

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA
UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
FRANCISCO FERREIRA MÁXIMO FILHO**

**O EMPREGO DO ROV — *REMOTELY OPERATED VEHICLE* — NAS OPERAÇÕES
DE MERGULHO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO
ESTADO DO AMAZONAS.**

Florianópolis

2012

FRANCISCO FERREIRA MÁXIMO FILHO

**O EMPREGO DO ROV — *REMOTELY OPERATED VEHICLE* — NAS OPERAÇÕES
DE MERGULHO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO
ESTADO DO AMAZONAS.**

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Comando e Estado-Maior Especialização *Lato Sensu* em Gestão de Eventos Críticos pela Universidade do Sul de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Alexandre Corrêa Dutra, Esp.

Florianópolis

2012

FRANCISCO FERREIRA MÁXIMO FILHO

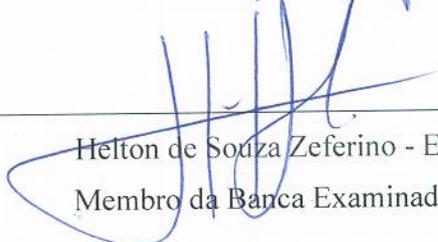
**O EMPREGO DO ROV — *REMOTELY OPERATED VEHICLE* — NAS OPERAÇÕES
DE MERGULHO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO
AMAZONAS.**

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão
do Curso de Comando e Estado-Maior Especialização *Lato
Sensu* em Gestão de Eventos Críticos pela Universidade do
Sul de Santa Catarina.

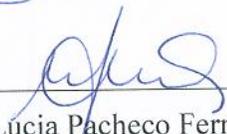
Florianópolis, 27 de Novembro de 2012.



Alexandre Corrêa Dutra - Esp.
Professor e Orientador



Helton de Souza Zeferino - Esp.
Membro da Banca Examinadora



Prof.ª Maria Lúcia Pacheco Ferreira Marques - Dr.ª
Membro da Banca Examinadora

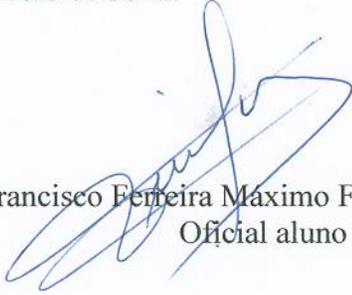
TERMO DE ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE

O EMPREGO DO ROV — *REMOTELY OPERATED VEHICLE* — NAS OPERAÇÕES DE MERGULHO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO AMAZONAS.

Declaro, para todos os fins de direito, que assumo total responsabilidade pelo aporte ideológico e referencial conferido ao presente trabalho, isentando o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, a Universidade do Sul de Santa Catarina, a Diretoria de Ensino do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, as Coordenações de Curso, a Banca Examinadora e a Orientador de todo e qualquer reflexo acerca desta monografia.

Estou ciente de que poderei responder administrativa, civil e criminalmente em caso de plágio comprovado do trabalho monográfico.

Florianópolis, 30 de novembro de 2012.



Francisco Ferreira Máximo Filho – Cap BM
Oficial aluno

Dedico esta monografia à minha adorada família,
presente em todos os momentos de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Corpo de Bombeiros Militar do estado do Amazonas, pela oportunidade em fazer o CCEM/12 no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Ao meu orientador, Maj BM Corrêa, pelo conhecimento e experiência transmitidos a este concludente para a elaboração deste trabalho.

A Dr^a. Lucia Pacheco pelos conhecimentos e pelo apoio incondicional dispensado a este oficial.

Ao Cap BM Rodrigo pela valorosa contribuição no repasse de conhecimentos para que este trabalho venha a colaborar na melhoria do serviço de mergulho no Brasil.

Ao meu primo Fábio Máximo, pelas orientações imprescindíveis para a conclusão desse trabalho.

Ao Sr. Eduardo Meurer, pela transmissão de conhecimentos e materiais sobre o ROV.

Aos membros da Banca Examinadora, por aceitarem a tarefa de avaliar e colaborar com este trabalho.

Aos meus colegas de turma, pela motivação, companheirismo e pelos bons momentos proporcionados durante o período de convivência no curso.

A minha querida Mãe Alice (in memoriam), pelo exemplo de que tudo é possível com fé e dedicação.

A minha esposa, Marinete Máximo, por dividir não só as alegrias, conquistas, mas principalmente por ter cuidado tão bem de nossos filhos, Isadhora Máximo e Matheus Máximo no período em que estive ausente.

Agradeço carinhosamente a minha filha Isadhora Máximo pelo apoio na preparação e correção deste trabalho.

A Deus, meu pastor pela proteção e por todas as bênçãos derramadas em minha vida!

"De tanto ver triunfar as nulidades, de tanto ver prosperar a desonra, de tanto ver crescer a injustiça, de tanto ver agigantarem-se os poderes nas mãos dos maus, o homem chega a desanimar da virtude, a rir-se da honra, a ter vergonha de ser honesto." (RUI BARBOSA, 1914).

RESUMO

Este trabalho analisou as questões concernentes aos riscos que a atividade de mergulho de resgate submete as equipes do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas, em função da necessidade de cumprir a missão constitucional que lhe é devida. Bem como, apresentar um equipamento moderno capaz de reduzir os riscos inerentes à atividade, sem comprometer a segurança e a eficácia da operação. O método de abordagem utilizado foi o método dedutivo, que parte de proposições maiores – da lei e da doutrina e de exemplos literários de emprego do equipamento pelo mundo – para obter proposição mais específica, adequada ao caso em lide; o método de procedimento foi o monográfico, tendo sido empregado como técnica principal a pesquisa exploratória. O trabalho foi estruturado em três capítulos em que foram abordadas as questões atinentes à missão do CBMAM, de acordo com a Constituição Estadual, da hidrografia do estado, da história do mergulho e das normas reguladoras da atividade no Brasil. Analisaram-se, igualmente, na segunda parte, o estudo sobre as doenças descompressivas, a diferença de água contaminada e poluída e suas consequências para o mergulhador. Finalizando com uma abordagem técnica sobre o ROV, mostrando suas vantagens, aplicações, características e capacidade de operação. Constatou-se, ainda, que o mergulho autônomo e dependente atende a necessidade do serviço subaquático, mas não isentam os mergulhadores de doenças descompressivas, sem contar outros riscos a que estão acometidos por conta da natureza da ocorrência e das características dos rios de nossa região, agravado quando realizado em águas contaminadas e poluídas. Abordou-se, portanto a possibilidade de aquisição do ROV (*Remotely Operated Vehicle*), como sugestão do seu emprego na redução dos possíveis danos à saúde dos bombeiros mergulhadores.

Palavras-chave: ROV. Reduzir. Riscos. Doenças descompressivas. Segurança.

ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze the issues pertaining to the risks that the diving activity submits rescue teams Firefighters Amazon, due to the need to fulfill the constitutional mission due to him. It also aims to present a modern equipment capable of reducing the risks inherent in the activity without compromising the safety and effectiveness of the operation. The method of approach was used deductive method, that part of major proposals - the law and doctrine and literary examples of using the equipment in the world - to get more specific proposition, appropriate to the case handle, the method of procedure was the monographic, having been employed as the main technical literature. The work was divided into three chapters that were addressed questions concerning the mission of CBMAM, according to the State Constitution, the hydrography of the state, the history of diving and regulations governing the activity in Brazil. We analyzed also in the second part, the study of decompression illness, the difference of contaminated water and polluted and its consequences for the diver. Finishing with a technical approach on the ROV, showing its advantages, applications, features and operability. It was found also that the SCUBA and dependent meets the need of the service underwater, but not relieve divers of decompression illness, not counting other risks that are affected due to the nature of the occurrence and characteristics of rivers in our region aggravated when performed in contaminated water and polluted. Addressed, therefore the possibility of acquisition of ROV (Remotely Operated Vehicle), as a suggestion from his job in reducing potential health risks to firefighters divers.

Keywords: ROV. Reduce. Risks. Decompression illness. Security.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estatística de afogamento	26
Figura 2 - Foto do igarapé do 40 na cidade de Manaus.....	32
Figura 3 - Igarapé do mestre Chico na cidade de Manaus.....	32
Figura 4 - Veículo cai dentro de igarapé	33
Figura 5 - Veículo caiu dentro do igarapé durante a madrugada	33
Figura 6 - Veículo que era dirigido pelo padre, caído dentro do igarapé.....	34
Figura 7 - Ilustração do ROV CURV I resgatando bomba nuclear na Espanha em 1966.....	35
Figura 8 - ROV CURV III – década de 1970.....	36
Figura 9 - Imagem da proa do Titanic	37
Figura 10 - ROV Super Scorpio	37
Figura 11 - Esquema de ROV no monitoramento da contenção de petróleo no Golfo do México, 2010	38
Figura 12 - ROV <i>Remora</i> 6000 utilizado no resgate das caixas-pretas e de corpos do voo 447 da <i>Air France</i>	38
Figura 13 - Resgatando a cápsula contendo os registros de voo do <i>Airbus A 330</i> , a 3.900 m.....	39
Figura 14 - Bombeiros realizando simulado de salvamento.....	41
Figura 15 - ROV realizando simulado de salvamento de vítima.....	42
Figura 16 - Imagem de estrela-do-mar gravada por ROV GNOM.....	43
Figura 17 - ROV GNOM Standard prestando apoio a mergulhador em pesquisa de biologia marinha	43
Figura 18 - Mergulhador livre em grande profundidade	44
Figura 19 - Imagem gravada por ROV GNOM em exploração de caverna submarina nas Ilhas Maldivas	44
Figura 20 - Ilustração de ROV naufragado nos (E.U.A.).....	45
Figura 21 - Imagem gerada por ROV Gnom.....	45
Figura 22 - Lançamento de ROV GNOM Baby para vistoria de redes de aquicultura para produção de tilápias em represa no Paraná.....	46
Figura 23 - ROV Gnom <i>Standard</i> e mero no Aquário Municipal de Santos	47
Figura 24 - Inspeccionando lixo radioativo.....	47
Figura 25 - ROV de intervenção executando missão em equipamento de exploração de petróleo.....	48
Figura 26 - ROV Gnom em inspeção de tubulação de gás no Mar Cáspio.....	48
Figura 27 - Homens da Marinha dos EUA e ROV <i>Seaeye falcon</i>	49

Figura 28 - Veículo submerso localizado a 37 m de profundidade no Lago Baikal	49
Figura 29 - Conduto de reservatório na Itália.....	50
Figura 30 - Micro ROV GNOM Baby	51
Figura 31 - Micro ROV Super GNOM V.2.....	51
Figura 32 - Mini ROV Super GNOM Pro	52
Figura 33 - ROV Compacto SAAB Seaeye Falcon.....	53
Figura 34 - ROV <i>Work Class (Sub Atlantic “Comanche”)</i>	53
Figura 37 - ROV equipado com lagartas ou rodas	54
Figura 38 - ROV Ultra-Trencher	54
Figura 39 - Sala de controle de ROV <i>work class</i> no navio <i>Okeanos Explorer</i> (EUA)	55
Figura 40 - Lançamento de ROV Super Gnom V.2	55
Figura 42 - Módulo de controle do Mini ROV Super Gnom Pro.....	56
Figura 43 - Joystick sem fio usado nos ROVs GNOM	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ranking de afogamentos por estado.....	27
Tabela 2 - Ranking de afogamentos por região.....	28

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ROV - *Remotely Operated Vehicle* – Veículo operado remotamente

