

ESCOLA DE GUERRA NAVAL
CMG (Md) CARLOS HENRIQUE DE CAMPOS RIBEIRO

CAPACITAÇÃO DE MÉDICOS DA MARINHA DO BRASIL PARA A RESPOSTA A
ACIDENTES NUCLEARES E RADIOLÓGICOS

Rio de Janeiro

2014

CMG (Md) CARLOS HENRIQUE DE CAMPOS RIBEIRO

CAPACITAÇÃO DE MÉDICOS DA MARINHA DO BRASIL PARA A RESPOSTA A
ACIDENTES NUCLEARES E RADIOLÓGICOS

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval,
como requisito parcial para a conclusão do Curso de
Política e Estratégia Marítimas.

Orientador: CMG (RM1-Md) WILSON ALVES
PARIZ

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval

2014

RESUMO

De modo a garantir a Segurança Nacional, a Estratégia Nacional de Defesa preconiza a dissuasão, decorrente da capacidade de combater, e considera o setor nuclear como de importância estratégica. Para isso, o Brasil deve dominar o ciclo do combustível nuclear para fins pacíficos, bem como ser capaz de projetar e construir submarinos convencionais e de propulsão nuclear. A Marinha do Brasil, por meio do Programa Nuclear da Marinha (PNM) e do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), vem cumprindo tais objetivos, nas instalações do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) e em Itaguaí, RJ, onde está sendo construído o Estaleiro e Base Naval (EBN). O Subsistema de Medicina Operativa, como parte integrante do Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica, pode ser chamado a atuar no planejamento e resposta a acidentes nucleares e radiológicos ocorridos nestas instalações. Para que tal resposta ocorra de forma adequada, há necessidade de que todos os componentes do referido sistema estejam plenamente capacitados. O presente estudo realizou a análise dos acidentes radiológicos e nucleares, suas causas, seus efeitos biológicos e a dinâmica da resposta médica; a estrutura dos sistemas envolvidos nessa resposta; além da legislação de ensino correlacionada ao assunto e as medidas instituídas pela Marinha do Brasil a fim de atender a essa capacitação. A partir de tal análise, apresentou proposta de complementação da capacitação dos médicos para que atuem de maneira efetiva na resposta às emergências nucleares e radiológicas.

Palavras-Chave: Medicina Operativa, Capacitação de médicos, Acidentes radiológicos e nucleares.

ABSTRACT

To ensure National Security, the National Defense Strategy advocates the deterrence, resulting from the ability to fight, and considers the nuclear sector as of strategic importance. For this reason, Brazil must control the nuclear fuel cycle for peaceful purposes, as well as being able to design and build conventional and nuclear-powered submarines. Brazilian Navy, through the Navy Nuclear Program and the Program of Development of Submarines, has been reaching these objectives in the facilities of the Navy Technological Center in São Paulo and in Itaguaí, RJ, which is being built a Shipyard and Naval Base. The subsystem of operative medicine, as an integral part of biological, chemical and radiological nuclear defense system, may be called to act in the planning and response to nuclear and radiological accidents at these facilities. For such a response occurs in an appropriate manner, it is necessary that all components of this system are fully trained. This study performed the analysis of radiological and nuclear accidents, their causes, their biological effects and dynamics of medical response; the structure of the systems involved in this response, in addition to teaching law correlated to the subject and the measures instituted by the Brazilian Navy in order to meet this qualification. From this analysis, it presented a proposal to complement the training of physicians to act effectively in response to nuclear and radiological emergencies.

Key words: Operative Medicine, training physicians, nuclear and radiological accidents.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARN	- Autoridad Regulatoria Nuclear
ATLS	- Advanced Trauma Life Support
BtlDefNBQR	- Batalhão de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica
C-AEM	- Curso de Altos Estudos Estratégicos
CAAML	- Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão
C-Ap	- Curso de Aperfeiçoamento
CAv-NBQ	- Controle de Avarias – Nucleares, Biológicas e Químicas
CEA	- Centro Experimental de Aramar
C-EMOI	- Curso de Estado-Maior para Oficiais Intermediários
C-EspDBQNR	- Curso de Especialização em Defesa Biológica, Química, Nuclear e Radiológica
C-Ext	- Curso Extraordinário
CFO	- Curso de Formação de Oficiais
CGCFN	- Comando Geral do Corpo de Fuzileiros Navais
CiaDefQBN	- Companhia de Defesa Química, Biológica e Nuclear
CIAW	- Centro de Instrução Almirante Wandenkolk
CM	- Comandante da Marinha
CMASM	- Certificat de Médecine Appliquée Aux Sous-Marins
CMASN	- Certificat de Médecine Appliquée Aux Sous-Marins Nucléaires
CMOpM	- Centro de Medicina Operativa da Marinha
CNAAA	- Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto
CNEN	- Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPq	- Conselho Nacional de Pesquisas (Atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)

CnsMedOp	- Conselho de Medicina Operativa
COGESN	- Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear
COMRAD	- Comissão de Radioproteção
COPESP	- Coordenadoria de Projetos Especiais
C-PEM	- Curso de Política e Estratégia Marítimas
CPO	- Comissão de Promoção de Oficiais
CSM	- Corpo de Saúde da Marinha
C-Sup	- Curso Superior
CTMSP	- Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo
DBM	- Doutrina Básica da Marinha
DEnsM	- Diretoria de Ensino da Marinha
DGPM	- Diretoria-Geral do Pessoal da Marinha
DPMM	- Diretoria do Pessoal Militar da Marinha
DSM	- Diretoria de Saúde da Marinha
EAO	- Estágio de Aplicação para Oficiais
EBN	- Estaleiro e Base Naval
EEG	- Eletroencefalograma
EGN	- Escola de Guerra Naval
EM	- Estatuto dos Militares
EMA	- Estado-Maior da Armada
EMN	- Ensino Militar-Naval
END	- Estratégia Nacional de Defesa
EP	- Ensino Profissional
EPI	- Equipamento de Proteção Individual

FAL	- Fosfatase Alcalina
FEAM	- Fundação Eletronuclear de Assistência Médica
GLO	- Garantia da Lei e da Ordem
GSI/PR	- Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República
GSM	- Gestão em Saúde na Marinha do Brasil
Gy	- Gray
HLA	- Human Leucocyte Antigen
HNMD	- Hospital Naval Marcílio Dias
IAEA	- International Atomic Energy Agency
IEA	- Instituto de Energia Atômica
INB	- Indústrias Nucleares do Brasil
IND	- Improvised Nuclear Device
IPEN	- Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares
IRD	- Instituto de Radioproteção e Dosimetria
ITLS	- International Trauma Life Support
LABGENE	- Laboratório de Geração Núcleo-Elétrica
LDH	- Desidrogenase Láctica
LFM	- Laboratório Farmacêutico da Marinha
MB	- Marinha do Brasil
MD	- Ministério da Defesa
MNF	- Marinha Nacional da França
NBQR	- Nuclear, Biológica, Química e Radiológica
NRC	- Nuclear Regulatory Commission
OLS	- Operações e Logística em Saúde
OM	- Organização Militar

ONU	- Organização das Nações Unidas
OPEP	- Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PA	- Período de Adaptação
PAEMB	- Plano de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil
PATN	- Programa Autônomo de Tecnologia Nuclear
PCOM	- Plano de Carreira de Oficiais da Marinha
PEE/RJ	- Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro
PGI	- Plano Geral de Instrução
PHTLS	- Pre Hospitalar Trauma Life Support
PLACAPE	- Plano de Capacitação de Pessoal
PMO	- Perícias Médicas / Odontologia Legal
PNB	- Programa Nuclear Brasileiro
PNM	- Programa Nuclear da Marinha
PROSUB	- Programa de Desenvolvimento de Submarinos
PWR	- Pressurized Water Reactor
RAD	- Radioproteção e Resposta Médico-Hospitalar em Acidentes Radiológicos e Nucleares
RDD	- Radiologic Dispersal Device
RED	- Radiologic Exposure Device
REMPAN	- Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network
RJ	- Rio de Janeiro
RM	- Residência Médica
SAR	- Síndrome Aguda de Radiação
S-BR	- Submarino Convencional Classe Scorpène
SCR	- Síndrome Cutânea Radioinduzida

SEN	- Sistema de Ensino Naval
SINDEC	- Sistema Nacional de Defesa Civil
SIPRON	- Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro
SisDefNBQR	- Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica
SLMB	- Submarino Lançador de Mísseis Balísticos
SLMC	- Submarino Lançador de Mísseis de Cruzeiro
SMO	- Subsistema de Medicina Operativa
SNA	- Submarino Nuclear de Ataque
SNBR	- Submarino Nuclear Brasileiro
SNC	- Sistema Nervoso Central
SP	- São Paulo
SSBM	- Ship Submersible Ballistic Missile
SSGN	- Ship Submersible – Guided Missile – Nuclear Power
SSM	- Sistema de Saúde da Marinha
SSN	- Ship Submersible – Nuclear Power
TGO	- Transaminase Glutâmico-Oxalacética
TL	- Tabela de Lotação
UMEM	- Unidade Médica Expedicionária da Marinha
UMND	- Unidade Médica Nível Dois
U.S.S.	- United States Ship
WEC	- World Energy Council
WMD	- Weapon of Mass Destruction

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	ACIDENTES NUCLEARES E RADIOLÓGICOS	15
2.1	Acidentes nas instalações da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em Angra dos Reis	16
2.2	Acidentes nas instalações de desenvolvimento do Programa Nuclear da Marinha (PNM) e do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB)	19
2.3	Emergências radiológicas ou nucleares provocadas por terrorismo	21
3	O PROGRAMA NUCLEAR DA MARINHA (PNM) E O PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE SUBMARINOS (PROSUB)	25
3.1	Aspectos relevantes sobre o PNM e o PROSUB	25
3.2	O submarino com propulsão nuclear	27
4	EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES	32
4.1	Conceitos	32
4.2	Manifestações clínicas	35
4.2.1	Síndrome aguda da radiação	35
4.2.2	Síndrome cutânea radioinduzida	38
5	A RESPOSTA MÉDICO-HOSPITALAR ÀS EMERGÊNCIAS NUCLEARES E RADIOLÓGICAS	41
5.1	Atendimento pré-hospitalar	42
5.2	Atendimento hospitalar	45
5.2.1	Vítimas provavelmente irradiadas sem lesões convencionais severas	46
5.2.2	Vítimas provavelmente irradiadas com associação a lesões convencionais severas	49
5.2.3	Descontaminação de pacientes	50
6	O SUBSISTEMA DE MEDICINA OPERATIVA E O SISTEMA DE	

