas maiores devido ao ganho de profundidade, a pressão do ambiente ficará maior que a pressão dos compartimentos teciduais. A partir daí, como a pressão interna é menor ele passa a ser não saturado, permitindo então a entrada de gás inerte em seu interior. “A  $PtN_2$ <sup>11</sup> aumenta proporcionalmente ao tempo até que ocorra a saturação ou até que a pressão ambiente fique abaixo da  $PtN_2$ , criando, assim, a supersaturação do tecido.” (NEAL, 1998, p. 21)

Figura 9 – Processo de saturação tecidual por  $N_2$  no mergulho



Fonte: <http://artescuba.blogspot.com/2015/01/reducao-de-riscos-mecanismo-basico-da.html>. Acesso em: 24 ago. 2018

### 2.3.3 Do Meio Tempo

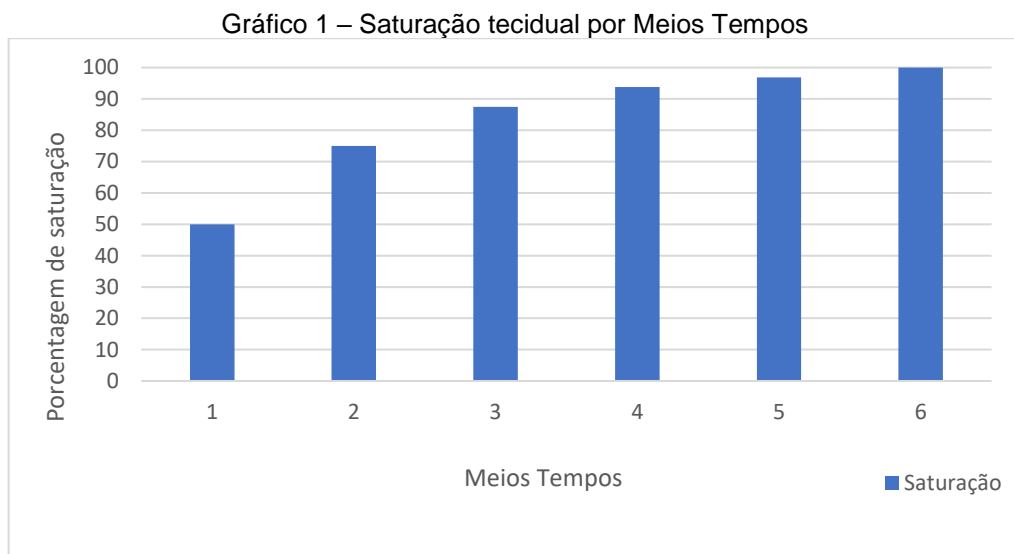
Basicamente é o período temporal até que qualquer compartimento tecidual atinja 50% de saturação. O que significa que um tecido gastará seis meios tempos para que se sature totalmente conforme CBMERJ (2018, p. 16). Desta forma, ainda de acordo

<sup>11</sup>  $PtN_2$  = Pressão total de nitrogênio

com CBMERJ (2018, 9. 16 e 17) teremos a seguinte situação para a saturação de um tecido:

Os compartimentos atingem sua capacidade (equilíbrio) após 1 Meio-Tempo, 75% após 2 Meios-Tempos, 87,5% após 3 Meios-Tempos, 93,75 após 4 Meios-Tempos, e 96,87% após 5 Meios-Tempos. Por convenção, após 6 Meios-Tempos os compartimentos são considerados completamente equilibrados ou saturados com a pressão na profundidade.

Graficamente o modelo pode ser apresentado da seguinte forma:



Fonte: Elaborado pelo autor

Como os compartimentos, cada qual possui um meio tempo específico, observa-se então que:

Um compartimento com Meio-Tempo de 5 minutos, completa com gás inerte a metade do máximo da sua capacidade em 5 minutos. O compartimento de 10 minutos completa a sua metade em 10 minutos, o de 20 minutos leva 20 minutos para completar a sua metade, e assim por diante. (CBMERJ, 2018, p. 17)

De acordo com Neal (1998) os meios tempos variam de 2 a 720 minutos, a depender do número de compartimentos de cada tecido. São exatamente as diferenças nos modelos matemáticos entre números de compartimentos e os meios tempos que fazem com que existam diferenças nas tabelas de descompressão, fazendo com que as programações dos computadores de mergulho não sejam iguais, determinando padrões de descompressão diferentes para cada modelo.

### 2.3.4 Do Valor M

O termo valor M, criado pelo capitão-médico Robert D. Workman em estudos para aperfeiçoamento das tabelas da Marinha americana, é definido como o valor máximo de pressão (absoluta) de gás inerte que um determinado tecido teórico (compartimento) pode suportar sem que apareçam os sintomas de doença descompressiva. (WERNECK, 2005, p. 129)

A simbologia M vem de máximo de acordo com CBMERJ (2018) e esse valor foi criado quando do início dos estudos acerca da descompressão. Nesta época acreditava-se que um gás apenas entraria num estado de formação de bolhas quando excedesse a quantidade máxima em um compartimento, atingindo a supersaturação crítica. Segundo Oleary e Wienke (2011) “[...] a supersaturação crítica refere-se ao estado onde a tensão do tecido excede a pressão ambiente em uma relação crítica ou Valor M (igual a Valor "Máximo") e a formação excessiva de gás na fase livre será provável.”<sup>12</sup> (tradução nossa)

O valor M possui então valor excepcional na atividade de mergulho, pois possibilita a definição dos patamares das paradas descompressivas. “Uma parada descompressiva numa profundidade de valor M aceitável deve ocorrer para diminuir a tensão do gás para valores aceitáveis.” (CBMERJ, 2018, p. 18)

Segundo Werneck (2005), Workman então descreveu seu modelo matemático a partir de suas observações e experimentos, conseguindo definir os limites que cada compartimento tolerava em pressão máxima, no caso o valor M.

Depois disso, ele fez uma projeção linear (ajuste matemático) desses valores M em função da profundidade e achou uma consistência com os dados estatísticos que dispunha. Ele também fez a observação de que a projeção linear dos valores seria útil para ser usada em programas de descompressão. (WERNECK, 2005, p. 129)

Daí o modelo matemático apresentado por Workman:

$$\text{Valor } M = M_0 + \Delta M \cdot P$$

---

<sup>12</sup> *Critical supersaturation refers to the state where tissue tension exceeds ambient pressure by a critical ratio or M-value (= “maximum” value), and the formation of excessive free phase gas is likely.*

Onde:

$M_0$  é o valor para cada compartimento ao nível do mar;

$\Delta M$  é a constante usada para corrigir o valor  $M$  de cada compartimento em relação a uma dada profundidade e

$P$  é a profundidade da parada de descompressão.

### **2.3.5 Da formação de bolhas**

Do observado até o momento, percebe-se que toda a preocupação no processo de descompressão está diretamente associada à formação de bolhas no organismo e conseqüentemente o surgimento de doença descompressiva no mergulhador. Todo modelo matemático estudado, todos os conceitos empregados, todas as tabelas propostas levam a um perfil descompressivo que tenta evitar ao máximo a formação de bolhas, fazendo com que os mergulhadores possam, durante os procedimentos de descompressão, manterem os gases dissolvidos no organismo, assim como conseguirem eliminar a maior quantidade de gás inerte possível até a saída para a superfície.

Observando o que disseram Oleary e Wienke (2011) verifica-se que:

As bolhas podem se formar nos tecidos e no sangue quando a pressão ambiente cai abaixo de tensão do tecido, de acordo com as regras estabelecidas para a mecânica de fase. Os gases inertes como o nitrogênio ou hélio têm duas fases que são motivo de preocupação para o mergulhador. Uma fase é a dissolvida em que o gás está no estado líquido sob pressão. A fase livre é quando o gás inerte sai do líquido e está em estado gasoso, ou seja, na forma de bolha.<sup>13</sup> (tradução nossa)

A preocupação então dos processos descompressivos é exatamente a fase em que o gás inerte sai do líquido e fica em estado gasoso. O controle da velocidade de subida, as paradas descompressivas, a utilização de misturas gasosas específicas e até mesmo oxigênio puro na descompressão são fatores que vão evitar ao máximo o surgimento de bolhas e tentar eliminar a maior quantidade possível de gás inerte no organismo.

---

<sup>13</sup> *Bubbles can form in tissue and blood when ambient pressure drops below tissue tension, according to the rules of established phase mechanics. Inert gases such as nitrogen or helium have two phases that are of concern to the diver. A dissolved phase is where the gas is in liquid under pressure. The free phase is when the inert gas comes out of liquid and is in a gaseous, or bubble, state.*

## 2.4 Do modelo *Reduced Gradient Bubble Model* (RGBM)

Dadas as preocupações com a formação de bolhas e o aparecimento de doença descompressiva no mergulhador, foram surgindo modelos de descompressão, baseados nos valores M. Após os modelos de Haldane, Buhlmann e outros, conforme apresentados anteriormente, surgiu em 1991 o modelo de redução gradiente de bolhas (RGBM, do inglês *reduced gradient bubble model*) do físico e matemático americano Bruce Wienke, baseado no modelo de permeabilidade variável (VPM, do inglês *varying permeability model*).

Basicamente, todos os modelos estudados acerca da movimentação e formação de bolhas no organismo do mergulhador tinham por objetivo evitar os problemas causados por estas bolhas. Entretanto, estes modelos se diferem em alguns pontos, tais como:

1. o processo de limitação de taxa ou troca de gases inertes, taxa de fluxo sanguíneo ou transferência de gases através dos tecidos
2. a composição e localização ou tecidos críticos ou locais de curvas
3. a formação e crescimento ou bolhas
4. o ponto crítico do gatilho que delimita o início dos sintomas, como a quantidade de gás dissolvido nos tecidos, o volume da bolha e o número de bolhas dentro de uma unidade específica ou o volume do tecido
5. a natureza real do agravo crítico que causa as dobras de bolhas.<sup>14</sup> (OLEARY, 2003, p. 2 e 3) (tradução nossa)

Estas questões se tornam dilemas para os pesquisadores do mergulho, mesmo empregando seus melhores esforços para estudar os modelos de descompressão. São pontos que acabam gerando controversas nos modelos apresentados, mas que vem sendo estudados de forma a integrar os modelos, visando a construção de um modelo mais seguro para a atividade de mergulho.

Os modelos que tratam de gás dissolvido no organismo têm por filosofia limitar os graus de saturação do tecido, assumindo, conforme Oleary (2003), que a “excitação”

---

<sup>14</sup>1. *the rate limiting process or inert gas exchange, blood flow rate or gas transfer across tissues*

2. *the composition and location or critical tissues or bends sites*

3. *the formation and growth or bubbles*

4. *the critical trigger point delimiting the onset of symptoms, such as the amount of dissolved gas in the tissues, bubble volume and the number of bubbles within a specific unit or tissue volume*

5. *the actual nature of the critical insult that causes the bends*



do gás é controlada pela sua taxa de perfusão ou difusão na corrente sanguínea ou nos tecidos. Desta forma, estes modelos buscam maximizar a taxa de absorção ou eliminação de gás inerte pelo organismo.

Para isso, Oleary (2003) diz que:

Para alcançar este objetivo, a estratégia é trazer o mergulhador da profundidade para o mais próximo possível da superfície, enquanto permanecer dentro das restrições de valor M. O problema é que as bolhas presentes estão agora no seu maior volume cumulativo permissível e no tamanho da bolha (fase livre) para aquela profundidade ou valor M. Tratando volumes cumulativos e tamanho de bolha maiores com pressão na zona rasa no lugar ou aumentando a eliminação de fase livre (bolha) em profundidade, esses modelos parecem funcionar mais como uma tabela de tratamento do que uma tabela de descompressão. Outros críticos notam que as bolhas aparecem antes que a taxa de supersaturação seja alcançada.<sup>15</sup> (tradução nossa)

Percebe-se então que o que seria a princípio uma estratégia extremamente válida inicialmente, perde-se valor devido ao fato de não conseguirem atingir os objetivos de descompressão, ainda dentro d'água, com as propostas dos modelos inicialmente apresentados.

Apesar de não ter apresentado todas as respostas necessárias, as teorias de Haldane auxiliaram e muito no aperfeiçoamento dos modelos de descompressão. A partir destas teorias e estudos apresentados por Haldane, que Bruce Wienke, Ph. D. desenvolveu um novo algoritmo de descompressão conhecido como Reduced Gradient Bubble Model (RGBM). A criação do modelo RGBM pelo Professor Wienke também se deu por base nos estudos de David Yount que desenvolveu o Modelo de Permeabilidade Variante - VPM (do inglês *Varying Permeability Model*). Este modelo, que começou a ganhar notoriedade na década de 80, principalmente pelo seu mentor ter conseguido simplificar a física detalhada dos núcleos de gás.

---

<sup>15</sup> *Dissolved gas models seek to maximize the rate of gas uptake or elimination by maximizing this gradient. To achieve this goal, the strategy is to bring the diver up from depth to as close to the surface as possible while staying within M-value constraints. The problem is that any bubbles present are now at their largest permissible cumulative volume and bubble (free phase) size for that depth or M-value. By treating larger cumulative volumes and bubble size with pressure in the shallow zone in lieu of increasing free phase (bubble) elimination at depth, these models appear to work more like a treatment table than a decompression table.*

No entanto, o trabalho de Yount começou a simplificar a física detalhada dos núcleos de gás, não quantificou os mecanismos de formação e estabilização de sementes de bolha. Uma abordagem de tratamento de nucleação, excitação e crescimento de bolhas em tecidos e sangue é denominada mecânica de fase, porque se concentra nas bolhas e suas interações com o gás dissolvido no tecido e no sangue. É com essa abordagem que as operações técnicas NAUI implementaram as tabelas NAUI RGBM para mergulho recreativo e técnico.<sup>16</sup> (OLEARY, 2003, p. 4) (tradução nossa)

A ideia de Wienke era, junto com outros pesquisadores do mergulho, tentar preencher as lacunas deixadas pelos trabalhos de Haldane, tornando a atividade de mergulho, tanto profissional quanto recreacional, as mais seguras possíveis. E a partir destes estudos, muitas coisas foram evoluindo na atividade:

Nos últimos anos, muitas mudanças e modificações evoluíram no uso prático das tabelas de mergulho. Alguns dos tempos mais curtos sem parada, taxas de subida mais lentas e paradas de segurança. [...]. Outras razões para esses avanços são o desenvolvimento de computadores de mergulho, curvas de estatísticas e uma abordagem de mergulho mais conservadora com a comunidade. Todas essas mudanças são suportadas em bases operacionais, teóricas e experimentais por modelagem de fase e, em particular, a RGBM.<sup>17</sup> (OLEARY, 2003, p. 3) (tradução nossa)

A partir deste conceito de fase mecânica, passa-se a ter um novo entendimento sobre o comportamento das bolhas no organismo, suas formas de criação, agitação, locomoção e formas de expansão e dissolução no sangue e nos tecidos. Passa-se neste momento a criar outros conceitos como micro nucleação que futuramente serão importantes para a compreensão da formação de bolhas nos tecidos.

A fase mecânica, no que se refere ao mergulho, começa com o conceito de que os tecidos do corpo armazenam micronúcleos de gás persistente em uma escala de tempo de minutos e horas. Micro nucleação pode ser pensado como "sementes de bolha" e tem sido demonstrado experimentalmente em ágar, salmão e camarão. Estas "sementes de bolhas" têm o tamanho de cerca de um micron. Por comparação, os glóbulos vermelhos medem apenas três

---

<sup>16</sup> *In the mid 1980's, bubble models began to gain some acceptance within the Diving Community largely due to the work by David Yount (Vaying Permeability Model, VPM) and Tom Kunkle (Surgactant Stabilized Model). Yet, ehile Yount's work did begin to simplify the detailed physics of the gas nuclei, it didn't quantify the formation and stabilization mechanisms for bubble seeds. Na approach treating bubble nucleation, excitation and growth in tissue and blood is termed phase mechanics, because it focuses on bubbles and their interactions with dissolved gás in tissue and blood. it is with this approach that nauti technical operations implemented the nauti RGBM tabs for recreational and technical Diving alike.*

<sup>17</sup> *In recent years, many changes and modifications have evolved in the pratical use of Diving tables. Some of the shorter no-stop times, slower ascent rates and safety stops. [...]. Other reasons for these advancements are dive computer development, bends statistics and a more conservative Diving approach with the Community. All of these changes are supported on operational, theoretical and experimental grounds by phase modeling, and in particular RGBM.*

mícrones de tamanho. Embora a sua origem não seja totalmente compreendida, pensa-se que sejam causadas por fricção entre sangue e tecidos, entrando e saindo do intestino, exercícios, mecânicas de sangue percorrendo nosso sistema circulatório e até radiação cósmica e partículas carregadas.<sup>18</sup> (OLEARY, 2003, p. 4) (tradução nossa)

Quando se mergulha estes micronúcleos permanecem estáveis caso o mergulhador permaneça em uma mesma pressão, entretanto podem se tornar instáveis quando se tem uma alteração de pressão, principalmente se esta alteração for muito grande e abrupta. Os micronúcleos são classificados em famílias de acordo com seus tamanhos e surfactantes<sup>19</sup>. Normalmente, quanto maiores os micronúcleos, mais facilmente eles se transformarão em bolhas.

À medida que a pressão diminui na subida, o gás dissolvido, que agora está a uma pressão mais alta do que a pressão dentro da semente da bolha, começa a se difundir dos tecidos através do limite da bolha e para o interior da semente. Isso aumenta a pressão interna da bolha e faz com que ela cresça. O modelo RGBM coloca o mergulhador em uma supersaturação permissível. Ao contrário das tabelas de gás dissolvido, a supersaturação RGBM permissível muda continuamente com as equações de estado das bolhas para o tempo, temperatura e pressão, proporcionando assim um melhor ajuste.

O princípio do RGBM é manter o mergulhador em profundidade para esmagar as bolhas e espremer o gás inerte através da difusão através do limite do surfactante. Como tanto o gás dissolvido quanto o gás de fase livre devem ser eliminados, a encenação se torna um *playoff* entre esses dois objetivos. O RGBM determina uma taxa de descompressão que limita e rastreia tanto o tamanho quanto o volume cumulativo ou as bolhas durante a fase de subida do mergulho. As equações reais de estado determinam a taxa de difusão através da superfície do filme de bolhas e mudanças de pequena escala no raio dos núcleos de gás durante a compressão/descompressão, o que é um grande avanço na modelagem de descompressão.<sup>20</sup> (OLEARY, 2003, p. 5) (tradução nossa)

---

<sup>18</sup> *Phase mechanics, as it pertains to Diving, begins with the concept that body tissues store persisteng gás micronuclei over a time scale of minutes and hours. Mironuclei can be thought of as "bubble seeds" and have been demonstrated experimentally in agar, salmon, and shrimp. These "bubble seeds" are about on micron in size. By comparsion, red blood cells only measure three microns in size. While their origin is not fully understood, they are thought to be caused from blood and tissue rubbing together (friction), gas moving in and out of the intestines, exercise, mechanics of blood coursing through our circulatory system and even cosmic radiation and charged particles.*

<sup>19</sup> Substancia lipoproteica que tem a função de facilitar a troca dos gases respiratórios nos pulmões.

<sup>20</sup> *The very tenet of RGBM is to maintain the diver at depth to both crus bubbles and squeeze out inert gas via diffusion across the surfactant boundary. Since both the dissolved gas and the free phase gas must be eliminated, staging becomes a *playoff* between these two goals. RGBM determines a decompression rate that limits and tracks both the size as well as cumulative volume or the bubbles during the ascent phase of the dive. Real equations of state determine the rate of diffusion through the*

O objetivo principal deste modelo então é garantir que o mergulhador permaneça em profundidades pré-estabelecidas para manter as bolhas de gás “esmagadas”, dissolvidas na corrente sanguínea, enquanto estes gases são expelidos para fora do organismo durante a respiração.

Oleary (2003, p. 5 e 6) credita a popularidade do modelo RGBM em alguns fatores:

O RGBM é uma abordagem de dupla fase que pretende descomprimir mergulhadores sob uma ampla variedade de condições, incluindo mergulho de vários dias, multinível, repetitivo, sem paradas, altitude, descompressão, gás misto e saturação. Assume-se que durante a fase de compressão do mergulho, as “sementes de bolha” são esmagadas para tamanhos menores e se estabilizam em seu novo tamanho reduzido. Durante a fase de descompressão, um determinado raio crítico separa as bolhas que crescerão das bolhas que irão se contrair. É durante esse estágio do mergulho que o RGBM define a diferença fundamental entre modelagem de fase livre (mecânica de bolhas) e modelagem de gás dissolvido. Os gradientes RGBM para a eliminação de bolhas aumentam com a profundidade, diretamente oposta aos gradientes da fase dissolvida que diminuem com a profundidade. Além disso, o RGBM minimiza o crescimento de bolhas e o volume acumulado (volume de fase) durante a descompressão, reduzindo o insulto fisiológico e o tempo de descompressão geral, principais razões para sua crescente popularidade.<sup>21</sup> (tradução nossa)

O modelo RGBM tem por objetivo reduzir o risco efetivo em todos os tipos de mergulhos realizados, sejam recreacionais ou técnico/profissionais. Para o mergulho recreacional, o modelo estipula algumas regras como paradas de segurança obrigatórias, mergulhos profundos com pequenos intervalos de superfície restritos e não aceita os limites sem parada obrigatória em perfis reversos de mergulho, onde o mergulhador realiza um mergulho mais profundo depois de um mergulho mais raso.

Oleary (2003, p. 6 e 7) demonstra em seu trabalho algumas das importantes validações que o modelo RGBM teve no mundo da ciência e do mergulho:

---

*bubble film surface and small-scale changes in the radius of the gas nuclei during compression-decompression, which is major breakthrough in decompression modeling.*

<sup>21</sup> *RGBM is a dual phase approach to decompressing divers under wide array of conditions, including multi-day, multi-level, repetitive, non-stop, altitude, decompression, mixed gas and saturation diving. It assumes that during the compression phase of the dive, “bubble seeds” are crushed to smaller sizes and stabilize at their new reduced size. During the decompression phase, a certain critical radius separates the bubbles that will grow from the bubbles that will contract. It is during this stage of the dive that RGBM defines the fundamental difference between free phase modeling (bubble mechanics) and dissolved gas modeling. RGBM gradients for the elimination of bubbles increase with depth, directly opposite from the dissolved-phase gradients that decrease with depth. Furthermore, RGBM minimizes bubble growth and cumulative volume (phase volume) during decompression while reducing physiological insult and overall decompression time, major reasons for its growing popularity.*

1. O Laboratório Nacional de Los Alamos usou o RGBM (versão repetitiva completa e parada profunda) por muitos anos, registrando mais de 450 mergulhos em mistura gasosa (trimix, heliox, nitrox) sem incidência de doença descompressiva. Trinta e cinco por cento (35%) destes mergulhos eram mergulhos descompressivos e vinte e cinco por cento (25%) eram mergulhos repetitivos sem descompressão com pelo menos duas horas de intervalo de superfície.
2. O pessoal da Divisão de Operações Técnicas da NAUI tem mergulhado em uma versão completa e profunda desde 1997, com cerca de 1700 mergulhos registrados em todo o mundo com uma ampla gama de gases mistos, do nitrox ao trimix. As profundidades de mergulho variaram de 60 fsw (18 m) a mais de 500 fsw (152 m) sem incidência. Estes mergulhos têm variado de águas quentes do Caribe tropical para as águas frias ao norte da Europa.
3. Algoritmos recreativos RGBM modificados (Haldane embutidos com fatores de redução de bolhas limitando perfis de mergulhos reversos, mergulhos repetitivos e de vários dias) codificados em computadores de mergulho SUUNTO, ABYSS, HYDROSPACE, MARES e PLEXUS com baixa taxa de incidentes de aproximadamente 1 / 10.000 ou menos.
4. Um grupo de mergulhadores e instrutores nas montanhas do Novo México, Utah e Colorado tem mergulhado com tabelas de altitude modificadas (Haldane embutidas) RGBM com uma estimativa de 400 mergulhos, sem incidentes. Novamente, não é surpreendente, uma vez que o RGBM de altitude é um pouco mais conservador do que a correção cruzada usual usada rotineiramente para cerca de 8.000 pés (2.438 m).
5. Dentro das implementações de computador de mergulho do RGBM, nem um único hit DCI foi reportado na categoria de multi-mergulho. A partir desta impressão, isso engloba vários milhares de mergulhos.
6. Testes extremos em câmara a 300 fsw (91 m) e além para gás misto RGBM estão sendo executados, atualmente sem incidentes.
7. Experimentos recentes de Alf. O. Brubakk, da Universidade de Trondheim, na Noruega, e Bruce Wienke, do Laboratório Nacional de Los Alamos, Novo México, compararam os efeitos de três diferentes programas de descompressão em suínos. Eles testaram o modelo padrão da Marinha dos EUA da Haldane, contra duas taxas de subida mais rápidas congruentes com o Modelo de Bolha de Gradiente Reduzido (RGBM). Os pesquisadores testaram se o perfil do tipo RGBM daria ou não um estágio de descompressão efetivamente mais profundo, com uma redução resultante na expansão da bolha e no crescimento do volume acumulado. A programação que mais se assemelhava ao modelo RGBM produzia significativamente menos bolhas do que qualquer outro perfil testado. Veja "O efeito do perfil de descompressão na água na formação de bolhas após mergulhos com descompressão de superfície", Brubakk, A. O., Wienke, B.R., et al. (J. Appl. Physiol.).<sup>22</sup> (tradução nossa)

---

<sup>22</sup> 1. Los Alamos National Laboratory has used the RGBM (full up repetitive, deep-stop version) for many years, logging more than 450 dives on mixed gas (trimix, heliox, nitrox) without incidence of decompression illness. Thirty five percent (35%) of these dives were decompression dives and twenty five percent (25%) were repetitive dives without decompression with at least two hours surface intervals.

2. NAUI Technical Diving Operations personnel have been diving the full up, deep-stop version since 1997, with some 1700 dives logged worldwide with a wide array of mixed gases from nitrox through trimix. Diving depths have ranged from 60 fsw (18 m) to over 500 fsw (152 m) without incidence. These dives have ranged from warm tropical Caribbean waters to the cold waters or northern Europe.

3. Modified RGBM recreational algorithms (Haldane imbedded with bubble reduction factors limiting reverse dives profiles, repetitive and multiday diving) as coded into SUUNTO, ABYSS, HYDROSPACE ENGINEERING, MARES, and PLEXUS dive computers lower and already low incidence rate of approximately 1/10,000 or less.

Observado então o modelo RGBM, nota-se então ser um modelo de descompressão extremamente voltado para a segurança do mergulho, com parâmetros testados em diversas situações e por diversos órgãos. Percebe-se boa qualidade apontada pelos usuários e teria muito a agregar na segurança do mergulho do CBMMG.

Apesar de ser um modelo relativamente novo, por ser do início da década de 90, mostrou-se uma ferramenta muito utilizada e segura na comunidade de mergulho, sendo testada em vários ambientes e por vários tipos de mergulhadores.

#### **2.4.1 Da parada Deep Stop (parada profunda)**

O modelo RGBM preconiza ainda que, em qualquer mergulho abaixo de 40 fsw (12 m) o mergulhador necessita fazer uma parada obrigatória chamada de *deep stop*, ou parada profunda, ou ainda parada do meio. Esta *deep stop* será realizada na subida à superfície, sempre na metade da maior profundidade que o mergulhador atingiu e nela ele permanecerá por 2 minutos, para depois seguir com sua ascensão.

O mais importante é que, nos mundos de mergulho técnico e recreativo, o resultado é simples: “Funciona!” A metodologia Deep Stop foi implantada com sucesso por mais de 15 anos. Testados no campo e agora finalmente no laboratório, mergulhadores experientes e cientistas reconhecem que as paradas profundas funcionam melhor.<sup>23</sup> (OLEARY, 2003, p. 7) (tradução nossa)

---

4. A cadre of divers and instructors in the mountains of New Mexico, Utah and Colorado have been diving the modified (Haldane imbedded) RGBM altitude tables with an estimated 400 dives, without incidence. Again, not surprising since the altitude RGBM is slightly more conservative than the usual cross correction used routinely to about 8,000 feet (2438 m).

5. Within the dive computer implementations of the RGBM, not a single DCI hit has been reported in the multi diving category. As of this printing this encompasses several thousand dives.

6. Extreme chamber testes to 300 fsw (91 m) and beyond for mixed gas RGBM are being run, currently without incidence.

7. Recent experiments by Alf O. Brubakk of the University of Trondheim, Norway and Bruce Wienke of Los Alamos National Laboratory, New Mexico compared the effects of three different decompression schedules on pigs. They tested the standard Haldanean U.S. Navy model against two faster ascent rates congruent with the Reduced Gradient Bubble Model. The researchers tested whether or not the RGBM type profile would give effectively deeper decompression staging with a resulting reduction in bubble expansion and growth of cumulative volume. The schedule that most closely resembled the RGBM model produced significantly fewer bubbles than any other profile tested. See “The effect of in-water decompression profile on bubble formation after dives with surface decompression,” Brubakk, A. O., Wienke, B. R., et al. (J. Appl. Physiol.).