CBMAM - Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas

CBMSC - Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

CCEM - Curso de Comando e Estado Maior

BBE - Batalhão de Bombeiros Especial

BP - British Petroleum

EUA - Estados Unidos da América

DNA - Ácido desoxirribonucléico

SONAR - Sound Navigation And Ranging

NR - Norma Reguladora

NORMAM - Normas da Autoridade Marítima para as Atividades Subaquáticas

NUTECMAR - Núcleo de Tecnologia Marinha e Ambiental

UNISUL - Universidade do Sul de Santa Catarina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. OBJETIVOS	18
1.1.1. Objetivo Geral	18
1.1.2. Objetivos Específicos	18
1.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
1.2.1. Metodologia	18
1.2.1.1. Método de abordagem	18
1.2.1.2. Método de procedimento	19
1.2.2. Tipos de Pesquisa	19
1.2.2.1. Quanto aos objetivos	19
1.2.2.2. Quanto aos procedimentos técnicos	19
2. NOTAS INTRODUTÓRIAS	20
2.1. DA COMPETÊNCIA DO CBMAM	20
2.2. SOBRE A HIDROGRAFIA DO AMAZONAS	20
2.3. HISTÓRICO DA ATIVIDADE DE MERGULHO	21
2.4. REGULAMENTAÇÃO DA ATIVIDADE DE MERGULHO	23
2.4.1. Normam-15	23
2.4.2. Norma Reguladora - NR 15	23
2.5. O MERGULHO NO BRASIL	24
2.6. O MERGULHO NO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO AMAZONAS	25
2.6.1. Ocorrências de mergulho atendidas pelo CBMAM	25
2.7. AFOGAMENTO NO BRASIL	26
2.7.1. Ranking de afogamentos por unidades da federação e região	27
3. ACIDENTES E DOENÇAS QUE AFETAM A SAÚDE DO MERGULHADOR	28
3.1. ACIDENTES E DOENÇAS DE MERGULHO POR EFEITOS DIRETOS	29
3.1.1. Barotrauma	29

3.1.2. Embolia Traumática pelo Ar	30
3.2. ACIDENTES E DOENÇAS DE MERGULHO POR EFEITOS INDIRETOS	30
3.2.1. Doença Descompressiva	30
3.2.2. Intoxicação pelo oxigênio	30
3.2.3. Intoxicação pelo gás carbônico	31
3.2.4. Embriaguez da profundidade	31
3.3. CONTAMINAÇÃO POR ÁGUA POLUÍDA	31
3.3.1. Água poluída	31
3.3.2. Água contaminada	32
3.3.3. Acidentes em igarapés poluídos na zona urbana de Manaus.....	33
3.3.4. Mergulho em águas contaminadas e poluídas	34
4. SOBRE A HISTÓRIA DO ROV.....	35
4.1. VANTAGENS E APLICAÇÕES DOS ROVS	39
4.1.1. Nas operações de resgate do CBMAM.....	39
4.1.2. Na pesquisa da fauna, flora e biologia subaquática	42
4.1.3. Em competições.....	44
4.1.4. Na exploração de cavernas.....	44
4.1.5. Na inspeção de casco e hélice de navio	45
4.1.6. Na indústria pesqueira	46
4.1.7. Na aquicultura	46
4.1.8. Em trabalhos envolvendo lixo radioativo	47
4.1.9. Na exploração de petróleo e gás	48
4.1.10. No policiamento e segurança portuária.....	49
4.1.11. Na construção civil	49
4.2. CLASSES DE ROVS	50
4.2.1. Micro ROV	50
4.2.2. Mini ROV	51
4.2.3. ROV Compacto.....	52

4.2.4. ROV <i>Work Class</i> (de trabalho ou de intervenção)	53
4.2.5. Veículos Especiais	54
4.3. EQUIPES ENVOLVIDAS NO MANEJO DE ROVS	55
4.4. EQUILÍBRIO HIDROSTÁTICO.....	56
4.5. COMPONENTES E ACESSÓRIOS DE UM ROV	56
4.5.1. <i>Joystick</i>	57
5. CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	61

1. INTRODUÇÃO

A Região Amazônica com seus rios, lagos, cachoeiras e igarapés é constituída por uma população singular nas áreas mais marginalizadas e interioranas, cujas casas são erguidas, em sua grande maioria de madeira, cobertas por telhas de barro, amianto ou palha próximas às margens dos rios, formando comunidades.

Os rios da bacia Amazônica servem como verdadeiras estradas para os habitantes da nossa região. É pelos rios que milhares de pessoas se deslocam diariamente quer sejam por barcos regionais utilizados no transporte de passageiros e de mercadorias ou ainda em canoas, estas, mais utilizadas para o transporte em trajetos curtos e na pescaria de subsistência. São extremamente importantes por representar muitas das vezes a única forma de locomoção.

Por conseguinte, os rios encontram-se permanentemente presentes na vida dessas comunidades que constroem suas casas, retiram seus alimentos e realizam seus deslocamentos em vias fluviais. Conseqüentemente, estão mais expostos aos riscos de afogamento, principalmente as crianças que geralmente ficam em casa sozinhas, enquanto os pais vão trabalhar, ou quando se deslocam para a escola por meio de canoas.

O clima quente úmido favorece a utilização dessa rica bacia hidrográfica para o lazer da população e dos turistas que procuram os rios, lagos, cachoeiras e igarapés da região para se refrescarem, contribuindo para o aumento no índice de acidentes por afogamento de crianças e adultos no estado e por sua vez requerendo a intervenção das equipe de mergulho do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Amazonas.

A busca subaquática acarreta grandes riscos para os mergulhadores e apresenta um alto grau de dificuldade em desenvolvê-la nos rios da Amazônia, quer seja por conta da sua dimensão, da baixa ou ausência de luminosidade, profundidade, da fauna marinha, das vegetações, troncos, ausência de equipamentos modernos, solo encontrado quando submersos e agravado quando realizado em rios e igarapés contaminados e poluídos.

O mergulho de resgate desenvolvido pelo CBMAM é extremamente perigoso, sendo realizado sobtensão e em condições que, muitas vezes, põem em risco a vida dos mergulhadores de resgate envolvidos na operação. O bombeiro mergulhador se baseia em informações de testemunhas, análise da velocidade da correnteza, local de deságua, hora do fato, profundidade, temperatura, fauna local, visando delimitar um perímetro de busca, que implica em um grande

número de horas de mergulho, causando desgaste ao mergulhador, emprego demasiado de tempo e recursos.

A atividade desenvolvida pelos bombeiros como mergulhadores de resgate requer muita atenção, cautela e principalmente conhecimento técnico e teórico acerca das técnicas utilizadas para o exercício da profissão. Ressalvada as características e particularidades de cada região, deve conhecer perfeitamente os equipamentos usados e se manter atento às novas tecnologias, respeitar a legislação normativa, principalmente nos itens inerentes a segurança.

O desconhecimento ou ausência desses fatores podem contribuir decisivamente para o comprometimento da missão e a torná-la irreversível do ponto de vista da saúde e da vida, pois quanto mais profunda a imersão, mais difícil se torna para o mergulhador superar as limitações impostas pela pressão.

Ocorrências subaquáticas são rotineiras no estado, tudo indica que as equipes de mergulho do CBMAM, estão cada vez mais suscetíveis ao contágio de doenças em decorrência do resgate de vítimas por afogamento, nas praias, rios, lagos, igarapés; seja por atividades ligadas a pescaria, por embriaguez de banhistas, naufrágios, queda de embarcações, de trapiches¹, de flutuantes² e até mal súbitos durante a prática natatória.

Os riscos mencionados existem e estão presentes nas operações de mergulho do CBMAM. Aquisição do ROV poderá reduzir significativamente o tempo demandado nas buscas e os riscos a que estão submetidos os mergulhadores. O equipamento localizará a vítima ou objeto e na impossibilidade de remoção, o mergulhador realizará a imersão, não mais “às escuras”, mas sim no local indicado, substituindo o método antigo de varredura, muitas vezes pouco eficiente, demorado e em alguns casos, sem êxito.

¹ Pequenas pontes de madeiras usadas na locomoção dos moradores de suas casas para a terra firme.

² Flutuantes são embarcações de ferro ou madeira usadas como restaurantes, casas e outras dentro do rio.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Reduzir os riscos a saúde a que estão submetidos os mergulhadores de resgate do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Amazonas com o emprego do ROV (*Remotely Operated Vehicle*).

1.1.2. Objetivos Específicos

1.1.2.1. Identificar os riscos suas características e peculiaridades no ambiente em que são desenvolvidas as operações de mergulho no estado do Amazonas.

1.1.2.2. Identificar as vantagens e características técnicas do ROV para as operações de mergulho do CBMAM.

1.1.2.3. Reduzir os riscos à saúde dos mergulhadores do CBMAM em contrair doenças descompressivas e infectocontagiosas por águas contaminadas e poluídas.

1.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1.2.1. Metodologia

1.2.1.1. Método de abordagem

Para alcançar os objetivos é necessário abordar com clareza a forma de como consegui-los através da pesquisa bibliográfica. Para tanto, se usará o método de abordagem dedutivo que partirá de uma premissa geral, um modelo extremamente genérico, para uma premissa específica, propondo sugestões para gerir com qualidade e segurança a atividade de mergulho no Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas.

Deste modo, ao se utilizar o método dedutivo, buscou-se a legislação existente como regramento geral para se atingir os desígnios propostos, assertiva que é legitimada por Ruiz (1978, p.133), de onde se infere que “os métodos, ao serem analisados como ponto de partida através de raciocínio lógico, conduzem a uma conclusão particular menos generalizada”.

Marconi e Lakatos, (2006, p.86) ainda definem método como sendo:

[...] o conjunto das atividades sistemáticas e reacionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

1.2.1.2. Método de procedimento

Quanto ao método de procedimento esta pesquisa classifica-se como monográfico. Segundo Marconi e Lakatos (2010), o método monográfico estuda um tema específico, que tenha suficientemente um valor representativo e que obedece a uma metodologia definida.

1.2.2. Tipos de Pesquisa

1.2.2.1. Quanto aos objetivos

Quanto aos objetivos, será realizada uma pesquisa exploratória, que trará conhecimentos para a aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos. De acordo com Gil (2009), proporciona uma maior familiaridade com o problema, tendo como objetivo torná-lo mais evidente e aprimorado.

1.2.2.2. Quanto aos procedimentos técnicos

Na primeira parte do trabalho utilizou-se como procedimento técnico uma pesquisa bibliográfica e documental acerca da missão do CBMAM, de acordo com a Constituição Estadual, sobre a hidrografia do estado, da história do mergulho e das normas que regulam a atividade no Brasil. Na segunda parte, um estudo sobre as doenças descompressivas, a diferença de água contaminada para poluída e suas consequências para o mergulhador. Por último uma abordagem técnica sobre o ROV, mostrando suas vantagens, aplicações, características e capacidade de operação.

2. NOTAS INTRODUTÓRIAS

Este capítulo tem por finalidade abordar as questões atinentes aos aspectos legais do ponto de vista constitucional, que estabelece entre outras atividades as responsabilidades do CBMAM. Apontar as normas que regulam a atividade de mergulho no Brasil, fazendo um preâmbulo sobre a extensa bacia hidrográfica amazônica, a história do mergulho e sobre a relevância dos riscos de contrair doenças descompressivas, sobretudo, constatar os riscos iminente de contágio em águas contaminadas e poluídas.

2.1. DA COMPETÊNCIA DO CBMAM

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Amazonas foi criado em 1876, pela Portaria Provincial nº 268, de 11 de Julho. Tem sua competência definida na Constituição do Estado do Amazonas de 1988 para as mais diversas atividades:

ART. 116. A Polícia Militar e o Corpo de Bombeiros Militar do Estado, são instituições públicas permanentes, organizadas com base na hierarquia e disciplina militar, competindo, entre outras, as seguintes atividades:
Inciso I com a redação dada pela EC n.º 31, D.Of. de 01.12.98
II - ao Corpo de Bombeiros Militar:
a) planejamento, coordenação e execução de atividades de Defesa Civil;
b) prevenção e combate a incêndio, busca e salvamento;
c) realização de perícias de incêndio, relacionados com sua competência;
d) socorro de emergência.