DEFESA NUCLEAR, BIOLÓGICA, QUÍMICA E RADIOLÓGICA NA MB	53
6.1 O Subsistema de Medicina Operativa	53
6.2 O Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica da Marinha do Brasil (SisDefNBQR-MB)	56
6.3 Aspectos da resposta médico-hospitalar a emergências radiológicas e nucleares no contexto da MB	58
7 CAPACITAÇÃO DOS MÉDICOS DA MARINHA DO BRASIL PARA PLANEJAMENTO E RESPOSTA A ACIDENTES RADIOLÓGICOS E NUCLEARES	61
7.1 Documentos condicionantes	61
7.2 Situação atual da capacitação de médicos para a resposta a acidentes radiológicos e nucleares	65
7.3 Proposta de complementação da capacitação dos médicos	70
8 CONCLUSÃO	74
REFERÊNCIAS	79

1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 1930, quando das primeiras pesquisas brasileiras na área nuclear, a Marinha do Brasil sempre teve participação destacada nos fatos e acontecimentos relacionados à Política Nuclear Brasileira. Sob a égide do Almirante Álvaro Alberto e, posteriormente, do Almirante Octacílio Cunha, à frente do então Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), respectivamente, o Brasil iniciou sua trajetória pelos caminhos da energia nuclear. A decisão de instalar usinas nucleares no país ocorreu na década de 1960. A construção da usina Angra I começou em 1972 e, em 1975, o Brasil assinou acordo com a Alemanha para a construção das usinas de Angra II e III. Ao perceber o esvaziamento do Programa Nuclear Brasileiro, a Marinha criou um projeto nuclear paralelo, objetivando o domínio do ciclo do combustível nuclear e a construção de um submarino de propulsão nuclear brasileiro.

Em 2008, publicou-se a Estratégia Nacional de Defesa (END), documento que versa sobre a defesa da soberania e a segurança nacional, julgando ser a dissuasão o instrumento pelo qual tais objetivos possam ser alcançados. A END considera o setor nuclear como estratégico. Como consequência, coube à MB a condução e execução do Programa Nuclear da Marinha e do Programa de Desenvolvimento de Submarinos, no Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo e em Itaguaí, onde estão sendo construídos o Estaleiro e Base Naval, bem como o casco dos submarinos.

Tais instalações revestem-se de grande importância por sua natureza estratégica e, por envolverem a manipulação de radioisótopos, estão sujeitas a acidentes de natureza variada, com a liberação destes elementos para o meio ambiente e/ou exposição e contaminação de vítimas.

Neste sentido, o Subsistema de Medicina Operativa da MB pode ser chamado a

atuar no planejamento e na resposta a acidentes nucleares e radiológicos ocorridos nas instalações supracitadas, por meio da chamada resposta médica a essas emergências. A resposta será tão mais eficiente quanto melhor preparados estiverem os seus componentes. O presente estudo tem o objetivo de analisar a capacitação dos médicos do Corpo de Saúde da Marinha para atuarem nos acidentes nucleares e radiológicos e, caso julgado necessário, propor complementação a tais competências, por meio de cursos e/ou estágios.

Para isso, no Capítulo 2, o autor estuda os conceitos referentes aos acidentes nucleares e radiológicos, analisando, ainda, os locais e situações nos quais tais acidentes podem ocorrer.

No Capítulo 3, são analisados os aspectos relevantes dos programas e instalações estratégicos relacionados ao Programa Nuclear da Marinha e ao Programa de Desenvolvimento de Submarinos, uma vez que, em caso de acidentes nesses locais, o esforço de resposta imediato será desenvolvido pela própria MB.

No Capítulo 4 serão estudados os efeitos biológicos das radiações ionizantes, pelo fato de tais efeitos serem pouco conhecidos pelos médicos não especializados. Serão revisados os conceitos fundamentais, analisados os fatores que influenciam a dose de radiação absorvida, que vai determinar as manifestações clínicas e a gravidade do quadro apresentado pelos radioacidentados.

O Capítulo 5 abordará a resposta médica aos acidentes nucleares e radiológicos, destacando a importância da mesma no prognóstico do doente. Quanto mais rápida e efetiva, maiores as chances de sobrevivência dos pacientes. As fases pré-hospitalar e hospitalar, seja no hospital designado ou no hospital de referência, bem como a descontaminação serão descritas.

No Capítulo 6, serão avaliados o Subsistema de Medicina Operativa e o Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica, ressaltando a interação de ambos, que

será a responsável pela resposta descrita no capítulo precedente. Além disso, o estudo apresentará os aspectos específicos da resposta na MB.

Por fim, no Capítulo 7, será analisada a legislação do ensino naval e seus aspectos referentes aos médicos, a situação atual da capacitação dos médicos nos assuntos relativos à resposta às emergências radiológicas e nucleares e as possíveis propostas de complementação a essa capacitação, considerando fase da carreira e local do(s) curso(s) ou estágio(s).

2 ACIDENTES NUCLEARES E RADIOLÓGICOS

As Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica (CNEN-NN-3.01:2014) definem "acidente" como "qualquer evento não intencional, incluindo erros de operação e falhas de equipamento, cujas consequências reais ou potenciais são relevantes sob o ponto de vista de proteção radiológica." (CNEN, 2014). O mesmo órgão distingue os acidentes nucleares dos radiológicos, tendo em vista ocorrerem em situações distintas e levarem a consequências diversas. Uma parte importante do preparo da resposta médica é o conhecimento dos acidentes que podem ocorrer (IAEA, 1998).

Segundo a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), os acidentes nucleares ocorrem nas instalações nucleares: reatores nucleares, usinas nucleares, depósitos de material nuclear e instalações onde se produz o combustível nuclear. São menos frequentes e têm como consequências, emergências nucleares e radiológicas.

Os acidentes radiológicos envolvem material radioativo, podem ocorrer em qualquer lugar, e incluem: fontes sem controle (abandonadas, perdidas ou roubadas); uso inadequado de fontes industriais ou médicas; exposição ou contaminação de origem desconhecida; atos terroristas (bomba suja, bombas nucleares de baixa atividade) e acidentes durante o transporte do referido material. São mais frequentes e têm, como consequência, uma emergência radiológica.

A Marinha do Brasil (MB) pode ser chamada a atuar no planejamento e na resposta a acidentes radiológicos e nucleares, fato previsto como ação estratégica na Estratégia Nacional de Defesa (END): “medidas de defesa química, bacteriológica e nuclear [...] para as ações de proteção à população e às instalações em território nacional, decorrentes de possíveis efeitos do emprego de armas dessa natureza.” (BRASIL, 2008). Essas medidas

têm como um dos principais atores a vertente operativa do Sistema de Saúde da Marinha. Inicialmente, convém tecer algumas palavras a respeito de possíveis causas de tais acidentes a fim de se compreender a participação da Medicina Operativa da MB no planejamento das ações de resposta a tais eventos.

2.1 Acidentes nas instalações da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em Angra dos Reis

As usinas nucleares começaram a ser construídas após a Segunda Guerra Mundial, ainda sob as repercussões do lançamento de bombas atômicas sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki.

A primeira usina nuclear instalada com propósitos civis foi a de Obninsk, na antiga União Soviética, em 1954 (WORLD ENERGY RESSOURCES, 2013). Desde então, os países desenvolvidos passaram a investir na construção de usinas nucleares a fim de produzirem energia elétrica a partir da fissão nuclear.

Os dois choques dos preços do petróleo promovidos pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), na década de 1970, chamaram a atenção para a grande dependência dos países industrializados em relação a esta fonte de energia e aumentaram a importância do gás natural e da energia nuclear na matriz energética mundial.

No início dos anos 1980, em razão dos acidentes nas usinas de Three Mile Island (Estados Unidos) e de Chernobyl (antiga União Soviética, atual Ucrânia) e dos altos custos de instalação das centrais, os investimentos no setor nuclear passaram por um período de relativa estagnação, tendo sofrido forte oposição de grupos ambientalistas, por conta do problema da dispensação dos rejeitos produzidos. O receio da utilização da energia nuclear para fins bélicos foi outro fator inibidor de sua expansão. Nos últimos anos, a opinião pública tem sido

mais moderada em relação ao uso da energia nuclear tendo em vista a grande disponibilidade de reservas de urânio (combustível das usinas nucleares) no mundo e a baixa emissão de dióxido de carbono para a atmosfera, sendo considerada energia limpa.

O Brasil possui características hidrográficas favoráveis para a geração de energia elétrica. Isso tem a vantagem de ser uma fonte de energia renovável, com baixa emissão de gases que provocam o efeito estufa. Entretanto, o sistema depende do regime hidrológico, o que pode provocar crises de desabastecimento, haja vista o período de racionamento de 2001, conhecido como "apagão" e a recente estiagem de chuvas, ocorrida no corrente ano (LISBOA, 2014; PIOVESAN, 2014). Acresça-se a isso as progressivas restrições quanto ao licenciamento ambiental, como no caso da hidrelétrica de Belo Monte, no Pará (OLIVEIRA, 2011).

Mesmo com a descoberta das reservas de petróleo em sua plataforma continental, o Brasil tem a necessidade de diversificar as suas fontes energéticas, já que sua matriz energética depende basicamente de derivados do petróleo e energia hidrelétrica.