<sup>23</sup> The most if us in the technical and recreational diving worlds, the bottom line is simple: “It works!” Deep stop methodology has been successfully implanted for more than 15 years. Tested in the field, and now finally in the laboratory, experienced divers and scientists alike acknowledge deep stops work best.

### **2.4.2 Das tabelas de mergulho descompressivo**

Nesta seção serão demonstradas algumas tabelas que poderão ser utilizadas nos planejamentos de mergulho com descompressão obrigatória, utilizando misturas como TRIMIX, NITROX e O<sub>2</sub> puro. É importante perceber a importância da utilização do O<sub>2</sub> puro no processo de descompressão. Existem tabelas diferentes para descompressão utilizando ou não o O<sub>2</sub> puro. E nas que utilizam, exigirão um intervalo de superfície menor do mergulhador antes do próximo mergulho, em relação às tabelas onde o mergulhador não utiliza O<sub>2</sub> puro.

Todas as tabelas que serão apresentadas utilizam o modelo RGBM de descompressão. As tabelas demonstram os tempos de parada descompressiva obrigatória em cada uma das profundidades atingidas na subida do mergulho. As paradas de 6 metros ou menos utilizam O<sub>2</sub> puro. Para cada tempo de fundo apresentado na última célula de cada coluna de tempo, cumpre-se aquela coluna de descompressão. O mergulho durará o tempo de fundo mais o tempo de descompressão, acrescido do tempo de subida de 10 metros por minuto e a *deep stop* na metade da profundidade máxima de 2,5 minutos.

Será demonstrada ao final a tabela TLSD da ITO 12 para que seja feita a comparação dos tempos de fundo e profundidade as quais um mergulhador pode alcançar em um mergulho descompressivo, tendo por base a tabela de mergulho descompressivo de 180 fsw (54 m).

Figura 10 – Tabela RGBM de descompressão obrigatória para mergulhos realizados com TRIMIX 16/24 a 40 e com utilização de O<sub>2</sub> puro. Profundidade limite de 54 metros

<b>NAUI RGBM 180 FSW (54 MSW) TRIMIX TABLE WITH OXYGEN</b>							
<b>(16% Oxygen, 24 - 40% Helium, 44 - 60% Nitrogen)</b>							
<b>Oxygen required from 20 fsw (6 msw) up to sea level</b>							
<b>msw</b>	<b>fsw</b>	<b>decompression stop times (minutes)</b>					
3	10	11	9	8	5	2	1
6	20	8	6	4	4	2	
9	30	11	10	8	4	2	
12	40	9	8	5	4	1	
15	50	6	4	4	2	1	
18	60	5	4	2	2	1	
21	70	4	3	2	1	1	
24	80	2	2	2	1	1	
27	90	2	2	1	1		
30	100	2	1	1	1		
33	110	1	1	1			
36	120	1	1				
39	130						
42	140						
45	150						
48	160						
51	170						
54	180	30	25	20	15	10	5

Max descent rate 75 fpm (23 mpm). Max ascent rate 33 fpm (10 mpm).  
 Max 1 repetitive dive, a min 30 fsw (9 msw) shallower than the prior dive.  
 Minimum 3 hrs surface interval. Wait 18 hrs to ascend to 8,000 ft (2438 m)  
 after 1 dive and 24 hrs after 2 dives or after diving 240 fsw (72 msw) or deeper.  
 Read all instructions before using this table. Copyright 2003 NAUI Worldwide.

Fonte: NAUI RGBM Deco Tables. 2003. p. 69



Figura 11 – Tabela RGBM de descompressão obrigatória para mergulhos realizados com TRIMIX 16/24 a 40 e com utilização de O2 puro. Profundidade limite de 72 metros

<b>NAUI RGBM 240 FSW (72 MSW) TRIMIX TABLE WITH OXYGEN</b>							
<b>(16% Oxygen, 24 - 40% Helium, 44 - 60% Nitrogen)</b>							
<b>Oxygen required from 20 fsw (6 msw) up to sea level</b>							
<b>msw</b>	<b>fsw</b>	<b>decompression stop times (minutes)</b>					
3	10	17	14	10	9	5	2
6	20	10	8	7	4	3	2
9	30	19	15	10	9	5	2
12	40	11	10	8	5	4	1
15	50	9	9	6	4	2	1
18	60	8	6	4	3	2	1
21	70	5	4	4	2	2	
24	80	4	4	3	2	1	
27	90	4	3	2	2	1	
30	100	4	2	2	1	1	
33	110	2	2	2	1	1	
36	120	2	2	1	1	1	
39	130	2	1	1	1	1	
42	140	1	1	1	1		
45	150	1	1	1	1		
48	160	1	1				
51	170						
54	180						
57	190						
60	200						
63	210						
66	220						
69	230						
72	240	30	25	20	15	10	5

Max descent rate 75 fpm (23 mpm). Max ascent rate 33 fpm (10 mpm).  
 Max 1 repetitive dive, a min 30 fsw (9 msw) shallower than the prior dive.  
 Minimum 3 hrs surface interval. Wait 18 hrs to ascend to 8,000 ft (2438 m)  
 after 1 dive and 24 hrs after 2 dives or after diving 240 fsw (72 msw) or deeper.  
 Read all instructions before using this table. Copyright 2003 NAUI Worldwide.

Fonte: NAUI RGBM Deco Tables. 2003. p. 75

Figura 12 – Tabela RGBM de descompressão obrigatória para mergulhos realizados com TRIMIX 10/40 a 60 e com utilização de O2 puro. Profundidade limite de 99 metros

<b>EXCEPTIONAL EXPOSURE</b>					
<b>NAUI RGBM 330 FSW (99 MSW) TRIMIX TABLE</b>					
<b>(10% Oxygen, 40 - 60% Helium, 50 - 30% Nitrogen)</b>					
<b>Oxygen required from 20 fsw (6 msw) up to sea level</b>					
<b>msw</b>	<b>fsw</b>	<b>decompression stop times (minutes)</b>			
3	10	20	14	10	4
6	20	13	10	6	3
9	30	24	17	12	6
12	40	18	15	8	4
15	50	15	10	7	4
18	60	13	8	6	3
21	70	7	7	4	2
24	80	7	6	4	2
27	90	6	4	3	2
30	100	6	3	3	1
33	110	4	3	2	1
36	120	3	3	2	1
39	130	3	3	2	1
42	140	3	2	2	1
45	150	3	2	1	1
48	160	2	2	1	
51	170	2	1	1	
54	180	2	1	1	
57	190	1	1	1	
60	200	1	1	1	
63	210	1	1	1	
66	220	1	1		
69	230	1	1		
72	240	1	1		
75	250	1			
78	260				
81	270				
84	280				
87	290				
90	300				
93	310				
96	320				
99	330	20	15	10	5

Max descent rate 75 fpm (23 mpm). Max ascent rate 33 fpm (10 mpm).  
 No repetitive dives. Wait 24 hrs to ascend to 8,000 ft (2438 m) after diving.  
 Read all instructions before using this table. Copyright 2003 NAUI Worldwide.

Fonte: NAUI RGBM Deco Tables. 2003. p. 81

De acordo então a primeira tabela apresentada, na figura 14, percebe-se que o mergulhador que realiza um mergulho a 180 fsw (54 m) de profundidade com 30 minutos de tempo de fundo permanecerá na água por 30 minutos de tempo de fundo, mais 62 minutos de tempo de descompressão, mais 2 minutos da *deep stop*, mais 5 minutos pela velocidade de subida, totalizando então um mergulho de 99 minutos.

Agora será apresentada a tabela TLSD prevista na ITO 12 para mergulhos não descompressivos autorizados pelo CBMMG em suas operações submersas:

Figura 13 – Anexo B – ITO 12 – Tabela de Limite sem Descompressão. Tabela para mergulhos a ar comprimido, limitados a 57 metros de profundidade

PROF		LSD	GRUPO DE REPETIÇÃO														
M	PÉS		MIN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
3	10		60	120	210	300											
4,5	15		35	70	110	160	225	350									
6	20		25	50	75	100	135	180	240	235							
7,5	25		20	35	55	75	100	125	160	195	245	315					
10	30		15	30	45	60	75	95	120	145	170	205	250	310			
10,5	35	310	5	15	25	40	50	60	80	100	120	140	160	190	220	270	310
12	40	200	5	15	25	30	40	50	70	80	100	110	130	150	170	200	
15	50	100		10	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100			
18	60	60		10	15	20	25	30	40	50	55	80					
21	70	50		5	10	18	20	30	35	40	45	50					
24	80	40		5	10	15	20	25	30	35	40						
27	90	30		5	10	12	15	20	25	30							
30	100	25		5	7	10	15	20	22	25							
33	110	20			5	10	13	15	20								
36	120	15			5	10	12	15									
39	130	10			5	8	10										
42	140	10			5	7	10										
45	150	5			5	5											
48	160	5				5											
51	170	5				5											
54	180	5				5											
57	190	5				5											

Fonte: Instrução Técnica Operacional 12 – Operações Submersas, p. 27

Para a mesma profundidade citada acima, os 180 fsw (54 m), a tabela já impõe a necessidade de delimitar o tempo de fundo em 5 minutos. Ou seja, o mergulhador tem 5 minutos para atingir os 54 metros, trabalhar e iniciar sua subida antes de chegar ao sexto minuto. Isto demonstra a ineficiência desta metodologia de mergulho não

descompressivo para operações de busca e/ou recuperação de cadáveres ou bens que precisam ser feitas pelo CBMMG. Este mergulho, de acordo com a previsão da tabela TLSD teria a duração de seu tempo de fundo, 5 minutos, mais os 5 minutos da subida, respeitada a velocidade limite, sem previsão de *deep stop*, parada de segurança ou mesmo utilização de O<sub>2</sub> puro para acelerar a retirada de gás inerte do organismo. Entretanto se aplicar a regra de acréscimo de um terço conforme determinado pela ITO 12, este mergulho não poderá ocorrer porque os 54 metros serão planejados como se fossem 72 metros, excedendo a profundidade máxima do ar comprimido e consequentemente da tabela.

## **2.5 Das misturas gasosas**

Para a realização destes mergulhos descompressivos poderão, e em casos específicos deverão, ser utilizadas misturas gasosas específicas tanto para o mergulho em si quanto para os processos de descompressão. Serão abordados nesta seção a mistura TRIMIX, a mistura NITROX, e o O<sub>2</sub> a 100%.

### **2.5.1 Do TRIMIX**

Conforme apresentado no capítulo 2, uma das preocupações dos mergulhadores é a narcose por nitrogênio. Este efeito fisiológico de “embriaguez” que atinge mergulhadores quando da aproximação das 4 ATA (30 metros de profundidade) que é onde está o equivalente narcótico da maioria dos mergulhadores, mas que pode atingir alguns a partir dos 25 metros de profundidade, dependendo de condições pré-existentes favoráveis, precisa ser evitado para garantir a segurança do mergulhador. O equivalente narcótico é definido então como o ponto em que o mergulhador passa a estar suscetível a narcose, e como o equivalente do nitrogênio é atingido próximo às 4 ATA, ter-se-á a pressão parcial do nitrogênio em 3,16 ATA. Da mesma maneira que este equivalente narcótico pode aparecer em profundidades menores que 40 metros, pode também aparecer em profundidades maiores, tudo dependendo de cada organismo.

Além da narcose por nitrogênio, outra preocupação importante é a toxicidade do oxigênio quando atinge uma pressão parcial na mistura gasosa maior que 1,6 ATA (66,2 metros de profundidade), podendo provocar apagamentos

Para aumentar a segurança das operações de mergulho, procurando evitar o aparecimento da narcose e da toxicidade do oxigênio, deve-se reduzir a quantidade destes gases na mistura respirável, fazendo com que estes alcancem as pressões parciais do equivalente narcótico e do ponto de toxicidade do oxigênio o mais tarde possível para cada mistura preparada.

Reduzindo as pressões parciais e conseqüentemente as frações destes gases na mistura respirável, um novo gás deverá ser inserido na mistura para que se atinja os 100% necessários e como citado no capítulo 2, e dito por OLeary, Wienke e Sharp (2005, p. 15), o hélio é o gás mais apropriado para tal:

Um grande número de outros gases foi testado, como o Hidrogênio, o Néon, o Argônio e o Hélio, apenas o Hélio e o Hidrogênio foram satisfatórios em todos os requisitos. Porque são mais leves, o Hidrogênio tem vantagens sobre o Hélio em relação à velocidade de eliminação, mas por causa do risco explosivo muito elevado do Hidrogênio, o Hélio foi o gás considerável mais versátil para mergulhos profundos e de saturação. Hélio pode ser respirado por meses sem danos aos tecidos. Argônio é altamente solúvel e mais pesado do que o nitrogênio, e é ligeiramente mais solúvel que o Hélio. Dos cinco, o Argônio é o gás inerte mais narcótico e o Hélio é o menos narcótico sob pressão. O hélio, quando usado como diluente, vai reduzir a pressão parcial tanto do nitrogênio como do oxigênio, e assim reduz o risco tanto de narcose como de toxicidade pelo oxigênio.

Para esta mistura de três gases que será utilizada no mergulho deu-se o nome de TRIMIX, que representa a mistura de hélio, oxigênio e nitrogênio, em proporções que garantam maior segurança ao mergulhador possibilitando que possa atingir profundidades e tempos maiores com menores riscos de narcose por nitrogênio e intoxicação pelo oxigênio.

Figura 14 – Mergulhador utilizando a mistura TRIMIX durante um mergulho



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/109916047131612350>. Acesso em: 27 ago. 2018

As proporções de cada gás serão definidas pela profundidade e pela pressão parcial máxima que cada gás pode atingir. Desta maneira, para que se defina a fração de cada gás presente na mistura será dada pela seguinte fórmula:

$$P_p = P_A \cdot F$$

Onde:

$P_p$  é a pressão parcial do gás (equivalente narcótico/toxicidade);

$P_A$  é a pressão absoluta da profundidade que se vai atingir e

$F$  é a fração do gás que se está calculando

Exemplificando, será demonstrado um cálculo de mistura para um TRIMIX que será utilizado em um mergulho de 70 metros de profundidade, considerando o limite do oxigênio de 1,4 ATA conforme ITO 12.

Tem-se então:

Oxigênio:

$$P_p = 1,4 \text{ ATA}$$

$$P_A = 8$$

$$F = ?$$

$$P_p = P_A \cdot F \rightarrow 1,4 = 8 \cdot F \rightarrow \boxed{F = 0,17}$$

Que corresponde a 17% da mistura.

Nitrogênio:

$$P_p = 3,16 \text{ ATA}$$

$$P_A = 8$$

$$F = ?$$

$$P_p = P_A \cdot F \rightarrow 3,16 = 8 \cdot F \rightarrow \boxed{F = 0,39}$$

Que corresponde a 39% da mistura.

Se a soma das pressões parciais é a pressão total, que é 100%, conforme lei de Dalton, teremos então:

$$P_t = p_1 + p_2 + \dots + p_n = 100\%$$

$$100\% = 17\% + 39\% + x \rightarrow x = 100 - 56 \rightarrow \boxed{x = 44}$$

A mistura terá então a composição de 17% de oxigênio, 39% de nitrogênio e 44% de hélio, formando um TRIMIX 17/44, já que a nomenclatura da mistura tem por composição as pressões parciais de oxigênio e do hélio.

Este cálculo será desenvolvido para cada uma das profundidades as quais o mergulhador deseja atingir. Este cálculo permitirá ao mergulhador encontrar a melhor mistura possível para a profundidade desejada. Esta mistura é chamada de *best mix* (melhor mistura).

Como aos 40 metros os mergulhadores estão suscetíveis à narcose por nitrogênio, podendo este processo se iniciar até a partir dos 25 metros, a partir dos 30 metros, com vistas à segurança dos mergulhadores, é viável a utilização de TRIMIX para a realização de mergulhos em tempos que extrapolem a TLSD e para mergulhos que extrapolem os 40 metros de profundidade, independentemente de extrapolar ou não a TLSD.

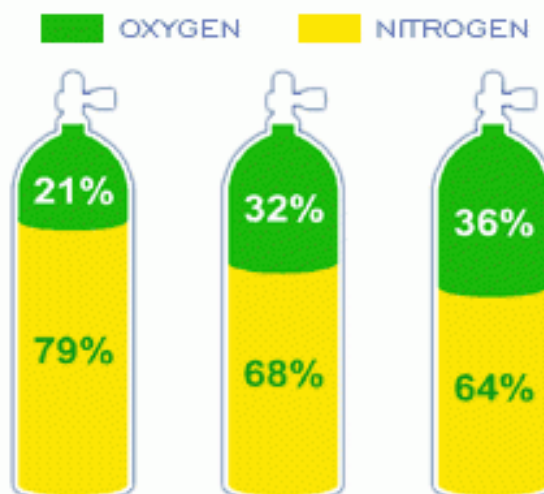
### 2.5.2 Do NITROX

Assim como o TRIMIX, o NITROX é uma mistura gasosa utilizada em mergulho com alteração da fração, e conseqüentemente, pressão parcial do oxigênio, de forma que seja sempre maior que 21%, que é a concentração normal no ar atmosférico. Afirma-se então que:

O Nitrox, ou ar enriquecido com oxigênio, é qualquer mistura de oxigênio mais de 22% de oxigênio. As vantagens do nitrox estão relacionadas à menor concentração de nitrogênio na mistura, aumentando os tempos de fundo dentro dos limites não-descompressivos e reduzindo o tempo de descompressão. (MARANGON, *apud* WERNECK 2005, p. 49)

A mistura de NITROX também pode ser chamada de EANx (*Enriched Air Nitrox traduzido* do inglês para ar enriquecido nitrox), onde o x será substituído pela Pp de oxigênio presente na mistura, segundo Marangon (2010, *apud* OLIVER, 2005).

Figura 15 - Composição esquemática dos cilindros de Ar comprimido, EAN32 e EAN36



Fonte: <http://ipadive.com/blog/2016/03/29/5-vantagens-do-nitrox-e-algumas-consideracoes/>. Acesso em: 27 ago. 2018



Como durante os mergulhos de longa exposição à profundidades e tempos os compartimentos estão saturados ou muito próximos da saturação e supersaturação, faz-se necessária a descompressão obrigatória. Como modelo sugerido para descompressão, adotar-se-á então o RGBM para definição de tempos e profundidades das paradas descompressivas.

Atrelado às paradas descompressivas pode-se também utilizar-se de misturas gasosas durante a descompressão. Utilizando-se de NITROX em concentrações diferentes para cada profundidade até o ponto de utilizar oxigênio a 100% no término da descompressão, o mergulhador irá aumentar quantidade de oxigênio respirado, e mais facilidade o organismo terá como eliminar os gases inertes que estão presentes no corpo do mergulhador.

Como ocorrerá um aumento da quantidade de oxigênio na mistura NITROX, é preciso considerar as condições dos reguladores e manômetros envolvidos no sistema.

As misturas nitrox com até 40% de oxigênio podem ser tratadas como ar e os reguladores não necessitam de cuidados específicos. Contudo, quando se usa misturas com mais de 40% de O<sub>2</sub>, essas devem ser tratadas com os mesmos cuidados do oxigênio. Reguladores e manômetros devem ser preparados para esse gás. (CBMERJ, 2018, p. 45)

Assim como para se fazer uma mistura de TRIMIX buscando a *best mix* para utilizar em um mergulho, para fazer uma mistura de NITROX esta *best mix* também será buscada.

Considerando que o EANx é qualquer mistura com 22% ou mais de oxigênio e que a pressão parcial máxima permitida para o oxigênio no CBMMG é de 1,4 ATA, a profundidade mínima para se iniciar uma descompressão utilizando-se EANx é a partir dos 54 metros de profundidade em direção à superfície utilizando um EAN<sub>22</sub>. Isto apenas como parâmetro, pois outros fatores vão interferir nos pontos de paradas descompressiva e conseqüentemente, determinarão quais serão as *best mix* que deverão ser utilizadas nas profundidades definidas.

Para o cálculo da melhor mistura de NITROX utilizar-se-á da fração do oxigênio máxima que será utilizada (não podendo exceder à 1,4 ATA), a pressão parcial do

oxigênio e a pressão absoluta (da profundidade máxima a ser atingida pelo mergulhador)

Desta forma tem-se a seguinte fórmula:

$$FO_2 = \frac{PO_2}{PA}$$

Onde:

$FO_2$  é a fração de oxigênio;

$PO_2$  é a pressão parcial máxima permitida ao oxigênio e

$PA$  é a pressão absoluta da profundidade máxima a qual vai o mergulhador

Utilizando a fórmula acima, para calcular a best mix para um mergulho com NITROX a 40 metros de profundidade e respeitando a pressão parcial máxima de 1,4 ATA do oxigênio prevista no CBMMG, tem-se a seguinte situação:

$$FO_2 = \frac{1,4 \text{ ATA}}{5 \text{ ATA}} \rightarrow \boxed{FO_2 = 0,28}$$

Desta forma, pode-se utilizar um EAN<sub>28</sub> a partir dos 40 metros de profundidade em direção à superfície. Isto auxiliará tanto na menor absorção de nitrogênio quanto na aceleração de retirada de gás inerte do organismo.

A ideia da utilização do NITROX durante a descompressão é para, no processo de subida à superfície, reduzir a quantidade de nitrogênio que o mergulhador respira, visto que a mistura terá menos nitrogênio que ar atmosférico, normalmente utilizado nos mergulhos.

“Os benefícios e vantagens da utilização do nitrox são muitas, contudo, todos esses benefícios estão relacionados com a respiração de uma menor fração de nitrogênio na mistura. [...] O uso do nitrox diminui a absorção de nitrogênio durante o mergulho, pois as misturas contêm menos N<sub>2</sub> quando comparadas com o ar [...]” (CBMERJ, 2018, p. 42)

Dos mais utilizados na descompressão estão o EAN<sub>50</sub> e o EAN<sub>70</sub>, utilizados a partir dos 18 e 10 metros de profundidade (respectivamente) em direção à superfície.

Percebe-se o aumento da taxa de oxigênio na mistura, tanto para diminuir a inspiração de nitrogênio, quanto para auxiliar na sua retirada do organismo.

Figura 16 – Cilindros preparados para NITROX



Fonte: <https://scubaleeds.co.uk/why-all-divers-should-take-the-padi-nitrox-course/>. Acesso em: 28 ago. 2018

### 2.5.3 Do O<sub>2</sub> puro (100%)

Como a pressão parcial e a fração de um gás dobram de valor quando o mergulhador sai da superfície e chega aos 10 metros de profundidade, tem-se que tomar um extremo cuidado para utilização de oxigênio a 100% no processo de descompressão. Com base nesses dados, observe as seguintes tabelas:

Tabela 1 – Fração de O<sub>2</sub> relacionada a profundidade e pressão absoluta utilizando ar comprimido

Fração de O <sub>2</sub>	Profundidade (metros)	Pressão Absoluta (ATA)
0,21	0	1
0,42	10	2
0,63	20	3
0,84	30	4

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados de Shreeves *et al.* (2005)

Tabela 2 – Fração de O<sub>2</sub> relacionada a profundidade e pressão absoluta utilizando oxigênio a 100%

Fração de O <sub>2</sub>	Profundidade (metros)	Pressão Absoluta (ATA)
1	0	1
1,6	6	1,6
2	10	2

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados de Shreeves *et al.* (2005)

Conforme a tabela 02, observa-se na área hachurada em rosa que o limite de profundidade para exposição de um mergulhador a oxigênio a 100% durante um mergulho é de 6 metros.

Desta maneira, como sequência do procedimento de decompressão que o mergulhador já está fazendo desde o início de sua subida, quando de sua chegada aos 6 metros de profundidade, em direção à superfície, ele poderá utilizar de oxigênio a 100%, o que contribuirá sobremaneira para a redução dos riscos de doença descompressiva e conseqüentemente reduzirá seu intervalo de superfície para o próximo mergulho por ter reduzido consideravelmente seu nível de nitrogênio residual no organismo.

É extremamente importante que não se faça uso do oxigênio a 100% abaixo dos 6 metros de profundidade, já que extrapolará 1,6 ATA de pressão parcial máxima que pode atingir o oxigênio, fazendo com que o mergulhador entre em convulsão. Para auxiliar o mergulhador na identificação dos cilindros que está utilizando presos ao corpo, adesivos informativos são colocados nestes para o mergulhador visualizar o gás que estará respirando naquele cilindro, sendo esse TRIMIX, NITROX OU O<sub>2</sub>.

Figura 17 – Stages de O<sub>2</sub> e EANx para decompressão



Fonte: Acervo do autor

É importante lembrar sempre que conforme CBMERJ (2018), para cilindros com 50% ou mais de oxigênio, e no caso específico desta seção 100%, os reguladores e manômetros devem ser limpos especificamente para utilização de oxigênio, não podendo, de forma alguma, ter contato com outros gases.

## 2.6 Dos equipamentos para realização de mergulhos descompressivos

A realização de mergulhos profundos, ou com alta exposição de tempo de fundo implicará em uma série de equipamentos específicos que o mergulhador deverá utilizar para garantir sua segurança durante a atividade.

Uma boa e padronizada configuração de equipamentos de mergulho é extremamente necessária para realizar todos os seus mergulhos descompressivos. Mesmo que adicionados quaisquer equipamentos que serão necessários para cada operação de mergulho, não se pode, de forma alguma interferir ou alterar uma configuração básica.

Agora imagine o seguinte mergulho técnico. Você e seu dupla estão a 70 metros dentro de um naufrágio, e um dos seus cilindros tem uma falha catastrófica, com uma extrusão de *O-ring*. Você fecha o isolador no seu manifold, economizando metade do seu suprimento de gás remanescente. Mas é claro que à medida que sobem até encontrar a equipe de suporte o seu fornecimento de gás restante está diminuindo. Seu segundo estágio principal começa a ficar pesado, e você sabe que terá que compartilhar o gás em uma longa mangueira com um dos membros da equipe de apoio ou com seu dupla. Há três membros da equipe esperando por você. O problema começa com cada membro da equipe com uma configuração de equipamento diferente por causa de escolhas pessoais. Quem tem que mangueira longa e onde, e quais os reguladores têm gás de descompressão? O tempo fica curto o que você faz?<sup>24</sup> (OLEARY; WIENKE, 2011) (tradução nossa)

Percebe-se então a importância de padronização de uma configuração básica mínima para realização de mergulhos descompressivos, de forma que todos os mergulhadores envolvidos na operação tenham o mesmo equipamento, disposto da mesma maneira, de forma a cada um poder auxiliar seu dupla<sup>25</sup> de mergulho em emergências sem maiores dificuldades.

---

<sup>24</sup> *Now imagine the following technical dive. You and your buddy are at 70 meters inside a wreck, and one of your back mounted cylinders has a catastrophic failure such as an O-ring extrusion. You close the isolator on your manifold, saving half of your remaining gas supply. But of course, as you ascend towards your support team your remaining gas supply is dwindling. Your primary second stage is beginning to pull hard, and you know that you will have to share gas on a long hose with one of your support team members or your buddy. There are three team members waiting for you. The problem begins with each team member having a different gear configuration because of personal choice. Who has which long hose where, and which regulators have decompression gas? As time closes in what do you do?*

<sup>25</sup> Dupla de mergulho: nome dado ao companheiro do mergulhador.