Na letra b, do inciso II, fica definido que a responsabilidade pela busca e salvamento no estado é competência do CBMAM. Portanto, a busca e retirada de pessoas vítima de afogamento em nossos rios é uma atribuição das equipes de mergulho e vem sendo realizada pelo Pelotão Fluvial do Batalhão de Bombeiros Especial (BBE).

2.2. SOBRE A HIDROGRAFIA DO AMAZONAS

O Estado do Amazonas é contemplado pela Bacia do rio Amazonas que por sua vez, representa o conjunto de recursos hídricos que convergem para o Rio Amazonas e seus afluentes. Aproximadamente cerca de 60% de sua área está localizada no Brasil e o restante estendendo-se para países como o Peru, Bolívia, Colômbia, Equador e Venezuela. Ela constitui uma das doze bacias macro hidrográfica do território brasileiro. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012).

A Bacia Amazônica esta limitada ao norte pelo Planalto das Guianas, e ao sul pelo Planalto Brasileiro. Ao oeste dos Andes localiza-se a nascente do Amazonas. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012).

A bacia foi originada a partir de um enorme golfo que entrava pelo Oceano Pacífico. Com o seu fechamento a oeste, formou-se um enorme lago, com a separação do continente América-África e abertura do lado leste originou-se a bacia. O rio Amazonas apresenta características plana e navegável, assim como vários outros rios de sua bacia: Iça, Juruá, Japurá, Madeira, Solimões e Negro. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012).

2.3. HISTÓRICO DA ATIVIDADE DE MERGULHO

Desde os primórdios da civilização humana que imergir em meio líquido e permanecer embaixo da água por um tempo indeterminado, era um sonho de todos aqueles que mergulhavam apenas na apneia, ou seja, utilizando o ar dos pulmões sem a utilização de equipamentos. O interesse e a necessidade de coletar materiais de valor comercial como, alimentos, corais, pérolas, e posteriormente no resgate de objetos naufragados, permitiu que o mergulho fosse sendo estudado ao ponto de torná-la em uma atividade profissional. (MARINHA DO BRASIL, 2006).

Os primeiros assentamentos oficiais de mergulhos foram registrados nos escritos do historiador grego Heródoto, que relatava sobre um mergulho realizado no século 5 a.C. por ordem do rei persa Xerxes, para recuperar um tesouro afundado. Constava também em seus apontamentos o emprego de mergulhadores por Alexandre “O Grande”, rei da Macedônia, em seus navios nas operações navais no mediterrâneo. (MARINHA DO BRASIL, 2006).

Segundo Pereira (2005a) a recuperação de patrimônio perdido para o mar, em naufrágios é uma atividade provavelmente tão antiga quanto à história da navegação. A importância dado ao trabalho dos mergulhadores aparece regulamentado por um decreto dos habitantes da ilha de Rhodes, em 300 a.C, onde era definida como sendo “uma lei para os seus honorários, quanto maior fosse a profundidade mergulhada para recuperar os objetos, maior era o pagamento” (PEREIRA, 2005a, p.3).

O primeiro equipamento prático de mergulho utilizado pelos mergulhadores foi o sino e com o passar do tempo o sino foi sendo reduzido chegando ao tamanho de um capacete

que recebia ar bombeado da superfície. Esse capacete acoplado a uma roupa impermeável deu origem ao escafandro tradicional (MARINHA DO BRASIL, 2006).

Segundo a Marinha do Brasil (2006) o interesse pelo homem em permanecer por mais tempo submerso e em maior profundidade fez com que Augustus Siebe desenvolvesse o primeiro escafandro funcional. Siebe projetou um "selo" entre o capacete e a roupa, que permitia que o ar fosse exalado por baixo do capacete, e impedia a entrada da água quando realizava a inspiração. Ele criou na verdade em meados de 1840 uma roupa estanque com uma válvula de descarga acoplada ao sistema. O Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (2006) descreveu o escafandro desenvolvido por Augustus Siebe da seguinte forma:

[...] dispunha de uma vigia dianteira e sua parte inferior se apoiava sobre os ombros do mergulhador; o ar era bombeado da superfície e recebido através de uma válvula anti-retrocesso, inventada por ele, enquanto o ar expelido era liberado de forma natural, pela parte inferior. Com isso dotava o mergulhador de um aceitável equilíbrio de pressão e uma respiração bastante cômoda. Este equipamento tinha o inconveniente de obrigar o mergulhador a manter-se em posição ereta, pois qualquer inclinação do casco não permitia a saída do ar que correspondia à entrada de água em seu interior, limitando a liberdade de movimentos (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2006. p.31).

A invenção de Siebe, embora apresentasse muitas limitações representava um grande avanço para a época, pois permitia ao homem a possibilidade de respirar dentro desse sino pelo diferencial de pressão do ar emanado da superfície. Mais tarde por volta de 1680, o químico e fisiologista Giovanni Borelli desenhou um equipamento que não tinha comunicação com a superfície. O equipamento possuía um tubo respirador ligado a uma bolsa grande, que envolvia a cabeça do mergulhador, um sistema fechado e dentro dessa bolsa levava componentes químicos que serviriam para restaurar o ar que o mergulhador respirava (PEREIRA, 2005a).

O mergulhador transportaria um cilindro grande, que alojava um êmbolo, e que serviria para ajudar o controle de flutuabilidade do mergulhador. Borelli desenha ainda nos pés do mergulhador do seu "projeto" uma espécie de pás em forma de garra, levando a que este fisiologista setecentista seja considerado o inventor das nadadeiras, a crer que ele terá imaginado o mergulhador como um nadador independente, movendo-se livremente na água, e não apenas caminhando pelo fundo, limitado por um tubo de fornecimento de ar ou a proximidade a um sino de mergulho (PEREIRA, 2005a, p.7).

A necessidade e a curiosidade do homem fizeram com que a atividade de mergulho não parasse mais de crescer e desde os primeiros relatos dessa prática aos dias atuais, foi sendo aprimorada e atualmente é largamente empregada nas mais diversas áreas: na guerra no desarme de artefatos explosivos ou na observação do inimigo, na pesquisa, lazer, resgate de pessoas, buscas de materiais, na construção civil, na exploração de petróleo entre outros. A tecnologia e o

desenvolvimento de novos materiais e o conhecimento sobre os princípios físicos e dos riscos que envolvem a atividade trouxeram mais segurança, prazer e conforto para quem a exerce.

2.4. REGULAMENTAÇÃO DA ATIVIDADE DE MERGULHO

A Marinha do Brasil através das Normas da Autoridade Marítima para as Atividades Subaquáticas (NORMAM-15/DPC) regulamenta no Brasil todas as atividades subaquáticas desenvolvidas por órgãos e entidades públicas e privadas. O Ministério do Trabalho, através da Norma Reguladora - NR 15 em consonância com a NORMAM-15 criou essa norma com a finalidade de subsidiar a classe dos trabalhadores como profissional de mergulho. Bem como, regulamentar, dar suporte, garantias e deveres aos profissionais dessa área. Atualmente são essas normas que regem no Brasil as atividades submersas.

2.4.1. Normam-15

A marinha do Brasil sendo a instituição com prerrogativas legais para legislar sobre assuntos relativos ao espaço territorial fluvial do país. Resolve estabelecer critérios para a exploração da atividade de mergulho em todo território nacional com abrangência a todas as entidades públicas, civis, autarquias e particulares que pretendam desenvolver a atividade, quer seja, para fins esportivos e entidade comercial que execute atividades envolvendo instrução ou operações de mergulho profissional.

Criou a NORMAM visando normatizar procedimentos e condutas que garanta a prática da atividade, principalmente sob o aspecto da segurança e também para o controle, certificação de equipamentos e sistemas de mergulho, cadastramento de empresas prestadoras de serviços subaquáticos e credenciamento de entidades para ministrar cursos de mergulho profissional. (MARINHA DO BRASIL, 2003, p. xvi).

2.4.2. Norma Reguladora - NR 15

Com o aumento do número de pessoas exercendo atividade de mergulho de forma profissional houve a necessidade em regulamentar a atividade como profissão. O Ministério do Trabalho criou as Normas Reguladoras em consonância com as normas da Marinha, visando subsidiar as empresas a fim de estabelecer critérios necessários para o desenvolvimento da

profissão em todos os aspectos (jornada de trabalho, tempo de serviço, grau de periculosidade, compensação orgânica entre outras).

A Norma Reguladora - NR 15, do Ministério do Trabalho dispõem sobre as Atividades e Operações Insalubres. O ANEXO Nº 6 trata do trabalho sob condições hiperbáricas, referente aos trabalhos sob ar comprimido e trabalhos submersos, tendo três anexos: Padrões psicofísicos para seleção dos candidatos à atividade de mergulho, Padrões psicofísicos para controle do pessoal em atividade de mergulho e Tabelas de decompressão (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1978).

2.5. O MERGULHO NO BRASIL

Os índios foram os primeiros a realizarem a prática de mergulho no Brasil, a necessidade em se conseguir alimentos ajudou a desenvolver essa capacidade e os tornaram muito habilidosos. Há relatos da participação dos índios Tupiminós no salvamento do governador Salvador Corrêa de Sá, no assalto às naus francesas em Cabo Frio. (MARINHA DO BRASIL, 2006).

A atividade de mergulho era restrita à Marinha do Brasil até meados do século XX, e com o tempo foi sendo desenvolvida para preparar militares na desativação de artefatos explosivos, para inspecionar e reparar os cascos dos navios. Por muito tempo, a única entidade capaz de executar trabalhos de grande envergadura era a Marinha. (MARINHA DO BRASIL, 2006).

A prospecção de petróleo foi a grande responsável por alavancar a profissão no meio civil. A plataforma continental deu origem a uma verdadeira corrida tecnológica, provocando a formação de inúmeras companhias especializadas, resultando na criação e expansão de novas tecnologias. (MARINHA DO BRASIL, 2006).

Como lazer o mergulho é praticado no Brasil a cerca 30 anos, essa evolução foi impulsionada pelo interesse de pessoas em desenvolver a atividade no Brasil. Para tal, viajaram para outros países em busca de conhecimento e equipamentos que permitissem a divulgação da atividade visando à exploração comercial. Isso foi possível com o surgimento dos primeiros cursos e posteriormente com a criação de escolas especializadas. Atividade cresceu e atualmente o Brasil possui empresas certificadoras e até representantes de entidades internacionais.

O desenvolvimento da prática do mergulho vem ganhando muitos adeptos e atletas. O Brasil já é reconhecido como um país que tem tradição na modalidade de apneia. Inclusive a recordista em apneia estática (modalidade em que o mergulhador deve permanecer o maior tempo possível parado e submerso, sem a ajuda de equipamentos de respiração) é a catarinense Karol Meyer.