A energia nuclear ainda desempenha um papel menor na matriz de oferta de energia elétrica do Brasil, apesar de alguns fatores favoráveis à sua utilização, além dos anteriormente citados. O solo brasileiro é rico em urânio. Em 2007, segundo a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA – International Atomic Energy Agency), o país ocupava a 7ª posição no ranking dos países detentores de reservas de urânio, apesar de ter apenas 25% de seu território prospectado (INB, 2014). Uma das principais reservas está localizada em Caetité, na Bahia e, segundo as Indústrias Nucleares do Brasil (INB), tem volume suficiente para abastecer o complexo nuclear de Angra dos Reis durante toda a vida útil das usinas. Baseando-se nas reservas existentes e no domínio da tecnologia de enriquecimento do urânio, o Plano Nacional de Energia 2030 projeta a necessidade de expansão do parque nuclear, atualmente restrito à Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto

(CNAAA), em Angra dos Reis (BRASIL, 2007). Cabe ressaltar que, além do Brasil, somente a Rússia e os Estados Unidos detêm a tecnologia de enriquecimento e possuem grandes reservas de urânio (GUIMARÃES, 2010). O novo Programa Nuclear Brasileiro (PNB), de 2008, favorece a inserção da energia nuclear na matriz energética brasileira (HERZ; LAGE, 2013).

A Marinha sempre participou com destaque dos acontecimentos relacionados à Política Nuclear Brasileira. As primeiras pesquisas brasileiras na área nuclear foram realizadas na década de 1930, mas somente após o lançamento de bombas sobre Hiroshima e Nagasaki, em 1945, é que o interesse do Brasil em relação à tecnologia nuclear se intensificou (KURAMOTO; APPOLONI, 2002). Em 1945, foi assinado o primeiro acordo nuclear do Brasil, que previa a exportação de areias monazíticas, material rico em tório (elemento radioativo), para os Estados Unidos. No ano seguinte, foi promulgada a Lei McMahon, com o intuito de restringir o intercâmbio de informações, uma vez que os Estados Unidos eram detentores da tecnologia nuclear (KURAMOTO; APPOLONI, 2002 e RECKZIEGEL, 2011). Em 1951, foi criado o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), por meio da Lei nº 1.310 (CNPq, 2014), tendo sido nomeado o Almirante Álvaro Alberto como presidente. O CNPq tinha a finalidade de estimular o desenvolvimento de pesquisas sobre diversos assuntos, bem como controlar as atividades relativas à energia nuclear e condicionou a exportação de urânio à transferência de tecnologia nuclear pelos Estados Unidos, gerando um impasse. Apesar disso, durante o Governo Café Filho, em 1955, iniciou-se uma política de alinhamento incondicional aos Estados Unidos (RECKZIEGEL, 2011). Em 1956 foi criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), órgão encarregado de gerir a política nuclear, sob a presidência do Almirante Octacílio Cunha, que instituiu o Projeto Mambucaba, com o objetivo de examinar a instalação de centrais nucleares na região de Angra dos Reis (SANTOS, 2008). Segundo Oliveira e Herculano (2012), a usina Angra I começou a ser

construída em 1972, com tecnologia norte-americana, pela Westinghouse. Em 1975, foi assinado o acordo nuclear entre Brasil e Alemanha, que resultou na construção das usinas de Angra II e III.

Com o objetivo de fazer frente a acidentes nucleares nessas usinas, bem como em outros locais onde há produção ou armazenamento de combustíveis nucleares foi criado o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON), por meio do Decreto-Lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980, revogado pela Lei nº 12.731, de 2 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012).

A Marinha participa como órgão de apoio do SIPRON no Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ), para o caso de emergência nuclear nas instalações da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAEA), em Angra dos Reis. Tal participação envolve, entre outras OM, a Diretoria de Saúde da Marinha (DSM) e o Hospital Naval Marcílio Dias (HNMD) (RIO DE JANEIRO, 2008). Em passado não muito distante (1987), por ocasião do acidente radiológico de Goiânia, esse hospital atuou na resposta hospitalar (IAEA, 1988; ROCHA, 2008; BARBOSA, 2009).

2.2 Acidentes nas instalações de desenvolvimento do Programa Nuclear da Marinha (PNM) e do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB)

Com o esvaziamento do Programa Nuclear Brasileiro, em 1980, o Governo Figueiredo, com a assessoria de seus ministros militares, criou o Programa Autônomo de Tecnologia Nuclear (PATN) (BARLETTA, 1997), após a constatação de que o acordo com a Alemanha não resultaria em transferência da tecnologia do ciclo do combustível nuclear para o Brasil (RUIVO, 2007).

O PATN, também conhecido como Programa Chalana (HECHT, 2007), contava

com o apoio do Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (IPEN/CNEN-SP, antigo Instituto de Energia Atômica - IEA), com o objetivo de desenvolver um reator para submarino com propulsão nuclear e as tecnologias do ciclo de produção do seu combustível, contando ainda com pesquisas desenvolvidas pelo Exército Brasileiro e pela Força Aérea Brasileira. Em 1982 já ocorria a primeira operação de enriquecimento de urânio num equipamento produzido com tecnologia exclusivamente nacional. Nesse mesmo ano, com a volta da subordinação do IPEN à esfera federal, a MB criou a Coordenadoria de Projetos Especiais (COPESP) que, em 1995, teve seu nome alterado para Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP).

A fim de atender à ampliação do projeto, em 1988, foi construído o Centro Experimental Aramar (CEA), em Iperó, São Paulo.

O Programa Nuclear da Marinha (PNM), como é oficialmente denominado o Programa Chalana, está atualmente estruturado em dois grandes projetos: o Projeto do Ciclo de Combustível e o Projeto do Laboratório de Geração Núcleo-Elétrica (LABGENE) e tem como objetivo o desenvolvimento da capacitação tecnológica nacional no projeto, construção, comissionamento e operação de reatores nucleares, e produção de seu combustível (MD51-M-04) (BRASIL, 2007b, p. 1). O objetivo final é projetar e construir um submarino de propulsão nuclear.

Atualmente, esse programa passou a ser uma prioridade não só da Marinha, mas do próprio país, como bem delineado na Estratégia Nacional de Defesa.

O documento supracitado considera o setor nuclear como estratégico, cabendo à Marinha “completar, no que diz respeito ao programa de submarino de propulsão nuclear, a nacionalização completa e o desenvolvimento em escala industrial do ciclo do combustível (inclusive a gaseificação e o enriquecimento) e de tecnologia da construção de reatores, para uso exclusivo do Brasil” (BRASIL, 2008). O programa de SNBR vem ocorrendo por intermédio de um acordo com a França, assinado em 2008, para a “aquisição de quatro

submarinos SBR, com a transferência de tecnologia ampliada para todas as fases [...] deste projeto de submarinos, e ao apoio francês, no longo prazo, para a concepção e construção da parte não-nuclear do submarino SNBR” (BRASIL; FRANÇA, 2008). Este programa exige instalações para a construção e posterior atracação do submarino e para o desenvolvimento do reator nuclear a ser utilizado na propulsão. Tais instalações encontram-se localizadas em São Paulo e Iperó, no estado de São Paulo e em Itaguaí, no Rio de Janeiro (CTMSP, 2008). As instalações acima referidas estão sujeitas a acidentes nucleares.

Em 29 de abril de 2011, foi ativada no CEA a Companhia de Defesa Química, Biológica e Nuclear de ARAMAR (CiaDefQBN-ARAMAR), criada pela Portaria nº 352, de 17 de setembro de 2010, do Comandante da Marinha. Esta companhia, subordinada ao CTMSP, tem como propósito prover a segurança física das instalações e executar ações de controle e combate a emergências de natureza química, biológica e nuclear, potenciais ou reais, na área do CEA, o que demonstra a importância atribuída às instalações em questão e o risco inerente às atividades nelas realizadas. Em 24 de outubro de 2013, seu nome foi alterado para Batalhão de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica (BtlDefNBQR-ARAMAR) (MARINHA DO BRASIL, 2013).

2.3 Emergências radiológicas ou nucleares provocadas por terrorismo

Pelo fato de a energia nuclear possuir alto potencial destrutivo e serem tênues os limites entre seu uso pacífico e o uso militar, passou a haver grandes preocupações na comunidade internacional com o controle desse uso. Criou-se então, em 1956, a IAEA, vinculada à Organização das Nações Unidas (ONU), cuja missão é acelerar a contribuição da energia nuclear para a paz, a saúde e a prosperidade, e garantir que essa assistência não seja empregada com propósitos militares (IAEA, 1998).

A despeito do rígido controle da comercialização de urânio, tanto pelos governos nacionais quanto pela IAEA, a extração não é a única fonte de obtenção do mineral. Fontes secundárias como material obtido com a desativação de artefatos bélicos, estoques civis e militares, reprocessamento do urânio já utilizado e a sobra do material usado no processo de enriquecimento, possibilitam sua obtenção por pessoas e grupos não autorizados (CASTELLS, 1999; NRC, 2003; AHEARNE, 2010; JOHNSTON, 2014).

Os atos ou ameaças terroristas que utilizam material radiológico podem ser classificados em eventos nucleares (quando envolvem armas nucleares) e radiológicos (quando envolvem liberação não nuclear de material radioativo) (TENFORDE *et al.*, 2010).

Os eventos nucleares são provocados por armas nucleares, que utilizam reações de fissão ou fusão para produzir explosão com liberação de energia, calor, radiação e deslocamento de ar. Os custos envolvidos, o nível de tecnologia exigido e a segurança e vigilância exercidas sobre as armas nucleares torna menos provável sua utilização em atos terroristas (AHEARNE, 2010). Essas armas podem ser de dois tipos: o Dispositivo Nuclear Improvisado (IND – Improvised Nuclear Device, em inglês), cuja detonação pode não atingir a potência completa, em razão de sua natureza improvisada e provoca riscos de inalação e partículas ou de contaminação de alimentos; e o Artefato de Destruição em Massa (WMD – Weapon of Mass Destruction, em inglês), arma sofisticada, necessitando do domínio do ciclo completo do urânio para sua fabricação. Sua detonação levaria a efeitos catastróficos, grande número de mortes imediatas, sobrecarga dos serviços de saúde e impactos incalculáveis sobre os aspectos psicossociais, econômicos e financeiros (TOUKAN; CORDESMAN, 2009; VALVERDE, 2010).