Deve-se então respeitar alguns princípios na montagem da configuração mínima que se deseja para o mergulho descompressivo. Abaixo serão relacionados estes princípios:

- **Integração:** uma configuração efetiva é, antes de tudo, um sistema em que as diferentes peças dos equipamentos são montadas com uma visão do todo e na qual tudo tem motivo.
- **Simplicidade:** o sistema deve funcionar de maneira simples e intuitiva. [...].
- **Minimalismo:** o sistema deve ser composto apenas dos elementos necessários para um mergulho seguro em determinado ambiente, com o objetivo de se reduzir as áreas falhas. Um erro comum é a violação dessa regra para acomodar redundâncias desnecessárias e/ou exageradas.
- **Confiabilidade:** as peças do sistema devem funcionar com desempenho adequado no ambiente para o qual foram projetadas [...].
- **Ergonomia:** todas as peças do sistema devem permitir uma boa interação anatômica e funcional entre o mergulhador e o equipamento, evitando dificuldades motoras e stress muscular desnecessário.
- **Hidrodinâmica:** O sistema deve ser compacto e apresentar pequena resistência aos movimentos e nenhuma possibilidade de enrosco e aprisionamentos. Os equipamentos devem ser configurados de maneira a aproveitar os espaços e evitar arrasto adicional, sem prejudicar seu desempenho.
- **Compatibilidade:** o sistema deve ser aplicável em diferentes ambientes e com a menor variação. [...]. As variações ficam por conta da adição ou eliminação de equipamentos para cada ambiente, mas a mecânica de funcionamento é a mesma. Isso ajuda na redução do tempo de resposta do mergulhador, pois os procedimentos de emergência são sempre iguais, independente do ambiente. (WERNECK, 2005, p. 41)

Com base nestes princípios, algumas literaturas definem um conjunto mínimo de equipamentos que integrarão o *hall* de equipamentos técnicos que serão utilizados neste tipo de mergulho. A sugestão de O'Leary, Wienke (2011) é que essa configuração mínima possua:

Cada mergulhador deve estar equipado com o seguinte:

- Profundímetro e um medidor de tempo, seja um computador de mergulho ou um *bottom time*.
- Bússola.
- Prancheta de punho ou cadernetas impermeáveis.
- Faca de mergulho / ferramenta de corte.
- Dispositivo de sinalização de emergência.
- Tabelas de mergulho à prova d'água.
- Mínimo de um *lift bag* (saco elevatório) de 50 lb./23 kg e uma carretilha.
- Cilindros e reguladores adequadamente limpos e rotulados de acordo com as misturas de gases envolvidos, com um manômetro separado para cada sistema de gás utilizado.<sup>26</sup> (Tradução nossa)

<sup>26</sup> *Each diver shall also be equipped with the following:*

- *Depth gauge, and timing device, i.e., dive computer or bottom recorder.*
- *Compass*
- *Wrist slate or waterproof notebooks.*
- *Dive knife/tool.*

A seguir serão apresentados os equipamentos mínimos citados acima, além de outros comumente utilizados nas atividades de mergulho técnico.

Atualmente no CBMMG são utilizados, de maneira geral, apenas equipamentos recreacionais, que não se adequam às características citadas acima. São equipamentos utilizados em operadoras de mergulho turístico, com reguladores comuns, coletes tipo jaqueta, roupas em neoprene de 5 milímetros. Em poucos casos é possível observar facas e algumas lanternas, mas em condições inferiores ao necessário para a atividade de mergulho técnico.

A seguir serão apresentados os equipamentos técnicos possíveis para uso no mergulho descompressivo, e as comparações, em alguns casos, com os equipamentos utilizados comumente pelo CBMMG.

### ***2.6.1 Do dispositivo de flutuabilidade***

Tendo em vista a necessidade de portar cilindros duplos nas costas do mergulhador, assim como ao menos um cilindro *stage* ao lado do mergulhador, o dispositivo ideal para a realização de mergulhos descompressivos é do tipo ASA. Este tipo dispositivo de flutuabilidade utiliza-se de um *plate* de aço inox que dará sustentação à dupla de cilindros nas costas do mergulhador, juntamente com um arreio chamado *harness*, que possui ao menos quatro *D-rings* de aço, de forma a proporcionar a colocação de *stages* na lateral do mergulhador.

- 
- *Emergency signaling device.*
  - *Waterproof dive tables*
  - *Minimum of one 50 lb./23 kg lift bag and one-line reel.*
  - *Cylinders and regulators properly cleaned and labeled as required for the breathing gas mixtures involved, with a separate submersible pressure gauge for each gas system used.*

Figura 18 – Asa para cilindro duplo, marca Halcyon, 55 libras, modelo Explorer BC



Fonte: <http://www.halcyon.net/en/products/bc-systems-overview/double-tank-bc/explorer-bc>. Acesso em: 29 ago. 2018

Além disso o colete tipo ASA possibilita ao mergulhador uma maior possibilidade de se manter horizontalmente na água, posição ideal para realização das atividades de busca, localização e recuperação, realizadas pelo CBMMG.

Preferencialmente o *harness* deverá ser ininterrupto durante seu trajeto no sistema, de forma a não possuir quaisquer pontos de *click* rápido. Deve possuir apenas uma fivela de saque rápido para prender o sistema ao mergulhador na linha da cintura.

Figura 19 – Conjunto de backplate de aço inox e harness, marca Halcyon, para utilização com colete tipo Asa



Fonte: <http://www.halcyon.net/en/products/bc-systems-overview/bc-system-add-ons/backplate>. Acesso em: 29 ago. 2018



Via de regra, no CBMMG, todos os dispositivos de flutuabilidade são coletes equilibradores do tipo jaqueta. Normalmente são coletes com apenas dois *D-rings* de aço ou até mesmo sem nenhum, não possibilitando assim a acoplagem de cilindros *stages* em suas laterais com os gases de decompressão. São dispositivos que não permitem a acoplagem de cilindros duplos nas costas do mergulhador por possuírem *plates* de plástico e não serem projetados para tal.

Figura 20 – Colete tipo jaqueta utilizado pela 1ª Cia Ind. BM em Poços de Caldas/MG, modelo Star Pro da marca CRESSI



Fonte: Acervo do autor

Integrando estes dois equipamentos, tem-se um conjunto técnico apropriado para a realização de um mergulho decompressivo.

Figura 21 – Conjunto de asa Explorer BC 40 libras, montado com Secure Harness, ambos marca Halcyon, em cilindro duplo



Fonte: Catálogo Halcyon

Nota-se então que os dispositivos de fluabilidade utilizados pela instituição atualmente não atendem às demandas do mergulho descompressivo.

### **2.6.2 Do cilindro duplo**

Como o mergulho descompressivo necessitará de tempos específicos para descompressão, o mergulhador necessitará de um volume maior de ar durante o mergulho. Mesmo que não realize atividades em profundidades muito grandes, o longo tempo de exposição às profundidades mais rasas também ensejará em descompressão obrigatória.

Para isso, uma das saídas é a utilização de cilindros duplos acoplados à ASA (dispositivo de fluabilidade) do mergulhador. Os cilindros serão presos ao *plate* da ASA por parafusos, de forma a não se soltarem do dispositivo sem ferramentas, o que torna mais seguro o mergulho, não correndo o risco de o cilindro escapar pelo colete conforme pode ocorrer nos coletes tipo jaqueta.

O cilindro duplo é um conjunto de dois cilindros, normalmente S80<sup>27</sup> (preferencialmente de alumínio), unidos por duas cintas de aço inox, parafusadas. Serão utilizadas duas torneiras diferentes no sistema. Um cilindro terá uma torneira direita e o outro uma torneira esquerda, de forma a facilitar as manobras de segurança, caso necessário, embaixo d'água. As torneiras devem ainda ter conexão tipo DIN (*Deutsche Industrie Norm*<sup>28</sup>) para receber os reguladores de mesma conexão. As torneiras com rosca DIN proporcionarão maior segurança durante o mergulho por não serem fixas por pressão e sim por rosca, não permitindo que se soltem durante o mergulho por impactos quaisquer. As torneiras serão então ligadas por uma outra peça de aço inox, chamada isolador *manifold*. Este *manifold* será o responsável pela “comunicação” dos dois cilindros fazendo com que a leitura do manômetro informe ao mergulhador a leitura de pressão total dos dois cilindros juntos, como se fossem um só. Da mesma forma, será o responsável por isolar um dos cilindros caso o mergulhador tenha problema em alguma das torneiras ou reguladores.

---

<sup>27</sup> Nomenclatura que define o volume do cilindro. S significa SCUBA (Self Contained Underwater Breathing Apparatus, traduzido como aparato de respiração subaquática) e 80 é o volume em pés cúbicos. Equivale a uma capacidade hidráulica de 11,1 litros.

<sup>28</sup> Normalização para a indústria alemã. Tradução nossa.

Figura 22 – Cilindro duplo de S80 com torneiras tipo DIN, com cintas de inox e isolador manifold



Fonte: Acervo do autor

### 2.6.3 Dos reguladores de primeiro estágio

Os reguladores de primeiro estágio devem ser balanceados, de alta performance e com conexão tipo DIN, aja vista a não necessidade de *O-ring* além de ser mais seguro por ser preso na torneira por rosca e não por pressão como nas conexões tipo *yoke* (normalmente utilizadas no CBMMG).

Os reguladores devem ser balanceados, a fim de reduzir o estresse muscular e produção de CO<sub>2</sub> pelos músculos intercostais. Conexões DIN 300 BAR no primeiro estágio são preferidos por causa do *O-ring* interno, bem como a rosca adicional comparado a conexões de 200 bar. (OLEARY; WIENKE, 2011) (tradução nossa)<sup>29</sup>

Os reguladores devem possuir duas saídas de alta pressão (HP do inglês *high pressure*) e ao menos quatro saídas de baixa pressão (LP, do inglês *low pressure*), preferencialmente tendo cinco saídas LP sendo uma delas na parte inferior do regulador, visto o posicionamento das mangueiras na montagem do sistema. As duas saídas HP serão uma para o manômetro e a segunda pode ser usada caso haja dispositivo de transmissão de dados de computador de mergulho. O mínimo de quatro saídas LP se dá pelo fato da necessidade de montagem de um regulador primário, um

<sup>29</sup> *Regulators should be balanced in order to reduce muscle stress and CO<sub>2</sub> production in the intercostal muscles. 300 bar DIN connections on the first stage are preferred because of the captured O-ring as well as the additional threading over the 200 bar style.*

regulador secundário, da mangueira de inflagem/desinflagem da ASA e da mangueira para inflagem da roupa seca.

Figura 23 – Regulador de primeiro estágio H-75P, marca Halcyon, com conexão tipo DIN com duas saídas HP e cinco saídas LP, sendo uma delas na parte inferior do regulador



Fonte: <http://www.halcyon.net/en/products/regulator-systems/first-stage-regulators>. Acesso em: 28 ago. 2018

#### **2.6.4 Dos reguladores de segundo estágio**

Devem ser reguladores de alta performance e com controle de vazão de ar manual. Serão conectados aos reguladores de primeiro estágio por mangueiras de baixa pressão. Os reguladores de segundo estágio devem conter regulagem de fluxo de ar manual de forma que o mergulhador tenha controle sobre a vazão de ar que recebe durante o mergulho. Os reguladores de segundo estágio serão montados nos reguladores primário e secundário, juntamente com os demais componentes do sistema.

Figura 24 – Regulador de segundo estágio HALO, marca Halcyon, balanceado, com aleta de controle de ar e controle de inalação ajustável



Fonte: <http://www.halcyon.net/en/products/regulator-systems/second-stage-regulators>. Acesso em: 28 ago. 2018

### **2.6.5 Dos reguladores primários e secundários**

Os reguladores primários terão o segundo estágio acoplado no primeiro por uma mangueira longa com tamanho entre 1,5 e 2,10 metros. Este regulador deverá ser usado obrigatoriamente no posto direito do *manifold* segundo Werneck (2005). Podem possuir ou não a mangueira de inflagem/desinflagem da asa ou a mangueira da roupa seca.

Os reguladores secundários terão o regulador de segundo estágio conectado no primeiro com mangueira curta de tamanho entre 56 e 71 centímetros. Ainda segundo Werneck (2005), deve ter um manômetro com mangueira curta e pode conter ou não a mangueira de inflagem da asa ou da roupa seca. O segundo estágio deste regulador deve sempre estar preso no pescoço do mergulhador por uma gargantilha.

Figura 25 – Reguladores primário (verde contínuo) e secundário (vermelho pontilhado)



Fonte: Acervo do autor

### 2.6.6 Do manômetro

Conectado no regulador secundário, o manômetro em caixa de aço deverá ser acoplado no regulador de primeiro estágio por uma mangueira de alta pressão de comprimento variável entre 61 e 66 centímetros e deverá sempre ter um mosquetão de aço inox para fixação no *harness*.

O manômetro deve ser montado no regulador de primeiro estágio do posto esquerdo saindo pelo lado esquerdo e clipado por um mosquetão no *D-ring* abdominal esquerdo. A mangueira deve ser curta o suficiente para ficar fora de qualquer posição de enrosco. (OLEARY; WIENKE, 2011) (tradução nossa)<sup>30</sup>

### 2.6.7 Dos cilindros de descompressão

Além do cilindro duplo nas costas do mergulhador, para o processo de descompressão, como visto anteriormente, poderá ser utilizado tanto uma mistura de NITROX quanto oxigênio puro para a descompressão obrigatória. Para isso o mergulhador utilizará de cilindros “extras” chamados *stages*. Estes cilindros podem ser S80 ou S40, ou até mesmo ter outros volumes que os mergulhadores julgarem

<sup>30</sup> *The submersible pressure gauge is to be run from the left port's first stage down the left side and clipped to a left-side harness D-ring. The hose should be short enough to stay out of the slipstream.*

ideais para a operação que forem realizar. É importante identificar nos cilindros a mistura gasosa que contêm, além da profundidade máxima operacional daquele gás, para que não se utilize em profundidades maiores que as permitidas e se tenha uma emergência de mergulho.

Cilindros de descompressão e/ou de estágio devem ser usados para qualquer tipo de mergulho que envolve uma descompressão real ou simulada. Não deve haver nenhuma conexão "metal-metal" em qualquer parte do equipamento; isto é, deve haver pelo menos uma ligação em que pode ser facilmente cortada com uma faca ou outra ferramenta de corte. Os cilindros de estágio devem ser marcados com a sua profundidade máxima de operação em algarismos em negrito de pelo menos duas polegadas (5 cm) de altura, colocados ao longo do eixo longitudinal do cilindro e posicionado de modo a ser facilmente visível por outros membros da equipe. Da mesma forma, cilindros de oxigênio devem ser rotulados com a palavra "oxigênio" (ou seu equivalente na língua dominante) em negrito com pelo menos duas polegadas (5 cm) de altura, também colocados ao longo do eixo longitudinal do cilindro. O gás contido nos cilindros também irá afetar as características de flutuabilidade e devem ser carregados pelo mergulhador através dos anéis de aço. Estes cilindros de stage devem ser clipados no lado esquerdo do mergulhador, a fim de facilitar eventual resgate do mergulhador e para não interferir com o funcionamento do DPV (Veículo de Propulsão de Mergulho). Para utilizar um cilindro de stage, basta olhar para o MOD (Profundidade Máxima Operacional), girando o cilindro, colocando o regulador na boca e respirando. (OLEARY; WIENKE, 2011)<sup>31</sup> (tradução nossa)

Os cilindros para *stage* terão reguladores de primeiro estágio DIN ou Yoke, balanceados e de alta performance com vistas a reduzir o esforço dos mergulhadores. De mesma maneira possuirão reguladores de segundo estágio de alta performance. Além dos reguladores, haverá no cilindro um manômetro conectado ao regulador de primeiro estágio por uma mangueira de alta pressão de 15 cm de forma a facilitar sua visualização. Os reguladores e manômetros deverão ser presos ao cilindro por tiras de borracha, nunca permanecendo soltas durante o mergulho.

---

<sup>31</sup> *Decompression and/or stage cylinders must be used for any training that involves actual or simulated decompression. There should be no "metal-to-metal" connection on any part of the rig; that is, there must be at least one link in any connection that can be easily severed with a knife or other cutting tool. Stage cylinders must be marked with their maximum operating depth in bold numerals at least two inches (5 cm) high, placed along the cylinder's longitudinal axis and positioned so as to be readily visible to other team members. Similarly, oxygen cylinders must be labeled with the word "oxygen" (or its equivalent in the dominant language) in bold letters at least two inches (5 cm) high placed along the cylinder's longitudinal axis. The gas contained in the c stage cylinders will also affect the buoyancy characteristics and the way they carry on the divers rig. Stages should be worn on the left side of the diver in order to facilitate diver rescue and as not to interfere with DPV operation. To deploy a stage cylinder, one need only look at the MOD, turn the cylinder, put the regulator in the mouth and breathe.*

Figura 26 – Cilindro stage de O<sub>2</sub>

Fonte: NAUI Technical Diver: Technical Diver Training. O'LEARY, Timoty R.; WIENKE, Bruce R.. NAUI, Inc., 2011.

### **2.6.8 Das roupas para mergulho**

Devido ao longo tempo de exposição na água, além das maiores profundidades que o mergulho descompressivo irá permitir ao mergulhador, o ideal é que este tenha condições de realizar as operações de mergulho utilizando roupas secas. Estas roupas permitirão que o mergulhador tenha um isolamento total do meio líquido, possibilitando que permaneça aquecido durante o mergulho, reduzindo os riscos de hipotermia. Além deste risco, a utilização de roupas secas permitirá ainda que o mergulhador também tenha o risco de contaminação reduzido por não haver contato direto com a água. Outra vantagem da utilização de roupa seca é que, pelo seu princípio de funcionamento (inflagem/desinflagem), funcionará como redundância de flutuabilidade. Normalmente são de nylon trilaminado poliuretano, kevlar ou neoprene.

As roupas secas devem ser utilizadas com uma peça chamada *undergarment* (roupa de baixo) que será a responsável pelo aquecimento do mergulhador durante a atividade.



Figura 27 – Roupa seca de nylon trilaminado marca DUI (esquerda) e de poliuretano marca DUI (centro e direita)



Fonte: Acervo do autor

As roupas de neoprene também podem ser utilizadas, entretanto é importante levar em consideração a temperatura da água e o tempo de exposição que o mergulhador sofrerá. Para as roupas de neoprene, o ideal é que utiliza roupas semi-secas ou úmidas com espessura de 7 milímetros ao menos. Em casos de mergulho com cilindros duplos de aço não é recomendado a utilização de roupas de neoprene devido à perda de redundância de flutuabilidade que a roupa seca garante ao mergulhador.

Figura 28 – Roupa úmida marca Aqualung, 7 mm



Fonte: Acervo do autor

De forma geral,

Roupa úmida ou seca realmente depende da temperatura da água, do meio ambiente e do planejamento de mergulho. Normalmente se deve escolher para mergulhar uma roupa seca em um ambiente frio e uma roupa úmida em um ambiente quente, mas isso pode variar de acordo com os tempos de exposição. Roupas de exposição podem também determinar a seleção do cilindro. Alumínio quando úmida e aço quando seca. (OLEARY; WIENKE, 2011)<sup>32</sup> (Tradução nossa)

### **2.6.9 Dos computadores de mergulho**

Os computadores de mergulho são equipamentos de alta tecnologia com *softwares* que processam os algoritmos de descompressão que serão utilizados pelos mergulhadores. Os computadores mais completos demonstram ao mergulhador os tempos máximos permitidos para cada profundidade a qual se encontra, onde serão os pontos de parada de descompressão e quais gases deverá utilizar em cada parada. Após os mergulhadores inserirem os dados no computador ele realiza o planejamento da atividade e já demonstra todo perfil do que será realizado. Apesar da alta tecnologia empregada nos computadores de mergulho, o mergulhador não deve nunca se abster de realizar um planejamento manual.

Embora os computadores ofereçam vantagens, principalmente no caso de mergulhos multinível [...], **eles jamais substituirão a necessidade do planejamento do mergulho e o conhecimento teórico e aprofundado do mergulhador sobre estratégias de descompressão.** (WERNECK, 2005, p. 55) (grifo do autor)

Os computadores devem sempre estar fixados no pulso do mergulhador devido à facilidade de visualização constante. Deve ter em seu painel sempre informações simples e de fácil visualização de acordo com Werneck (2005, p. 55)

Os computadores mais modernos possibilitam acoplagem de sistema de comunicação com o cilindro que lhe permite transmitir dados de pressão do vaso. Estes transmissores são colocados nas saídas de alta pressão do regulador de primeiro

---

<sup>32</sup> *Wet or dry really depends on water temperature, environment and dive planning. Normally one would choose to dive dry in a cold environment and wet in a dry environment, but this can vary depending on exposure times. Exposure suits may also determine cylinder selection. Aluminum when wet and steel when dry.*

estágio e dará ao mergulhador, em seu computador, seu consumo em tempo real e seu tempo total de mergulho baseado em seu consumo.

Figura 29 – Computador de mergulho modelo Petrel, marca Shearwater



Fonte: Acervo do autor

### **2.6.10 Das bússolas**

As bússolas são equipamentos de essencial importância na atividade de mergulho técnico pois garantirá a orientação do mergulhador durante suas atividades. As bússolas podem ter coroa fixa ou giratória, visor com fosforescência para facilitar a visualização em locais com pouca luminosidade e possuem uma linha de fé vermelha no visor.

As bússolas de mergulho podem ser secas ou preenchidas com líquido, sendo que estas são do tipo preferido. Consiste em um disco magnético ou seta. Incorporado ao disco está um flutuador que minimiza seu peso no suporte. As bússolas preenchidas com líquido que tenham sido bem montadas podem indicar corretamente a direção mesmo se estiverem um pouco inclinadas. O líquido também serve para amortecer o movimento da seta ou do disco, o que facilita o uso do instrumento. Já que é preenchido com líquido, não é afetada pelas variações de pressão. (LIVINGSTONE; CARROLL, 2004, p. 20)

As bússolas podem ser de pulso ou serem acopladas a pranchetas de mergulho. Estas bússolas não necessitam de recalibragem nem podem ficar muito tempo expostas à grandes temperaturas para que não vaze o líquido presente em seu interior, segundo Livingstone; Carroll (2004).

Figura 30 – Bússola de mergulho de pulso, marca SEASUB, banhada a óleo, com coroa giratória, linha de fé e visor fosforescente

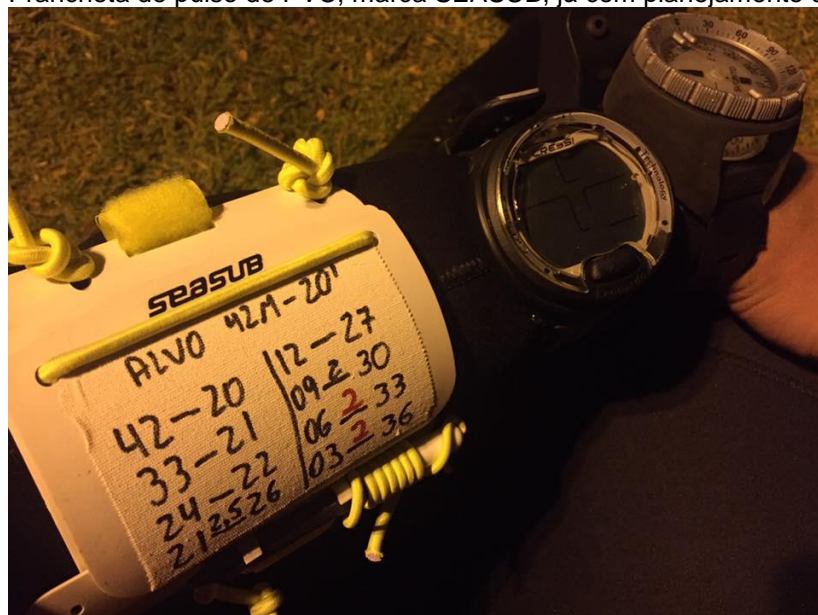


Fonte: <https://www.seasub.com.br/produtos/bussola/>. Acesso em: 29 ago. 2018

### **2.6.11 Das pranchetas de punho ou cadernetas impermeáveis**

As pranchetas de punho e as cadernetas impermeáveis são utilizadas para a transcrição do planejamento do mergulho. Nelas serão inseridas informações sobre as paradas descompressivas, profundidades e tempos, além das misturas gasosas que serão utilizadas. Além disso são materiais utilizados em operações de busca para desenhos diversos acerca das observações obtidas no fundo d'água. São de PVC e utiliza-se grafite para a escrita.

Figura 31 – Prancheta de pulso de PVC, marca SEASUB, já com planejamento de mergulho



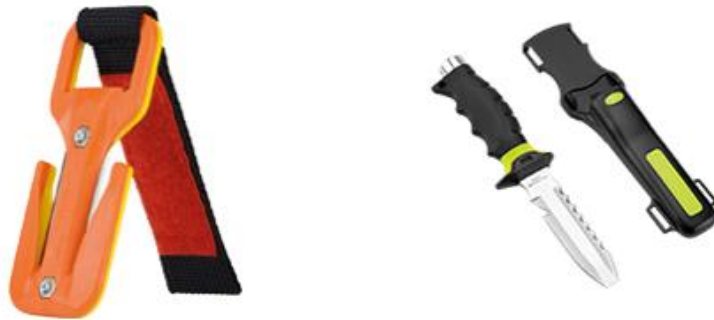
Fonte: Acervo do autor

### **2.6.12 Das facas de mergulho/ferramentas de corte**

Facas de mergulho são utilizadas para o corte de cabos quaisquer ou linhas de pesca ou outros objetos que possam provocar algum tipo de enroscos com o equipamento do mergulhador. Utiliza-se facas em formatos tradicionais ou facas tipo *Z-knife* que possibilitarão alguns tipos de corte sem que o mergulhador necessite ver o cabo/linha que estiver cortando.

As facas devem permanecer fixas no pulso ou nos tirantes de ombro/cintura da asa, de forma que o mergulhador acesse a faca/ferramenta de corte apenas com o movimento dos braços, sem necessitar de muito esforço.

Figura 32 – Faca tipo Z-knife, modelo Trilobite, e faca modelo DF602, sem ponta, marca SEASUB



Fonte: <https://www.seasub.com.br/produtos/faca-trilobite/> e <https://www.seasub.com.br/produtos/?marca=Seasub&cat=Facas>. Acesso em: 29 ago. 2018

### **2.6.13 Dos dispositivos de sinalização de emergência**

São equipamentos utilizados para sinalizar à superfície emergências que estão ocorrendo durante o mergulho. Ao se avistar um sinalizador de emergência, mergulhadores de resgate iniciarão uma descida com vistas a ajudar a sanar a emergência que estiver em andamento. Em casos de perda da embarcação, que pode ocorrer por motivos diversos, os sinalizadores auxiliarão a embarcação a localizar os mergulhadores pela facilidade de visualização do dispositivo.



Figura 33 – Diversos modelos e tamanhos de sinalizadores de emergência da marca Halcyon

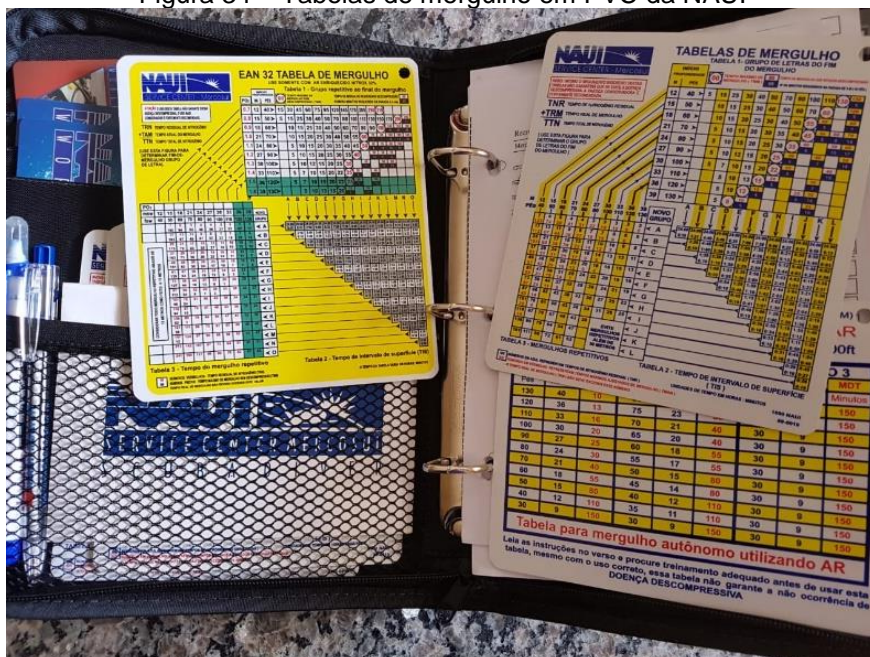


Fonte: <http://www.halcyon.net/en/products/gear-surface-markers-and-lift-devices/diver-alert-markers>.  
Acesso em: 29 ago. 2018

#### 2.6.14 Das tabelas de mergulho à prova d'água

As tabelas de mergulho à prova d'água poderão ser fixadas nas pranchetas, de pulso ou não, para que o mergulhador tenha sempre um *backup* dos limites para o mergulho planejado, caso falhe seu computador de mergulho ou mesmo serem colocadas em bolsos existentes nas roupas de mergulho.

Figura 34 – Tabelas de mergulho em PVC da NAUI



Fonte: Acervo ao autor

### 2.6.15 Dos lift bags (sacos elevatórios) e carretilhas

Os *lift bags* são sacos elevatórios que podem ser utilizados tanto para reflutuação de cargas para a superfície quanto para auxiliar o mergulhador a se estabelecer nas profundidades específicas de cada parada descompressiva. Através de uma carretilha o mergulhador permanece preso ao *lift bag*, permanecendo “pendurado” nele pelo tempo necessário àquela profundidade para realizar a descompressão. Como definido por O’Leary e Wienke (2011) o *lift bag* deve ter capacidade mínima de 23 kg.