2.6. O MERGULHO NO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO AMAZONAS

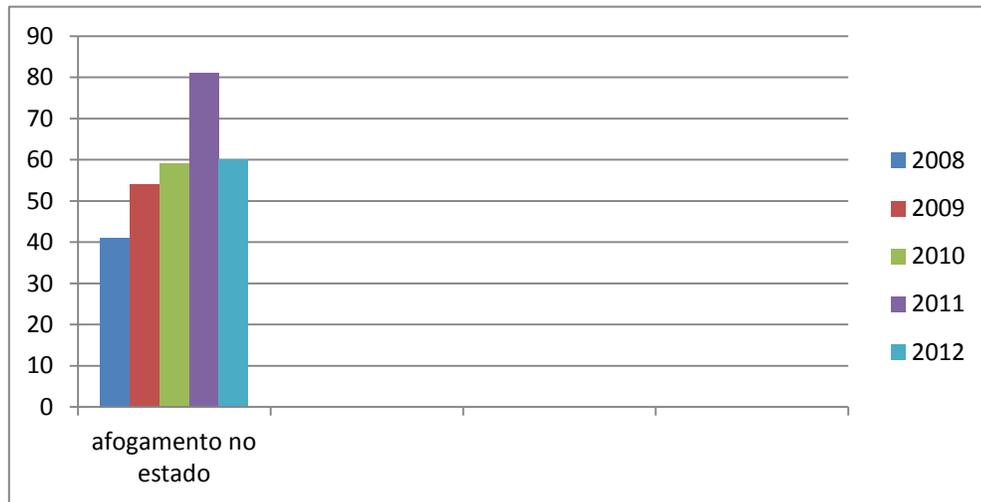
A atividade de mergulho do CBMAM, iniciou-se com a necessidade de retirar vítimas de afogamento em nossos rios, principalmente as decorrentes de naufrágios de pequenas e médias embarcações muito frequente a época. O CBMAM possui atualmente um pelotão fluvial subordinado ao Batalhão de Bombeiros Especial, destinado ao serviço de resgate aquático que por sua vez conta com bombeiros especializados em salvamento aquático para atender ocorrências em todo o Estado do Amazonas.

O mergulho mais empregado nas operações é o dependente (mergulho realizado com ar emanado pelo umbilical através de compressor de ar da superfície), face a maior segurança, tempo de fundo e maneabilidade que oferece ao mergulhador.

2.6.1. Ocorrências de mergulho atendidas pelo CBMAM

Segundo dados do Centro Integrado de Operações Policiais de Segurança – CIOPS, apontam que no período de 2008 à 01 de setembro de 2012, foram realizados aproximadamente 320 resgates de vítima de afogamento no Estado do Amazonas.

Figura 1 - Estatística de afogamento



Fonte: Centro integrado de Operações Policiais de Segurança (CIOPS) do Amazonas, 01 set. 2012.

Os índices demonstram que a extensa bacia hidrográfica expõe a população a acidentes, por naufrágios, queda de trapiche, queda de flutuante, embriaguês entre outras resultando em afogamento e por sua vez em serviço para as equipes de resgate do CBMAM.

2.7. AFOGAMENTO NO BRASIL

No Brasil, o verão é considerado o período mais crítico no tocante a afogamentos. O risco de afogamento se torna maior entre os mais jovens e entre crianças do sexo masculino, colocando o afogamento como a segunda causa de morte acidental entre meninos de 5 a 14 anos no país. Segundo o levantamento do Ministério da Saúde mostra que, em 2010, mais de 5,4 mil pessoas morreram afogadas, sendo que dois mil óbitos ocorreram no período das férias escolares e do trabalho, ou seja, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

Segundo estudos do Ministério da Saúde, apontam que vítimas por afogamentos figuram entre as dez principais causas de morte por violência ou acidentes, em todas as capitais da região Norte e em seis capitais do Nordeste e que cerca de 50% dessas vítimas têm menos de 30 anos de idade e 8% estão abaixo dos cinco anos. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

2.7.1. Ranking de afogamentos por unidades da federação e região

A região norte figura como a campeã em vítimas por afogamento tendo o estado do Amapá o que apresentou a maior taxa dentre todos os Estados da Federação. (CRIANÇA SEGURA, 2012).

Tabela 1 - Ranking de afogamentos por estado

Estado	Taxa por cem mil Hab.	Estado	Taxa por cem mil Hab.
1. Amapá	14,28	15. Acre	3,38
2. Amazonas	6,92	16. Goiás	2,90
3. Rondônia	6,52	17. Ceará	2,88
4. Mato Grosso do Sul	5,84	18. Paraíba	2,77
5. Espírito Santo	4,88	19. Paraná	2,75
6. Alagoas	4,78	20. Pernambuco	2,66
7. Mato Grosso	4,52	21. Rio Grande do Sul	2,62
8. Roraima	4,19	22. Santa Catarina	2,59
9. Pará	4,12	23. Rio de Janeiro	2,43
10. Maranhão	3,67	24. Rio Grande do Norte	2,05
11. Sergipe	3,67	25. Minas Gerais	1,92
12. Piauí	3,46	26. São Paulo	1,75
13. Tocantins	3,44	27. Distrito Federal	1,65
14. Bahia	3,42		

Fonte: Criança Segura (2012).

Considerando as regiões do País, o Norte ocupou o primeiro lugar no ranking, seguido pelas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sul e Sudeste:

Tabela 2 - Ranking de afogamentos por região

Região	Taxa por cem mil Hab.
1. Norte	5,30
2. Centro-Oeste	3,57
3. Nordeste	3,22
4. Sul	2,67
5. Sudeste	2,07

Fonte: Criança Segura (2012).

Segundo a pesquisa, a Região Norte é a que apresenta o maior número de crianças e adolescentes mortos por afogamento, acompanhado pelas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sul e Sudeste.

Segundo a 'Criança Segura', esses índices estão relacionados com a ausência de cultura da prevenção, imprudência, alcoolismo e de espaços adequados para a prática do lazer, fazem do afogamento uma das principais causas de mortes por acidentes no mundo.

3. ACIDENTES E DOENÇAS QUE AFETAM A SAÚDE DO MERGULHADOR

O exercício da atividade de mergulho é comum a todos os Corpos de Bombeiros do Brasil, é considerado de alta complexidade e com características muito peculiares em todo o país. Além da frequente atividade de resgate de vítimas em ambientes submersos, normalmente são realizados em condições inóspitas.

As águas poluídas sujeitam o mergulhador a doenças de etiologia virais, bacterianas e parasitárias, além de outras decorrentes do contato com produtos químicos nocivos e de agentes físicos para o mergulhador. Desta forma esse capítulo visa reafirmar os riscos que os efeitos da pressão causam, bem como, os epidemiológicos decorrentes de contaminação em águas poluídas.

3.1. ACIDENTES E DOENÇAS DE MERGULHO POR EFEITOS DIRETOS

A atividade de mergulho de resgate requer muita atenção e conhecimento por partes das equipes, principalmente sobre os acidentes e as doenças ocasionadas durante a execução dos trabalhos, pois elas possuem efeitos mecânicos causados diretamente pelo aumento da pressão. Entre eles os Barotraumas e a Embolia Traumática pelo ar, ambas regidos pela Lei de Boyle³.

3.1.1. Barotrauma

Se o homem fosse constituído apenas por tecidos incompressíveis poderia mergulhar a centenas de metros com tranquilidade, entretanto, seu organismo apresenta cavidades pneumáticas de conteúdo gasoso que exigem adaptações fisiológicas quando submetidos a variações hiperbáricas. Quando o mergulhador as ultrapassa, surge o acidente denominado de Barotrauma. (PANGRÁCIO, 1999).

Define-se barotrauma como sendo uma incapacidade do mergulhador em equilibrar a pressão no interior da cavidade pneumática do organismo com a pressão ambiente em variação. (BAYLISS, 1976).

O problema clínico mais comum nos mergulhadores consiste nas lesões orgânicas resultantes de alterações da pressão ambiental. O barotrauma compromete os espaços aéreos do ouvido médio, os seios paranasais e pulmões embora, qualquer espaço aéreo fechado possa ser afetado. (ESTINE e MARCUS, 1987).

Os indivíduos com Disfunção de trompa auditiva devido a um estreitamento congênito ou um edema de mucosa adquirido podem ser incapazes de equalizar o stress barométrico exercido durante a descida do avião ou no fechar do conduto auditivo (MATOS, VELASCO e SILVEIRA, 1970).

Os barotraumas estão classificados em: barotrauma do ouvido médio, do ouvido externo, dos seios da face, pulmonar ou torácico, dental, corporal, de máscara ou facial e de roupa ou cutâneo. (BAYLISS, 1976).

³ A Lei de *Boyle* estabelece que o volume de uma massa de gás, à temperatura constante, é inversamente proporcional à força que o comprime (pressão).

3.1.2. Embolia Traumática pelo Ar

A Embolia Traumática pelo ar é um acidente que ocorre com o mergulhador, que tendo respirado ar comprimido no fundo, retém esse ar. Durante a subida há um aumento da pressão intrapulmonar, distensão e rotura alveolar (HÉRCULES e FONSECA, 1970).

3.2. ACIDENTES E DOENÇAS DE MERGULHO POR EFEITOS INDIRETOS

As misturas gasosas causam vários efeitos fisiológicos quando atuam em determinados tecidos do corpo humano. Atuam biofísicamente causando doença descompressiva ou bioquimicamente provocando embriaguez da profundidade, intoxicação pelo oxigênio, intoxicação pelo gás carbônico e outros. Ambos são regidos pela Lei de Dalton⁴.

3.2.1. Doença Descompressiva

A doença descompressiva é definida por três fatores: a profundidade, a duração e o tempo de descompressão do mergulho. O tempo de duração do mergulho é inversamente proporcional à profundidade, ou seja, quanto maior a profundidade menor será o tempo de fundo e mais lenta deverá ser a volta do mergulhador á superfície devendo realizar paradas descompressivas. Com o tempo irá haver uma saturação de nitrogênio residual no corpo que em condições atmosféricas normais não causaria efeito danoso ao organismo (ALBANO, 1974).

3.2.2. Intoxicação pelo oxigênio

É um acidente que causa alterações no Sistema Nervoso Central e do aparelho respiratório. Ocorre normalmente quando inalado uma quantidade excessiva de oxigênio. Provoca irritação na mucosa alveolar, podendo apresentar sintomas como: tosse, dispneia e escarros sanguinolentos (PANGRÁCIO, 1999).

⁴ A Lei de Dalton mostra que "Em uma mistura gasosa, a pressão de cada componente é independente da pressão dos demais, a pressão total (P) é igual à soma das pressões parciais dos componentes".

3.2.3. Intoxicação pelo gás carbônico

O excesso de gás carbônico no organismo pode ocorrer pelo elevado teor encontrado no ambiente ou por alguma interferência no processo normal do seu transporte ou eliminação. A Lei de Dalton diz que o perigo de intoxicação é tanto maior quanto mais profundo for o mergulho (LAMBERTSEN, 1966).

3.2.4. Embriaguez da profundidade

Os fatores determinantes para a ocorrência de embriaguez são a profundidade, susceptibilidade individual e natureza da mistura gasosa que provocam alterações no sistema nervoso central por elementos de uma mistura gasosa respirada, além de certa profundidade, com manifestações psíquicas, sensitivas e motoras (PANGRÁCIO, 1999).

3.3. CONTAMINAÇÃO POR ÁGUA POLUÍDA

Os riscos de tomar banho em áreas alagadas por causa da cheia ou em outros cursos d'água poluídos na zona urbana de Manaus representam riscos graves à saúde da população, esses novos balneários naturais não apresentam condições de segurança para o mergulho e trazem riscos de transmissão de doenças e morte por afogamento. A quantidade de balneários alternativos na orla e zona urbana de Manaus são os locais preferidos pelos banhistas, principalmente as crianças, que brincam sem se dar conta dos riscos de tomar banho nessas áreas. Até maio deste ano, em todo o Amazonas, o Corpo de Bombeiros registrou 24 casos de afogamento envolvendo crianças e adolescentes, número considerado preocupante pelo órgão. (CBMAM, 2012).