O terrorismo radiológico utiliza fontes de radiação intencionalmente colocadas em lugares públicos, chamadas de "dispositivos de exposição radiológica" (em inglês, "radiologic

exposure devices" ou "RED"); ataques a meios que transportam material radioativo ou, uso de "dispositivos de dispersão radiológica" (em inglês, "radiologic dispersal devices" ou "RDD"). O RDD mais comum é a "bomba suja", que utiliza explosivos convencionais para dispersar material radioativo. A dispersão pode ser realizada, ainda, por meio de aerossol ou spray (BARNETT *et al.*, 2006; TENFORDE *et al.*, 2010).

A "bomba suja" não tem um alto poder de destruição, mas pode provocar mortes e lesões nas pessoas próximas ao local de sua explosão, lesões essas de natureza traumática ou radiológica. Entretanto, tal dispositivo tem importante impacto psicológico, causando pânico e agitação na população (BARNETT *et al.*, 2006).

O mundo globalizado passou a apresentar uma multipolaridade nas relações internacionais. Nesse cenário de interdependência, os Estados deixaram de ser os únicos atores. Entre os diversos tipos de atores não estatais, o terrorismo não pode ser descartado (VALVERDE, 2010), principalmente pelo fato de o Brasil ser sede de grandes eventos, como a Copa do Mundo, ocorrida no presente ano, e as Olimpíadas e Paraolimpíadas, em 2016 (FORTES, 2012). Segundo Nasser (NIERO, 2013), pesquisador na área de Política Internacional com ênfase em Conflitos Internacionais, Segurança Internacional e Terrorismo, o aumento de visibilidade torna o Brasil um possível alvo para terroristas e que, apesar de não haver grupos terroristas no país, grupos criminosos podem praticar tais atos.

Tendo em vista esta possibilidade, foi publicada a Portaria Normativa nº 2.221/MD, de 20 de agosto de 2012, que dispõe sobre a atuação do Ministério da Defesa nas atividades compreendidas nos grandes eventos determinados pela Presidência da República (BRASIL, 2012), do Decreto nº 3.897, de 24 de agosto de 2001, que fixa as diretrizes para o emprego das Forças Armadas na garantia da lei e da ordem (BRASIL, 2001) e da Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999 (BRASIL, 1999), que dispõe sobre as normas

gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas, incluindo a atribuição subsidiária geral de cooperar com o desenvolvimento e a defesa civil. Em todos esses casos, a Marinha pode ser chamada a atuar no planejamento e na resposta a acidentes nucleares, fato previsto como ação estratégica na Estratégia Nacional de Defesa: “medidas de defesa química, bacteriológica e nuclear [...] para as ações de proteção à população e às instalações em território nacional, decorrentes de possíveis efeitos do emprego de armas dessa natureza.” (BRASIL, 2008).

3 O PROGRAMA NUCLEAR DA MARINHA (PNM) E O PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE SUBMARINOS (PROSUB)

Como citado no capítulo anterior, o Subsistema de Medicina Operativa da MB pode ser chamado a atuar no planejamento e na resposta a acidentes radiológicos e nucleares nas instalações do Programa Nuclear da Marinha (PNM) e do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), uma vez que tais programas são conduzidos pela própria Marinha. As instalações sujeitas a tais ocorrências são as do Centro Experimental de Aramar (CEA), já em funcionamento, o Estaleiro e Base Naval (EBN) em Itaguaí/RJ e o próprio submarino com propulsão nuclear (SNBR), os dois últimos, ainda em fase de construção. O CEA e o SNBR são instalações sensíveis por serem dotadas de reator nuclear. Já o EBN poderá estar abrigando ou reparando o SNBR. Este capítulo destaca a importância estratégica de ambos os programas, justificando a necessidade do provimento de medidas de prevenção e resposta a acidentes nucleares e radiológicos.

3.1 Aspectos relevantes sobre o PNM e o PROSUB

Em sua Diretriz 1, a Estratégia Nacional de Defesa (END) preconiza a dissuasão, decorrente da capacidade de combater (BRASIL, 2008). Oliveira (2009) associa a esta a Diretriz 6, que considera os setores espacial, cibernético e nuclear como de importância estratégica. Para o fortalecimento do setor nuclear, "o Brasil deve dominar o ciclo nuclear para fins pacíficos", com aplicações na área de energia, agricultura e saúde, bem como concluir o projeto do submarino com propulsão nuclear.

Ainda neste documento, que prioriza a negação do uso do mar ao inimigo, está escrito que "o Brasil manterá e desenvolverá sua capacidade de projetar e fabricar tanto

submarinos de propulsão convencional como de propulsão nuclear" (BRASIL, 2008).

Em consonância com tal opção estratégica, o Comando da Marinha criou a Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear (COGESN) em 05 de setembro de 2008, ativada em 26 de setembro do mesmo ano (MOURA, 2013), com as atribuições de gerenciar o projeto e a construção do estaleiro e da base de submarinos, bem como de submarino com propulsão nuclear.

Conforme relatado no capítulo anterior, o Programa Nuclear da Marinha (PNM), atualmente estruturado nos Projetos do Ciclo de Combustível e do Laboratório de Geração Núcleo-Elétrica (LABGENE) (GUIMARÃES, 2006; HECHT, 2007), destinado ao desenvolvimento autônomo da tecnologia de propulsão nuclear (PESCE, 2013), ocupa as instalações do CTMSP, em Iperó/SP. O LABGENE, destinado a desenvolver e abrigar uma planta nuclear de geração de energia elétrica, incluindo reator nuclear, tem o propósito de “assegurar previamente os atributos básicos de segurança e eficiência da instalação embarcada.”, segundo Santos (2000, citado por HECHT, 2007).

O PNM vem ocorrendo em paralelo ao Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB). Por meio deste último, o Brasil irá construir quatro submarinos convencionais e um com propulsão nuclear, mediante transferência de tecnologia francesa, excetuando-se a parte nuclear do SNBR (BRASIL; FRANÇA, 2008). O desenvolvimento do sistema de propulsão, incluindo o reator, e sua instalação no casco são atribuições da Marinha (MOURA, 2013). Neste programa está incluída a implantação do estaleiro e base naval para construção, manutenção e reparo de submarinos, em Itaguaí, Rio de Janeiro (PESCE, 2013). Estas instalações revestem-se de vital importância, pois, segundo Birkler (1994, citado por Moura, 2013), os reabastecimentos dos reatores e os grandes reparos de submarinos com propulsão nuclear apresentam maior nível de dificuldade de realização, pois ocorrem na presença de combustível nuclear ativo.

O PROSUB é um projeto de Estado a cargo da Marinha que, não só tornará o Brasil o sétimo país no mundo a construir submarinos nucleares (MOURA, 2013), como provocará notável arrasto tecnológico, haja vista a ampliação da base tecnológica nacional, o incentivo à indústria de defesa e a possibilidade de emprego dual dos equipamentos e componentes desenvolvidos, assim como o aproveitamento da energia nuclear na matriz energética do país (SILVA *et al.*, 2013).

3.2 O submarino com propulsão nuclear

De acordo com a Doutrina Básica da Marinha (DBM) – EMA 305 – Rev 2, as tarefas básicas do Poder Naval são: negar o uso do mar ao inimigo, controlar áreas marítimas, projetar poder sobre terra e contribuir para a dissuasão. A Estratégia Nacional de Defesa, como assinalado acima, resolve priorizar a negação do uso do mar ao inimigo, devendo a Marinha do Brasil pautar-se por um desenvolvimento desigual e conjunto (BRASIL, 2008). Para isso, "o Brasil contará com força submarina de envergadura, composta de submarinos convencionais e de submarinos de propulsão nuclear". Neste sentido, o Plano de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil (PAEMB), contendo os meios necessários para o cumprimento das atribuições da MB na END, estabelece um quantitativo de 15 submarinos de propulsão diesel-elétrica (S-BR), sendo que quatro deles já foram contratados. Quanto aos submarinos com propulsão nuclear, o número previsto no PAEMB é de seis, sendo que um deles foi contratado (MOURA, 2013).

Independente do tipo de propulsão, o submarino é um tipo de navio com capacidade de operar em imersão e submersão, propriedades estas que lhe conferem a característica de ocultação (GUIMARÃES, 1999). Segundo Galante (PODER NAVAL, 2013), é menos dependente de condições climáticas que os navios de superfície. Quando submerso, o

submarino adquire invisibilidade e pode surpreender os adversários. Enquanto mantiver sua ocultação, o submarino é uma importante arma dissuasória (HECHT, 2007). Ribeiro (2006) destaca o grau de incerteza que a presença de um submarino acarreta, obrigando as forças inimigas a mobilizar um número maior de meios a fim de enfrentá-lo e que, por essa superioridade intrínseca, o submarino é a principal arma de dissuasão dos países que adotam estratégia defensiva, caso do Brasil. Segundo Silva (2008), o submarino convencional também possui limitações, sendo a principal delas a dependência do ar atmosférico, tanto para a recarga de suas baterias, como para a renovação do ar em seu interior, fundamental para a respiração de seus tripulantes. Para que isso ocorra, o submarino precisa aproximar-se da superfície, momento em que se torna vulnerável, perdendo sua principal característica.

O Glossário das Forças Armadas (MD35-G-01, 2007) classifica como submarino nuclear aquele dotado de sistema propulsor nuclear. Moura (2013) diferencia os submarinos nucleares em dois tipos: os submarinos lançadores de mísseis balísticos (SLMB), em inglês, Ship Submersible Ballistic Missile (SSBM), empregado para dissuasão nuclear, em virtude de ser dotado de mísseis balísticos com ogivas nucleares; e os submarinos nucleares de ataque (SNA), em inglês SSN (Ship Submersible – Nuclear Power). Estes têm emprego geral, com mísseis e torpedos. Algumas Marinhas têm um subtipo de SNA, o chamado submarino lançador de mísseis de cruzeiro (SLMC), em inglês SSGN (Ship Submersible – Guided Missile – Nuclear Power).