Figura 35 – Lift bag 70 libras/32 kg, marca PROBLUE



Fonte: <https://www.narwhal.com.br/produto/lift-bag-30k/>. Acesso em: 06 nov. 2018

### 2.6.16 Das lanternas

Lanternas são equipamentos obrigatórios em mergulhos de penetração segundo Werneck (2005). Sempre que houver qualquer possibilidade de restrição de luminosidade natural, os mergulhadores deverão portar lanternas, sendo uma principal, com capacidade maior, e uma secundária com capacidade menor. Além de facilitar a visualização do ambiente, devido à baixa luminosidade natural, servem também para facilitar a comunicação entre os mergulhadores.

Como os mergulhos **Tek**<sup>33</sup> são realizados em profundidades e ambientes que muitas vezes têm baixa luminosidade e visibilidade, recomenda-se a utilização de lanternas para facilitar a comunicação entre os mergulhadores e evitar que se percam. (WERNECK, 2005, p. 63) (grifo do autor).

As lanternas necessitam ter seu corpo fabricado em liga de alumínio anticorrosivo, possuir ao menos dois *o-rings* de vedação no compartimento de bateria. A lanterna principal preferencialmente deve estar presa ao mergulhador por uma luva que possibilite deixar a lanterna no dorso da mão direita do mergulhador, para que possa ter os dedos livres para trabalhar, caso necessário.

Figura 36 – Lanterna modelo TL3500P, e luva modelo VLG-Glove, ambas da marca BigBlue



Fonte: <https://bigbluedivelights.com/products-detail.asp?country=us&Product=382>. E <https://bigbluedivelights.com/products-detail.asp?country=us&Product=365>. Acesso em: 29 ago. 2018

### **2.6.17 Das máscaras de mergulho**

Segundo Werneck (2005) as máscaras precisam ter boa vedação e pouco volume. Isso auxiliará na diminuição do arrasto. Além disso necessitam também de um bom campo de visão para auxiliar nos momentos das trocas gasosas entre os cilindros durante a descompressão. As lentes sempre deverão ser de vidro temperado, e ter seu corpo em silicone e em cor escura, preferencialmente preto. “[...]. Em mergulhos mais profundos e com teto, é prudente levar uma máscara reserva.”<sup>34</sup> (OLEARY; WIENKE, 2011) (tradução nossa)

<sup>33</sup> O autor denomina os mergulhos técnicos em sua obra como mergulhos Tek.

<sup>34</sup> “[...] *With deeper and overhead environment dives, it is prudent to carry a spare mask.*”



Figura 37 – Máscara de mergulho, modelo F1, marca CRESSI



Fonte: [https://www.cressi.com/catalogue/details.asp?id=860&new=0&img=860\\_zdn282000\\_46fk.jpg](https://www.cressi.com/catalogue/details.asp?id=860&new=0&img=860_zdn282000_46fk.jpg). Acesso em: 29 ago. 2018

### 2.6.18 Das nadadeiras

As nadadeiras para mergulho técnico devem ser mais rígidas e com uma tira de mola para prendê-la nos pés.

“Os modelos são muito variados, no entanto, as recomendadas são as que proporcionam uma força de propulsão potente com pernadas curtas. A colocação de uma tira com mola (*spring strap*) [...] no lugar da tira de borracha é de grande ajuda, pois ela reduz a possibilidade de ruptura desta tira.” (WERNECK, 2005, p. 65)

Figura 38 – Nadadeira tipo tech, modelo Jet Fin, com tira de mola, marca Scubapro



Fonte: <https://scubapro.johnsonoutdoors.com/jet-fin-w-spring-heel-strap>. Acesso em: 29 ago. 2018

Tendo então este capítulo demonstrado a teoria aplicada ao mergulho descompressivo, assim como o modelo RGBM e os equipamentos mais comumente indicados para a prática de mergulho técnico, na seção seguinte será detalhada como foi realizada a pesquisa junto aos CBMs do Brasil e junto ao CBMMG.

### 3 METODOLOGIA

Segundo Gil (2002) as pesquisas podem ser classificadas em exploratória, descritivas e explicativas. Dada a maneira como a pesquisa se deu, através da aplicação de questionários para levantamento de diagnóstico nos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil (CBMs), além de um vasto levantamento bibliográfico a fim de subsidiar o trabalho, a presente pesquisa tem caráter exploratório.

O método utilizado para realização do trabalho foi o monográfico. Marconi; Lakatos (2003, p. 235) diz que a monografia é um “estudo sobre um tema específico ou particular, com suficiente valor representativo e que obedece a rigorosa metodologia.” Retratando então a maneira como foi realizado o trabalho.

O trabalho procurou nas bibliografias utilizadas quais as maiores necessidades para aplicação de mergulho descompressivo, assim como tentou alinhar os procedimentos encontrados à realidade vivenciada pelo CBMMG atualmente. Além disso foi feito um diagnóstico de como os Corpos de Bombeiros Militares do Brasil atuam diante desse tipo de situação, se possuem equipes e equipamentos específicos para mergulho descompressivo, se possuem cursos e legislação para mergulho descompressivo e, nos casos em que não houver atuação nesta área, como pode se desenvolver uma operação de mergulho descompressivo caso seja necessário.

Com o intuito de se obter informações sobre a prática de mergulho descompressivo nos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil (CBMs), foi elaborado o questionário apresentado no apêndice. Para a produção e aplicação do questionário foi utilizado o recurso tecnológico da ferramenta *Google Docs*. A ferramenta permite a criação de um formulário eletrônico vinculado a uma conta (no caso do próprio pesquisador) e a um endereço eletrônico (*e-mail*) para respostas. Aos destinatários, foi enviado um *e-mail* contendo a mensagem explicativa do objetivo da pesquisa, bem como o endereço da internet vinculado ao questionário<sup>35</sup>. Este endereço permitia acesso direto ao questionário, que já poderia ser visualizado e preenchido, sendo as respostas

---

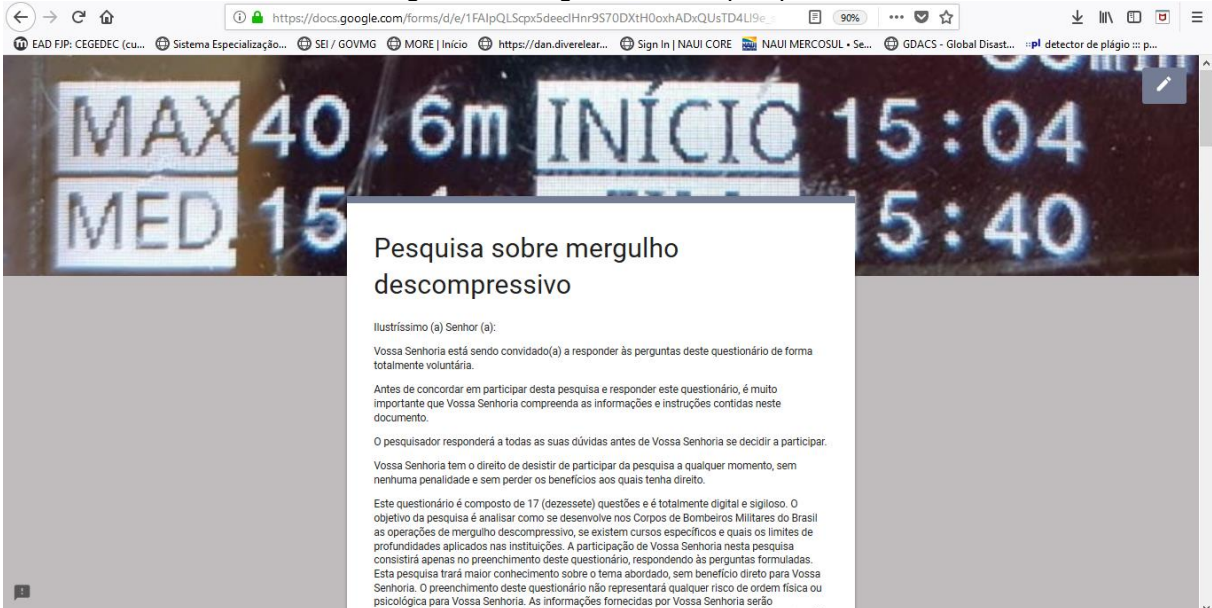
<sup>35</sup> Link da pesquisa disponível em:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScpx5deecIHnr9S70DXtH0oxhADxQUstD4LI9e\\_sfYv62Tasw/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScpx5deecIHnr9S70DXtH0oxhADxQUstD4LI9e_sfYv62Tasw/viewform?usp=sf_link)

recebidas, processadas e tabuladas automaticamente pela própria plataforma *Google Docs*.

Recebido o *e-mail* pelos participantes da pesquisa e acessado o *link* para respostas, estes visualizavam o questionário da seguinte forma:

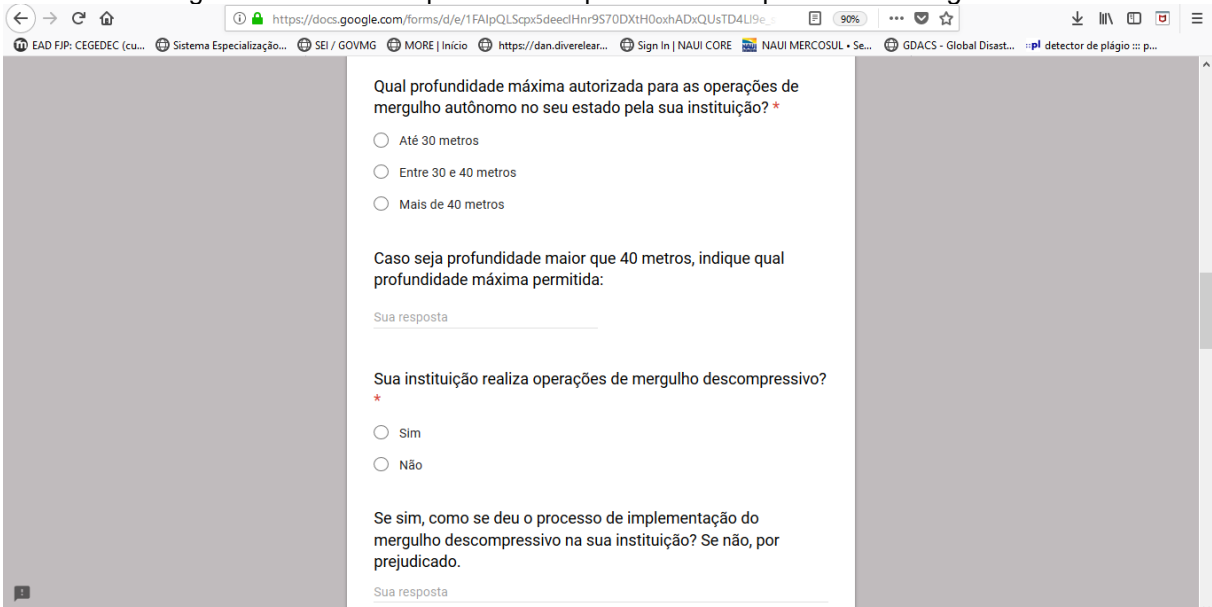
Figura 39 – Página inicial da pesquisa



The screenshot shows a Google Forms interface. At the top, there's a navigation bar with various icons and a URL: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScpx5deecHnr9S70DXtH0oxhADxQUsTD4LI9e...>. Below the navigation bar, there's a header image with text: "MAX 40.6m INÍCIO 15:04" and "MED. 15 5:40". The main content area is titled "Pesquisa sobre mergulho descompressivo". Below the title, there's a greeting: "Ilustríssimo (a) Senhor (a):". The text continues: "Vossa Senhoria está sendo convidado(a) a responder às perguntas deste questionário de forma totalmente voluntária. Antes de concordar em participar desta pesquisa e responder este questionário, é muito importante que Vossa Senhoria compreenda as informações e instruções contidas neste documento. O pesquisador responderá a todas as suas dúvidas antes de Vossa Senhoria se decidir a participar. Vossa Senhoria tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem perder os benefícios aos quais tenha direito. Este questionário é composto de 17 (dezesete) questões e é totalmente digital e sigiloso. O objetivo da pesquisa é analisar como se desenvolve nos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil as operações de mergulho descompressivo, se existem cursos específicos e quais os limites de profundidades aplicados nas instituições. A participação de Vossa Senhoria nesta pesquisa consistirá apenas no preenchimento deste questionário, respondendo às perguntas formuladas. Esta pesquisa trará maior conhecimento sobre o tema abordado, sem benefício direto para Vossa Senhoria. O preenchimento deste questionário não representará qualquer risco de ordem física ou psicológica para Vossa Senhoria. As informações fornecidas por Vossa Senhoria serão".

Fonte: Acervo do autor

Figura 40 – Parte do questionário apresentado na plataforma *Google Docs*



The screenshot shows a Google Forms interface with a question: "Qual profundidade máxima autorizada para as operações de mergulho autônomo no seu estado pela sua instituição? \*". Below the question, there are three radio button options: "Até 30 metros", "Entre 30 e 40 metros", and "Mais de 40 metros". Below the options, there's a text input field with the label "Caso seja profundidade maior que 40 metros, indique qual profundidade máxima permitida:". Below the text input field, there's a text input field with the label "Sua resposta". Below the text input field, there's a question: "Sua instituição realiza operações de mergulho descompressivo? \*". Below the question, there are two radio button options: "Sim" and "Não". Below the options, there's a text input field with the label "Se sim, como se deu o processo de implementação do mergulho descompressivo na sua instituição? Se não, por prejudicado.". Below the text input field, there's a text input field with the label "Sua resposta".

Fonte: Acervo do autor

O questionário continha 17 (dezessete) perguntas e foi aplicado entre os dias 08 de maio de 2018 a 23 de julho de 2018, a 01 (um) oficial<sup>36</sup> mergulhador de cada Corpo de Bombeiros Militar de cada estado da federação e Distrito Federal.

As perguntas tinham por finalidade fazer um diagnóstico de como é realizada a atividade de mergulho descompressivo nos CBMs do Brasil, se as instituições possuem demandas para este tipo de atividade, como as resolvem caso não realizem este tipo de mergulho e a logística que possuem para realiza-lo.

Dentre as 17 (dezessete) perguntas realizadas, a com maior relevância, e a transcrita a seguir, foi a sexta, depois das opções de participar ou não da pesquisa, identificação do estado a que pertence, se a instituição possui ou não legislação de mergulho autônomo, qual a profundidade máxima operada pela instituição dentro dos parâmetros apresentados e, se caso maior que 40 metros, qual a profundidade máxima permitida: [...] **Sua instituição realiza operações de mergulho descompressivo? [...].**

Esta pergunta tinha como objetivo identificar, dentre os 26 estados e o Distrito Federal, quais são os CBMs do Brasil que realizam mergulho descompressivo, para se realizar um diagnóstico acerca da atividade nas instituições.

As demais perguntas tinham por finalidade verificar os parâmetros para a realização destas atividades e se havia ou não demanda reprimida<sup>37</sup>, e havendo, como estas situações eram tratadas, já que os estados não operavam mergulhos descompressivos.

Quando da aplicação do questionário, foi apresentado aos respondentes um termo de consentimento, que visava garantir ao pesquisador total direito de utilizar os dados apresentados, devendo em contrapartida manter o total sigilo de identificação dos nomes dos participantes.

---

<sup>36</sup> Graduação militar que nas instituições militares estaduais compreende os seguintes postos: 1º e 2º Tenente, Capitão, Major, Tenente Coronel e Coronel.

<sup>37</sup> Situação em que a instituição foi acionada e não teve condições de fazer o atendimento, deixando o solicitante sem solução.

Os contatos dos oficiais mergulhadores foram conseguidos através de contatos de *whatsapp* do Comitê de Mergulho de Bombeiro Militar da LIGABOM<sup>38</sup>. Cada um dos membros do grupo que fosse oficial já respondia o questionário e no caso dos estados que não tinham representantes no grupo, outros militares foram enviando os contatos de quem pudesse responder. A pesquisa foi aleatória, visto que, apenas sendo técnico da área de mergulho, o participante teria condições de responder com base na atividade de mergulho desenvolvida na sua instituição, sem juízo de valores, apenas dados técnicos.

A plataforma eletrônica utilizada facilitou a dinâmica da pesquisa, tanto pela simplicidade de operação na criação do questionário quanto para verificação e análise dos dados após as respostas. Os contratemplos se deram pela demora de alguns estados em responder a pesquisa. Como o pesquisador já previa a possibilidade desses atrasos nas respostas, providenciou a aplicação do questionário com bastante antecedência em relação à finalização do trabalho.

A pesquisa tinha como objetivo primordial tornar o problema explícito, com base na formulação de hipóteses, trabalhando com levantamento bibliográfico, dados oriundos do questionário e análises de exemplos, conforme dito por Gil (2002).

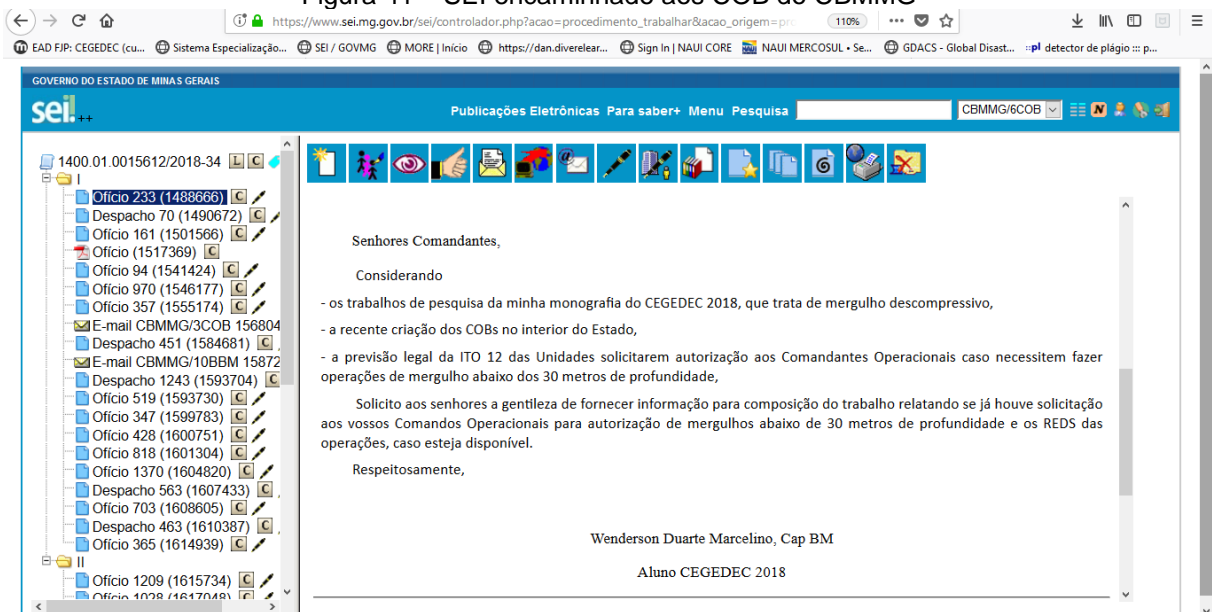
Além da pesquisa por questionários foi encaminhado um ofício via Sistema Eletrônico de Informações (SEI)<sup>39</sup>, conforme demonstrado na figura adiante e por completo no Apêndice C solicitando aos Comandos Operacionais de Bombeiros do CBMMG, para verificar se haviam recebido solicitação das Unidades operacionais subordinadas, para realizarem mergulhos abaixo dos 30 metros de profundidade, uma vez que a ITO 12 prevê a necessidade desta solicitação junto ao Comando Operacional de Bombeiros para a realização de mergulho nestas condições.

---

<sup>38</sup> Conselho Nacional dos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil. Disponível em: <http://ligabom.org.br/>. Acesso em: 31 ago. 2018

<sup>39</sup> SEI número 1400.01.0015642/2018-34

Figura 41 – SEI encaminhado aos COB do CBMMG



Fonte: Acervo do autor

Todas as Unidades perguntadas responderam prontamente a solicitação, tendo apenas 2 Unidades encaminhado registro de ocorrências típicas, entretanto não solicitaram autorização para realizar o mergulho, optando por aguardar a flutuação espontânea dos corpos.

Além da aplicação do questionário e da solicitação feita junto aos COBs do CBMMG, como o Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro criou recentemente um curso específico para a atividade de mergulho descompressivo, foi realizada uma visita técnica à instituição para averiguação de como se deu a implementação e regulamentação da atividade. A partir desta visita e das conversas com os responsáveis pela criação do curso e dos dados e documentos colhidos é que se sugerirá ao término do trabalho a criação de um Curso de Extensão de Mergulho Descompressivo no CBMMG.

A pesquisa buscou também demonstrar os equipamentos e padrões de cursos/treinamentos que são utilizados para a realização da atividade nos CBMs do Brasil, tendo como enfoque também a verificação de como esta atividade poderá ser operacionalizada no estado, podendo ter mergulhadores especializados em todas as Unidades ou se é mais viável possuir uma equipe específica de mergulho descompressivo em uma Unidade especializada sediada em Belo Horizonte.

O que será apresentado no capítulo seguinte então é o detalhamento das informações obtidas através da aplicação do questionário e da solicitação de informações encaminhada aos Comandos Operacionais do CBMMG para fazer um diagnóstico de como a atividade é desenvolvida pelos CBMs no Brasil.

#### 4 ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA

A intenção principal do levantamento de dados realizado foi fazer um diagnóstico nos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil para verificar os que realizam mergulho descompressivo e como o fazem. A partir dos dados obtidos, traz-se a seguir nesta seção uma demonstração de como se desenvolve no Brasil dentro dos CBMs.

Produzido e encaminhado o questionário, receberam e responderam por *e-mail* os 26 CBMs dos estados e o CBM do Distrito Federal. Desta maneira, o questionário foi enviado a todos os Corpos de Bombeiros Militares do Brasil, buscando assim atingir todo universo, de forma a ter o estudo total abrangência. Todas as instituições responderam o questionário, tendo então uma amostra de 100% dos CBMs do Brasil.

Os horários em que foram respondidas as perguntas e enviadas, os aceites dos participantes, assim como a identificação das instituições e dos estados a que pertencem, estão detalhadas por região no quadro abaixo assim como a pergunta citada como a principal da pesquisa:

Quadro 4 – Horário de resposta/envio, aceite, instituição/estado e pergunta principal, por região  
(Continua)

Carimbo de data/hora (mm/dd/aaaa) (hh/min/sec)	Vossa Senhoria aceita participar da pesquisa? A participação na pesquisa só será possível com o aceite.	Instituição	Pertence ao Corpo de Bombeiros Militar de qual Estado?	Sua instituição realiza operações de mergulho descompressivo?
<b>REGIÃO SUDESTE</b>				
05/08/2018 - 14:41:24	Sim	CBMERJ	RJ	Sim
05/09/2018 - 7:47:59	Sim	CBPMESP	SP	Sim
05/10/2018 - 12:28:17	Sim	CBMES	ES	Sim
07/23/2018 - 11:34:35	Sim	CBMMG	MG	Não
<b>REGIÃO CENTRO-OESTE</b>				
05/08/2018 - 18:41:59	Sim	CBMMS	MS	Não
05/14/2018 - 17:55:19	Sim	CBMDF	DF	Sim
05/16/2018 - 17:47:38	Sim	CBMMT	MT	Não
05/22/2018 - 14:46:25	Sim	CBMGO	GO	Não
05/23/2018 - 13:40:32	Sim	CBMTO	TO	Não
<b>REGIÃO NORDESTE</b>				
05/08/2018 - 15:42:28	Sim	CBMAL	AL	Não
05/10/2018 - 17:08:44	Sim	CBMPE	PE	Não
05/11/2018 - 16:05:47	Sim	CBMCE	CE	Não
05/15/2018 - 21:58:33	Sim	CBMSE	SE	Sim
05/22/2018 - 22:52:41	Sim	CBMPB	PB	Não
05/23/2018 - 15:12:04	Sim	CBMMA	MA	Não
07/17/2018 - 9:50:39	Sim	CBMRN	RN	Não
07/17/2018 - 21:50:47	Sim	CBMBA	BA	Não
07/19/2018 - 14:16:31	Sim	CBMPI	PI	Não
<b>REGIÃO NORTE</b>				
05/14/2018 - 23:40:09	Sim	CBMAM	AM	Não



(Continuação)

Carimbo de data/hora (mm/dd/aaaa) (hh/min/sec)	Vossa Senhoria aceita participar da pesquisa? A participação na pesquisa só será possível com o aceite.	Instituição	Pertence ao Corpo de Bombeiros Militar de qual Estado?	Sua instituição realiza operações de mergulho descompressivo?
05/24/2018 - 9:41:19	Sim	CBMPA	PA	Não
05/28/2018 - 16:27:37	Sim	CBMRO	RO	Não
06/28/2018 - 11:05:30	Sim	CBMAC	AC	Não
07/23/2018 - 10:43:39	Sim	CBMAP	AP	Sim
05/08/2018 - 15:33:30	Sim	CBMRR	RR	Não
<b>REGIÃO SUL</b>				
05/08/2018 - 17:24:43	Sim	CBPMPR	PR	Não
05/14/2018 - 21:30:38	Sim	CBMSC	SC	Não
06/13/2018 - 11:20:58	Sim	CBMRS	RS	Não

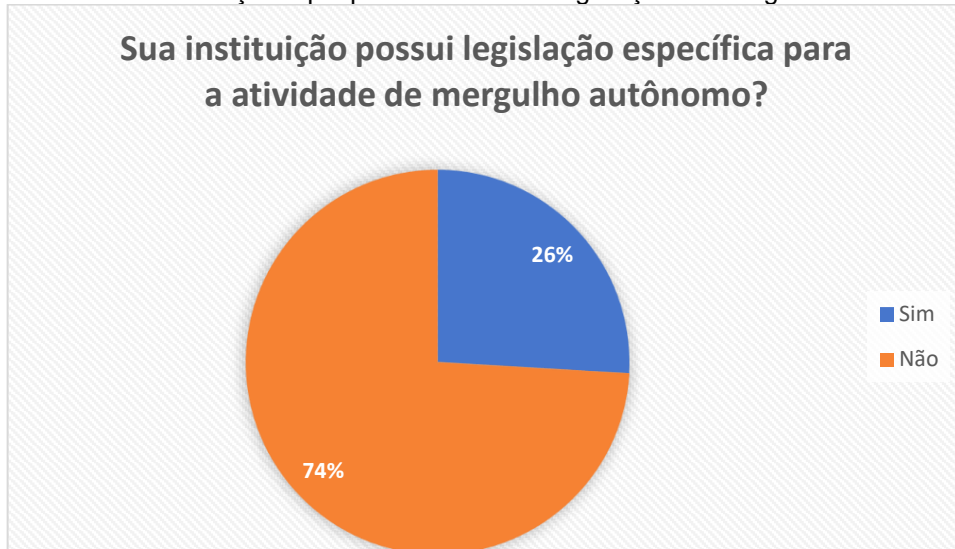
Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Todos os dados revelados pela aplicação do questionário demonstraram pontos importantes, apresentando os CBMs do Brasil que realizam o mergulho descompressivo, suas peculiaridades em relação às profundidades limites que atingem, as misturas gasosas que são utilizadas, os cursos específicos e equipamentos próprios para a realização de mergulhos com descompressão obrigatória, além de revelar o grande número de estados que não realizam esta atividade.

Analisando o Quadro 3, exposto acima, percebe-se que 78% dos CBMs do Brasil não realizam mergulho descompressivo, enquanto os outros 22% dos CBMs o fazem.