3.3.1. Água poluída

As modificações das propriedades físicas, químicas e biológicas da água, decorrentes de práticas humanas, bem como, o acréscimo de substâncias líquidas, sólidas ou gasosas capazes de tornar as águas impróprias. Os lançamentos de esgoto residencial ou industrial não tratado em cursos d'água e fertilizantes agrícolas as caracterizam como água poluída. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

Figura 2 - Foto do igarapé do 40 na cidade de Manaus



Fonte: Márcio Silva. (2012)

3.3.2. Água contaminada

São aquelas que apresentam características impróprias, ou seja, não é potável e não deve ser consumida por possuir patógenos vivos como: protozoários, bactérias, vermes ou vírus. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

Figura 3 - Igarapé do mestre Chico na cidade de Manaus



Fonte: Luiz Vasconcelos. (2012)

3.3.3. Acidentes em igarapés poluídos na zona urbana de Manaus

Márcio Silva repórter do jornal A crítica noticiou o acidente de uma família que caiu de carro dentro de um igarapé na Zona Sul de Manaus. Por sorte o casal e os dois filhos saíram ilesos. (MÁRCIO SILVA, 2012).

Figura 4 - Veículo cai dentro de igarapé



Fonte: Márcio Silva. (2012)

Carro cai dentro de igarapé no bairro de Flores, o motorista seguia para maternidade na Compensa, quando o carro caiu dentro do igarapé que passa na Avenida Senador Raimundo Parente, no bairro de Flores, Zona Centro-sul, nas proximidades do Clube Municipal, não houve vítimas fatais. Os ocupantes foram retirados por populares e equipes do Corpo de Bombeiros. O acidente só não teve proporções mais graves, graças ao volume baixo do igarapé devido o período de vazante. (MÁRCIO SILVA, 2011).

Figura 5 - Veículo caiu dentro do igarapé durante a madrugada



Fonte: Márcio Silva. (2012)

Padre morre em acidente de trânsito o Sacerdote era capelão da Polícia Militar e pároco da comunidade Santa Cruz, no Alvorada, morreu após colidir em um muro de contenção, na entrada da Avenida Senador Raimundo Parente, bairro de Flores, Zona Centro-sul de Manaus, nas proximidades do Clube Municipal. (LUIZ VASCONCELOS, 2010).

Figura 6 - Veículo que era dirigido pelo padre, caído dentro do igarapé



Fonte: Luiz Vasconcelos. (2012)

3.3.4. Mergulho em águas contaminadas e poluídas

Infelizmente os igarapés dentro da zona urbana de Manaus estão poluídos com materiais químicos, físicos e biológicos. Os quatro maiores igarapés que entrecortam nossa cidade, são eles: Mestre Chico, Quarenta, Bitencurt e Manaus são os mais poluídos, interligam vários bairros de Manaus e se encontram na ponte do Educandos. De acordo com o biólogo, os principais rios da cidade estão poluídos e estão sendo subutilizados ou mal aproveitados. “Não servem para transporte intermodal, os peixes não podem servir de alimentos e a própria água não é usada para consumo humano” (ZUANON, 2012).

Por está razão o mergulhador de resgate está suscetível a realizar mergulho em águas contaminadas e poluídas em nosso estado, pois acidentes envolvendo veículos são frequentes e em alguns casos chegam a invadir rios e igarapés na zona urbana de Manaus.

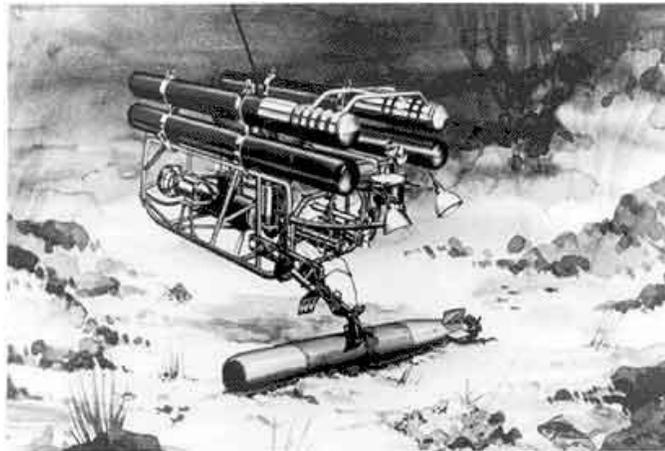
Embora, o trabalho seja realizado com equipamentos específicos (roupa seca) eles não garantem a proteção total do mergulhador aos agentes biológicos ou químicos e podem trazer consequências irreversíveis do ponto de vista da saúde. A imersão nesses lugares apresenta risco de contaminação podendo ocasionar doenças como: Gastroenterite, Hepatite, Febre Tifóide, Ascariíase, Leptospirose, Poliomielite, Cólera, Tétano.

4. SOBRE A HISTÓRIA DO ROV

O primeiro ROV foi desenvolvido por Dmitri Rebikoff em 1953 e foi batizado de *Chien Plongeur* “cão mergulhador”. O equipamento foi usado para pesquisas arqueológicas e deu o pontapé inicial no universo dos veículos subaquáticos não tripulados. É creditada a Marinha dos Estados Unidos o avanço tecnológico voltado para o campo operacional em busca de desenvolver robôs para recuperar munição subaquática perdida durante testes no mar. (EDUARDO MEURER, 2010).

Na década de 1960, passou a ser intensamente desenvolvido pela Marinha dos EUA e em 1966, próximo à costa da Espanha, um bombardeiro B-52 norte-americano colidiu no ar com um avião tanque. Um ROV CURV-I foi construído por encomenda da Marinha Americana e usado para resgatar uma de suas ogivas nucleares de hidrogênio, de 70 quilotons, encontrada em águas espanholas, a 869 metros de profundidade.

Figura 7 - Ilustração do ROV CURV I resgatando bomba nuclear na Espanha em 1966



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2012)

Na década de 1970 passaram a ser largamente utilizados no mercado de óleo e gás, sobretudo, na realização de inspeções e trabalhos em estruturas que compõem as plataformas de exploração de petróleo e gás natural. Esse mercado trouxe um grande avanço tecnológico e investimento pesado por parte das empresas que viram um futuro muito promissor com o apoio desse equipamento nas operações *offshore* de petróleo.

Na mesma época, em 1973, em mais uma missão de resgate, desta vez envolvendo vidas humanas, o novo ROV CURV III foi usado para salvar os dois pilotos do submarino de pesquisas PISCES III, que ficara preso em águas irlandesas a 480 metros de profundidade.

Com o sucesso das missões e comprovação da grande utilidade de tais equipamentos, a Marinha Americana desenvolveu o SNOOPY, o primeiro veículo portátil, operado por sistemas hidráulicos a partir da superfície. Este deu origem ao SNOOPY elétrico, que resultou em uma melhora na operação, dando origem aos que conhecemos hoje.

Em 1974 ainda não havia no mundo mais de 20 ROVs e todos os veículos até então haviam sido encomendados por órgãos governamentais de países como Estados Unidos, França, Finlândia, Reino Unido e União Soviética. Entretanto, o interesse crescente nestes aparelhos e a entrada da iniciativa privada na produção permitiu que no final de 1982 mais de 500 ROVs fossem construídos. Participaram nesse processo de produção empresas de outros países, como: Japão, Itália, Suécia, Noruega, Holanda e Alemanha.

Figura 8 - ROV CURV III – década de 1970



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2012)

No final da década de 1980, foram utilizados para a observação e resgate de artefatos do navio Titanic, naufragado em 1912, a cerca de 3.800 metros de profundidade, ao largo da costa do Canadá.

Figura 9 - Imagem da proa do Titanic



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Em agosto de 2005 a Marinha Americana usou o “Super *Scorpio*” para salvar 30 marinheiros russos presos em um submarino a 190 metros de profundidade. O robô foi utilizado para cortar os cabos de aço de uma rede de pesca que prendiam o submarino, permitindo que o mesmo pudesse retornar à superfície com sua tripulação.

Figura 10 - ROV Super Scorpio



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Em 2010, foram as principais ferramentas usadas nas ações de contenção dos vazamentos de petróleo a 1.500 metros de profundidade, decorrentes da explosão de uma plataforma de exploração da British Petroleum (BP) no Golfo do México, Estados Unidos.

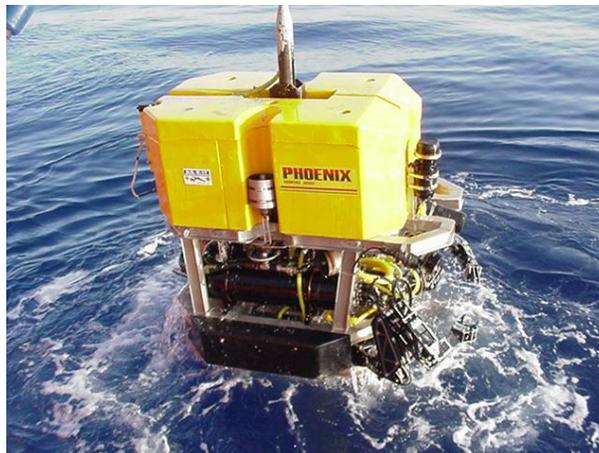
Figura 11 - Esquema de ROV no monitoramento da contenção de petróleo no Golfo do México, 2010



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Em maio de 2011 foi utilizado um ROV *Remora 6000*, da *Phoenix International* (EUA), para resgatar as caixas pretas contendo os registros de voo e áudio dos destroços, a 3.900 metros de profundidade, da aeronave da *Air France* que caiu no Oceano Atlântico durante o voo 447, entre o Rio de Janeiro e Paris, matando 228 pessoas em junho de 2009. O equipamento também resgatou corpos presos aos escombros, para posterior identificação por análises de DNA.

Figura 12 - ROV *Remora 6000* utilizado no resgate das caixas-pretas e de corpos do voo 447 da *Air France*



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Figura 13 - Resgatando a cápsula contendo os registros de voo do Airbus A 330, a 3.900 m



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

4.1. Vantagens e aplicações dos ROVs

O objetivo desta seção é mostrar as vantagens e aplicações referentes ao uso de ROVs como ferramenta de resgate de pessoas e também comparar com outras atividades já desenvolvidas pela indústria do mergulho comercial. Visa ainda, constatar que o seu emprego pode contribuir para o mais alto grau de segurança durante a realização de operações de resgate.

4.1.1. Nas operações de resgate do CBMAM

Quanto maior a profundidade, mais difícil se torna para o mergulhador superar as limitações impostas pela pressão. Por estas razões que o robô vem sendo empregado em atividades de resgate de pessoas e objetos, porque são capazes de fazer uma análise visual e definir o local exato em que a vítima se encontra, seu estado físico ou o tipo de objeto e os níveis de danos; identifica o grau do potencial de periculosidade para o meio ambiente e mergulhadores nas mais diversas situações.

Oferece oportunidade única para lidar em operações submersas, sem restrição de tempo, diferentemente do mergulhador que possui o tempo de fundo limitado à profundidade. Enquanto apenas um ROV é utilizado, para o mesmo serviço são necessários quatro a cinco mergulhadores para dar conta da mesma missão. Sem contar que o tempo máximo necessário para entrar em operação não costuma passar de 30 minutos.

Outra vantagem é a capacidade de trabalhar em más condições ambientais, com rio e mar agitado, águas muito frias, revolutas, debaixo de chuva e ambientes poluídos. Micro e os compactos podem submergir a profundidade maior que 400 metros, impossíveis aos mergulhadores; devido à sua pequena dimensão, podem penetrar nos lugares mais difíceis de alcançar sem expor vidas humanas a riscos. Todas estas características fazem deste equipamento uma ferramenta insubstituível em situações extremas.