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), em seu artigo 21, inciso XXIII, especifica que "toda atividade nuclear em território nacional somente será admitida para fins pacíficos". Além disso, o Decreto nº 2.864, de 7 de dezembro de 1998 (BRASIL, 1998), promulgou o Tratado sobre a Não-Proliferação de Armas Nucleares. Em virtude desses aspectos acima, o Brasil contará somente com SNA.

O submarino nuclear tem como propulsão um Reator a Água Pressurizada

(Pressurized Water Reactor – PWR), que é composto de dois circuitos (primário e secundário) não comunicantes geradores de vapor que facilitam a troca de calor e o consequente resfriamento do reator sem a necessidade de bombas acionadas por eletricidade (ELETRONUCLEAR, 2011). Embora a complexidade dos diversos sistemas que compõem a propulsão nuclear requeiram altos investimentos (HECHT, 2007), o reator não necessita de ar fresco para a recarga das baterias e a renovação de ar de bordo é realizada por meio de um gerador de oxigênio, o que torna seu período de imersão muito maior que o do submarino convencional, ficando limitado pela duração do armamento e víveres de bordo, bem como da moral da tripulação, conforme Galante (PODER NAVAL, 2013). Além disso, permite o desenvolvimento de velocidades mais altas (HECHT, 2007). A propulsão nuclear aumenta a capacidade de permanência, mobilidade, discrição e poder de combate (HECHT, 2007), características desejáveis em um país com uma costa de grande extensão, como o Brasil (LIBERATTI, 2002; HECHT, 2007), o que modifica favoravelmente sua relação custo-benefício.

No tocante à segurança dos reatores de submarinos nucleares, os dados são conflitantes. Enquanto o Departamento de Estado dos EUA (USA, 2006; HECHT, 2007) divulgam serem possuidores de 72 submarinos em um total de 83 navios dotados de propulsão nuclear, referem que nos últimos 50 anos, com mais de 134 milhões de milhas navegadas, não há ocorrências de quaisquer acidentes com reatores, nem ferimentos às respectivas tripulações ou danos ambientais. Jankosky (2008) refere uma colisão do U.S.S. San Francisco (SSN 711) com uma montanha submarina no Oceano Pacífico, no ano de 2005, resultando em lesões em 90% da tripulação, entretanto, nenhuma delas devidas a efeitos biológicos da radiação, mas ao impacto da colisão. Baert *et al.* (2011) registram a ocorrência de transtorno de estresse pós-traumático (doença sem relação de causa e efeito com as radiações ionizantes) em integrantes da tripulação do SNA Rubis (Marinha Francesa), em 2007, após colisão com o fundo do

oceano.

Por outro lado, Johnston (2014) apresenta lista com oito acidentes ocorridos em submarinos russos, todos envolvendo o reator nuclear, com 23 mortos e 179 feridos. Ølgard (1996) apresenta listagem com diversos acidentes e incidentes ocorridos com submarinos nucleares, e relata que, de acordo com fontes soviéticas, teria havido um acidente com um reator nuclear da Marinha americana em 1954, com 4 mortos, dado nunca confirmado por fontes ocidentais. O autor dinamarquês conclui que "A – compreensível – falta de informações pode, por vezes, ser usada para confundir o público. As autoridades oficiais envolvidas podem utilizar desse artifício para minimizar a seriedade de acidentes, pois grupos anti-nucleares ou anti-militares podem fazer uso das informações para exacerbar sua gravidade."

Ainda que relatados como incomuns, cabe ressaltar alguns aspectos a respeito dos acidentes em reatores nucleares. As funções de segurança de um reator nuclear são o controle da reação nuclear, que permite a estabilidade da potência do reator, assegurando seu desligamento seguro, quando necessário; a manutenção do resfriamento adequado do combustível nuclear e a manutenção do confinamento do material radioativo (PERROTTA, 2011).

Segundo Perrotta (2011), o primeiro tipo de acidente possível é aquele no qual há perda do controle do reator, acarretando aumento súbito da energia gerada, por sustentação da reação nuclear em cadeia. É o chamado acidente de reatividade ou de criticalidade.

No caso de desequilíbrio entre a potência térmica produzida e a removida pelo sistema de resfriamento do reator, ocorre o acidente de perda de resfriamento.

Por fim, se ocorre vazamento em uma ou mais barreiras de contenção, pode haver liberação de material radioativo para o meio externo, acidente este classificado como de perda de estanqueidade.

Ressalta-se que pode haver progressão de um acidente de reatividade para uma perda de resfriamento e, posteriormente, para perda de estanqueidade. Os dois primeiros restringem-se ao interior das instalações, podendo afetar os operadores. Somente nos casos de ocorrência de perda de estanqueidade é que o meio ambiente e o público externo podem ser atingidos.

4 EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

A fim de possibilitar uma adequada resposta pré-hospitalar e hospitalar às emergências nucleares ou radiológicas decorrentes de acidentes a bordo do submarino nuclear ou nas instalações do PROSUB, os médicos da MB devem estar familiarizados não só com conceitos básicos como serem capazes de realizar triagem, diagnóstico e tratamento de lesões em possíveis vítimas.

4.1 Conceitos

Inicialmente, como forma de limitação de abordagem, convém apresentar alguns conceitos referentes aos efeitos biológicos das radiações (IAEA, 2007). Os efeitos biológicos são respostas naturais do organismo a um agente agressor. No caso de esse agente ser a exposição à radiação, sua consequência, em nível molecular, é a lesão do ácido desoxirribonucleico (DNA), componente do material genético da célula. Esta lesão pode ser reparada, ou gerar alterações que resultem em disfunção, carcinogênese ou morte celular (CHRISTODOULEAS *et al.*, 2011). Dependendo da dose recebida, tais efeitos podem ou não se manifestar. Em função dessa relação entre dose e forma de resposta, podem ser classificados em determinísticos e estocásticos.

Os efeitos determinísticos são aqueles para os quais existe um limiar de dose absorvida necessário para sua ocorrência e cuja gravidade aumenta com o aumento da dose. Os efeitos estocásticos são aqueles para os quais não existe um limiar de dose para sua ocorrência e cuja probabilidade de ocorrência é função da dose. A gravidade desse efeito independe da dose absorvida (TAUHATA *et al.*, 2003; XAVIER *et al.*, 2006; IAEA, 2007; CNEN, 2012).

Outra classificação que se presta a limitar a abordagem deste estudo é aquela relacionada ao tempo de manifestação do quadro clínico. Os efeitos biológicos podem ser classificados como imediatos, quando ocorrem num período de poucas horas até algumas semanas após a exposição, e tardios ou retardados, que surgem depois de anos ou décadas após o contato com a radiação ionizante (TAUHATA *et al.*, 2003).

Como o presente trabalho versa sobre a capacitação para a resposta às emergências radiológicas e nucleares, a abordagem restringir-se-á aos tipos de exposição e às lesões decorrentes dos efeitos imediatos e determinísticos, considerando, portanto, somente os efeitos da consequente destruição celular (NOUAILHETAS *et al.*, 2003), e não das mutações genéticas.

Deve-se ter em mente que as lesões provocadas pela radiação dependem da dose recebida e esta pode ser influenciada por diversos fatores (VÁZQUEZ; PÉREZ, 2007):

- 1) A quantidade de energia emitida pela fonte de radiação;
- 2) A atividade da fonte (número de desintegrações de um isótopo que ocorrem em um certo intervalo de tempo) (CNEN, 2012);
- 3) A distância entre a fonte e a pessoa, inversamente proporcional à dose recebida;
- 4) O tempo de exposição (quanto menor o tempo, menor a dose);
- 5) A interposição de algum tipo de material entre o sujeito e a fonte, que possa funcionar como blindagem (concreto, água etc.), reduzindo a dose; e
- 6) Se a fonte é dispersa (pó, solução, vapor etc.), há possibilidade de deposição do material radioativo em algum tecido, órgão ou sistema do corpo, o que aumenta a dose recebida.

López e Martín (2011) ainda incluem entre tais fatores a qualidade dos cuidados médicos existentes, o que aumenta a importância da capacitação dos recursos humanos

disponíveis.

Os efeitos da radiação ionizante nem sempre se manifestam clinicamente, uma vez que, além da dose recebida, fatores como a idade da vítima, a preexistência de patologias e a ocorrência concomitante de lesões não resultantes de radiação influenciam no surgimento de sinais e sintomas (VÁZQUEZ; PÉREZ, 2007).

Além dos fatores anteriormente citados, o modo de exposição também influencia a intensidade e tempo de evolução dos efeitos deletérios para o organismo (VALVERDE *et al.*, 2010; DÖRR; MEINEKE, 2011) e pode ser classificado em dois grandes grupos: exposição ou irradiação externa e contaminação interna ou externa.

A exposição ou irradiação externa é aquela produzida por uma fonte que se encontra a certa distância do corpo, não havendo contato entre os dois (CARDOSO, 2006; VÁZQUEZ; PÉREZ, 2007; VALVERDE *et al.*, 2010). Quando envolve todo o corpo, ou atinge pelo menos 60% deste, classifica-se como globalizada (VÁZQUEZ; PÉREZ, 2007) ou de corpo inteiro (VALVERDE *et al.*, 2010). No caso de exposição de somente uma parte do corpo, é dita localizada (VÁZQUEZ; PÉREZ, 2007 e VALVERDE *et al.*, 2010).

A contaminação radiológica ocorre quando há presença não desejada de material radioativo no corpo da vítima (CARDOSO, 2006). No caso da incorporação do material pelas vias respiratória, digestiva, através das mucosas (VÁZQUEZ; PÉREZ, 2007) ou, ainda, por lesões abertas na pele (VALVERDE *et al.*, 2010), é classificada como interna. Se estiver depositada apenas na superfície da pele, é chamada externa (VÁZQUEZ; PÉREZ, 2007 e VALVERDE *et al.*, 2010).

A importância de tal distinção é que, no caso da irradiação, a vítima não transfere radiação para o pessoal que presta o atendimento de saúde. Na hipótese de atendimento a pessoas vítimas de contaminação, devem ser adotados procedimentos de radioproteção, inclusive o uso de equipamentos de proteção individual (EPI), ainda que as doses geradas

sejam usualmente baixas (VALVERDE *et al.*, 2010).