Inicialmente, além da pergunta acerca da realização ou não de mergulho descompressivo nos CBMs do Brasil, uma outra pergunta mereceu destaque. Foi questionado na pergunta 03 (três) se a instituição do participante possuía ou não legislação interna que regulamentasse a atividade de mergulho autônomo. Nesta pergunta também foi solicitado que, caso o CBM possuísse, que encaminhasse ao pesquisador. Apesar das respostas, nenhum CBM encaminhou a legislação pertinente. Dos 27 CBMs brasileiros pesquisados, apenas 07 (sete) deles possuem legislação interna específica acerca de mergulho autônomo, sendo Minas Gerais um deles. No gráfico abaixo percebe-se que apenas 26% dos CBMs do Brasil possuem legislação interna para regular a atividade de mergulho autônomo:

Gráfico 2 – Instituições que possuem ou não legislação de mergulho autônomo



Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

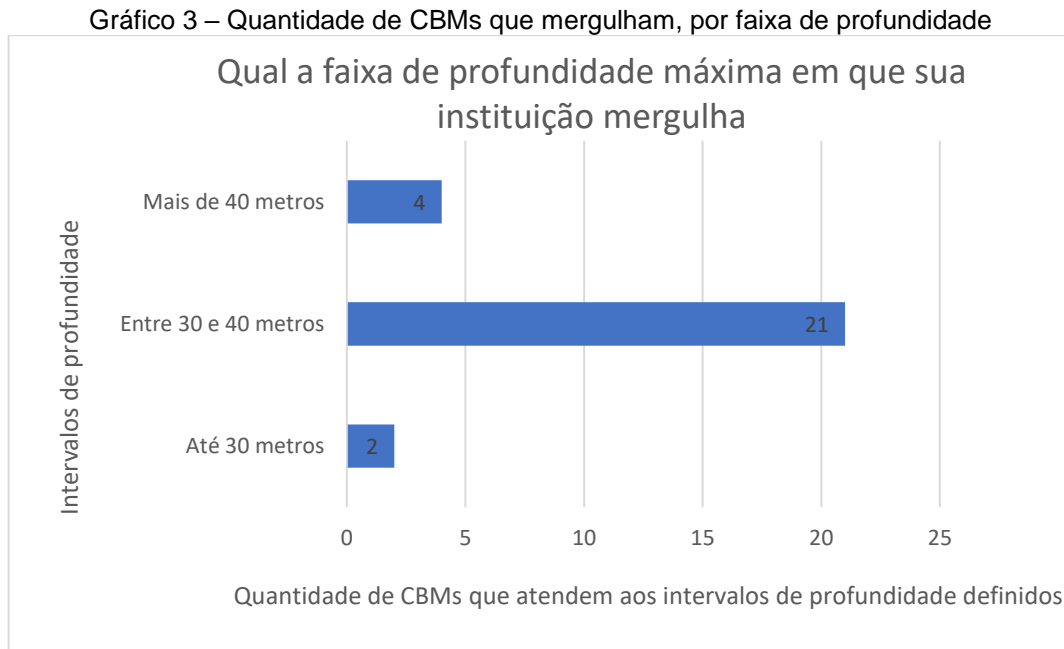
Foi também questionado aos CBMs do Brasil qual era a profundidade máxima permitida para operações de mergulho, independentemente da realização ou não de mergulhos descompressivos. De acordo com a tabela abaixo, percebe-se que 21 dos 27 estados tem sua profundidade máxima estabelecida entre 30 e 40 metros. Outros 02 estados tem a profundidade máxima fixada em 30 metros e apenas 04 estados podem ultrapassar os 40 metros de profundidade:

Tabela 3 - Quantidade de CBMs, em números absolutos e relativos, que atuam nas faixas de profundidades definidas

INTERVALO DE PROFUNDIDADE	QUANTIDADE DE CBMS QUE ATENDEM AOS INTERVALOS DE PROFUNDIDADE DEFINIDOS (NR ABSOLUTOS)	QUANTIDADE DE CBMS QUE ATENDEM AOS INTERVALOS DE PROFUNDIDADE DEFINIDOS (NR RELATIVOS)
Até 30 metros	02	7%
Entre 30 e 40 metros	21	78%
Mais de 40 metros	04	15%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Graficamente, em valores absolutos, podemos representar esta tabela conforme abaixo:

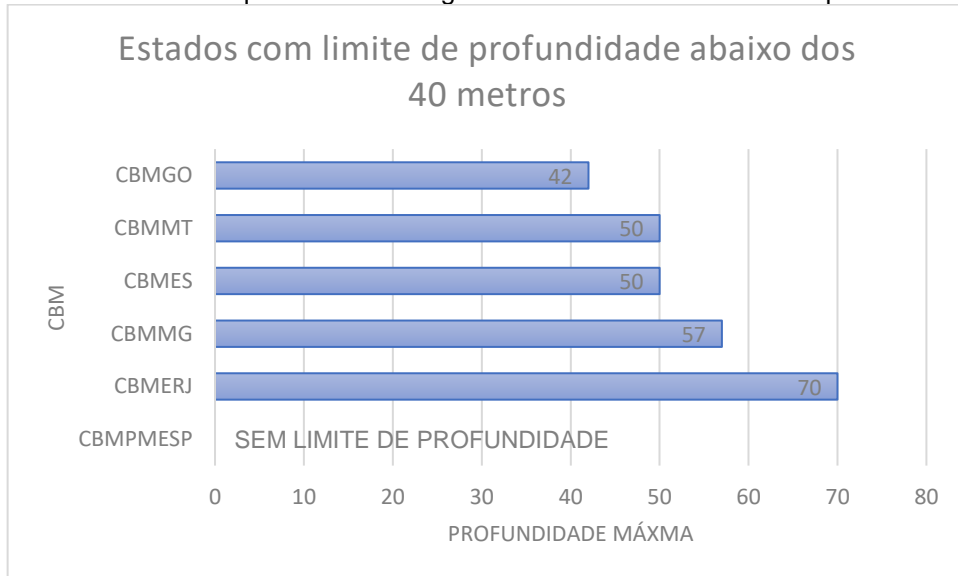


Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Conforme explicitado no início da pesquisa, a profundidade de 40 metros foi atribuída como parâmetro deste trabalho por ser considerada a profundidade limite dos mergulhos chamados recreacionais, que implicam obrigatoriamente em mergulhos não descompressivos. Durante a pesquisa observou-se que Minas Gerais e Mato Grosso realizam mergulhos abaixo dos 40 metros, entretanto apenas na modalidade não descompressiva, enquanto os demais estados que ultrapassam esta barreira, o fazem com descompressão obrigatória. O Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP), é o único deles que não possui profundidade limite.

O gráfico a seguir demonstra os CBMs que realizam mergulhos abaixo dos 40 metros de profundidade:

Gráfico 4 – Estados que realizam mergulhos abaixo dos 40 metros de profundidade



Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

#### 4.1 Corpos de Bombeiros Militares que não realizam mergulho descompressivo

Conforme detalhado no Quadro 3, a grande maioria dos CBMs do Brasil, 21 dos 27 pesquisados, não realiza o mergulho descompressivo. Isto representa 78% dos CBMs do país. A tabela abaixo apresenta, em valores absolutos, a quantidade de estados que realizam ou não o mergulho descompressivo:

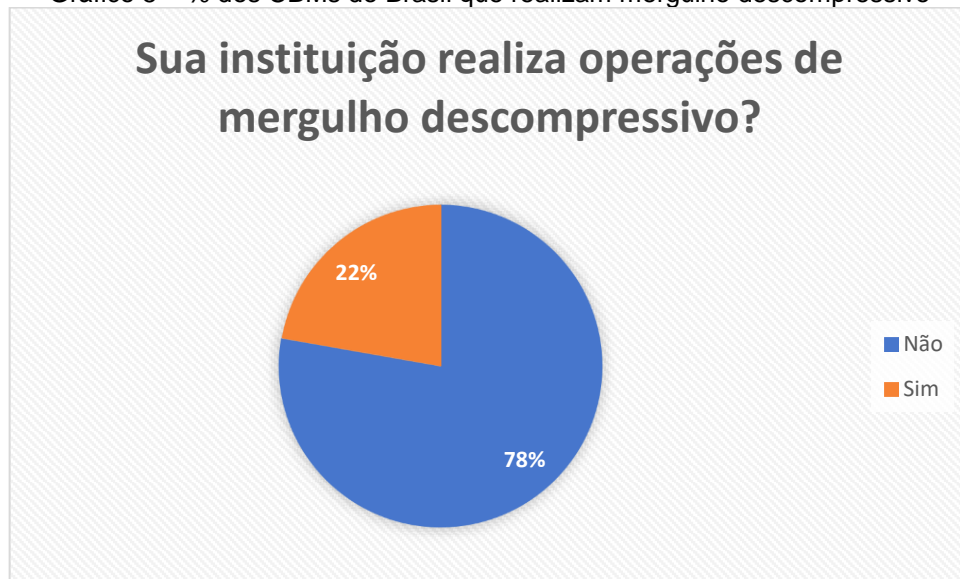
Tabela 4 – Quantidade de CBMs no Brasil que não realizam mergulho descompressivo

Sua instituição realiza mergulho descompressivo?	Quantidade
Sim	06
Não	<b>21</b>
<b>Total</b>	<b>27</b>

Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

O gráfico a seguir demonstra, em valores relativos, esta realidade revelada pelo questionário aplicado, conforme dados da tabela acima.

Gráfico 5 – % dos CBMs do Brasil que realizam mergulho descompressivo



Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Fica notório então que a maior parte dos CBMs brasileiros, caso necessitem, não possuem no seu *hall* de atividades, a realização de mergulho descompressivo, o que ocasiona, de certa forma, um prejuízo para a sociedade que deverá contar com outras formas para a resolução do problema.

Ao observar o quadro abaixo, percebe-se que apenas um dos 04 (quatro) estados da região sudeste não realiza mergulho descompressivo, que é Minas Gerais. Nas demais regiões, ao menos um estado realiza a atividade, a exceção da região sul, onde **nenhum** dos três estados pratica o mergulho descompressivo.

Quadro 5 – Estados que não realizam mergulho descompressivo, por região  
(Continua)

Instituição	Pertence ao Corpo de Bombeiros Militar de qual Estado?	Sua instituição realiza operações de mergulho descompressivo?
<b>REGIÃO SUDESTE</b>		
CBMMG	MG	Não
<b>REGIÃO CENTRO-OESTE</b>		
CBMMS	MS	Não
CBMMT	MT	Não
CBMGO	GO	Não
CBMTO	TO	Não
<b>REGIÃO NORDESTE</b>		
CBMAL	AL	Não
CBMPE	PE	Não
CBMCE	CE	Não
CBMPB	PB	Não
CBMMA	MA	Não
CBMRN	RN	Não
CBMBA	BA	Não
CBMPI	PI	Não

(Continuação)

Instituição	Pertence ao Corpo de Bombeiros Militar de qual Estado?	Sua instituição realiza operações de mergulho descompressivo?
<b>REGIÃO NORTE</b>		
CBMAM	AM	Não
CBMPA	PA	Não
CBMRO	RO	Não
CBMAC	AC	Não
CBMRR	RR	Não
<b>REGIÃO SUL</b>		
CBPMPR	PR	Não
CBMSC	SC	Não
CBMRS	RS	Não

Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Outro dado relevante apresentado pelas respostas dos questionários foi a quantidade de CBMs que necessitaram, em algum momento, de realizar operações de mergulho descompressivo, mas que não o fizeram por não haver previsão para tal. A tabela abaixo demonstra quantos estados (em números absolutos) já foram acionados para operar nestas condições, mesmo sem poder executar a atividade:

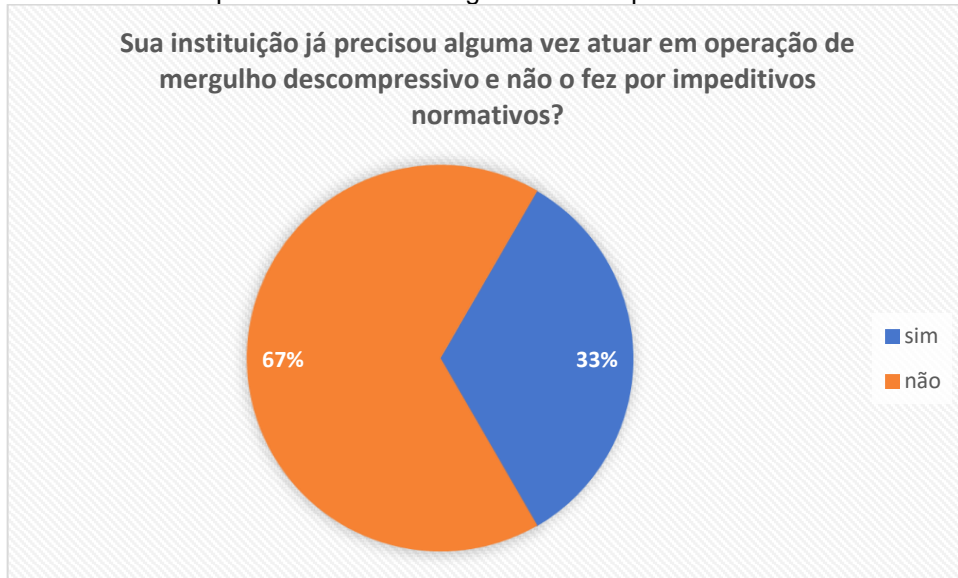
Tabela 5 – Demanda reprimida em operações de mergulho descompressivo nos CBMs do Brasil

<b>Se não, sua instituição já precisou alguma vez atuar em operação de mergulho descompressivo e não o pode fazer por impeditivos normativos?</b>	<b>Quantidade</b>
Sim	07
Não	14
<b>Total</b>	<b>21</b>

Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Com base na tabela acima, verifica-se então que, conforme apresentado no gráfico a seguir, 33% dos CBMs que não realizam mergulho descompressivo, já foram acionados para este tipo de ocorrência:

Gráfico 6 – % de CBMs que não realizam mergulho descompressivo e foram acionados para tal



Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Mais interessante que o dado numérico foram as respostas abertas solicitadas para as instituições que se enquadraram na situação acima. Não possuem regulamentação interna para a realização da atividade e foram acionadas para tal. O que foi feito? Diante deste questionamento, o quadro abaixo demonstra as respostas obtidas:

Quadro 6 – Respostas sobre o que fizeram os CBMs que necessitaram realizar mergulho descompressivo, mas não puderam fazê-lo

PERGUNTA	RESPOSTAS
<b>Se sim, como sua instituição lidou com esta situação?</b>	“Mergulhadores civis auxiliaram na operação.”
	“Informou ao solicitante que teria que contratar empresa privada para realizar o serviço.”
	“Não operou com mergulho. Apenas buscas na superfície.”
	“Fez contato com especialista civil.”
	“O plano de mergulho foi operado por empresa auxiliar dos envolvidos no incidente.”
	“Não fizemos e chamamos mergulhadores da Petrobrás.”
	“Aguardou flutuação espontânea do corpo.”

Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

As atitudes dos CBMs vão, desde apenas esperar a reflução do corpo (que inclusive pode não ocorrer por motivos diversos) ou do bem, a até mesmo recorrer

aos mergulhadores da Petrobrás ou simplesmente orientar ao solicitante que contrate empresa especializada para realizar a busca e recuperação do corpo ou bem.

Percebe-se então que, se o Corpo de Bombeiros Militar tem por missão constitucional as operações de busca e salvamento, não operar nestes casos acaba por transferir uma obrigação do Estado para o setor privado. Imputando-lhe inclusive, todos os riscos decorrentes da atividade.

#### 4.2 Corpos de Bombeiros Militares que realizam mergulho descompressivo

No sentido oposto dos 21 CBMs apresentados na Tabela 3, outros 06 CBMs brasileiros realizam a atividade de mergulho descompressivo. Isto corresponde a 22% dos Corpos de Bombeiros Militares do país, conforme demonstrado no Gráfico 4. Apesar de ser um pequeno percentual, são as instituições que, em tese, apoiarão todo o território nacional, caso os demais CBMs necessitem de auxílio para realizar este tipo de atividade.

O quadro abaixo demonstra quais são os estados brasileiros e seus Corpos de Bombeiros Militares que realizam mergulho descompressivo:

Quadro 7 – Estados que realizam mergulho descompressivo, por região

Instituição	Pertence ao Corpo de Bombeiros Militar de qual Estado?	Sua instituição realiza operações de mergulho descompressivo?
<b>REGIÃO SUDESTE</b>		
CBMERJ	RJ	Sim
CBPMESP	SP	Sim
CBMES	ES	Sim
<b>REGIÃO CENTRO-OESTE</b>		
CBMDF	DF	Sim
<b>REGIÃO NORDESTE</b>		
CBMSE	SE	Sim
<b>REGIÃO NORTE</b>		
CBMAP	AP	Sim

Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Percebe-se que na região sudeste, 03 dos 04 estados realizam a atividade, e nas demais regiões do país um estado realiza em cada uma delas, sendo apenas a região sul onde não há ninguém que realize a atividade.



Para os CBMs que responderam executar as atividades de mergulho descompressivo, foram realizadas perguntas que auxiliassem a desvendar a maneira como se deu a implantação dessa modalidade em cada instituição, se há ou não legislação específica regulando a atividade, há quanto tempo já ocorre a modalidade no CBM, se existem ou não cursos acerca da temática e as misturas gasosas e equipamentos utilizados.

As motivações para implantação da atividade de mergulho descompressivo nos CBMs que as pratica se deu por alguns motivos, destacando-se a demanda que apareceu em algum momento, e através da criação de um curso específico ou abordando a temática dentro dos cursos de mergulho já existentes.

O CBMES ainda está em processo de regulamentação da atividade e os demais tem seus parâmetros definidos nos cursos existentes, sem legislação específica para tal. Apenas material técnico/manuais. Da pergunta sobre a implantação nos CBMs do mergulho descompressivo destacara-se as seguintes respostas:

Quadro 8 – Principais modos de implantação de mergulho descompressivo nos CBMs

PERGUNTA	RESPOSTAS
<p><b>Se sim, como se deu o processo de implementação do mergulho descompressivo na sua instituição? Se não, por prejudicado.</b></p>	<p>“Surgiram demandas em virtude da forte vocação petrolífera e portuária do estado do ES, além de ser uma lacuna no poder de resposta da Corporação, uma vez que há ambientes no estado com profundidades elevadas. A Instituição realizou licitação para contratação de capacitação e certificação em Mergulho Técnico reconhecida pela WRSTC<sup>40</sup> e realizou também processo licitatório para aquisição de equipamentos para mergulho técnicos.”</p>
	<p>“Curso de Formação de Mergulhador.” <b>Resposta mais recorrente.</b></p>

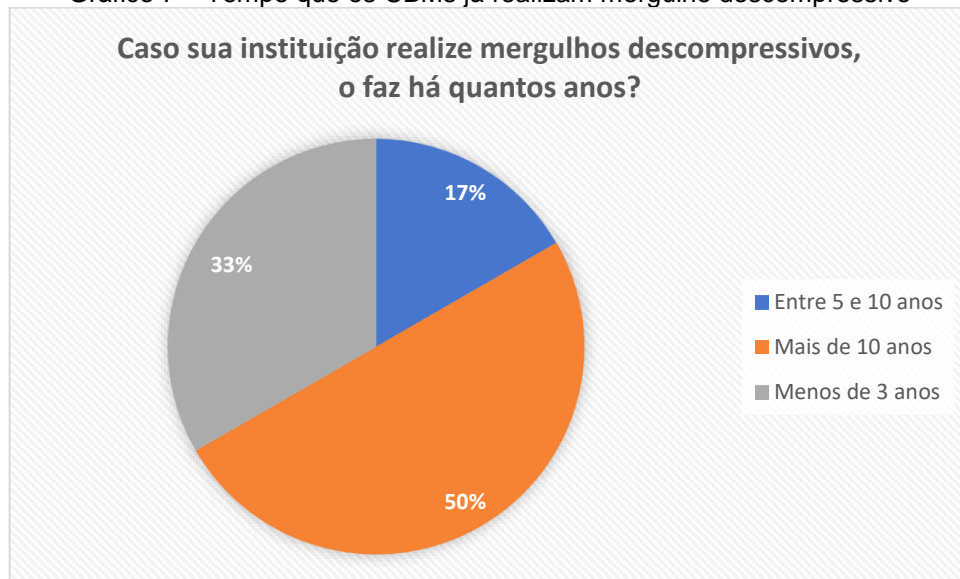
Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Mesmo diante das demandas, e até mesmo da existência de cursos que tratam da temática nos CBMs brasileiros, 100% dos 06 estados que realizam a atividade não possuem legislação específica acerca de mergulho descompressivo.

Visando verificar o tempo de experiência dos CBMs que realizam mergulho descompressivo, foi questionado também acerca do tempo em que já executam a atividade. Verifica-se que dos 06 CBMs que realizam mergulho com descompressão obrigatória, 50% deles o fazem há mais de 10 anos, conforme gráfico abaixo:

<sup>40</sup> Conselho Mundial de Treinamento de Mergulho Recreativo, do inglês *World Recreational Scuba Training Council*

Gráfico 7 – Tempo que os CBMs já realizam mergulho descompressivo



Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Neste quadro apresentado a seguir, verifica-se quais são os CBMs e há quanto tempo realizam o mergulho descompressivo:

Quadro 9 – Instituições que realizam mergulho descompressivo e há quanto tempo o fazem

INSTITUIÇÃO	HÁ QUANTO TEMPO REALIZA MERGULHO DESCOMPRESSIVO
CBMES	Menos de 03 anos
CBMERJ	
CBMDF	Entre 05 e 10 anos
CBMPMESP	Mais de 10 anos
CBMSE	
CBMAP	

Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

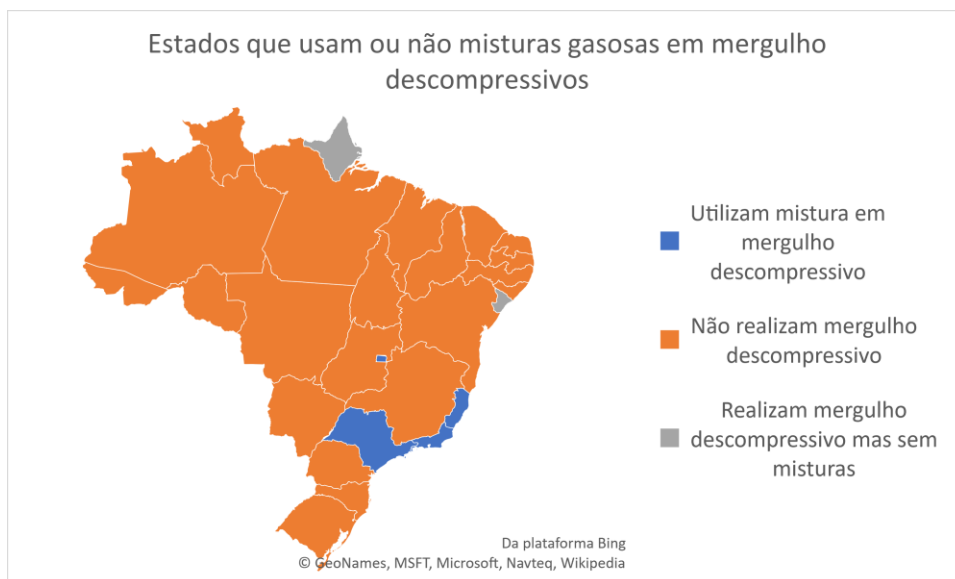
A pergunta relacionada a tempo deu aos participantes quatro faixas de tempo, sendo menos de três anos, entre 03 e 05 anos, entre 05 e 10 anos e mais de 10 anos. Nenhuma das instituições que realizam mergulho descompressivo disse realizar a atividade na faixa de 03 a 05 anos.

Além do tempo, para verificar também sobre a modalidade de mergulho descompressivo nos CBMs do Brasil, foi questionado aos participantes se estes possuíam cursos específicos para abordar a temática.

Dos 06 CBMs que realizam o mergulho descompressivo, os de São Paulo, Espírito Santo, Distrito Federal e Amapá não possuem curso específico, porém possuem a modalidade de mergulho descompressivo abordada durante o Curso de Mergulho Autônomo (CMaut). Os CBMs de Sergipe e do Rio de Janeiro, possuem cursos específicos de mergulho autônomo descompressivo com cargas horárias de 30 e 160 horas/aula respectivamente.

Uma das peculiaridades do mergulho descompressivo é a possibilidade de utilização de misturas gasosas, com proporções de gases diferentes do ar atmosférico, conforme apresentado em capítulo anterior. Diante dessa situação foi questionado aos participantes se suas instituições utilizavam misturas gasosas e quais seriam estas misturas. No gráfico abaixo verifica-se que dos 06 CBMs que realizam mergulho descompressivo, apenas 02 não utilizam misturas gasosas, que são os do estado do Amapá e de Sergipe, os demais, do estado de São Paulo, do Rio de Janeiro, do Espírito Santo e do Distrito Federal, utilizam:

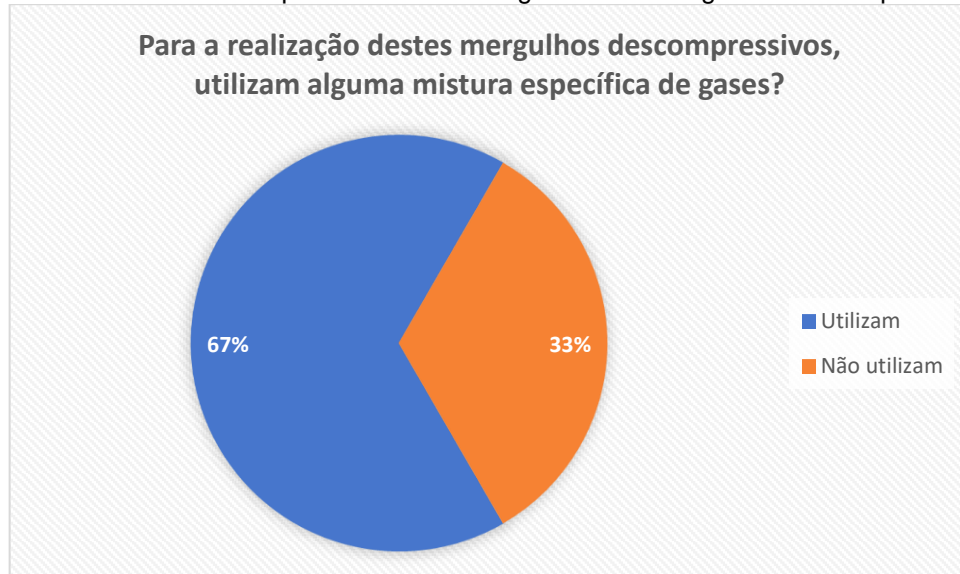
Gráfico 8 – Estados dos CBMs que fazem mergulho descompressivo e se utilizam misturas gasosas ou não



Fonte: Elaborado automaticamente pelo *Excell* a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Observa-se então que, conforme demonstrado no gráfico abaixo, 67% dos CBMs que realizam mergulho descompressivo utilizam misturas gasosas especiais para tal:

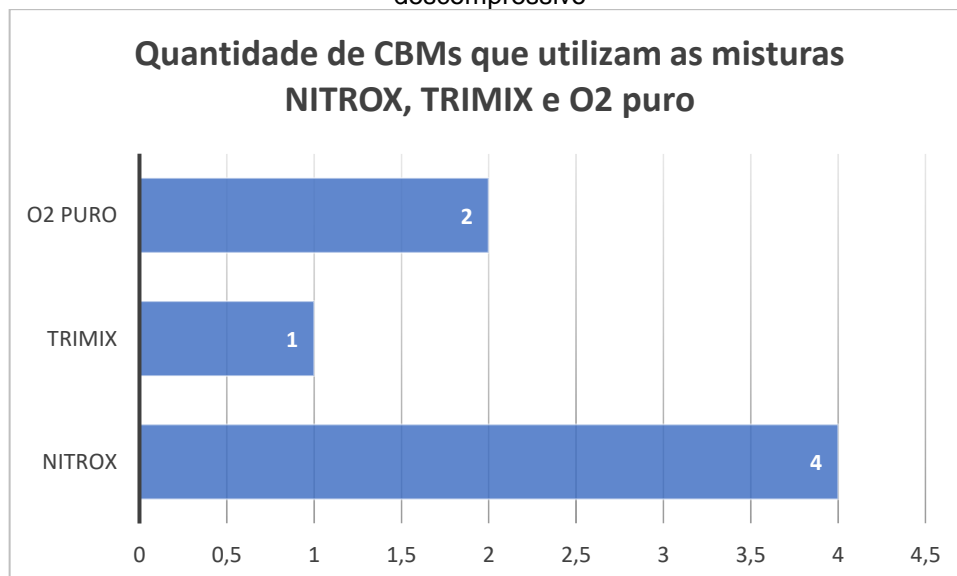
Gráfico 9 – % de CBMs que utilizam mistura gasosa em mergulhos descompressivos



Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Das misturas gasosas questionadas aos participantes, estavam selecionadas o NITROX, o TRIMIX, o HELIOX e o O<sub>2</sub> puro. O HELIOX não foi tema da pesquisa principalmente pelo fato de não ser utilizado nos CBMs que fazem descompressão obrigatória. Os demais gases estão distribuídos conforme gráfico abaixo:

Gráfico 10 – Quais misturas gasosas são utilizadas e quantos CBMs as utilizam em mergulho descompressivo



Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Ao observar o quadro abaixo, verifica-se quais são os 04 CBMs que utilizam quais das misturas gasosas que foram apresentadas como opção:

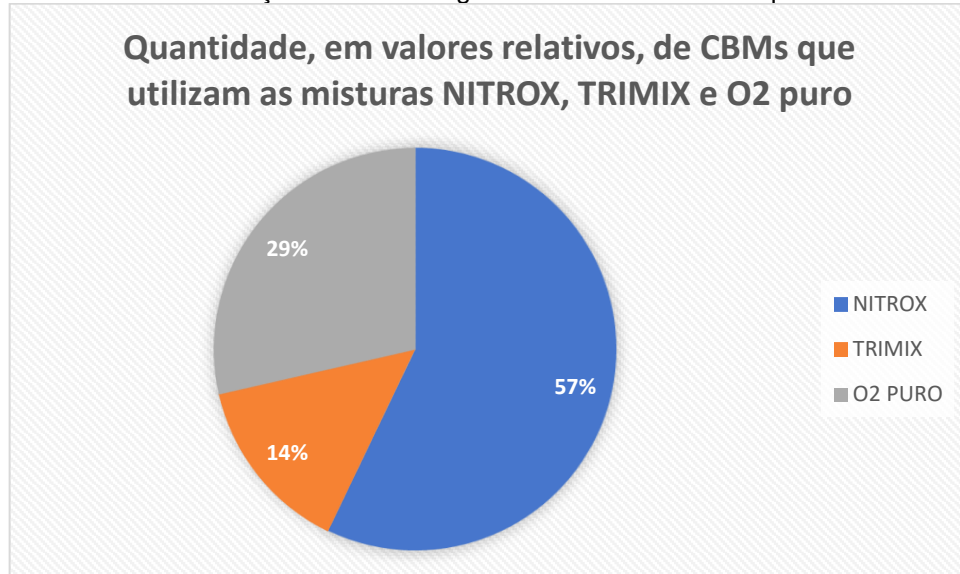
Quadro 10 – CBMs e as misturas gasosas utilizadas em mergulhos descompressivos

INSTITUIÇÃO	MISTURA GASOSA UTILIZADA EM MERGULHOS DESCOMPRESSIVOS
CBMES	NITROX e O <sub>2</sub> puro
CBMERJ	NITROX, TRIMIX e O <sub>2</sub> puro
CBMDF	NITROX
CBMPMESP	NITROX

Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Com base neste quadro, verifica-se que 57% dos CBMs que fazem mergulho descompressivo e que utilizam misturas gasosas, fazem uso de NITROX, além de 29% fazerem uso de O<sub>2</sub> puro e 14% fazerem uso de TRIMIX, conforme gráfico abaixo:

Gráfico 11 – % de utilização de misturas gasosas dentre os CBMs que fazem uso delas



Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Como existe a utilização de misturas gasosas em mergulhos descompressivos em 04 CBMs do Brasil, conforme revelado pela pesquisa, também foi questionado aos participantes se, caso utilizassem-nas, como eram produzidas as misturas.