Nos moldes do que já acontece em outros países, pode ser perfeitamente empregado nas operações do CBMAM no resgate de pessoas vítimas de afogamento e de objetos decorrente de acidentes, nas praias, rios, lagos, igarapés, na pescaria, por embriaguês, naufrágios, queda de embarcações, trapiches, flutuantes, bueiros e até mal súbitos durante a prática natatória em meio líquido, entre outras.

O equipamento tem capacidade de vasculhar uma área mais rapidamente que um mergulhador sem comprometer a segurança, principalmente nas ocorrências de naufrágio em que o grau de dificuldade em acessar as vítimas é mais complicado em função do deslocamento da carga, do emaranhado de redes que estas embarcações costumam levar para o descanso dos passageiros e dos diversos compartimentos estreitos existentes na embarcação.

No caso de naufrágio ajuda no levantamento prévio da situação em que a embarcação se encontra naufragada e a planejar minuciosamente a operação antes dos mergulhadores se aventurarem em quaisquer localidades ou situações. Permite também vasculhar as proximidades da embarcação na localização das vítimas que saíram por força da correnteza e no auxílio na amarração da embarcação na hora de içar ou desvirar. O mesmo recurso poderá ser empregado para ocorrências envolvendo queda de aeronaves em nossos rios.

Nas ocorrências de vítimas de queda em galerias fluviais, bueiros de esgotos, rios e igarapés poluídos o equipamento atua com tranquilidade, pois é blindado, dotado de sistema de câmeras que permite visualizar seu deslocamento e também a sua localização, permitindo acessar esses lugares, inclusive aqueles mais estreitos e remotos. Outra possibilidade é o de emprego em rios ou igarapés cuja fauna marinha ofereça risco para a equipe como: jacaré, piranha, poraquê, pirarara e outros.

Quando equipado com os devidos acessórios, como garras, pode segurar a vítima ou objeto a ser resgatado e este, dependendo do seu peso, ser trazido para a superfície através do acionamento dos propulsores ou pelo recolhimento do umbilical. Na impossibilidade de trazer a

vítima ou objeto o mergulhador vai até o local seguindo o umbilical como guia ao encontro da vítima. O resgate será feito com mais segurança, agilidade e controle, uma vez que o operador está observando pela camera todo o trabalho realizado.

Figura 14 - Bombeiros realizando simulado de salvamento



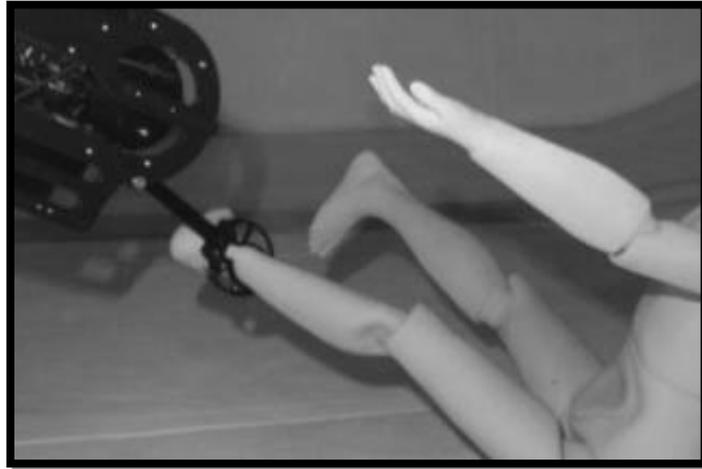
Fonte: Siabotix rov systems, 2011.

O mergulhador de resgate pode operar da superfície pois ele dispõe de computadores, cujos sinais são multiplexados entre a superfície e o veículo quando submerso. Normalmente são necessários piloto e co-piloto para as operações. Enquanto o piloto controla o veículo, o co-piloto cuida da operação dos braços e da comunicação.

O equipamento localiza as vítimas e objetos devido as lâmpadas resistentes a grandes profundidades que permitem ver com clareza em condições normais. No caso dos nossos rios em particular o Negro e Solimões cuja a visibilidade é zero, o SONAR, sigla de língua inglesa que quer dizer "*Sound Navigation And Ranging*", identifica a vítima ou objeto pela emissão de som e pelo radar com feixe de luz. O resgate é feito pelos manipuladores que são braços mecânicos que imitam os movimentos da mão humana para agarrar o alvo desejado.

O SONAR consegue transmitir e receber o som numa frequência inaudível ao ser humano, o som viaja e ao encontrar um alvo reflete de volta e a mesma antena que capta este sinal, amplifica e transmite a superfície para que possa ser lido e interpretado pelo piloto no console de comando. A outra parte do sonar é justamente esta unidade da superfície onde o sinal é recebido e transformado em imagem no monitor do piloto.

Figura 15 - ROV realizando simulado de salvamento de vítima



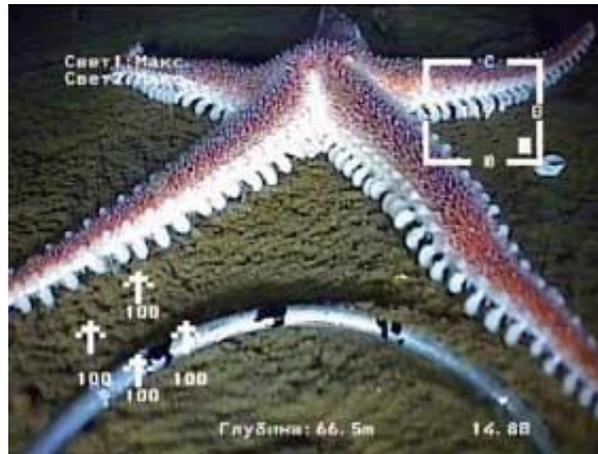
Fonte: Siabotix rov systems, 2010.

Os ROVs são equipamentos extremamente versáteis e vêm sendo também largamente utilizados em diversas outras atividades ou missões. Embora, não seja objetivo deste pesquisador abordar mais profundamente sobre o emprego em outras atividades como: inspeções de fazendas marinhas, segurança portuária e policiamento, inspeções de cascos e hélices de embarcações, equipamentos de usinas hidrelétricas e nucleares, pesquisas em arqueologia subaquática, e biologia marinha. Farei um breve relato sobre outras possibilidades de emprego do robô, pretendendo apenas mostrar o quanto este equipamento é eficiente e confiável.

4.1.2. Na pesquisa da fauna, flora e biologia subaquática

Auxiliam no reconhecimento da fauna subaquática, permitindo observar os organismos que habitam profundidades inacessíveis aos mergulhadores, bem como o comportamento de tais organismos. O uso do equipamento torna muito mais fácil a realização de monitoramento de espécies em seu hábitat natural.

Figura 16 - Imagem de estrela-do-mar gravada por ROV GNOM



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

A falta de equipamentos de mergulho ou de certificação técnica ou profissional deixa de serem fatores limitantes para mergulhos profundos, pois permitem que o piloto e os observadores explorem o ambiente subaquático a centenas de metros abaixo da superfície, ao mesmo tempo em que podem gravar as imagens de tudo o que está sendo observado.

Figura 17 - ROV GNOM Standard prestando apoio a mergulhador em pesquisa de biologia marinha



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2009)

Em pesquisas de caráter biológico, têm sua principal atuação no reconhecimento da fauna e flora subaquáticas e das características dos ecossistemas aquáticos, na realização de perfis batimétricos, na coleta de espécimes e de amostras de substrato e na observação e registro de comportamento animal. Vale destacar que micro e mini ROVs geram muito menos estresse a peixes e outros seres aquáticos do que a presença de mergulhadores.

4.1.3. Em competições

Foram utilizados em competições de mergulho livre como mecanismos de monitoramento e segurança para os apneístas e suas equipes de apoio.

Figura 18 - Mergulhador livre em grande profundidade

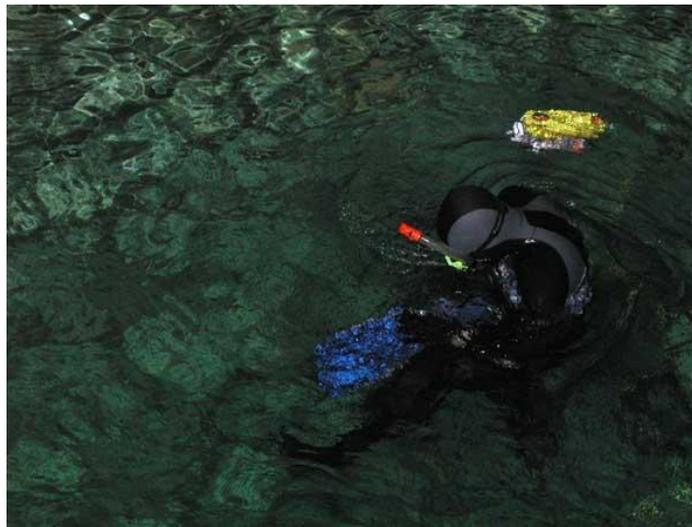


FONTE: Empresa NUTECMAR. (2010)

4.1.4. Na exploração de cavernas

O risco relacionado a mergulhos em cavernas subaquáticas também pode ser minimizado com a exploração antecipada executada por um ROV.

Figura 19 - Imagem gravada por ROV GNOM em exploração de caverna submarina nas Ilhas Maldivas



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

As câmeras de vídeo coloridas e luzes dão aos pilotos novas possibilidades em condições mínimas de visibilidade ou luminosidade, como mergulho em cavernas submersas, gravação de vídeos durante a noite ou em maiores profundidades, onde a luminosidade é escassa. Esta possibilidade é especialmente útil para os arqueólogos subaquáticos, exploradores de navios naufragados ou mesmo para a simples filmagem subaquática.

Figura 20 - Ilustração de ROV naufragado nos (E.U.A.)

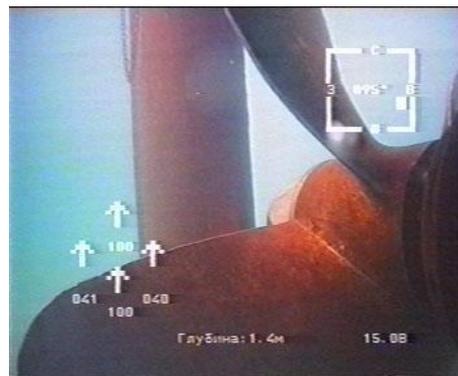


Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

4.1.5. Na inspeção de casco e hélice de navio

Na observação estrutural e de avarias de cascos e de hélices de navios, permitem reduzir os custos de inquéritos e de perícias, assim como os custos de inspeções de rotina através de operações subaquáticas. Ajudam igualmente a controlar e monitorar, em tempo real, todo o tipo de reparos que estão sendo realizados sob a água. O uso desta tecnologia permite obter informações fidedignas sobre o estado dos objetos em questão, sem a necessidade de quaisquer operações preliminares.

Figura 21 - Imagem gerada por ROV Gnom



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

4.1.6. Na indústria pesqueira

Na indústria pesqueira o monitoramento das populações de peixes e de outros organismos contribui para amplificar a produtividade. Neste segmento permitem um controle videográfico dos organismos, como a caracterização de hábitos migratórios, localização concreta da área de desova e de agregações reprodutivas para medidas de defeso, observação de cardumes etc.

Figura 22 - Lançamento de ROV GNOM Baby para vistoria de redes de aquicultura para produção de tilápias em represa no Paraná



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Os Micro ROVs têm aplicação na indústria pesqueira como instrumentos de melhoria das capturas, pesquisa do modo de vida de peixes e de suas características comportamentais, elementos de avaliação dos padrões populacionais, supervisores da distribuição e da estrutura de acumulações da vida aquática em seu ambiente natural e cooperação com os instrumentos de captura sustentável. Seu uso ainda é conveniente quando é necessária a vistoria subaquática do casco da embarcação e das redes e de outros equipamentos de pesca, especialmente em situações e em lugares complicados, em que o uso de mergulhadores torna-se restrito ou perigoso.