Segundo Valverde, pode haver, ainda, simultaneidade entre exposição de corpo inteiro ou localizada e contaminação interna ou externa. A esses quadros damos o nome de condições associadas.

Vásquez e Pérez (2007) incluem, ainda, a possibilidade da ocorrência concomitante de lesões radiológicas provocadas por quaisquer das situações acima e injúrias convencionais (não provocadas por radioatividade, como traumatismos e queimaduras), que são classificadas como lesões combinadas. Essa associação tende a agravar o prognóstico do paciente (VALVERDE *et al.*, 2010; DÖRR; MEINEKE, 2011), muitas vezes, resultante de infecção generalizada por translocação bacteriana (DI CARLO *et al.*, 2011).

4.2 Manifestações clínicas

Do ponto de vista de manifestações clínicas resultantes de exposição às radiações ionizantes, existem duas formas que podem se apresentar de maneira isolada ou combinada: a Síndrome Aguda de Radiação (SAR) e a Síndrome Cutânea Radioinduzida (SCR) (IAEA, 1998; NOUAILHETAS *et al.*, 2003).

4.2.1 Síndrome aguda da radiação

Vásquez define a Síndrome Aguda de Radiação (SAR) como "o conjunto de manifestações clínicas e hormonais produzidas pela irradiação de todo o corpo ou uma parte significativa dele, cujas consequências dependem principalmente da dose e de sua distribuição temporo-espacial". Ocorre quando, numa exposição aguda, a dose de radiação recebida pela vítima ultrapassa um limiar de 1 Gy (HRDINA *et al.*, 2009). Rocha (2008) destaca, citando

Bertelli (1982), que o quadro se desenvolve em um curto período de tempo.

Esta síndrome evolui em três fases (VÁZQUEZ; PÉREZ, 2007; ROCHA, 2008; (NOUAILHETAS *et al.*, 2003). A primeira fase é chamada prodrômica. Ocorre logo após a irradiação, manifestando-se com náuseas, fadiga, cefaleia, febre e diarreia (VÁZQUEZ; PÉREZ, 2007). A intensidade e o intervalo de início dos sinais e sintomas, bem como a duração dos mesmos dependem da dose recebida (NOUAILHETAS *et al.*, 2003), podendo variar de segundos a dias. Pode ser confundida com sintomas inespecíficos de uma doença gastrointestinal (DÖRR; MEINEKE, 2011), daí a importância da história de exposição.

Segue-se, então a fase de latência ou de "silêncio clínico" (VÁZQUEZ; PÉREZ, 2007), compreendida entre o momento da exposição e o início dos primeiros sintomas de falência orgânica. Ao contrário do que ocorre com a fase prodrômica, sua duração é inversamente proporcional à dose recebida (DÖRR; MEINEKE, 2011), mas pode ser de alguns segundos a vários dias. No caso de doses muito altas (acima de 6 Gy), pode estar ausente (VALVERDE *et al.*, 2010; DI CARLO *et al.*, 2011).

A terceira é a fase de manifestação clínica, que é consequência da morte de células de vida biológica curta, que se apresentam em estado de reprodução permanente. São elas: as da medula óssea, que dão origem aos elementos figurados do sangue; as dos tecidos de revestimento, como a pele, epitélio intestinal e glândulas; e as células germinativas masculinas e femininas (NOUAILHETAS *et al.*, 2003), como define a lei de Bergonié-Tribondeau (a radiosensibilidade de um tecido é proporcional à sua capacidade de reprodução), segundo consta no "The Free Dictionary by Farlex" (2014).

Conforme Valverde (2010) existem três formas de SAR, que ocorrem de acordo com a dose recebida.

A forma hematopoiética manifesta-se como resultado de uma dose recebida de 1 Gy ou mais. Há redução da contagem dos elementos figurados do sangue (linfopenia precoce,

neutropenia, plaquetopenia e anemia tardia) com as complicações subsequentes à imunossupressão e à propensão à hemorragia. Tal dose atinge o sistema hematopoiético, responsável pela produção dos elementos figurados do sangue. Este sistema é composto de órgãos e tecidos como o baço, o timo, os nódulos linfáticos e a medula óssea (NOUAILHETAS *et al.*, 2003). Os elementos figurados são células que desempenham funções de transporte de oxigênio (hemácias), de resposta imunológica (leucócitos) e de coagulação sanguínea (plaquetas), e têm vida biológica curta, conforme acima descrito. O comprometimento do sistema hematopoiético faz com que essas células não sejam adequadamente repostas após o término de seu ciclo de vida e, assim, o indivíduo desenvolve um quadro de imunodeficiência grave, anemia e propensão a hemorragias e infecções. Uma característica importante desta síndrome é a linfopenia (baixa contagem de linfócitos no sangue periférico), uma vez que a irradiação direta destas células provoca a destruição maciça das mesmas. Segundo Di Carlo *et al.* (2011) os linfócitos são as células mais sensíveis aos efeitos das radiações ionizantes. A cinética da depleção linfocitária é um parâmetro muito útil para uma rápida avaliação da exposição. Deve-se ter em mente que linfopenia pode ocorrer na ausência de irradiação (traumas e queimaduras).

A forma gastrointestinal ocorre em situações onde a dose absorvida é de 8 a 10 Gy (VALVERDE *et al.*, 2010). Associa-se à forma hematopoiética (NOUAILHETAS *et al.*, 2003). O tecido de revestimento do tubo digestivo é composto de diversas camadas de células que se reproduzem de base (mais interna) para o topo (mais externa). Quando expostas à radiação, as células basais, que originam as do topo, são destruídas. Sendo assim, as manifestações clínicas surgem em torno de quatro dias (NOUAILHETAS *et al.*, 2003) após a exposição e decorrem da ulceração da mucosa e da invasão da corrente sanguínea por bactérias intestinais. Esse período é influenciado pelo tempo de trânsito das células das camadas mais internas para as camadas mais externas do tecido, e é caracterizado por diarreia

muco-sanguinolenta, síndrome de má absorção e alterações hidroeletrólíticas, podendo evoluir para choque hipovolêmico.

A terceira forma é a neurovascular ou cerebrovascular (VALVERDE *et al.*, 2010), que ocorre quando a dose absorvida ultrapassa 20 Gy. Tem início precoce (por volta de 30 minutos após a irradiação), com vômitos, diarreia sanguinolenta e sintomas gerais (apatia). Surgem, então, sintomas neurológicos (ataxia e convulsões), evoluindo para estupor, coma, colapso vascular periférico. O quadro clínico decorre das lesões vasculares. A morte ocorre em 100% dos casos (VALVERDE *et al.*, 2010) e dá-se em poucas horas (ROCHA, 2008).

Segundo Dörr e Meineke (2011), em alguns casos de exposição externa globalizada e com altas doses, o quadro pode se manifestar com envolvimento de múltiplos órgãos.

4.2.2 Síndrome cutânea radioinduzida

Enquanto a Síndrome Aguda de Radiação (SAR) ocorre nos casos de irradiação externa globalizada ou de corpo inteiro, de forma mais ou menos homogênea, a Síndrome Cutânea Radioinduzida (SCR) é consequência das irradiações externas localizadas (VALVERDE *et al.*, 2010). Esta Síndrome também é conhecida como radiodermite (ROCHA, 2008).

A radiação provoca a morte das células mais profundas da pele e, como nos outros tecidos de revestimento, o efeito se manifesta após um determinado período, de acordo com o tempo de migração dessas células para as camadas mais superficiais, que é de cerca de dez dias.

A SCR pode evoluir em três ou quatro fases. A primeira delas chama-se fase inicial. Nas primeiras horas após a exposição, surge um eritema transitório, que pode não ser

percebido pela vítima ou pelo pessoal de saúde. Segue-se, então, uma fase de latência que, como na SAR, transcorre sem manifestações clínicas. A duração desta fase é inversamente proporcional à dose recebida. Por fim, dá-se a fase clínica ou de estado, cuja severidade é diretamente proporcional à dose absorvida. O mecanismo causador das lesões é uma vasculite. Surge um novo eritema (eritema secundário), dor e edema, que sinalizam para um mau prognóstico quando ocorrem precocemente. Sinais de lesões mais profundas são as flictenas (bolhas), ulcerações e necrose (ROCHA, 2008). No caso de altas doses, e da vítima sobreviver, pode haver a fase tardia, com reagudização dos sintomas acima descritos e ocorrência de sequelas (VALVERDE *et al.*, 2010).

O conhecimento dos conceitos e manifestações clínicas listados acima, é de fundamental importância para os médicos que participam do atendimento de pacientes irradiados. Segundo Colombini, a anamnese, ferramenta basilar do método de exame clínico (BRASIL MEDICINA, 2001), tem sua importância aumentada, uma vez que não há sinais patognomônicos neste quadro. Relatos de queimaduras sem exposição a agentes químicos ou altas temperaturas (VALVERDE *et al.*, 2010), bem como dados sugestivos na história ocupacional podem auxiliar no diagnóstico de lesões provocadas por radiação.

Vázquez e Pérez (2007) destacam que, em geral, os médicos que trabalham nos setores de emergência não estão familiarizados com as manifestações clínicas da exposição ou contaminação radioativas, tampouco com o manejo das vítimas. O diagnóstico precoce influencia favoravelmente no prognóstico dos pacientes irradiados, tanto individualmente quanto para a coletividade. No caso do acidente radiológico de Goiânia (1987), os sintomas não foram inicialmente identificados como decorrentes de irradiação (IAEA, 1988 e 2012), o que causou retardo na instituição do tratamento adequado, bem como na deflagração do sistema de resposta a emergências radiológicas e nucleares. O reconhecimento das lesões por radiações ionizantes e a desmitificação da abordagem a esses pacientes dependem de

programas de capacitação do pessoal de saúde (IAEA, 1998).