De certa forma, surpreendentemente, foi constatado que 02 CBMs produzem de maneira interna, através de equipamentos específicos e militares com treinamento de

*blender*<sup>41</sup>, as misturas utilizadas, e um está em processo de estudo para implementação do NITROX. Apenas o CBMES utiliza misturas gasosas através de operadora civil de mergulho. Observe no quadro abaixo as respostas dos estados que utilizam misturas gasosas em mergulhos descompressivos:

Quadro 11 – Respostas acerca de produção de misturas gasosas para mergulho nos CBMs

PERGUNTA	RESPOSTAS
Quem produz as misturas gasosas, caso sua instituição as utilize?	“Interna.”
	“Bombeiro militar com treinamento <i>Blender</i> .”
	“Estudo para implementação NITROX.”
	“O próprio GBS adquiriu um equipamento e está treinando as equipes para realizarem as misturas em Nitrox.”

Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

Finalizando o questionário, foi perguntado aos participantes os equipamentos que são utilizados nas atividades de mergulho autônomo descompressivo caso a instituição realizasse esta atividade. Entretanto, mesmo alguns CBMs que não realizam mergulho descompressivo acabaram por responder à pergunta, acabando por indicar o uso de equipamentos ditos como técnicos, mesmo sem realizar a atividade. Desta forma, será resumido no quadro abaixo os principais equipamentos citados e que serão sugeridos ao CBMMG quando da implantação do mergulho descompressivo na instituição. Os dados foram ordenados apenas como forma de organização, sem inferência de importância ou recorrência das respostas:

Quadro 12 – Principais equipamentos citados para realização de mergulhos descompressivos  
(Continua)

ORDEM	EQUIPAMENTO
01	Célula de flutuação 60 libras
02	<i>Harness e backplate</i> de alumínio
03	Cilindros duplos de alumínio S80
04	Reguladores de alta performance tipo DIN com mangueiras customizadas para cilindros duplos
05	Reguladores DIN par aos <i>stages</i>
06	Roupa seca
07	Roupa semi-seca

<sup>41</sup> Profissional treinado responsável por confeccionar as misturas gasosas utilizadas em mergulho autônomo.

(Continuação)

ORDEM	EQUIPAMENTO
08	Lanternas de LED
09	Carretilhas de exploração (150 m)
10	Carretilha tipo <i>spool</i>
11	Deco <i>marker</i>
12	<i>Lift bag</i> 50 libras
13	Computador de mergulho multi-gás
14	Cilindros para stage S80 e S40 para O <sub>2</sub>
15	Cascata de cilindros de ar comprimido
16	Analísadores de oxigênio
17	Compressor
18	Câmara hiperbárica

Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo questionário aplicado pelo autor

### 4.3 Dos dados fornecidos pelo CBMMG

Em sequência à pesquisa desenvolvida através da aplicação de questionário aos CBMs do Brasil, foi encaminhado no dia 17 de agosto de 2018, aos Comandos Operacionais de Bombeiros do CBMMG, em virtude da previsão do subitem 6.8.3.1 da ITO 12<sup>42</sup>, o ofício CBMMG/6COB nº 233/2018, através do processo de SEI número 1400.01.0015612/2018-34, conforme Apêndice C, para averiguar se já houve solicitação a estes Comandos de autorização para realizar mergulhos abaixo dos 30 metros de profundidade.

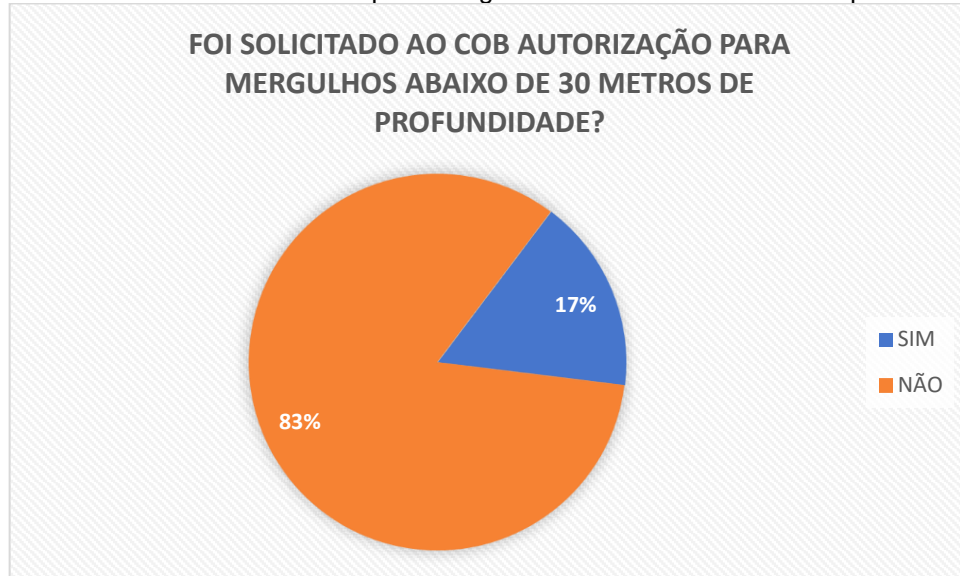
À luz da norma interna, mesmo a ITO permitindo mergulhos até os 57 metros de profundidade, mesmo que apenas não descompressivos, para se ultrapassar o limite dos 30 metros, só será possível com autorização de escalão operacional superior. Isto principalmente em decorrência do risco da atividade de mergulho profundo.

Todos os 06 Comandos Operacionais que foram questionados acerca da realização de mergulhos abaixo dos 30 metros de profundidade em suas áreas de atuação responderam o ofício, tendo então atingido 100% do público alvo.

<sup>42</sup> 6.8.3.1 Mergulho com equipamento autônomo a ar comprimido: 30 (trinta) metros Mergulhos em profundidades maiores só poderão ser realizados com autorização do COB.

Apenas um dos 06 COB's retornou resposta dizendo que foi demandado de solicitação de autorização para realizar mergulhos abaixo dos 30 metros de profundidade. Isto corresponde a 17% de todos os comandos regionais, conforme gráfico:

Gráfico 12 – COB's demandados para mergulhos abaixo de 30 metros de profundidade



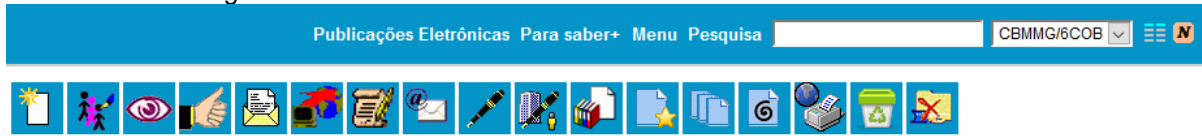
Fonte: Elaborado a partir dos dados revelados pelo SEI produzido pelo autor

Entretanto, dos outros 05 Comandos Operacionais, o de Montes Claros, 4º COB, retornou dados afirmando que em algum momento houve necessidade de operação de mergulho abaixo dos 30 metros, mas não a realizaram por impedimentos da ITO 12, conforme REDS 2017-002081044-001, conforme Anexo G. Também, o 2º COB, Uberlândia, afirmou que apesar de não ter solicitado, caso seja necessário, necessitarão de equipamentos e treinamento específico para realizar a atividade.

Conforme retornado pelo 6º COB, houve então necessidade em sua área de atuação de participarem de uma operação de mergulho em que fosse necessário ultrapassar os limites de profundidade e tempo previstos na tabela TLSD prevista na ITO 12, como vê-se na figura abaixo:



Figura 42 – Ofício 338 do SEI de número 1400.01.0015612/2018-34



Com relação ao levantamento de dados para o trabalho monográfico, esclareço que na área do 6º Comando Operacional, houve 01 (um) registro de caso na 1ª Cia Ind/2ª Cia BM/3ª Pel BM - Piumhi/MG, que necessitou de solicitação de autorização para mergulho com profundidade superior a 30 metros, conforme REDS 2017-011626961-005.

Atenciosamente,

**GIUVAINÉ BARBOSA DE MORAES, CEL BM**

**\*\*\*COMANDANTE DO 6º COB\*\*\***



Documento assinado eletronicamente por **Giuvaine Barbosa de Moraes, Coronel BM**, em 17/09/2018, às 16:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).

Fonte: Sistema SEI. disponível em:

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento\\_trabalhar&acao\\_origem=protocolo\\_pesquisar&id\\_procedimento=1820701&id\\_documento=1962546&infra\\_sistema=100000100&infra\\_unidade\\_atual=110000818&infra\\_hash=b7125c6acaf97c9a7a1fdaeb68ee87dcd995547561bbf24a1ac596aa177df76a](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento_trabalhar&acao_origem=protocolo_pesquisar&id_procedimento=1820701&id_documento=1962546&infra_sistema=100000100&infra_unidade_atual=110000818&infra_hash=b7125c6acaf97c9a7a1fdaeb68ee87dcd995547561bbf24a1ac596aa177df76a). Acesso em: 18 set. 2018

Esta operação foi registrada no REDS 2017-011626961-005, conforme Anexo H. Observe o histórico de parte da operação apresentada na figura abaixo, extraída deste Anexo. Foram apagados os nomes dos civis que participaram da operação para preservar-lhes a imagem:

Figura 43 – Parte do histórico citando mergulhadores civis e mergulhos abaixo de 30 metros

<b>HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA / ATIVIDADE</b>	
ESTE COMANDANTE, EM CONTINUIDADE ÀS BUSCAS PELO CORPO DO ENVOLVIDO 01, ACOMPANHADO POR MAIS UM MILITAR MERGULHADOR, DESLOCOU-SE AO LOCAL DO OCORRIDO PARA AVERIGUAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL E APOIO COMPONDO A EQUIPE ATUANTE.	
NO LOCAL FORAM COMPOSTAS 3 EQUIPES DE MERGULHADORES SENDO:	
2ª CIA. BM PASSOS:	_____ E O MERGULHADOR CIVIL _____.
3ª PEL. BM PIUMHI:	_____ E O MERGULHADOR CIVIL _____.
4 MERGULHADORES INSTRUTORES CIVIS LOCAIS, TOTALIZANDO 11 MERGULHADORES, COM APOIO DE 4 EMBARCAÇÕES LOCAIS. SEM UMA REFERÊNCIA CONCRETA, OS TRABALHOS FORAM DESENVOLVIDOS EM PONTOS ESTIMADOS E PRÓXIMOS DAS REFERÊNCIAS OBTIDAS PELAS TESTEMUNHAS DO OCORRIDO.	
COM O APOIO DOS MERGULHADORES CIVIS, MUNIDOS DE EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS APROPRIADOS, FORAM DESENVOLVIDOS MERGULHOS COM PROFUNDIDADES MAIORES DO QUE 30 METROS, COM VARREDURA DE ÁREA SUPERIOR À 20.000M².	
AS ATIVIDADES FORAM SUSPENSAS DEVIDO À SATURAÇÃO DOS MERGULHADORES, SEM ÊXITO DE ENCONTRO DO CORPO PROCURADO.	

Fonte: REDS 2017-011626961-005

Conforme demonstrado, e conforme respondido por outros CBMs no questionário apresentado, foram utilizados mergulhadores civis para realização dos trabalhos,

tendo em vista o CBMMG não possuir todo material necessário, nem conhecimento de técnicas específicas de descompressão.

Se o CBMMG tem por missão constitucional, realizar missões de busca e salvamento<sup>43</sup>, onde estão contidas as operações de mergulho, e no texto constitucional não há referência de parâmetros de profundidade, a instituição necessita dar respostas à sociedade quando solicitada, operado então nas profundidades necessárias ao sucesso da missão, de forma independente, sem necessitar de auxílio externo.

Assim como observado no Quadro 6 e no REDS da operação realizada pelo Pelotão de Piumhi (Anexo H), observa-se a necessidade de “delegar” ou contar com funcionários da iniciativa privada, que inclusive tem todo direito de fazer cobrança pelos seus serviços prestados, uma missão que é do Corpo de Bombeiros, e caso não haja alguém habilitado, que queira realizar a tarefa, as famílias ficarão sem saber se algum dia recuperarão o corpo e/ou o bem submerso.

A partir dos dados que foram auferidos durante a pesquisa e nos conhecimentos adquiridos em todo estudo bibliográfico realizado, no capítulo a seguir serão apresentados meios para que o CBMMG possa implantar em suas atividades operacionais o mergulho descompressivo.

---

<sup>43</sup> II – Ao Corpo de Bombeiros Militar, a coordenação e a execução de ações de defesa civil, a prevenção e combate a incêndio, perícias de incêndio, **busca e salvamento** e estabelecimento de normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio ou qualquer tipo de catástrofe; **(grifo nosso)**

## 5 IMPLANTAÇÃO DE MERGULHO DESCOMPRESSIVO NO CBMMG

A partir do trabalho apresentado, percebe-se uma importância muito grande na atividade de descompressão durante o mergulho autônomo. Como todo mergulhador está sujeito à doença descompressiva, independente das profundidades alcançadas, o processo de descompressão obrigatória apenas trará benefícios ao mergulhador, pois reduzirá consideravelmente suas possibilidades de desenvolver doença descompressiva.

É notório também que qualquer modelo descompressivo tem seus benefícios, não sendo possível apenas definir um como “o melhor” e infalível. Mas que cada um deles tem suas particularidades que trazem benefícios aos mergulhadores.

De qualquer maneira, o trabalho se pautou em demonstrar o modelo RGBM e assim o tem recomendado como modelo a ser empregado inicialmente como modelo descompressivo do CBMMG, além de ter apresentado um *hall* de equipamentos necessários para a realização da atividade.

Diante dos estudos feitos e observações acerca dos demais CBMs, a implantação de descompressão obrigatória no CBMMG poderá se dar de duas formas: alteração dos mergulhos não descompressivos, inserindo neles *deep stop* e parada de segurança e criação de curso de mergulho descompressivo e operacionalização da prática do mergulho descompressivo.

### 5.1 Da inserção de *deep stop* e parada de segurança nos mergulhos não descompressivos

Esta forma de inserção no CBMMG de descompressão obrigatória irá garantir que os mergulhadores, utilizando a tabela TLSD, ou seja, não excedendo os limites não descompressivos, deverão incluir em seus tempos de mergulho, tanto a parada *deep stop*, quanto a parada de segurança, que não é obrigatória, mas passaria a ser no CBMMG por questões de conservadorismo visando a segurança do mergulhador.

Em mergulhos sem descompressão obrigatória com RGBM, devemos:

- 2 minutos na metade da profundidade;
- 1 minuto aos 5 metros.

Isto é chamado regra das metades. [...]. A Regra das Metades declara que na subida de qualquer mergulho você deve fazer uma parada de 2 minutos na metade da profundidade máxima que você atingiu; depois, continue a subida e realiza a parada de segurança normal aos 5 metros por 1 minuto antes de chegar à superfície. (OLEARY; WIENKE; SHARP, 2007) (grifo do autor)

Desta forma, mesmo que em mergulhos respeitando a tabela TLSD, os mergulhadores, por questões de segurança, adotariam tanto a parada *deep stop* quanto a parada de segurança como sendo paradas obrigatórias para reduzir as chances de doença descompressiva.

Para isso será necessária uma atualização na ITO 12 no que tange aos procedimentos de mergulho, gerando uma alteração, determinando então que se realize estas duas paradas, obrigatoriamente, independente das profundidades atingidas em cada mergulho realizado.

## **5.2 Criação de curso de extensão em técnicas descompressivas**

A outra maneira de implementar o mergulho descompressivo no CBMMG é através de treinamento específico em mergulho com técnicas descompressivas, permitindo neste caso, que os mergulhadores utilizem outras tabelas, além da TLSD, possibilitando-os a ultrapassar os limites de tempo e profundidade nela previstos, afim de aumentar a possibilidade de busca/localização/reflutuação de corpos e bens submergidos.

Será necessária a criação de um curso específico de extensão para os militares já possuidores do curso de Mergulho Autônomo e Salvamento Aquático (MASA) e do Curso de Mergulho Autônomo (CMAut) sobre técnicas descompressivas e misturas gasosas, sendo ideal também a criação ou apenas execução de um curso de *blender* para permitir aos militares fazer a mistura dos gases necessários às operações as quais forem realizar. A partir daí o CBMMG possuiria um curso ao qual apenas teriam acesso os mergulhadores possuidores do MASA ou CMAut, realizados no CBMMG ou outras corporações reconhecidas.

Para a realização do primeiro curso, algumas opções são notadas, entretanto apenas duas serão apresentadas, sendo a celebração de um convênio com outro Corpo de Bombeiros Militar que já possui curso específico e se disponha a auxiliar o CBMMG neste início de empreitada, ou na celebração de um convênio ou contratação de alguma certificadora internacional de mergulho.

### **5.2.1 Do convênio com outro Corpo de Bombeiros Militar**

Conforme demonstrado no item 4.2, dos 06 CBMs que realizam o mergulho descompressivo, os de São Paulo, Espírito Santo, Distrito Federal e Amapá não possuem curso específico, porém possuem a modalidade de mergulho descompressivo abordada durante o Curso de Mergulho Autônomo (CMAut). Os CBMs de Sergipe e do Rio de Janeiro, possuem cursos específicos de mergulho autônomo descompressivo com cargas horárias de 30 e 160 horas/aula respectivamente.

Assim, caso haja interesse de alguma destas corporações, pode ser solicitada a celebração de um convênio para realização de um primeiro curso devido à expertise destes CBMs. Militares do CBMMG tanto poderiam se dirigir a estes Corpos de Bombeiros ou estes serem convidados a ministrar o curso em Minas Gerais, possibilitando inclusive um intercâmbio profissional entre as corporações.

A sugestão entendida por ideal é que o curso seja realizado na corporação que já o possui, principalmente pelo aporte logístico que estas instituições possuem, tanto dos equipamentos de uso individual quanto do aporte para confecção das misturas gasosas. E a partir deste curso, o CBMMG passaria a se estruturar logisticamente para a realização de um primeiro curso interno de mergulho descompressivo.

O CBMERJ e o CBMSE, que possuem cursos exclusivo de mergulho descompressivo, tanto podem ofertar vagas para que o CBMMG possa participar do curso, quanto solicitar a formação de uma turma exclusiva de bombeiros mineiros.

De mesma forma, o Corpo de Bombeiros em São Paulo, Distrito Federal, Amapá e Espírito Santo, podem oferecer vagas no CMAut, ou mesmo proporcionar um curso

exclusivo para bombeiros de Minas Gerais, de forma a abordar o tema durante o curso.

Tendo em vista a proximidade do Rio de Janeiro com Minas Gerais, a possibilidade deste órgão oferecer alojamento e possuir alimentação orgânica nos quartéis, torna-se, a princípio, a opção mais viável para um convênio com outra instituição militar para realização do curso.

### **5.2.2 Da parceria institucional ou contratação de Certificadora Internacional**

A busca por uma entidade com alcance internacional certificadora de mergulho pode retornar ao CBMMG vários nomes de qualidade. Entretanto, pela sugestão de utilização do modelo RGBM para descompressão, apresenta-se viável a tentativa de uma parceria institucional com a *National Assotiation of Underwater Instructors* (NAUI).

A NAUI tem desenvolvido no Brasil alguns trabalhos junto às Forças Armadas, mais precisamente Marinha do Brasil e Exército Brasileiro, para aprimoramento de padrões de ensino no mergulho, possibilitando então uma porta de acesso ao CBMMG para buscar a qualificação em técnicas descompressivas, com certificação internacional.

Isto posto, esta é uma das opções para se alcançar qualificação em técnicas descompressivas e *blender*. Através de uma certificadora internacional de mergulho, celebrando uma parceria institucional.

### **5.3 Do aporte logístico e criação de uma equipe de mergulho descompressivo no CBMMG**

Como visto no capítulo 2, a atividade de mergulho descompressivo utiliza-se de equipamentos diferenciados do mergulho recreacional, devido à sua classificação como mergulho técnico.

Foi então apresentado um grupo com diversos equipamentos necessários para tal, dos quais, atualmente, o CBMMG não possui em sua maioria nas Unidades e Frações espalhadas pelo Estado de Minas Gerais.

O custo para aquisição dos equipamentos apresentados, de certa forma são elevados em relação aos equipamentos comumente adquiridos pelo CBMMG, entretanto, pelas possibilidades já abertas pelo Plano de Comando da instituição, pode-se buscar uma maneira desses equipamentos serem custeados por recursos alternativos, assim como já foi feito com a frota de veículos da instituição, por exemplo<sup>44</sup>.

Pelo fato desta atividade possuir um custo maior de aquisição de equipamentos, que existe pouca demanda, e que para as atividades que necessitem de mergulhos com descompressão obrigatória, o fator tempo não é mais fator primordial, pode haver apenas uma Unidade no CBMMG para realizar estas operações. Isto reduz o custo de aquisição, pois somente uma Unidade possuirá os equipamentos, e da mesma forma reduz os custos com manutenção, além de manter um grupo específico sempre bem treinado, pronto para estas operações.

Já foi demonstrado por Marangon (2010) que é viável a utilização de NITROX nas atividades do CBMMG, facilitando então a implantação da mistura gasosa nas atividades de mergulho autônomo como se vê:

Conclui-se, portanto, que o uso do Nitrox nas atividades de mergulho do CBMMG é totalmente viável, tendo em vista todo o exposto anteriormente. Teríamos 69 um ganho considerável no tempo de fundo do mergulho, e o custo para implementação desta seria muito baixo em relação aos benefícios alcançados. Um dos maiores problemas enfrentados no mergulho, o mal da descompressão, é drasticamente reduzido com o uso do EAN. Esse proporciona um mergulho com mais segurança, nunca deixando de atentar-se aos limites impostos pelas leis da natureza e desta forma sempre seguir os tempos das tabelas para mergulho não descompressivos.

A utilização do TRIMIX e do O<sub>2</sub> a 100% tende ao mesmo fim, possibilitando então, apesar do custo, uma segurança muito maior aos mergulhadores da instituição, pela redução dos riscos de desenvolver doença descompressiva.

---

<sup>44</sup> Por meio de ações pioneiras, como por exemplo, a elaboração de portfólios para captação de recursos de Emendas Parlamentares, o CBMMG tem obtido êxito com o recebimento de investimentos em sua frota

Atualmente o CBMMG já possui uma Unidade para atendimento a ocorrências especializadas, o Batalhão de Emergências Ambientais (BEMAD). Neste batalhão existe uma Companhia de Busca e Salvamento, local apropriado para a alocação da atividade devido à sua natureza. A atividade de mergulho é uma das desenvolvidas nas atividades de busca e salvamento, conforme previsão da Diretriz Integrada de Ações e Operações (DIAO) utilizada pelo CBMMG, com a codificação S 02.000, conforme se vê:

Nesta classe enquadram-se os fatos que exigem a intervenção do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, através de guarnição(ões) de salvamento, com a finalidade de realizar buscas de vítimas de afogamento e de corpos / bens submersos utilizando-se, principalmente, de equipamento autônomo de respiração e de técnicas específicas de mergulho. (MINAS GERAIS, 2005)

O BEMAD alocaria a estrutura logística necessária, teria em seu efetivo militares com formação em mergulho descompressivo e *blender*, e seria a única Unidade do CBMMG autorizada a realizar operações de mergulho descompressivo. Como a Unidade não possui restrição territorial no Estado, devido às suas peculiaridades de Unidade especializada, teria plenas condições de atender em todo território mineiro, em caso de necessidade.

Como visto neste capítulo, existem alguns caminhos para o CBMMG implantar o mergulho descompressivo em suas atividades. A partir dos apontamentos realizados, segue então as considerações finais deste trabalho, contendo inclusive algumas sugestões para serem adotadas pela instituição visando a implantação do mergulho descompressivo nas atividades operacionais desenvolvidas em Minas Gerais.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais tem plenas condições de abarcar em suas atividades operacionais a prática do mergulho descompressivo. Tanto para aumentar a segurança de seus mergulhadores nos mergulhos respeitando os limites da tabela TLSD, quanto na efetivação da prática do mergulho com descompressão obrigatória em limites superiores ao da tabela TLSD.

Para que se alcance este feito, necessita inicialmente de uma revisão em sua Instrução Técnica Operacional 12 – Operações Submersas, que poderá ser realizada via Grupo Temático Operacional (GTO) de Mergulho Autônomo já criado e atuante. O GTO tem prerrogativa e competência institucional para gerar doutrina em sua área de atuação, sendo então a forma mais viável para criação de material didático e do curso do CBMMG de mergulho descompressivo.

É necessário reafirmar, a aplicação de modelos descompressivos, auxiliarão na redução da probabilidade de surgimento de doença descompressiva, mas não deixarão os mergulhadores imunes a ela. Por isso a necessidade de manter sempre a busca por modelos conservadores, os quantos forem necessários, para que a atividade de mergulho seja desenvolvida com a maior segurança possível sempre.

O modelo descompressivo sugerido neste trabalho não é infalível, nem tampouco garante 100% de eliminação do risco de doença descompressiva, mas, pelos estudos realizados durante sua criação e posterior utilização, demonstram ser um modelo conservador, com bons parâmetros de segurança e com ampla utilização mundial, demonstrando então ser um modelo confiável para aplicação neste período inicial no CBMMG.

Caso após o início das atividades de mergulho descompressivo na instituição, o GTO perceba que existem modelos que irão se adequar melhor às necessidades institucionais, ou que haja combinação de mais de um modelo descompressivo, que seja então alterada a doutrina interna de mergulho para que se possa manter a evolução técnica do CBMMG.

Por fim, de tudo que foi estudado e produzido neste trabalho monográfico, sugere-se que o CBMMG cumpra os passos a seguir para implantação do mergulho descompressivo na instituição:

- a) alterar, através do GTO, a ITO 12, fazendo uma revisão completa acerca da atividade de mergulho autônomo, aderindo ao modelo RGBM e conseqüentemente às suas tabelas, incluindo como obrigatórias as *deep stop* e a parada de segurança, e incluindo o mergulho descompressivo em seu *hall* de atividades;
- b) selecionar militares possuidores do MASA e/ou CMAut para realização de um curso de técnicas descompressivas, a ser realizado em outro CBM ou em certificadora internacional de mergulho com vistas a formar mergulhadores descompressivos e a auxiliar na estruturação da atividade em Minas Gerais;
- c) promover uma estruturação logística para a realização de curso no CBMMG, além de proporcionar condições para operar mergulho descompressivo;
- d) criar de um curso específico de técnicas descompressivas para formação de bombeiros militares de Minas Gerais, com doutrina própria;
- e) criar uma equipe de mergulho descompressivo, alocada no BEMAD para atendimento a ocorrências desta natureza em todo território do estado.