4.1.7. Na aquicultura

Em aquicultura ou fazendas marinhas são ferramentas eficientes para acompanhar o crescimento e o tamanho dos organismos cultivados, a presença indesejada de predadores, furos ou rupturas em redes e avarias em tanques usados como criatórios e de engorda, inclusive a retirada de espécimes mortos, evitando a contaminação da água.

Figura 23 - ROV Gnom *Standard* e mero no Aquário Municipal de Santos



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

4.1.8. Em trabalhos envolvendo lixo radioativo

São usados para inspeção de diferentes partes de usinas nucleares e reatores, como sistemas de suprimento de água, verificação de condições de lixo radioativo, inspeção de paredes e outras estruturas de reservatórios para acondicionamento de combustível nuclear.

Figura 24 - Inspeccionando lixo radioativo



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

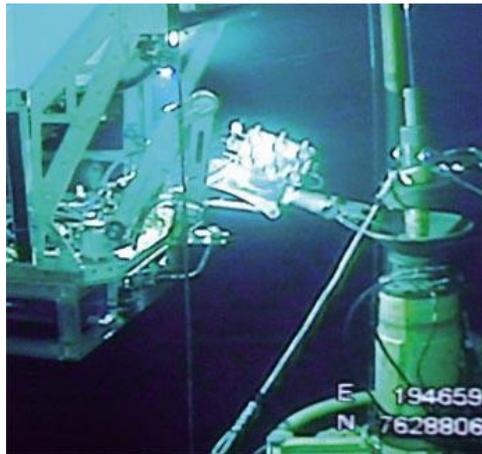
O modelo Gnom foi usado no Mar de Kara para o monitoramento de contentores de lixo nuclear próximo a *Novaya Zemlya* na Rússia em 2006. Eles realizaram o monitoramento dos recipientes de lixo atômico submersos, incluindo inspeções visuais e medições de radiação. Para tal, um espectômetro-Gamma⁵, desenvolvido no Instituto *Kurchatov*, foi montado e levado até os contentores submersos, onde as medições foram realizadas e gravadas na memória do equipamento. No retorno ao navio, os dados foram descarregados em computador para análise posterior. (EDUARDO MEURER, 2010).

⁵ Espectômetro-Gamma aparelho que detecta a radiação gama.

4.1.9. Na exploração de petróleo e gás

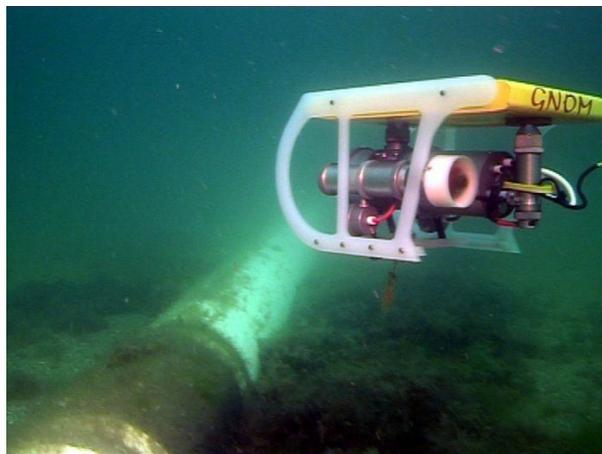
São amplamente usados para inspeção e trabalhos junto a dutos submarinos e outras estruturas submersas de exploração de petróleo e gás, realizando tarefas em profundidades que não podem ser alcançadas por mergulhadores. É utilizado também para inspecionar estruturas diversas das plataformas a fim de garantir o bom funcionamento e manutenção adequada das mesmas, verificar níveis de incrustação, corrosão e espessura de metais, eletrólise e consequente estado de anodos de sacrifício etc.

Figura 25 - ROV de intervenção executando missão em equipamento de exploração de petróleo



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Figura 26 - ROV Gnom em inspeção de tubulação de gás no Mar Cáspio



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

4.1.10. No policiamento e segurança portuária

Para fins de segurança portuária e policiamento, são especialmente utilizados em cenários de crimes localizados sob a água, resgate de corpos, operações contra o tráfico de drogas em ambiente aquático e ações antiterrorismo, como a busca de minas ou artefatos explosivos instalados em cascos de navios, cais, pontes, sobre o leito marinho etc., bem como o patrulhamento de áreas submersas sujeitas a tais ocorrências.

Figura 27 - Homens da Marinha dos EUA e ROV *Seaeye falcon*



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Figura 28 - Veículo submerso localizado a 37 m de profundidade no Lago Baikal



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

4.1.11. Na construção civil

Outra importante aplicação está na inspeção de estruturas de engenharia erguidas sob a água, como pilastras de pontes, barragens de represas, condutos e turbinas de usinas hidrelétricas, cais, píeres, reservatórios de água, galerias de águas pluviais, estações de tratamento

de água e de esgotos etc. Para tanto, os robôs podem ser utilizados para a observação direta do estado de tais estruturas ou, caso a visibilidade não permita, os veículos podem carregar sonares capazes de realizar a missão através da geração de imagens acústicas digitais.

Figura 29 - Conduto de reservatório na Itália



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

4.2. CLASSES DE ROVS

Os ROVs estão divididos a nível mundial em cinco classes:

- Classe I – Pura Observação.
- Classe II – Observação com Opção de Carga Útil.
- Classe III – Veículos de Classe de Trabalho
- Classe IV – Veículo Rebocado ou Sobre Trilhos
- Classe V – Protótipos ou Veículos de Testes

4.2.1. Micro ROV

Veículos para Pura Observação geralmente são considerados como fisicamente limitados à observação por vídeo e equipados com câmera, luzes e empuxadores. Entretanto, não é uma “regra” fixa e estes tipos de veículos evoluíram para realizar outras tarefas quando adequadamente equipados com os dispositivos adicionais de sensores. (ADC International, 2004)

Figura 30 - Micro ROV GNOM Baby



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Figura 31 - Micro ROV Super GNOM V.2



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Por serem pequenos e leves (peso de até 10 kg), possuem excelente portabilidade e possibilidade de penetração em tubulações ou outros orifícios de diâmetro reduzido comparado a veículos maiores. Possibilitam a operação por apenas uma pessoa e tem baixo custo de manutenção.

4.2.2. Mini ROV

Esses veículos geralmente são um pouco maiores que os veículos para pura observação e são capazes de transportar sensores adicionais como câmeras fixas, dispositivos de

medição catódica, câmeras adicionais de vídeo, sistemas de sonar e pequenos manipuladores. Os veículos da Classe II devem ser capazes de operar sem perda de sua função original enquanto transportem pelo menos dois sensores adicionais. (ADC International, 2004)

Figura 32 - Mini ROV Super GNOM Pro



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

São mais potentes (pesando de 10 kg a 50 kg), com possibilidade de uso de umbilicais mais longos e com maior capacidade de carga que os Micro ROVs, possibilitando normalmente operação em maiores profundidades. Maior facilidade de operação (por serem em geral mais estáveis) e mais opções de acessórios, bem como, manutenção simplificada.

4.2.3. ROV Compacto

Esses veículos são grandes o suficiente para transportar sensores e ou manipuladores adicionais e comumente têm capacidade multiplex ou de “telégrafo”, permitindo que sensores e ferramentas adicionais funcionem “sem cabo” ligado ao sistema umbilical. Estes veículos geralmente são suficientemente grandes e mais poderosos que os da Classe I e II. Grandes variações nos aspectos relativos à energia, classificação de profundidade, e capacidade são possíveis. (ADC International, 2004)

Figura 33 - ROV Compacto SAAB Seaeye Falcon



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Mais potentes (pesam de 50 kg a 150 kg), com possibilidade de uso de umbilicais mais longos e com boa capacidade de carga. Maior estabilidade e melhor manobrabilidade.

4.2.4. ROV *Work Class* (de trabalho ou de intervenção)

Figura 34 - ROV *Work Class* (Sub Atlantic "Comanche")



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

A esta classe pertencem os modelos destinados à execução de trabalhos submarinos mais pesados e ou mais complexos. Possuem maior capacidade de carga e permitem operação em grandes profundidades, assim como o uso de potentes e sofisticados manipuladores. São equipamentos muito potentes e estáveis no voo.

4.2.5. Veículos Especiais

Veículos rebocados poderão ser puxados na água por meio de uma embarcação ou guincho na superfície. Alguns talvez tenham uma pequena capacidade de propulsão, para manobras limitadas. Os sobre trilhos são capazes de se mover no fundo do mar. Alguns talvez tenham uma capacidade limitada de “nadar” na coluna d’água de profundidade média. (ADC International, 2004)

Entre estes se destacam os veículos rastejadores equipados com rodas ou lagartas para se deslocar sobre o fundo, são usados para abrir valas e/ou enterrar dutos e cabos submarinos.

Figura 35 - ROV equipado com lagartas ou rodas



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Figura 36 - ROV Ultra-Trencher



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

O maior do mundo, com 7,8m de comprimento, 7,8m de largura e 5,5m de altura. Pesa 60 toneladas e tem profundidade operacional de 1.500 metros.

4.3. EQUIPES ENVOLVIDAS NO MANEJO DE ROVS

No caso de grandes, do tipo *work class* ou de intervenção, a equipe responsável por seu manejo pode incluir um piloto, um operador de manipuladores, um supervisor e dois ou mais profissionais com conhecimentos específicos em elétrica, eletrônica, mecânica ou mecatrônica, além da equipe responsável pelo lançamento e retirada do veículo da água.

Figura 37 - Sala de controle de ROV *work class* no navio *Okeanos Explorer* (EUA)



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Sistemas menores não necessitam de equipes numerosas, sendo que todas as funções podem ser executadas pelo próprio piloto a depender do equipamento. Normalmente não são necessárias mais de três pessoas para operar o sistema, e no caso de micro ROVs, em condições ideais, há a possibilidade de apenas o piloto voar o robô e administrar o umbilical.

Figura 38 - Lançamento de ROV Super Gnom V.2



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

4.4. EQUILÍBRIO HIDROSTÁTICO

De acordo com o princípio de Arquimedes, qualquer corpo parcialmente ou totalmente imerso em um fluido se faz flutuar através de uma força equivalente ao peso da água deslocada. Todas as operações acontecem com o veículo submerso e lastreado a um valor muito próximo à flutuabilidade neutra. No entanto, a depender do equipamento e da missão, o veículo pode também voar com flutuabilidade positiva ou negativa, basta adicionar lastro ou flutuadores. Dessa forma os efeitos serão neutralizados pelos propulsores verticais. (MEURER, 2012).

4.5. COMPONENTES E ACESSÓRIOS DE UM ROV

O painel ou módulo de controle de um micro ou mini ROV costuma ser acondicionado em uma valise estanque para transporte e é composto de uma Fonte de energia (110 – 220 V AC ou 12 V DC), disjuntores e fusíveis de proteção, entradas e saídas de vídeo e conexões para outros acessórios e um joystick de comando, com ou sem fio.

No caso de uso em pequenas embarcações que não disponham de gerador ou em local afastado da rede elétrica, utiliza-se uma bateria 12 V DC e um inversor, que transforma a voltagem (DC) da bateria em 110-220 V AC para a conexão da Fonte e funcionamento do equipamento.

O módulo de controle é o “coração” ou “cérebro” do ROV, sendo a parte do equipamento responsável pela comunicação bidirecional com o veículo através do umbilical e consequente transmissão de comandos e recebimento de imagens e de dados durante um voo.