5 A RESPOSTA MÉDICO-HOSPITALAR ÀS EMERGÊNCIAS NUCLEARES E RADIOLÓGICAS

Entre outras atribuições, a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) deve estabelecer e adotar padrões de segurança para a proteção da saúde e redução dos riscos à vida e à propriedade, segundo o contido no artigo III de seu estatuto. Esses padrões são publicados por meio das "IAEA Safety Standard Series", veículos de disseminação dos resultados de pesquisas sobre acidentes nucleares ou emergências radiológicas (IAEA, 2007).

Em uma de suas publicações (IAEA, 1998), a agência ressalta a importância de que, nos países que utilizam fontes de radiação ionizante, deve haver número suficiente de médicos capacitados a prestar atendimento a vítimas de acidentes radiológicos, uma vez que a exposição localizada é o acidente radiológico mais comum e que, em grande parte dos casos, os hospitais gerais são suficientes para realizar o tratamento desses pacientes.

A IAEA recomenda que a resposta médico-hospitalar a emergências radiológicas esteja inserida em um Plano Nacional de Emergências Radiológicas que, por sua vez, faça parte de um Plano Nacional de Emergências para todos os riscos (IAEA, 2011). O presente capítulo abordará somente a resposta médico-hospitalar, pelo fato de a mesma ser assunto de interesse à capacitação dos médicos, bem como seu fim último.

Embora Valverde (2010) relate a baixa ocorrência desse tipo de acidente, Vázquez (2007) chama a atenção para o aumento no uso de fontes de radiações ionizantes nas últimas décadas e a crescente preocupação mundial com a eventual utilização de material radioativo para fins malevolentes. Toma relevância a necessidade de contar com uma adequada preparação para a resposta médica diante deste tipo de emergência. Outros fatores que tornam essencial a capacitação dos profissionais médicos são a inespecificidade das lesões por radiação e a complexidade da tecnologia usada para o tratamento de alguns pacientes

radioacidentados (VALVERDE *et al.*, 2010), assim como a possibilidade de que tais eventos resultem em eventos de larga escala (DÖRR; MEINEKE, 2011).

Qualquer planejamento da resposta médica a emergências radiológicas requer a identificação dos riscos radiológicos e postulação de emergências (ameaças) e o estabelecimento dos integrantes do sistema de resposta, com clara definição da coordenação e dos papéis a serem exercidos.

Deve-se chamar a atenção para o fato de que a resposta médica é desenvolvida, não só pelas organizações de saúde, mas por órgãos como a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros e a Polícia. A integração dessa resposta é obtida por meio de procedimentos precisos, detalhados e padronizados de triagem, avaliação do quadro clínico e de contaminação, remoção e intervenções de saúde.

Dependendo da magnitude do acidente, pode haver um grande número de vítimas, o que tende a provocar a saturação do sistema de saúde. Nesses casos, é fundamental que haja um sistema de triagem na fase inicial. Os objetivos dessa triagem são: a avaliação rápida, a determinação de prioridades e o estabelecimento do tratamento adequado. A presença de lesões radiocombinadas altera a hierarquização de prioridades no atendimento, pois as lesões convencionais precisam ser abordadas em primeiro lugar (VAZQUEZ *et al.*, 2007).

Segundo a DSM-4004, a resposta médica em uma emergência NBQR deve ser planejada com base em níveis de complexidade crescente.

5.1 Atendimento pré-hospitalar

O primeiro nível de intervenção é o "atendimento pré-hospitalar", ou "cenário", que ocorre no local da emergência radiológica. Nesta fase os primeiros respondedores (do inglês "first responder", os primeiros membros da equipe a chegar à cena da emergência

radiológica) (IAEA, 2007; MARINHA DO BRASIL, 2011) podem não ser profissionais de saúde, como acima referido (brigadistas de incêndio, pessoal de segurança do trabalho), principalmente nos cenários externos. Esses profissionais devem estar capacitados a prestar os cuidados necessários.

Segundo Vázquez (2007), as ações prioritárias a serem empreendidas nesta fase são:

a) observação dos procedimentos de radioproteção pelo pessoal envolvido na resposta (tempo, distância e blindagem – esta última, quando possível) e utilização do EPI. Recorda-se a necessidade de afastar as vítimas da fonte de radiação, sempre que possível.

b) triagem das vítimas, a fim de identificar e estabilizar as lesões convencionais (fraturas, hemorragias, queimaduras). Não se deve postergar o transporte de vítimas portadoras de lesões combinadas e que apresentem instabilidade (VALVERDE *et al.*, 2010). A triagem radiológica é complementar (VAZQUEZ *et al.*, 2007) e pode estimar a dose de radiação recebida pelo paciente, de acordo com as manifestações clínicas descritas no capítulo anterior. Recomenda-se a adoção de uma terminologia padrão no atendimento de triagem de uma emergência nuclear ou radiológica, a fim de se evitar perda de tempo e erros na interpretação das avaliações (FERNANDES, 2007).

As vítimas que receberam uma dose considerável apresentarão sintomas prodrômicos como náuseas, vômitos, fadiga e diarreia. Alguns desses sintomas também podem ser causados pela exposição a vários tipos de tóxicos ou estresse psicológico.

A presença e o tempo do início dos vômitos podem ser utilizados como um excelente método de classificação, principalmente no caso de múltiplas vítimas, a fim de separar aquelas que requerem rápida avaliação hospitalar.

- tempo de início dos vômitos < 4 horas: estabilização e transporte imediato ao hospital, independente das lesões associadas. Se o tempo de início dos vômitos é menor que 4

horas, a dose estimada é de ao menos 3,5 Gy. Os pacientes que apresentam vômitos radioinduzidos em menos de uma hora podem evoluir com desenlace fatal em sua maioria e requerem uma intervenção médica paliativa.

- tempo de início dos vômitos > 4 horas: dependendo do número de vítimas, avaliação hospitalar postergada (24-72 horas) se não existem outras injúrias associadas.

O aparecimento de febre, dor abdominal ou diarreia é indicação clara de transporte para internação hospitalar, pois pressupõe dose superior a 3 a 4 Gy.

O antecedente de perda da consciência, cefaleia de intensidade moderada, convulsões ou qualquer alteração do sensório implica em dose elevada e requer estabilização imediata e transferência para um centro especializado.

Se houver pessoal capacitado, equipamento disponível e o estado do paciente assim o permitir, proceder à triagem radiológica, como complementação.

c) quando possível, realizar a descontaminação das vítimas ainda no local. Esse procedimento consiste na retirada das roupas, que serão enroladas sobre si mesmas de modo que a superfície externa fique voltada para dentro. As roupas e todos os objetos pessoais devem ser guardados em bolsa lacrada e identificada.

Caso não seja possível descartar contaminação radiológica, agir como se esta estivesse presente (VALVERDE *et al.*, 2010). O pessoal, equipamentos e veículos poderão ser descontaminados posteriormente, com baixo risco para a saúde e para a integridade dos equipamentos (VAZQUEZ *et al.*, 2007).

Por fim, realizar contato com o hospital local integrante do plano, informando as características das vítimas e realizar sua remoção (VAZQUEZ *et al.*, 2007), preferencialmente em ambulâncias protegidas contra contaminação (VALVERDE *et al.*, 2010). Segundo Vázquez (2007), a maca de transporte deve estar coberta de material plástico ou lençóis para evitar sua contaminação. O paciente será envolvido com uma coberta (lençol ou manta) e

colocado sobre ela, procurando mitigar a dispersão da contaminação e, nos climas frios, a hipotermia. Se somente uma parte do corpo está contaminada, pode ser coberta com um filme, dispositivo de tela ou material plástico.

É recomendável que o piso da ambulância seja revestido com uma folha de polietileno, providenciando, ainda, recipiente para descarte dos materiais gerados durante o transporte (luvas, apósitos, secreções e vômitos).

O material radioativo pode encontrar-se contaminando os cadáveres. Em casos de suspeita ou confirmação de contaminação, o pessoal que os manipula também deve utilizar equipamento de proteção individual (VAZQUEZ *et al.*, 2007). Em relação a acidentes radiológicos ou nucleares nas instalações do PNM e do PROSUB, esta fase da resposta seria prestada nas enfermarias do CEA e da Base de Itaguaí (COUTO, 2012).

5.2 Atendimento hospitalar

A resposta médica na fase inicial de uma emergência radiológica ou nuclear não exige facilidades específicas. O atendimento às vítimas pode ser realizado de forma eficiente mediante adequação da infraestrutura sanitária existente, planejamento prévio e treinamento dos recursos humanos disponíveis (VAZQUEZ *et al.*, 2007).

O "hospital designado" é definido como "estrutura hospitalar, formalmente inserida no plano de resposta a emergências radiológicas, para o qual, se necessário, serão removidos pacientes já atendidos e estabilizados no cenário" (VALVERDE *et al.*, 2010) . Como descreve o capítulo 3, esses pacientes podem ser portadores de injúrias convencionais (fraturas, queimaduras, hemorragias, etc.), contaminação radiológica, lesões radioinduzidas ou a combinação dessas. O hospital designado deve ter capacidade de monitorar e tratar contaminações radiológicas, em áreas segregadas, específicas para tal. Em relação a acidentes

radiológicos e nucleares no CEA, esta fase de resposta ocorreria na Santa Casa de Misericórdia de Sorocaba, hospital dotado de instalações específicas para tais acidentes e conveniado com a MB (COUTO, 2012). No caso de acidentes na EBN, o plano de resposta indica evacuação para o HNMD, após estabilização das vítimas na enfermaria da Base (AMARANTE JR, 2007).

5.2.1 Vítimas provavelmente irradiadas sem lesões convencionais severas

Inicialmente, essas vítimas devem ter a contaminação radioativa externa confirmada. Por meio de um interrogatório, procura-se caracterizar o tipo de exposição sofrida: localização exata no momento do acidente, se estava descoberto e por quanto tempo, interposição de barreiras entre a fonte de radiação e a vítima, presença e tempo de início de vômitos, diarreia ou perda da consciência, se foi submetido a algum procedimento de descontaminação.