Do exposto, entende-se que, o presente trabalho tem conteúdo para contribuir para que o CBMMG evolua sua atividade de mergulho autônomo, fazendo com que a população mineira tenha profissionais cada vez mais qualificados para cumprir sua missão.

Da mesma maneira, os capítulos propostos no trabalho, tiveram por finalidade apresentar o mergulho descompressivo, com suas teorias e implicações fisiológicas, modelo RGBM e equipamentos, assim como um diagnóstico de como a atividade é realizada pelos CBMs do Brasil. E a partir deste diagnóstico, foram realizadas sugestões de como o CBMMG pode implementar esta atividade nas suas operações de mergulho autônomo através de sua Unidade especializada.

Pelo descrito aqui, e na certeza de que a pesquisa cumpriu os objetivos geral e específicos propostos, caso o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais deseje continuar sua evolução, no intuito de melhorar o atendimento à comunidade mineira,

deve implantar, à medida de sua capacidade e entendimento, a atividade de mergulho descompressivo em suas operações de mergulho autônomo, dentro das atividades de busca e salvamento.

## REFERÊNCIAS

CORPO DE BOMBEIRO MILITAR DE MINAS GERAIS. **Instrução Técnica Operacional 12: Operações Submersas**. 1 ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2007. 36 p.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Manual Técnico CEMAD: Curso de Extensão para Mergulho Autônomo Descompressivo**. 1ª ed. Rio de Janeiro: CBMERJ, 2018. 65 p.

GANME, Gabriel. **Narcole por nitrogênio**. 2002. Disponível em: <<http://www.brasilmergulho.com/narcole-por-nitrogenio/>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2002. 176 p.

HENRIQUES, Maurício. **Trimix: A chave para as profundidades**. 2000. Disponível em: <<http://www.brasilmergulho.com/trimix-chave-para-as-profundidades/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

LIVINGSTONE, Jed; CARROLL, Susan. **NAUI Master Scuba Diver em Português**. 1.0 Brasil: Naiui, Inc., 2004. 240 p. Traduzido e Adaptado por Regis Iannarelli e Silvio Stefanelli.

MARANGON, Roberto Sales. **Estudo sobre a viabilidade de uso do EAN32 e EAN36 na atividade de mergulho no Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais**. 2010. 71 f. Monografia (Graduação) - Curso de Curso de Formação de Oficiais do CBMMG, Academia de Bombeiros Militar de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2003. 311 p.

MARQUES, Augusto. **O oxigênio e o mergulho**. 2004. Disponível em: <<http://www.brasilmergulho.com/o-oxigenio-e-o-mergulho/>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

MINAS GERAIS. Constituição (1989). **Constituição do Estado de Minas Gerais**. 18ª. ed. Belo Horizonte, MG: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, maio 2017. 281 p.

\_\_\_\_\_ CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. (Org.). **Plano de Comando 2015/2026**. 2. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2017. 108 p.

\_\_\_\_\_ Superintendência de Integração do Sistema de Defesa Social. Secretaria Estadual de Defesa Social (Org.). **Diretriz Integrada de Ações e Operações - DIAO**. Belo Horizonte: SEDS/MG, 2005. 1 v. Disponível em: <<https://diao.sids.mg.gov.br/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

NEAL, Jan G.. **Técnicas de Descompressão com EANX Técnico e Extended Range**: Technical Diver Training Course. Tampa: Underwater Dynamics, Inc., 1998. 132 p.. Traduzido por Marcia Appa (Maio de 1999).

O'LEARY, Timoty R.. **NAUI RGBM Deco Tables**. Tampa: Nauti, Inc., 2003. 172 p.  
O'LEARY, Timoty R.; WIENKE, Bruce R.. **NAUI Technical Diver**: Technical Diver Training. Tampa: Nauti, Inc., 2011. 1 v.

O'LEARY, Timoty R.; WIENKE, Bruce R.; SHARP, L.J.. **Technical Diving**. Tampa: Nauti, Inc., 2007. 71 p. Tradução: Regis Iannarelli.

SHREEVES, Karl et al. **The Encyclopedia of Recreational Diving**. 3. ed. Santa Margarita Ranch: Padi, 2005. 1 v. Traduzido por Marcos Felipe Cassel.

SMITH, Scott. **Velocidade de Subida**: Devagar é a forma correta. 2012. Tradução de Sebastião Buck Tocalino; Revisão de Dr. Marcio Monteiro. Disponível em: <[http://portuguese.alertdiver.com/Velocidade\\_de\\_Subida](http://portuguese.alertdiver.com/Velocidade_de_Subida)>. Acesso em: 23 ago. 2018.

WERNECK, Marcus. **Manual de Mergulho**: TEKtrimix. 1ª Ed. Rio de Janeiro: PDICBRASIL, 2005. 215 p.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A

#### CARTA DE APRESENTAÇÃO E TERMO DE LIVRE CONSENTIMENTO

Ilustríssimo (a) Senhor (a):

Vossa Senhoria está sendo convidado(a) a responder às perguntas deste questionário de forma totalmente voluntária.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e responder este questionário, é muito importante que Vossa Senhoria compreenda as informações e instruções contidas neste documento.

O pesquisador responderá a todas as suas dúvidas antes de Vossa Senhoria se decidir a participar.

Vossa Senhoria tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem perder os benefícios aos quais tenha direito.

Este questionário é composto de 17 (dezesete) questões e é totalmente digital e sigiloso. O objetivo da pesquisa é analisar como se desenvolve nos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil as operações de mergulho descompressivo, se existem cursos específicos e quais os limites de profundidades aplicados nas instituições. A participação de Vossa Senhoria nesta pesquisa consistirá apenas no preenchimento deste questionário, respondendo às perguntas formuladas. Esta pesquisa trará maior conhecimento sobre o tema abordado, sem benefício direto para Vossa Senhoria. O preenchimento deste questionário não representará qualquer risco de ordem física ou psicológica para Vossa Senhoria. As informações fornecidas por Vossa Senhoria serão confidenciais e de conhecimento apenas do pesquisador responsável. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

## **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Este Termo destina-se a Vossa Senhoria e ao pesquisador. A concordância de Vossa Senhoria a seguir ensejará o aceite aos termos da pesquisa.

- Título do estudo: “Operações de mergulho autônomo abaixo de 40 metros de profundidade. Estudo para implantação de mergulho descompressivo na corporação”.
- Pesquisador responsável: Wenderson Duarte Marcelino, Capitão do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais
- Instituição/Departamento: Academia de Bombeiros Militar de Minas Gerais / Fundação João Pinheiro – Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho
- Telefone para contato: (35) 98858-3781
- E-mail para contato: 1289776@bombeiros.mg.gov.br

**APÊNDICE B****PESQUISA DE MONOGRAFIA**

Endereço de e-mail: \_\_\_\_\_

1) Vossa Senhoria aceita a participar da pesquisa? A participação na pesquisa só será possível com o aceite.

Sim                       Não

2) Pertence ao Corpo de Bombeiros Militar de qual estado?

AC     AL     AP     AM     BA     CE     DF     ES  
 GO     MA     MT     MS     PA     PB     PR     PE  
 PI     RJ     RN     RS     RO     RR     SC     SP  
 SE     TO

3) Sua instituição possui legislação específica para a atividade de mergulho autônomo? Caso positivo, favor encaminhar ao e-mail do pesquisador.

Sim                       Não

4) Qual a profundidade máxima autorizada para as operações de mergulho autônomo em seu estado pela sua instituição.

Até 30 metros  
 Entre 30 e 40 metros  
 Mais de 40 metros

5) Caso seja profundidade maior que 40 metros, indique qual profundidade máxima permitida.

\_\_\_\_\_

6) Sua instituição realiza operações de mergulho descompressivo?

Sim                       Não



7) Se sim, como se deu o processo de implementação do mergulho descompressivo na sua instituição? Se não, apenas colocar “prejudicado”.

---

---

---

---

---

---

---

8) Se não, sua instituição já precisou alguma vez atuar em operação de mergulho descompressivo e não o pôde fazer por impeditivos normativos?

( ) Sim                      ( ) Não

9) Se sim, como sua instituição lidou com a situação?

---

---

---

---

---

---

---

10) Caso sua instituição realiza mergulhos descompressivos, o faz a quanto tempo?

- ( ) Menos de 3 anos  
( ) Entre 3 e 5 anos  
( ) Entre 5 e 10 anos  
( ) Mais de 10 anos

11) Caso façam mergulho descompressivo, sua instituição possui legislação interna específica que regula a atividade de mergulho descompressivo?

( ) Sim                      ( ) Não

12) Sua instituição possui curso/treinamento específico de mergulho autônomo com descompressão obrigatória?

( ) Sim                      ( ) Não

13) Se sim, qual a carga horária desse curso/treinamento específico de mergulho descompressivo?

---

14) Para a realização destes mergulhos descompressivos, utilizam alguma mistura específica de gases?

Sim                       Não

15) Se sim, quais são estas misturas utilizadas?

NITROX    TRIMIX    HELIOX

O<sub>2</sub> 100%    Não utiliza

16) Quem produz as misturas gasosas, caso sua instituição as utilize?

---

---

17) Quais equipamentos específicos para as atividades de mergulho descompressivo sua instituição possui?

---

---

---

---

---

## APÊNDICE C

### CÓPIA DO OFÍCIO ENCAMINHADO AOS COBs DO CBMMG VIA SEI



ESTADO DE MINAS GERAIS  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS  
6º Comando Operacional

Ofício CBMMG/6COB nº. 233/2018

Poços de Caldas, 17 de agosto de 2018.

Senhores Comandantes do  
1º Comando Operacional  
2º Comando Operacional  
3º Comando Operacional  
4º Comando Operacional  
5º Comando Operacional  
6º Comando Operacional

**Assunto: Solicitação de dados para Monografia do CEGEDEC**

*Referência:* [Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 1400.01.0015612/2018-34].

Senhores Comandantes,

Considerando

- os trabalhos de pesquisa da minha monografia do CEGEDEC 2018, que trata de mergulho decompressivo,
- a recente criação dos COBs no interior do Estado,
- a previsão legal da ITO 12 das Unidades solicitarem autorização aos Comandantes Operacionais caso necessitem fazer operações de mergulho abaixo dos 30 metros de profundidade,

Solicito aos senhores a gentileza de fornecer informação para composição do trabalho relatando se já houve solicitação aos vossos Comandos Operacionais para autorização de mergulhos abaixo de 30 metros de profundidade e os REDS das operações, caso esteja disponível.

Respeitosamente,

Wenderson Duarte Marcelino, Cap BM

Aluno CEGEDEC 2018



Documento assinado eletronicamente por Wenderson Duarte Marcelino, Capitão, em 17/08/2018, às 14:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?)

## ANEXOS

## ANEXO A

## CÓPIA DA RESPOSTA DO 1º COB



ESTADO DE MINAS GERAIS  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS  
1º Comando Operacional

Ofício CBMMG/1COB nº. 1028/2018

Belo Horizonte, 31 de agosto de 2018.

**Assunto: Solicitação de dados para Monografia do CEGEDEC**

**Referência:** Ofício 233 (1488666), Ofício 519 (1593730), Ofício 347 (1599783), Ofício 818 (1601304), Ofício 1370 (1604820), Ofício 703 (1608605), Ofício 365 (1614939) e Ofício 1209 (1615734).

**Ao Capitão BM Aluno CEGEDEC 2018,**

Em consideração ao Ofício 233 (1488666) solicitando dados para trabalho monográfico, informo que não houve nenhuma situação de solicitação de mergulho abaixo de 30 metros de profundidade no âmbito do 1º COB. Contudo o 2º BBM realizou no ano de 2016 mergulhos com profundidade de 30 metros, conforme informado no Ofício 1370 (1604820) (REDS 2016-010926948-001).

**ANDERSON DE ALMEIDA, TENENTE-CORONEL BM**

**RESPONDENDO PELO COMANDO**



Documento assinado eletronicamente por Anderson de Almeida, comandante da Unidade, em 03/09/2018, às 16:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 1617048 e o código CRC C83421DD.

Referência: Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 1400.01.0015612/2018-34

SEI nº 1617048

## ANEXO B

## CÓPIA DA RESPOSTA DO 2º COB



ESTADO DE MINAS GERAIS  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS  
2º Comando Operacional

Ofício CBMMG/2COB nº. 444/2018

Uberlândia, 14 de setembro de 2018.

## SEGUNDO COMANDO OPERACIONAL DE BOMBEIROS

Ofício nº: 3.060/2018 - Divisão Operacional

Assunto: Informação sobre mergulho profundo

Ref.: Ofício 428 (1600751), Ofício 372 (1674342) e Ofício 904 (1735883)

Ao Cap BM Wenderson Duarte Marcelino,

Considerando o levantamento realizado quanto ao trabalho monográfico sobre mergulho profundo, esclareço que na área do 2ºCOB não foram registrados casos que necessitassem da solicitação de autorização para mergulhos em altas profundidades (acima de 30 mt).

Atenciosamente,

ANDRÉ HUMIA CASARIM, TENENTE CORONEL BM  
COMANDANTE DO 2º COB



Documento assinado eletronicamente por Andre Humia Casarim, Tenente Coronel, em 14/09/2018, às 14:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 1736479 e o código CRC F743A911.

Referência: Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 1400.01.0015612/2018-34

SEI nº 1736479

## ANEXO C

## CÓPIA DA RESPOSTA DO 3º COB



ESTADO DE MINAS GERAIS  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS  
3º Comando Operacional

Ofício CBMMG/3COB nº. 357/2018

Juiz de Fora, 24 de agosto de 2018.

Ao Oficial - Aluno do CEGEDEC 2018

Cap BM Wenderson Duarte Marcelino

Poços de Caldas/MG

Assunto: Dados para trabalho monográfico

Referência: Processo nº 1400.01.0015612/2018-34

Prezado Cap Marcelino,

Após consulta às Unidades de Execução Operacional do 3º COB (4º BBM e 2ª Cia Ind), confirmamos que não houve ocorrências BM com necessidade de mergulhos em profundidades abaixo de 30m, que necessitassem de autorização deste Comando Operacional, desde sua criação, em fevereiro de 2014.

Atenciosamente,

Sérgio José Ferreira, Coronel BM  
3º Comandante Operacional



Documento assinado eletronicamente por Sergio Jose Ferreira, Coronel, em 27/08/2018, às 09:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 1555174 e o código CRC 92AFD42F.

Referência: Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 1400.01.0015612/2018-34

SEI nº 1555174

## ANEXO D

## CÓPIA DA RESPOSTA DO 4º COB



ESTADO DE MINAS GERAIS  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS  
4º Comando Operacional

Ofício CBMMG/4COB nº. 94/2018

Mortes Claros, 23 de agosto de 2018.

CAP BM  
Wenderson Duarte Marcelino  
ALUNO CEGEDEC - 2018 - ABM  
Rodovia Papa João Paulo II, 4143, Serra Verde  
CEP: 31630-900 – Belo Horizonte/MG

Assunto: Dados para trabalho monográfico

Referência: [Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 1400.01.0015612/2018-34].

CAPITÃO BM,

Com relação ao levantamento de dados para fins de trabalho monográfico, informo que, conforme REDS: 2017-002081044-001/ B.O: 6809-2017-0000420, na data de 23/01/2017, uma GU BM fez o contato com este oficial (Oficial de mergulho do 7ºBBM, na ocasião), informando que o local do afogamento apresentava profundidade de cerca de 80 metros, o que inviabilizava as buscas submersas, considerando o previsto na ITO 12. No entanto, não houve solicitação de autorização para mergulho abaixo de 30 metros, devido as limitações da referida ITO e a profundidade no local da submersão ser de aproximadamente 80 metros, não estando a equipe qualificada para a atividade. Desta forma, o resgate do corpo foi feito após a emersão.

Saliento que, o local onde ocorreu o afogamento, trata-se da Represa de Itapé, localizada no distrito de Santa Cruz, no Município de Botumirim, sendo a represa mais alta do Brasil e a segunda da América Latina, com barramento de 208m.

Respeitosamente,

WAN JONHSON DE ARAÚJO MAIA JÚNIOR, CAP BM  
DIVISÃO OPERACIONAL - 4º COB



Documento assinado eletronicamente por Wan Jonhson de A Maia Junior, Capitão, em 23/08/2018, às 17:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 1541424 e o código CRC A62671FD.



## ANEXO E

## CÓPIA DA RESPOSTA DO 5º COB



ESTADO DE MINAS GERAIS  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS  
5º Comando Operacional

Ofício CBMMG/5COB nº. 161/2018

Governador Valadares, 20 de agosto de 2018.

Cap BM Aluno CEGEDEC 2018  
Wenderson Duarte Marcelino  
Belo Horizonte/MG

**Assunto: Dados para trabalho monográfico**

**Referência:** [Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 1400.01.0015612/2018-34].

**Ao Cap BM Aluno CEGEDEC 2018,**

Com relação ao levantamento de dados para o trabalho monográfico, esclareço que, desde a criação desse 5º Comando Operacional, não foram registrados casos que necessitassem da solicitação de autorização para mergulhos em altas profundidades (acima de 30 m).

Atenciosamente,



Documento assinado eletronicamente por Silvane Givisiez, Coronel BM, em 20/08/2018, às 14:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 1501566 e o código CRC 28B1610F.

Referência: Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 1400.01.0015612/2018-34

SEI nº 1501566



## ANEXO F

## CÓPIA DA RESPOSTA DO 6º COB



ESTADO DE MINAS GERAIS  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS  
6º Comando Operacional

Ofício CBMMG/6COB nº. 338/2018

Poços de Caldas, 17 de setembro de 2018.

Cap BM Aluno CEGEDEC 2018  
Wenderson Duarte Marcelino

**Assunto: Solicitação de dados para Monografia do CEGEDEC (Mergulho profundo na área do 6º COB),**

**Referência:** [Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 1400.01.0015612/2018-34], Ofício 2078 1517369, Ofício 75 1741102, Ofício 1753560, REDS 1754022.

**Ao Cap BM Aluno CEGEDEC 2018,**

Com relação ao levantamento de dados para o trabalho monográfico, esclareço que na área do 6º Comando Operacional, houve 01 (um) registro de caso na 1ª Cia Ind/2ª Cia BM/3º Pel BM - Plumhi/MG, que necessitou de solicitação de autorização para mergulho com profundidade superior a 30 metros, conforme REDS 2017-011626961-005.

Atenciosamente,

**GIUVAINÉ BARBOSA DE MORAES, CEL BM**

**\*\*\*COMANDANTE DO 6º COB\*\*\***



Documento assinado eletronicamente por Giuvaine Barbosa de Moraes, Coronel BM, em 17/09/2018, às 16:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 1748695 e o código CRC 140FE61E.

## ANEXO G

## CÓPIA DO REDS Nº 2017-002081044-001

SISTEMA INTEGRADO DE DEFESA SOCIAL - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR				Nº 2017-002081044-001	
<b>BOLETIM DE OCORRÊNCIA</b>		<b>BO NÚMERO</b>	B6809-2017-0000420	<b>Fl. 1/5</b>	
UNIDADE RESPONSÁVEL PELO REGISTRO 7BBM/1CIA/2PEL (MONTES CLAROS)		MUNICÍPIO MONTES CLAROS			
UNIDADE DE ÁREA RESPONSÁVEL UNIDADE MILITAR 7BBM/1CIA/1PEL (MONTES CLAROS)					
DATA DO REGISTRO 28/01/2017 18:17		DESTACAMENTO 7BBM/1CIA/2PEL (MONTES CLAROS)			
<b>ORIGEM DA COMUNICAÇÃO</b>					
COMO FOI SOLICITADO O ATENDIMENTO DA OCORRÊNCIA LIGACAO TELEFONICA		INTERCEPTAÇÃO XXXX		DATA DA COMUNICAÇÃO 23/01/2017	HORA DA COMUNICAÇÃO 04:00
<b>DADOS DA OCORRÊNCIA / ATIVIDADE</b>					
PROVÁVEL DESCRIÇÃO DA OCORRÊNCIA PRINCIPAL S02003 - AFOGAMENTO EM LAGO / LAGOA / REPRESA					
ALVO DO EVENTO XXXX					
DATA/HORA DO FATO 23/01/2017 04:00		DATA/HORA DO INÍCIO DO ATENDIMENTO NO LOCAL 23/01/2017 08:00		DATA/HORA FINAL DO ATENDIMENTO 28/01/2017 20:00	DATA/HORA FINAL DO PREENCHIMENTO 29/01/2017 17:42
LOCAL (RUA, RUA, ETC) DISTRITO SANTA CRUZ					
NÚMERO S/N		RUA XXXX	COMPLEMENTO XXXX		BARRIO/VILA XXXX
MUNICÍPIO BOTUMIRIM		UF MG	PAÍS BRASIL		
PONTO DE REFERÊNCIA XXXX				LATITUDE -16° 54' 38,4"	LONGITUDE -42° 47' 38,92"
TIPO VIA XXXX					
LOCALIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA PERIMETRO URBANO			ESTRADA / RODOVIA XXXX		
<b>QUALIFICAÇÃO DOS ENVOLVIDOS</b>					
<b>ENVOLVIDO 1</b>					
SEXO MASCULINO		TIPO ENVOLVIMENTO VITIMA		TIPO DE PESSOA FISICA	
NOME COMPLETO VALTER PEREIRA XAVIER DOS SANTOS					
NACIONALIDADE BRASILEIRA		DATA NASCIMENTO 23/01/1986		NATALIDADE / UF BOTUMIRIM / MG	
IDADE APARENTE 31	CAUSA DA LESÃO FATAL	ESTADO CIVIL CASADO			
ORIENTAÇÃO SEXUAL IGNORADO		IDENTIDADE DE GÊNERO IGNORADO			
ENCAMINHAMENTO HOSPITALAR VITIMA REPASSADA PARA TERCEIROS		ORÇAO DE REPARACAO OUTROS			
CUIB XXXX		OCUPAÇÃO ATUAL XXXX			
MÃE MARIA ILDA XAVIER DOS SANTOS					
PAI LUIZ PEREIRA BISPO					
TIPO DO DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO CARTEIRA DE IDENTIDADE CIVIL					
NÚMERO DOCUMENTO IDENTIDADE 14136607		ÓRGÃO EMISSOR SESP - SECRETARIA ESTADO DA SEGURANCA PUBLICA		UF MG	CPF / CNPJ 07146403602
ESCOLARIDADE OUTROS - ESCOLARIDADE					
ENDEREÇO (RUA, RUA, ETC) DISTRITO SANTA CRUZ		NÚMERO 0	RUA XXXXXX	COMPLEMENTO RITA FRATES N° 04	
BARRIO XXXX		MUNICÍPIO BOTUMIRIM			UF MG
PAÍS BRASIL		CPF XXXX	TELEFONE RESIDENCIAL/CELULAR XXXX	TELEFONE COMERCIAL/CELULAR XXXX	
<b>ENVOLVIDO 2</b>					
SEXO MASCULINO		TIPO ENVOLVIMENTO SOLICITANTE		TIPO DE PESSOA FISICA	
NOME COMPLETO VANDERLEY EDUARDO GONCALVES					
NACIONALIDADE BRASILEIRA		DATA NASCIMENTO 22/10/1966		NATALIDADE / UF BOTUMIRIM / MG	
IDADE APARENTE 50	ESTADO CIVIL CASADO				
ORIENTAÇÃO SEXUAL IGNORADO		IDENTIDADE DE GÊNERO IGNORADO			



SISTEMA INTEGRADO DE DEFESA SOCIAL - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Nº 2017-002081044-001

BOLETIM DE OCORRÊNCIA

BO NÚMERO

B6809-2017-0000420

Fl. 2/5

## ENVOLVIDO 2

CITR	OCUPAÇÃO ATUAL		
IGNORADA	XXXX		
NOME			
MARIA MANOELINA GONCALVES SANTOS			
PAI			
LUIZ ROCHA DOS SANTOS			
TIPO DO DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO			
CARTEIRA DE IDENTIDADE CIVIL			
NÚMERO DOCUMENTO IDENTIDADE	ORGÃO EMISSOR	UF	CPF / CNPJ
20828451	SESP - SECRETARIA ESTADO DA SEGURANCA PUBLICA	MG	08507388817
ESCOLARIDADE			
SUPERIOR INCOMPLETO			
ENDEREÇO (RU, RUA, ETC)		NÚMERO	KM
RUA TONQUINHO RODRIGUES		5	XXXXX
COMPLEMENTO		XXXX	
BARRIO	MUNICÍPIO		UF
CIDADE NOVA	BOTUMIRIM		MG
PAIS	CPF	TELEFONE RESIDENCIAL/CELULAR	TELEFONE COMERCIAL/CELULAR
BRASIL	XXXXX	XXXXX	(38) 9813-0402

## ENVOLVIDO 3

SEXO	TIPO ENVOLVIMENTO	TIPO DE PESSOA	
MASCULINO	TESTEMUNHA QUE PRESENCIOU OS FATOS	FISICA	
NOME COMPLETO			
JONATAS MOREIRA DOURADO			
NACIONALIDADE	DATA NASCIMENTO	NATURALIDADE / UF	
BRASILEIRA	25/08/1986	BOTUMIRIM / MG	
IDADE APARENTE	ESTADO CIVIL		
30	CASADO		
ORIENTAÇÃO SEXUAL	IDENTIDADE DE GÊNERO		
IGNORADO	IGNORADO		
CITR	OCUPAÇÃO ATUAL		
IGNORADA	XXXX		
NOME			
NEUSA MOREIRA DOURADO			
PAI			
DURVAL GONCALVES DOURADO			
TIPO DO DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO			
CARTEIRA DE IDENTIDADE CIVIL			
NÚMERO DOCUMENTO IDENTIDADE	ORGÃO EMISSOR	UF	CPF / CNPJ
15343297	SESP - SECRETARIA ESTADO DA SEGURANCA PUBLICA	MG	XXXXX
ESCOLARIDADE			
ENSINO MEDIO COMPLETO (2º GRAU)			
ENDEREÇO (RU, RUA, ETC)		NÚMERO	KM
RUA PRIMEIRO DE MARCO		0	XXXXX
COMPLEMENTO		XXXX	
BARRIO	MUNICÍPIO		UF
CENTRO	BOTUMIRIM		MG
PAIS	CPF	TELEFONE RESIDENCIAL/CELULAR	TELEFONE COMERCIAL/CELULAR
BRASIL	XXXXX	XXXXX	(38) 9824-7269

## ENVOLVIDO 4

SEXO	TIPO ENVOLVIMENTO	TIPO DE PESSOA	
MASCULINO	OUTROS	FISICA	
NOME COMPLETO			
MARCOS RONIVALDO DOURADO DA CRUZ			
NACIONALIDADE	DATA NASCIMENTO	NATURALIDADE / UF	
BRASILEIRA	10/01/1982	BOTUMIRIM / MG	
IDADE APARENTE	ESTADO CIVIL		
35	DIVORCIADO		
ORIENTAÇÃO SEXUAL	IDENTIDADE DE GÊNERO		
IGNORADO	IGNORADO		
CITR	OCUPAÇÃO ATUAL		
IGNORADA	XXXX		
NOME			
NEUSA DA CRUZ DOURADO			
PAI			
DURVAL GONCALVES DOURADO			
TIPO DO DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO			
CARTEIRA DE IDENTIDADE CIVIL			
NÚMERO DOCUMENTO IDENTIDADE	ORGÃO EMISSOR	UF	CPF / CNPJ
0000	XXXXX	XX	04672808602
ESCOLARIDADE			
ENSINO FUNDAMENTAL INCOMPLETO (COMPREENDE OS PRIMEIROS OITO ANOS DE ESTUDO)			
ENDEREÇO (RU, RUA, ETC)		NÚMERO	KM
RUA JOÃO MELONE		108	XXXXX
COMPLEMENTO		XXXX	



SISTEMA INTEGRADO DE DEFESA SOCIAL - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Nº 2017-002081044-001

BOLETIM DE OCORRÊNCIA

BO NÚMERO

B6809-2017-0000420

Fl. 3/5

## ENVOLVIDO 4

BARRIO JARDIM BELAS VISTA (PITANGUEIRA S/P)	MUNICÍPIO PITANGUI	UF MG
PAÍS BRASIL	CEP XXXX	TELEFONE RESIDENCIAL/CELULAR XXXX
TELEFONE COMERCIAL/CELULAR (16) 9720-8771		

## RELATORIO DE BUSCA E SALVAMENTO AQUATICO

LOCAL XXXXX		
RESTRIÇÕES DE VISIBILIDADE PARA ATUAÇÃO NÃO HOUVE RESTRIÇÃO		
ENDER E ACESSO XXXXX		
AÇÃO EM		
EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS UTILIZADOS		
PROFUNDIDADE APROXIMADA (m) 40	NÚMERO DE BOMBEIROS APLIC.	NÚMERO DE BOMBEIROS ORIENTADOS
HOUVE INDÍCIOS DE CONTAMINAÇÃO? NÃO	CUMBT	