Figura 39 - Módulo de controle do Mini ROV Super Gnom Pro



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

4.5.1. Joystick

Os ROVs são comandados por seus pilotos da superfície através de sistemas de comando do *joystick* que se comunica com o painel ou módulo de controle, permitindo o piloto acessar às diversas funções do veículo, como:

- Controle dos propulsores e, conseqüentemente, do próprio veículo: avante, à ré, para os lados, para cima e para baixo;
- Orientação da câmera para cima/para baixo ou para os lados;
- Acionamento e intensidade da iluminação;
- Escolha e sobreposição de dados na tela;
- Acionamento de piloto automático de profundidade e de rumo;
- Acionamento de função *jump e*
- Controle de acessórios como *laser pointers*, manipuladores etc.

Figura 40 - Joystick sem fio usado nos ROVs GNOM



Fonte: Empresa NUTECMAR. (2010)

Podem ser operados a partir de dois tipos de sistemas de fontes de energia: fonte a partir da superfície, transmitida através do umbilical ao veículo e fonte encapsulada no próprio veículo, contida em baterias recarregáveis acondicionadas em seu interior, neste caso o umbilical é usado apenas para transmitir os sinais de comando e receber as informações, em baixa voltagem. (MEURER, 2012).

5. CONCLUSÃO

Ao término deste estudo, reafirmam-se os objetivos traçados, quais sejam o de analisar as questões atinentes aos riscos que atividade de mergulho oferece ao mergulhador de resgate nas operações do CBMAM, sob os aspectos legais, da bacia hidrográfica e os riscos exponenciais que ela oferece; das normas, do ponto de vista técnico, das doenças e dos fatores complicadores decorrentes dos desdobramentos da ocorrência, agravada quando executada em locais contaminados e poluídos.

Constatou-se no primeiro capítulo que é competência do CBMAM de acordo com a constituição estadual realizar serviço de busca e salvamento, o que justifica conseqüentemente, o emprego de equipes de mergulho para a realização dessas missões. A atividade encontra-se muito bem jurisdicionada sob o aspecto normativo o que não garante integralmente a integridade física do mergulhador, porque ela não elimina o risco e sim estabelece procedimentos que garantem o desenvolvimento da atividade em segurança, ou seja, com risco controlado.

No segundo capítulo apontaram-se as doenças afetas a atividade de mergulho que oferecem danos à saúde do mergulhador, quer seja pelos efeitos diretos da pressão, ou por contágio direto em águas contaminadas e poluídas. Inclusive, cito no trabalho três ocorrências envolvendo acidente de trânsito cujo desfecho terminou com o carro dentro do igarapé e intervenção do CBMAM.

No terceiro capítulo, é realizada uma abordagem técnica sobre o ROV, sobretudo, enfatizando suas vantagens, características e capacidade de operação nas atividades de resgate entre outras. Como vimos é um veículo subaquático não tripulado controlado remotamente por um piloto, que permite a observação à distância do fundo do rio ou de outros corpos hídricos e de estruturas submersas.

Constatou-se numa visão muito simplista, tratar-se de uma câmera de vídeo encapsulada em um compartimento estanque fixo a uma estrutura metálica, com propulsores para manobras, ligado a um cabo até a superfície por onde recebe energia, se comunica bidirecionalmente, envia e recebe informações e os comandos. O mergulhador através do monitor ver as imagens e realiza as manobras do equipamento por controle remoto.

O sistema permite a operação em maiores profundidades e por maiores períodos do que seria possível através do emprego de mergulhadores. Dispõe de vários recursos como:

gravação de imagens de vídeo e fotografias, imagens de sonar, medidas de potencial catódico, coleta de amostras de água e de substrato, coleta de espécimes, trabalhos mecânicos e resgate de pessoas e objetos. Além disso, é possível também sua operação em ambientes radioativos e águas contaminadas.

O veículo é operado pelo piloto a partir de uma unidade de comando ou módulo de controle. Este comando contempla um *joystick*, com ou sem fio para controlar o deslocamento vertical e a direção de navegação, assim como comandos para orientar as câmaras de vídeo (inclinação, *zoom* ou foco), regular a intensidade da iluminação e selecionar o piloto automático de rumo ou de profundidade, entre outras funções possíveis.

Um assistente ou operador de cabo, pode auxiliar na operação e nas manobras de navegação, dando indicações ao piloto para aonde este deve direcionar o veículo e na administração da quantidade correta de cabo umbilical lançado na água. Trata-se também de um serviço técnico que requer qualificação. Dessa feita, as equipes de mergulho do CBMAM, deve receber treinamento para operar o ROV.

Uma operação de mergulho de busca e recuperação de cadáver ou busca e recuperação de objeto submerso pode levar varias horas de trabalho ou até mesmo dias, dependendo da dimensão do local, visibilidade, temperatura, condições climáticas, fauna, velocidade da correnteza e vários outros fatores que interferem na busca.

Constatou-se que o ROV é utilizado pela Petrobrás para realização de manutenção em grandes profundidades marítimas, e também por outros Corpos de Bombeiros no mundo para resgate e salvamento de pessoas. Este tipo de robô é de fácil manuseio, e possui equipamento sonar, o que dá ao mergulhador uma visualização em locais que aparentemente seria impossível enxergar, aumentando assim o campo visual e velocidade de busca.

Constatou-se que o mergulho representa uma atividade de alto risco, agravado quando executado em águas contaminadas e poluídas, bem como, em grandes profundidades, podendo acarretar aos mergulhadores inúmeras doenças. Por isso é considerada de alto risco, devido à grande probabilidade de comprometimento da integridade física desses profissionais.

Confirma-se de tal sorte, que o objetivo apresentado na introdução do presente estudo, pode efetivamente ser atingido com o emprego do robô pelo CBMAM em suas operações, pois facilita as missões de busca e salvamento aquático, reduz as possíveis doenças e riscos causados por este tipo de atividade, diminui o tempo de operação, custos, desgastes do

efetivo e de material. Todavia, não foi objetivo do autor, apontar falhas ou ausências de materiais, mas sim, apresentar um equipamento capaz de reduzir os riscos, cabendo para tal, uma avaliação meticulosa na escolha do modelo adequado para a corporação.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS. Constituição. 1988. **Constituição do Estado do Amazonas de 1988**. Assembléia Legislativa do Estado do Amazonas. Disponível em: http://www.camara.gov.br/internet/interacao/constituicoes/constituicao_amazonas.pdf >. Acesso em: 22 ago. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Bacias Hidrográficas**, 2012. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 24 ago. 2012.

MARINHA DO BRASIL. **Manual de Medicina Submarina**. Rio de Janeiro: CIAMA, 2006.
PEREIRA, Octávio. História do Mergulho. **Revista Planetad'agua**, Portugal, p. 1-11, maio 2005a. (Especial, 1ª parte). Disponível em: http://www.planetadagua.com/nsanteriores_online.htm>. Acesso em: 25 ago. 2012.

PEREIRA, Octávio. História do Mergulho. **Revista Planetad'agua**, Portugal, p. 1-15, maio 2005b. (Especial, 2ª parte). Disponível em: http://www.planetadagua.com/nsanteriores_online.htm>. Acesso em: 25 ago. 2012.

MARINHA DO BRASIL. **Normas da autoridade marítima para as atividades subaquáticas**, 2003. Disponível em: https://www.dpc.mar.mil.br/normam/tabela_normam.htm>. Acesso em: 25 ago. 2012.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de Operações de Mergulho**. São Paulo, 2006. p.31. (Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros).

MARINHA DO BRASIL. **Normas da autoridade marítima para as atividades subaquáticas**, 2003. p. xvi. Disponível em: https://www.dpc.mar.mil.br/normam/tabela_normam.htm>. Acesso em: 25 ago. 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Normas Reguladora NR-15: Atividades e Operações Insalubres**, 1978. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-15-1.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2012.

ONG CRIANÇA SEGURA. 2012. Disponível em: <http://criancasegura.org.br/profiles/blogs/ong-crianca-segura-divulga-ranking-dos-estados-campeoes-em-afogam>. Acesso em: 12 out. 2012.

PANGRÁCIO, Marília Beatriz Guimarães. **Problemas auditivos acidentais e outras doenças em mergulhadores**, p. 13-16, 26-30, 1999. Monografia (**Audiologia Clínica**), Recife, 1999.

BAYLISS, G. J. A - **Aural Barotrauma in Naval Divers**, Archives Otorrinolaryngology. 49-55, 1976.

ESTINES, R. J. e MARCUS, R. H. - **Emergências Médicas**, Ed. Médica e Científica Ltda., RJ, 1987.

HERCULES, H. C., LENS, L. e FONSECA N. M - **Embolia pelo ar na imersão rápida**, Revista do Instituto Médico Legal, I – 4: 11 – 26, 1970.

ALBANO, G. - **Fisiologia della Respirazione Iperbárica** Gli Scambi Gasosi, Annali di Medicina Navale, LXXIX, fasc.I (33-62), 1974

MATOS, A., VELASCO, A. e SILVEIRA, M. C. - **Atualidades e perspectivas da Medicina Submarina**. Revista de Química e Farmácia, IX: 65 – 72, 1970.

LAMBERTSEN, C. J. - **Oxygen Toxicity, Fundamentals of Yperbáric Medicine**. National Academy of Sciences, 1966

ZUANON, Meio ambiente, poluição. Disponível em:
<http://www.portalamazonia.com.br/editoria/meio-ambiente/poluicao-compromete-vida-dos-igarapes-e-peixes-de-manaus-afirma-biologo>. Acesso em 12 nov. 2012.

Silva, Márcio. Foto do igarapé do 40 na cidade de Manaus. 2010. Disponível em:
<<http://www.acritica.uol.com.br/noticias>>. Acesso em: 05 nov. 2012.

Vasconcelos, Luiz. Igarapé do mestre Chico na cidade de Manaus. 2011. Disponível em: <
<http://acritica.uol.com.br/noticias>>. Acesso em 05 nov. 2012.

Silva, Márcio. Veículo cai dentro de igarapé. 2010. Disponível em:
<http://www.acritica.uol.com.br/noticias>>. Acesso em: 05 nov. 2012.

Vasconcelos, Luiz. Veículo caiu dentro do igarapé durante a madrugada. 2011. Disponível em: <
<http://acritica.uol.com.br/noticias>>. Acesso em: 05 nov. 2012.

Meurer, Eduardo. ROV. 2010. Disponível em: < <http://www.nutecmar.com.br/informações>>.
Acesso em: 04 set. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. 2012. Disponível em:
<http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/noticia/3995/162/verao-e-periodo-mais-critico-de-afogamentos.html>. Acesso em: 14 out. 2012.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual Básico de Mergulho Autônomo a Ar Comprimido**. São Paulo, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. 2ª Edição. S. Paulo: Ed. Atlas, 2006.

SIABOTIX ROV SYSTEMS. **Sobre o ROV**. 2012. Disponível em: http://www.seabotix.com/training_education/rov_101.htm>. Acesso em: 19 ago. 2012.

NUTECMAR. **Sobre o ROV**. 2012. Disponível em: <http://www.nutecmar.com.br>. Acesso em 19 ago. 2012.

SAAB. **Sobre o ROV**. 2012. Disponível em: <http://www.seaeye.com/whatsnew.html>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

SIQUEIRA, Paulo Antônio Santos. Mergulho em águas contaminadas. **O Periscópio**, p. 98-101, ano 45, n. 63, 2010. Disponível em: <<http://www.ciama.mar.mil.br>>. Acesso em: 25 ago. 2011.

SALVADOR, Gustavo Cunha. **Avaliação da necessidade do mergulho dependente no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**. p. 6-8, p. 11, 2012. Monografia (Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina), 2012.

ADC International. Padrões de consenso para operações de mergulho comercial e subaquáticas. 2004. Disponível em: <http://www.adc-int.org/documents/PadresdeConsensoFinal.pdf>> Acesso em: 30 ago. 2012.