## VEÍCULOS

## VEÍCULO 1

ENVOLV. NR. 1	SITUAÇÃO VEÍCULO NÃO SE APLICA	MOTIVO APREENSÃO XXXX
NR. DE VEÍCULO XXXX	RENDAVA 1104379500	TIPO DE VEÍCULO REBOQUE
CORRE 9A9JS3251GJCC2123	MARCA/MODELO REB/INDYCAR JET	MUNICÍPIO PITANGUEIRAS
UF XXXX	CATEGORIA PARTICULAR	ACPLADO? N
PLACA GHI-0890	COR PREDOMINANTE PRETA	ANO FABRICAÇÃO 2016
NOME PROPRIETÁRIO XXXX	PLACA ESPECIAL XXXX	ÚLTIMO PAGAMENTO IPIVA XXXX
RESPONSÁVEL CIVIL XXXX	ANO MODELO 2016	
OS DADOS DO VEÍCULO FORAM VALIDADOS NO DENAT? SIM	FOI POSSÍVEL DEFINIR A GRAVIDADE DO DANO? NÃO	MOTIVO PELA QUAL NÃO FOI POSSÍVEL DEFINIR A GRAVIDADE DO DANO XXXXX
TODOS OS OCUPANTES DO VEÍCULO		
ENVOLVIDO VALTER PEREIRA XAVIER DOS SANTOS	DEPOSITIVO DE SEGURANÇA XXXXX	Ocupante VITIMA (1300)

## HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA / ATIVIDADE

O CORPO DE BOMBEIROS MILITAR FOI ACIONADO VIA CENTRO DE COMUNICAÇÃO, ATRAVÉS DO TELEFONE 193, PELO SENHOR VANDERLEY EDUARDO GONÇALVES, PARA RESGATAR UMA SUPOSTA VÍTIMA DE AFOGAMENTO. UMA EQUIPE DE BOMBEIROS MILITAR ESCALADA PELO SENHOR TEN BM WEYBER SILVA NEVES DESLOCOU ATÉ A COMUNIDADE DE SANTA CRUZ, DISTRITO DA CIDADE DE BOTUMIRIM/MG, COM A FINALIDADE DE INICIAR OS TRABALHOS REFERENTES À BUSCA E RESGATE DA SUPOSTA VÍTIMA DE AFOGAMENTO QUE DESAPARECEU NAS ÁGUAS DA REPRESA DE IRAPÉ NA REFERIDA REGIÃO. SEGUNDO INFORMAÇÕES OBTIDAS ATRAVÉS DE TESTEMUNHAS OCULARES CITADAS NOS CAMPOS PRÓPRIOS DESSE RELATÓRIO, O SENHOR VALTER PEREIRA XAVIER DOS SANTOS, 31 ANOS, CONDUZIA UMA MOTO AQUÁTICA (JET SKI), QUE TINHA COMO PASSAGEIRO O SENHOR JONATAS MOREIRA DOURADO, 30 ANOS, QUANDO SOFRERAM UMA QUEDA. O SENHOR VALTER QUE NÃO USAVA COLETE SALVA VIDAS SUBMERGIU E DESAPARECEU NA DATA DE 22 DE JANEIRO, POR VOLTA DE 17:30 HORAS. JÁ O SENHOR JONATAS QUE USAVA COLETE CONSEGUIU SADAAR E SAIU ILESO. DIANTE DO EXPOSTO, A EQUIPE DE BOMBEIROS MILITAR PARTIU DO PONTO INDICADO POR TESTEMUNHAS ONDE TERIA OCORRIDO A SUBMERSÃO, REALIZANDO TRABALHOS DE BUSCAS SUBMERSAS PARA RECONHECIMENTO E ESTUDO DE SITUAÇÃO DO LOCAL, COM A UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE MERGULHO AUTÔNOMO, PORÉM FOI CONSTATADO QUE SE TRATAVA DE UMA REPRESA BASTANTE PROFUNDA, ATINGINDO MAIS DE 30 METROS, COM EXPRESSIVA QUANTIDADE DE ÁGUA, EXTRAPOLANDO A PROFUNDIDADE MÁXIMA DE MERGULHO DEFINIDA POR NORMAS INTERNAS. É IMPORTANTE SALIENTAR QUE DURANTE O MERGULHO DE RECONHECIMENTO FORAM RESPEITADOS A TABELA DE MERGULHO E O TEMPO DE FUNDO. DIANTE DA SITUAÇÃO DESCRITA HOUVE RESTRIÇÕES DOS TRABALHOS NO QUE SE REFERE AO EMPREGO DE BUSCAS COM TÉCNICAS DE VARREDURAS SUBMERSAS. EM SEGUIDA CONCENTRANDO OS TRABALHOS PRINCIPALMENTE EM BUSCAS VISUAIS, OBSERVANDO ATENTAMENTE ENTRE GALHOS E TRONCOS DE ÁRVORES QUE SE ENCONTRAVAM DENTRO DA REPRESA, PERCORRENDO DIVERSOS LOCAIS, INCLUSIVE DE DIFÍCIL ACESSO (BRAÇOS E GROTAS), PELA EXTENSÃO DA REPRESA NAS PROXIMIDADES DO LOCAL DO POSSÍVEL AFOGAMENTO NA TENTATIVA DE LOCALIZAR A VÍTIMA. APÓS PERCORRER VÁRIAS VEZES O CURSO DA REPRESA NAS PROXIMIDADES ONDE OCORREU O FATO, O CORPO FOI VISUALIZADO POR POPULARES, PRÓXIMO DO SUPOSTO LOCAL DA SUBMERSÃO, NO SEXTO (6º) DIA DE BUSCAS, NA DATA DE 28/01 DO CORRENTE ANO, E FOI RESGATADO PELA EQUIPE DE BOMBEIROS MILITAR ATÉ AS MARGENS DA REPRESA. EM SEGUIDA A GUARNIÇÃO BM ATRAVÉS DO CENTRO DE COMUNICAÇÃO E DA POLÍCIA MILITAR REALIZOU CONTATO COM O FERITO CRIMINAL.





SISTEMA INTEGRADO DE DEFESA SOCIAL - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Nº 2017-002081044-001

BOLETIM DE OCORRÊNCIA

BO NÚMERO

B6809-2017-0000420

Fl. 4/5

## HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA / ATIVIDADE

SENHOR JOÃO MAURÍCIO DIAS DE SOUZA JUNIOR, INSCRITO NO MASP: 1145240-6, QUE INFORMOU QUE O CORPO DEVERIA SER CONDUZIDO PARA O INSTITUTO MÉDICO LEGAL (IML). O CORPO DA VÍTIMA FOI ENTÃO REPASSADO, COM ORIENTAÇÃO DO PERITO, CONSENTIMENTO DOS FAMILIARES, NA PRESENÇA DA POLÍCIA MILITAR E DE TESTEMUNHAS, AO AGENTE DA FUNERÁRIA ACC DA CIDADE DE BOTUMIRIM/MG, A SENHORA LARISSA RAISSY FERREIRA BARBOSA, RG: 12703101, PARA SER TRANSPORTADO ATÉ O IML DA CIDADE DE MONTES CLAROS/MG PARA OS PROCEDIMENTOS DE PRAXE. A GUARNIÇÃO DA PM COORDENADA PELO CB ARAÚJO QUE TRIPULAVA A VIATURA DE PREFIXO 21592 E PLACA OCM-9401 COMPARECEU NA CENA DO FATO. POR FIM, OS TRABALHOS DE BUSCAS FORAM ENCERRADOS E A EQUIPE DE BOMBEIROS MILITAR RETORNOU AO 7 BEM SITUADO NA CIDADE DE MONTES CLAROS/MG.

## Perícia Técnica

PERÍCIA TÉCNICA COMPARECIMENTO	PREFEIO DA VIATURA	PLACA DA VIATURA	PERITO (MATRÍCULA - NOME)
SIAD	XXXX	XXXX	XXXX - XXXX

## MOTIVO DO NÃO COMPARECIMENTO

O PERITO SENHOR JOÃO MAURÍCIO DIAS SOUZA JUNIOR ORIENTOU QUE O CORPO DEVERIA SER TRANSPORTADO PARA O IML DA CIDADE DE MONTES CLAROS/MG.

## VIATURAS

## VIATURA 1

TIPO DA VIATURA	ORGÃO
PRINCIPAL	CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

## DESCRIÇÃO / OBSERVAÇÃO

CAMIONETA =

PLACA	PREFEIO / ÓRGÃO	REGISTRO GERAL	PREFEIO PADRÃO	PROBLEMAS DURANTE O ATENDIMENTO
80X1858	BM	00446	ACA00446	XXXX

## MILITARES/POLICIAIS INTEGRANTES

## MILITAR/POLICIAL INTEGRANTE

NUM VIATURA	MATRÍCULA	CARGO
1	1362987	CABO

## NOME COMPLETO

RODRIGO FERREIRA MURTA

## CORPORAÇÃO

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Nº VIATURA

1

## UNIDADE

7BEM/ICIA/3PEL (MONTES CLAROS)

## MILITAR/POLICIAL INTEGRANTE

NUM VIATURA	MATRÍCULA	CARGO
1	1480987	3 SARGENTO

## NOME COMPLETO

ADEMIR FERREIRA ROCHA

## CORPORAÇÃO

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Nº VIATURA

1

## UNIDADE

7BEM/ICIA/3PEL (MONTES CLAROS)

## MILITAR/POLICIAL INTEGRANTE

NUM VIATURA	MATRÍCULA	CARGO
1	1529080	CABO

## NOME COMPLETO

FABIO DENILSON NEVES SANTOS

## CORPORAÇÃO

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Nº VIATURA

1

## UNIDADE

7BEM/ICIA/1PEL (MONTES CLAROS)

## MILITAR/POLICIAL INTEGRANTE

NUM VIATURA	MATRÍCULA	CARGO
1	1555440	SOLDADO DE 1 CLASSE

## NOME COMPLETO

ANTONIO LUCAS DO NASCIMENTO RIBEIRO

## CORPORAÇÃO


CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Nº VIATURA

1


## UNIDADE

7BEM/ICIA/4PEL (MONTES CLAROS)

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE DEFESA SOCIAL - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR</b>		<b>Nº 2017-002081044-001</b>
	<b>BOLETIM DE Ocorrência</b>	<b>BO NÚMERO</b>	<b>B6809-2017-0000420</b>
		<b>FI.</b>	<b>5/5</b>
<b>DADOS PARA CONTROLE INTERNO/RELATOR DA OCORRÊNCIA</b>			
UNIDADE 7BBM/1CIA/3PEL (MONTES CLAROS)			
MATRÍCULA 1480987	NOME COMPLETO ADEMIR PEREIRA ROCHA		
CARGO 3 SARGENTO			
CORPORACÃO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR			
ASSINATURA:			
<b>RECIBO DA AUTORIDADE A QUE SE DESTINA OU SEU AGENTE / AUXILIAR POLICIAL OU RECIBO DO RESPONSÁVEL CIVIL</b>			
<b>DESTINATÁRIO / RECIBO 1</b>			
Recebi o "Boletim de Ocorrência" de Número BO B6809-2017-0000420 e Número de REDS 2017-002081044-001 para conhecimento e providências, bem como as pessoas, materiais, objetos, animais, substâncias e/ ou documentos que, existindo, estejam descritos ou assinalados neste documento.			
DATA 30/01/2017	HORA 09:05	MATRÍCULA 1052679	NOME RONNY CLEDSON MOREIRA
CARGO 3 SARGENTO			
ORGÃO/UF CORPO DE BOMBEIROS MILITAR / MG			
UNIDADE 7BBM/1CIA/2PEL (MONTES CLAROS)			
PROVIDÊNCIA A SER TOMADA PELA AUTORIDADE XXXX			
ITENS ENTREGUES A ESTE DESTINATÁRIO XXXX			
ASSINATURA			
RECIBO GERADO POR: BM1480987 - ADEMIR PEREIRA ROCHA			DATA DE CRIAÇÃO DO RECIBO: 28/01/2017 19:47
<b>DESTINATÁRIO / RECIBO 2</b>			
DATA XXXX	HORA XXXX	MATRÍCULA XXXX	NOME XXXX
CARGO XXXX			
ORGÃO/UF POLICIA CIVIL / MG			
UNIDADE DELEGACIA POLICIA CIVIL DE PLANTAO/MONTES CLAROS			
PROVIDÊNCIA A SER TOMADA PELA AUTORIDADE XXXX			
ITENS ENTREGUES A ESTE DESTINATÁRIO XXXX			
ASSINATURA			
RECIBO GERADO POR: BM1480987 - ADEMIR PEREIRA ROCHA			DATA DE CRIAÇÃO DO RECIBO: 28/01/2017 19:47
***** FIM DO REGISTRO. O RESTANTE DA PÁGINA DEVE SER INUTILIZADO. *****			

## ANEXO H

## CÓPIA DO REDS Nº 2017-011626961-005

SISTEMA INTEGRADO DE DEFESA SOCIAL - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR				Nº 2017-011626961-005	
		<b>BOLETIM DE OCORRÊNCIA</b>		<b>BO NÚMERO</b>	B7554-2017-80637905
				<b>Fl.</b>	1/4
UNIDADE RESPONSÁVEL PELO REGISTRO			MUNICÍPIO		
1 CIA IND/2CIA/3PEL (PIUMHI)			PIUMHI		
UNIDADE DE ÁREA RESPONSÁVEL					
UNIDADE MILITAR: OUTRAS UNIDADES					
DATA DO REGISTRO		DESTINATÁRIO			
06/06/2017 08:39		1 CIA IND/2CIA/3PEL (PIUMHI)			
ORIGEM DA COMUNICAÇÃO					
COMO FOI SOLICITADO O ATENDIMENTO DA OCORRÊNCIA		INTERCEPTAÇÃO		DATA DA COMUNICAÇÃO	
OUTROS		XXXX		04/06/2017	
				HORA DA COMUNICAÇÃO	
				07:00	
DADOS DA OCORRÊNCIA / ATIVIDADE					
PRINCIPAL DESCRIÇÃO DA OCORRÊNCIA PRINCIPAL					
S02003 - AFOGAMENTO EM LAGO / LAGOA / REPRESA					
ALVO DO EVENTO					
XXXX					
DATA/HORA DO FATO		DATA/HORA DO INÍCIO DO ATENDIMENTO NO LOCAL		DATA/HORA FINAL DO ATENDIMENTO	
03/06/2017 18:49		05/06/2017 10:00		05/06/2017 18:40	
				DATA/HORA FINAL DO PREENCHIMENTO	
				06/06/2017 09:38	
LOCAL (RUA, RUA, ETC)					
ESTRADA CAPITOLIO A CONDOMINIO DA ILHA - CERVEJARIA KANTO DA ILHA					
NÚMERO		KM		COMPLEMENTO	
S/N		XXXX		XXXX	
MUNICÍPIO		UF		PAÍS	
CAPITOLIO		MG		BRASIL	
PONTO DE REFERÊNCIA				LATITUDE	
XXXX				-20º 39' 58,7"	
				LONGITUDE	
				-46º 5' 1,59"	
TIPO VIA					
ESTRADA/RODOVIA MUNICIPAL					
LOCALIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA				ESTRADA / RODOVIA	
ZONA RURAL				XXXX	
QUALIFICAÇÃO DOS ENVOLVIDOS					
ENVOLVIDO 1					
SEXO		TIPO ENVOLVIMENTO		TIPO DE PESSOA	
MASCULINO		VITIMA		FISICA	
NOME COMPLETO					
GABRIEL MIGANI OLIVEIRA					
NACIONALIDADE		DATA NASCIMENTO		NATURALIDADE / UF	
BRASILEIRA		07/07/1996		CAPITOLIO / MG	
IDADE APARENTE				ESTADO CIVIL	
20				SOLTEIRO	
ORIENTAÇÃO SEXUAL		IDENTIDADE DE GÊNERO			
IGNORADO		IGNORADO			
CORTE		OCUPAÇÃO ATUAL			
BRANCA		XXXX			
MÃE					
MONICA MIGANI OLIVEIRA					
PAI					
INACIO RODRIGUES DE OLIVEIRA					
TIPO DO DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO					
CARTEIRA DE IDENTIDADE CIVIL					
NÚMERO DOCUMENTO IDENTIDADE		ÓRGÃO EMISSOR		UF / CNPJ	
19032406		SESP - SECRETARIA ESTADO DA SEGURANCA PUBLICA		MG / XXXX	
ESCOLARIDADE					
ENSINO MEDIO COMPLETO (2º GRAU)					
ENDEREÇO (RUA, RUA, ETC)					
RUA JOSE PEDRO RATTIS		NÚMERO		COMPLEMENTO	
		450		XXXX	
BARRIO		MUNICÍPIO		UF	
BELA VISTA		CAPITOLIO		MG	
PAÍS		CEP		TELEFONE RESIDENCIAL/CELULAR	
BRASIL		XXXX		(37) 999-071-120	
				TELEFONE COMERCIAL/CELULAR	
				XXXX	
ENVOLVIDO 2					
SEXO		TIPO ENVOLVIMENTO		TIPO DE PESSOA	
MASCULINO		TESTEMUNHA DA AÇÃO DOS POLICIAIS/BOMBEIROS		FISICA	
NOME COMPLETO					
ANDERSON SALVIANO					
NACIONALIDADE		DATA NASCIMENTO		NATURALIDADE / UF	
BRASILEIRA		19/11/1981		PASSOS / MG	
IDADE APARENTE				ESTADO CIVIL	
35				ESTADO CIVIL - NAO DECLARADO	
ORIENTAÇÃO SEXUAL		IDENTIDADE DE GÊNERO			
IGNORADO		IGNORADO			
CORTE		OCUPAÇÃO ATUAL			
NEGRA		GERENTE DO ESTABELECIMENTO			



SISTEMA INTEGRADO DE DEFESA SOCIAL - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Nº 2017-011626961-005

BOLETIM DE OCORRÊNCIA

BO NÚMERO

B7554-2017-80637905

Fl. 2/4

## ENVOLVIDO 2

MÃE ANA LUCIA SALVIANO			
PM XXXX			
TIPO DO DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO CARTEIRA DE IDENTIDADE CIVIL			
NUMERO DOCUMENTO IDENTIDADE 12021598	ORGÃO EMISSOR SESP - SECRETARIA ESTADO DA SEGURANCA PUBLICA	UF MG	CPF/CNPJ 06457205690
ESCOLARIDADE ENSINO MEDIO COMPLETO (2º GRAU)			
ENDEREÇO (AV., RUA, ETC) RUA FRANCISCO JOAQUIM DOS SANTOS		NUMERO 67	KM XXXXX
BARRIO NOSSA SENHORA DE FATIMA		MUNICIPIO CAPITOLIO	UF MG
PAIS BRASIL	CEP XXXXX	TELEFONE RESIDENCIAL/ CELULAR (37) 999-543-018	TELEFONE COMERCIAL/ CELULAR XXXXX

## RELATORIO DE BUSCA E SALVAMENTO AQUATICO

LOCAL XXXX		
RESTRIÇÕES DE VISIBILIDADE PARA ATUAÇÃO NÃO HOUE RESTRIÇÃO		
MEIOS E ACESSO XXXX		
AÇÃO EM		
EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS UTILIZADOS		
PROFUNDIDADE APROXIMADA (m) 50	NUMERO DE BANHEIRAS APREH. 0	NUMERO DE BANHEIRAS ORIENTADAS 0
HOUE INDICIOS DE CONTAMINAÇÃO? SIM		
QUANT SEM ANÁLISE DA ÁGUA LOCAL. POSSÍVEL CONTAMINAÇÃO POR AGENTES VINCULADOS À ÁGUA. POSSÍVEL CONTAMINAÇÃO POR AGENTES VINCULADOS AO CORPO DA VÍTIMA. POSSÍVEL CONTAMINAÇÃO POR RESÍDUOS PROVINDOS DE COMBUSTÍVEIS UTILIZADOS PELAS EMBARCAÇÕES QUE TRAFEGAM PELO LOCAL.		

## VEÍCULOS

## VEÍCULO 1

ENVOLV.NR. 1	SITUAÇÃO VEÍCULO NÃO SE APLICA		MOTIVO APREENSÃO XXXX	
NR. DO VEÍCULO XXXX	RENAVAM XXXX		TIPO DE VEÍCULO OUTROS = TIPOS DE VEICULO	
DESCRIÇÃO OUTRO TIPO VEÍCULO JET SKY SEA DOO VERDE E BRANCO REG.: 3384M2014000843				
CHASSI 3384M2014000843	MARCA/ MODELO XXXX		MUNICIPIO CAPITOLIO	
UF MG	CATEGORIA PARTICULAR		ADAPLADO?	ADAPLADO AO VEÍCULO NR.
PLACA XXXX	COR PREDOMINANTE XXXX	ANO EXERCÍCIO XXXX	ANO FABRICAÇÃO 2014	
NOME PROPRIETÁRIO XXXX				
RESPONSÁVEL CIVIL XXXX	PLACA ESPECIAL XXXX	ULTIMO PAGAMENTO IPVA XXXX	ANO MODELO 2014	
OS DADOS DO VEÍCULO FORAM VALIDADOS NO SNAV? NÃO				
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES EMBARCAÇÃO LACRADA PELA MARINHA DO BRASIL EM 05/06/2017. ATRACADA NO PIER DO KANTO DA ILHA.				
FOI POSSÍVEL DEFINIR A GRAVIDADE DO DANO? NÃO				
MOTIVO PELO QUAL NÃO FOI POSSÍVEL DEFINIR A GRAVIDADE DO DANO XXXX				
TODOS OS OCUPANTES DO VEÍCULO				
ENVOLVEDO GABRIEL NIGANI OLIVEIRA	DEPOSITIVO DE SEGURANÇA XXXX		OCUPANTE VITIMA (1300)	





SISTEMA INTEGRADO DE DEFESA SOCIAL - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Nº 2017-011626961-005

BOLETIM DE OCORRÊNCIA

BO NÚMERO

B7554-2017-80637905

Fl. 3/4

## VEÍCULOS

## HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA / ATIVIDADE

ESTE COMANDANTE, EM CONTINUIDADE ÀS BUSCAS PELO CORPO DO ENVOLVIDO 01, ACOMPANHADO POR MAIS UM MILITAR MERGULHADOR, DESLOCOU-SE AO LOCAL DO OCORRIDO PARA AVERIGUAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL E APOIO COMPODO A EQUIPE ATUANTE.

NO LOCAL FORAM COMPOSTAS 3 EQUIPES DE MERGULHADORES SENDO:

2ª CIA. BM PASSOS: 2º TEN BM ANCONI E O MERGULHADOR CIVIL GILBERTO KALLAS.

3º PEL. BM PIUMHI: 2º TEN BM GAVIOLI, 3º SGT BM BOUSSADA, SD BM RODRIGUES, SD BM ARAUJO, SD BM CÉSAR E O MERGULHADOR CIVIL MARCO AURÉLIO.

4 MERGULHADORES INSTRUTORES CIVIS LOCAIS, TOTALIZANDO 11 MERGULHADORES, COM APOIO DE 4 EMBARCAÇÕES LOCAIS. SEM UMA REFERÊNCIA CONCRETA, OS TRABALHOS FORAM DESENVOLVIDOS EM PONTOS ESTIMADOS E PRÓXIMOS DAS REFERÊNCIAS OBTIDAS PELAS TESTEMUNHAS DO OCORRIDO.

COM O APOIO DOS MERGULHADORES CIVIS, MUNIDOS DE EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS APROPRIADOS, FORAM DESENVOLVIDOS MERGULHOS COM PROFUNDIDADES MAIORES DO QUE 30 METROS, COM VARREDURA DE ÁREA SUPERIOR À 20.000M².

AS ATIVIDADES FORAM SUSPENSAS DEVIDO À SATURAÇÃO DOS MERGULHADORES, SEM ÊXITO DE ENCONTRO DO CORPO PROCURADO. OS FAMILIARES FORAM NOTICIADOS DO RESULTADO, ORIENTADOS QUANTO ÀS DIFICULDADES DA OPERAÇÃO E INFORMADOS DOS PROCEDIMENTOS PLANEJADOS PARA O DIA SEGUINTE.

A MARINHA BRASILEIRA CONTINUOU SEUS TRABALHOS DE APURAÇÃO DO ACIDENTE COM POSSÍVEL CONTINUIDADE DE SEU TRABALHO PARA O PRÓXIMO DIA.

A IMPRENSA ESTEVE NO LOCAL, SENDO ATENDIDA PELO 2º TEN BM ANCONI.

NO LOCAL FOI DEIXADA UMA BÓIA DE SINALIZAÇÃO PARA DENARCAÇÃO DA REFERÊNCIA E DA ÁREA JÁ VARRIDA.

COM RECOLHIMENTO DOS MATERIAIS ACRESCIDOS DE 2 STAGES COM VÁLVULAS CEDIDOS PELO 2º TEN BM ANCONI E CONFERÊNCIA DE EFETIVO, AS EQUIPES RETORNARAM ÀS ORIGENS, TENDO A EQUIPE DO 3º PEL. BM REALIZADO RETORNO AO P.Z. SEM ALTERAÇÃO.

## Perícia Técnica

PERÍCIA TÉCNICA COMPARECIMENTO	PERÍCIA DA VIATURA	PLACA DA VIATURA	PERÍCIA (MATRÍCULA - NOME)
NAO	XXXX	XXXX	XXXX - XXXX

MOTIVO DO NÃO COMPARECIMENTO

COMPARECIMENTO DA PERÍCIA MARÍTIMA DA MARINHA BRASILEIRA

## VIATURAS

## VIATURA 1

TIPO DA VIATURA	ORGÃO			
APOIO	CORPO DE BOMBEIROS MILITAR			
DESCRIÇÃO / OBSERVAÇÃO				
VIATURA BASICA =				
PLACA	PERÍCIA / ORGÃO	REGISTRO GERAL	PERÍCIA PADRÃO	PROBLEMAS DURANTE O ATENDIMENTO
PUE8045	BM	01364	APP01364	XXXX
NATUREZA SECUNDARIA				
S02006 = BUSCA E RECUPERACAO DE CADAVER SUBMERSO (EXCETO APOGAMENTO)				

## MILITARES/POLICIAIS INTEGRANTES

## MILITAR/POLICIAL INTEGRANTE

Nº VIATURA	MATRÍCULA	CARGO
1	1365550	2 TENENTE
NOME COMPLETO		
VAGNER GAVIOLI DA SILVA		
CORPORACÃO		Nº VIATURA
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR		1
UNIDADE		
1 CIA IND/2CIA/3PEL (PIUMHI)		

## MILITAR/POLICIAL INTEGRANTE

Nº VIATURA	MATRÍCULA	CARGO
1	1639897	SOLDADO DE 1 CLASSE
NOME COMPLETO		
LUCAS MANOEL CESAR		
CORPORACÃO		Nº VIATURA
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR		1
UNIDADE		
1 CIA IND/2CIA/3PEL (PIUMHI)		



SISTEMA INTEGRADO DE DEFESA SOCIAL - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Nº 2017-011626961-005

BOLETIM DE OCORRÊNCIA

BO NÚMERO

B7554-2017-80637905

Fl. 4/4

## DADOS PARA CONTROLE INTERNO/RELATOR DA OCORRÊNCIA

UNIDADE 1 CIA IND/2CIA/3PEL (PIUMHI)			
MATRICULA 1365550	NOME COMPLETO VAGNER GAVIOLI DA SILVA		
CARGO 2 TENENTE			
CORPORACAO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR			
ASSINATURA			
<b>RECIBO DA AUTORIDADE A QUE SE DESTINA OU SEU AGENTE / AUXILIAR POLICIAL OU RECIBO DO RESPONSÁVEL CIVIL</b>			
<b>DESTINATÁRIO / RECIBO 1</b>			
Recebi o "Boletim de Ocorrência" de Número BO B7554-2017-80637905 e Número de REDES 2017-011626961-005 para conhecimento e providências, bem como as pessoas, materiais, objetos, animais, substâncias e/ ou documentos que, existindo, estejam descritos ou assinalados neste documento.			
DATA 07/06/2017	HORA 21:22	MATRICULA 1365550	NOME VAGNER GAVIOLI DA SILVA
CARGO 2 TENENTE			
ORGÃO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR / MG			
UNIDADE 1 CIA IND/2CIA/3PEL (PIUMHI)			
PROVIDÊNCIA A SER TOMADA PELA AUTORIDADE XXXX			
TEM ENTREGUES A ESTE DESTINATÁRIO XXXX			
ASSINATURA			
RECIBO GERADO POR BM1365550 = VAGNER GAVIOLI DA SILVA			DATA DE CRIAÇÃO DO RECIBO: 06/06/2017 08:52
***** FIM DO REGISTRO: O RESTANTE DA PÁGINA DEVE SER INUTILIZADO. *****			