No caso de haver pessoal especializado em radioproteção e equipamento disponíveis, registrar os valores da medição. Retirar as roupas da vítima caso não tenha sido feito pelo primeiro respondedor. Este procedimento é considerado uma urgência terapêutica, pois elimina cerca de 80 a 90% da contaminação externa, o que reduz a exposição não só da vítima, como do pessoal envolvido no atendimento.

Deve ser realizado controle frequente dos sinais vitais, uma vez que febre e hipotensão arterial não relacionadas a lesões convencionais podem ser manifestações de níveis elevados de exposição. A perda da consciência ou outra alteração do sistema nervoso central (SNC) podem ser sinais tanto de injúrias convencionais como de efeitos biológicos de altas doses de radiação (acima de 15 Gy). Neste último caso, costuma associar-se a vômitos precoces, febre alta, colapso cardiovascular e coma, indicando um prognóstico sombrio. A

realização de um eletroencefalograma (EEG) como forma de avaliação da dose recebida é controversa (VAZQUEZ et al., 2007).

Outra forma de avaliação clínica da dose recebida é a presença de vômitos e/ou diarreia, bem como a velocidade de instalação. Nas doses menores que 1 Gy, menos de 10% das vítimas desenvolvem vômitos. Quando a dose é superior a 2 Gy, a maior parte dos pacientes apresenta tais sinais. A associação com diarreia e dor abdominal está relacionada a doses que ultrapassam 3 Gy.

Segundo López e Martín (2011), deve-se realizar coleta de amostra inicial de sangue para hemograma completo, seguida de amostras seriadas a cada 6 horas. Como visto anteriormente, os linfócitos são extremamente radiosensíveis e uma queda de seu número absoluto significa exposição e sua severidade se correlaciona com a dose recebida (curva de Andrews). Uma queda de 50% dentro das primeiras 24 horas seguida por uma diminuição ainda mais severa nas primeiras 48 horas caracterizam uma exposição potencialmente letal. Um aumento transitório da contagem absoluta dos neutrófilos, denominado “primeiro pico abortivo” é produzido por uma dose acima de 1 Gy e a presença de um “segundo pico” caracteriza dose entre 1 e 5 Gy. A ausência desse segundo aumento se produz com doses maiores que 5 Gy e geralmente é indicativa de doses letais (DI CARLO *et al.*, 2011). Num cenário com vítimas em massa, a capacidade dos laboratórios pode ser superada. Nesses casos, admite-se a análise de 6 amostras nos primeiros quatro dias da exposição.

Em casos que sugerem severidade, deve-se realizar coleta de sangue para tipagem sanguínea de HLA (Human Leucocyte Antigen, responsável pela rejeição a órgãos transplantados), dada a possibilidade de utilização de terapia substitutiva (células-tronco ou de cordão umbilical), para a correção da aplasia da medula óssea.

Um exame que permite estimar a dose corporal total é a dosimetria citogenética, que se baseia na análise das aberrações cromossômicas nos linfócitos circulantes provocadas

pelos efeitos das radiações ionizantes. Assim como os exames supracitados, também é realizado em amostras de sangue.

A dosagem de amilase, transaminase glutâmico-oxalacética (TGO), desidrogenase láctica (LDH) e fosfatase alcalina (FAL) permitem avaliar os efeitos da radiação sobre as glândulas parótidas, extremamente sensíveis a este tipo de agente agressor.

Além da confirmação da contaminação radioativa externa, deve ser realizada a detecção de uma possível contaminação interna. Isso pode ser feito por meio de coleta de amostras de swab nasal, do exsudato de feridas potencialmente contaminadas pela radiação e amostras de urina. A incorporação dos radionuclídeos provoca uma irradiação interna dos órgãos, sendo, por isso, considerada urgência terapêutica.

As vítimas devem ser submetidas a reavaliação constante, de modo a permitir a identificação e o registro de novos sinais e sintomas relacionados à SAR, bem como detectar lesões convencionais inicialmente despercebidas.

O tratamento inicial a ser instituído está voltado para as manifestações clínicas que se fizerem presentes. No caso de vômitos, podem ser utilizados os antagonistas da serotonina, como a ondansetrona e a granisetrona (LÓPEZ; MARTÍN, 2011), ou mesmo a metoclopramida (VAZQUEZ *et al.*, 2007). Em caso de diarreia, podem ser utilizadas a loperamida ou a difenoxilato-atropina. Os vômitos podem ser autolimitados e, assim como a diarreia são ferramentas na biodosimetria, junto a outros parâmetros. Por essa razão, não é aconselhável o tratamento profilático. Fluidos e eletrólitos devem ser repostos e a profilaxia contra a úlcera péptica deve ser realizada.

A SCR deve ser tratada com trolamina tópica, a fim de aumentar a neovascularização, vasodilatação local e produção de tecido de granulação. Como opção, o composto de sulfadiazina prata, vitamina A e lidocaína pode ser utilizado. Por via sistêmica, a pentoxifilina oral melhora as condições circulatórias. Caso necessário, utilizar anti-

inflamatórios não hormonais para mitigar a dor. Antioxidantes (vitaminas A, C e E) podem ser usados como adjuvantes.

Queimaduras extensas (acima de 10% da superfície corporal em crianças e de 15% em adultos) requerem reposição de fluidos a fim de evitar o choque hipovolêmico.

5.2.2 Vítimas provavelmente irradiadas com associação a lesões convencionais severas

As radiações ionizantes não são causa de comprometimento iminente da vida, como o são as lesões convencionais severas. Por tal motivo o diagnóstico e tratamento destas últimas têm prioridade absoluta sobre as radioinduzidas. Estabilizar a vítima e não retardar seu atendimento pela presença ou suspeita de contaminação; assumi-los como contaminados e proceder sua manipulação como tal até que se demonstre o contrário. Tratar as lesões convencionais de acordo com os protocolos habituais.

Assim como nas vítimas sem lesões convencionais severas, um interrogatório deve ser procedido a fim de caracterizar o tipo de exposição sofrida. A presença de contaminação externa também deve ser determinada. Um paciente contaminado externamente que apresenta um acesso às vias aéreas (tubo endotraqueal, punção cricóidea) deve ser considerado contaminado internamente até que se demonstre o contrário. A seguir, proceder o exame físico e a avaliação laboratorial pertinente ao quadro de irradiação.

O tratamento deve priorizar as lesões convencionais até sua estabilização. Todos os procedimentos cirúrgicos importantes devem ser realizados precocemente.

Se houver necessidade de transfusão de hemoderivados (hemácias ou plaquetas) para corrigir consequências das lesões ou traumas, tais unidades podem causar reação enxerto-hospedeiro, mascarando reações de radiotoxicidade. A irradiação das unidades transfundidas pode reduzir as reações transfusionais.

5.2.3 Descontaminação de pacientes

A descontaminação das vítimas tem como finalidade reduzir a dose de radiação por elas recebida, a prevenção e redução da contaminação do pessoal envolvido e do meio ambiente. É aconselhável que as vítimas que não apresentam lesões convencionais ou que as mesmas sejam muito leves, sejam descontaminadas antes de chegarem ao hospital, conforme citado no item 5.1.c. Esses pacientes serão admitidos em uma área segregada do setor de emergências.

O risco associado ao atendimento a um paciente contaminado por radiação é proporcionalmente igual ou menor a outros tipos de risco que os profissionais de saúde enfrentam durante qualquer prática médica realizada nos setores de emergência. Raramente há necessidade de limitação do tempo de permanência.

Os profissionais capacitados em radioproteção monitorarão toda a superfície corporal dos pacientes e supervisionarão os procedimentos. A descontaminação específica requer o conhecimento da classe de material radioativo envolvido e não será abordada no presente estudo.

Os procedimentos de descontaminação têm a seguinte prioridade, nesta ordem:

- a) Feridas;
- b) Orifícios e mucosas;
- c) Pele sadia com alta atividade radioativa registrada;
- d) Pele sadia com baixa atividade radioativa registrada; e
- e) Tratamento da contaminação interna.

A descontaminação das feridas contaminadas, incluindo-se as queimaduras deve ser realizada utilizando-se irrigação abundante de solução salina, tendo-se o cuidado de coletar o líquido resultante para evitar dispersão e realizar a medição da atividade resultante.

Detergentes de uso medicinal e iodopovidona também podem ser utilizados. Feridas não contaminadas devem ser cobertas antes da descontaminação do restante do corpo.

Mucosas são tratadas por irrigação abundante de solução fisiológica.

A pele intacta deve ser lavada com água morna e sabão, protegendo as áreas não acometidas. O escovar suave e centrípeto ajuda a eliminar algum grau de contaminação retida pela pele. Tal procedimento deve ser suspenso em caso de irritação cutânea. Nesse caso, a área deve ser coberta com creme dermatoprotetor, apósitos e material que facilite a transpiração, pois o material radioativo retido nos poros tende a ser transferido para a superfície cutânea, facilitando sua remoção.

Os cabelos devem ser lavados com água morna e xampu. Os condicionadores ligam o contaminante aos pelos. Considerar o corte de cabelo se necessário.

Quanto à contaminação interna, os objetivos são a redução de absorção e aumento da eliminação ou excreção dos radionuclídeos incorporados, de forma a diminuir a deposição da radiação nos tecidos e a probabilidade de futuros efeitos nocivos.

Nos casos de incorporação por via digestiva, utilizam-se antiácidos (hidróxido de alumínio – carbonato de magnésio) por via oral. O aumento da eliminação pela matéria fecal pode ser obtido mediante utilização de laxantes (sulfato de magnésio) ou enemas. Alguns tipos de contaminantes podem ter sua eliminação por via renal aumentada por meio do uso de hidratação e diurese forçada. O lavado gástrico só está indicado em grandes incorporações por esta via, nas primeiras 2 horas de ingestão do contaminante.

Após o encerramento do atendimento, toda equipe, instalações, material, equipamentos e veículos devem ser submetidos à verificação de contaminação radiológica.

O "centro terciário" (ou "de referência") é o hospital altamente especializado, destinado a atendimento eletivo das lesões radioinduzidas mais graves e pode estar distante do cenário. Deverá estar dotado de especialistas em Hematologia, Cirurgia Plástica e Reparadora,

Microcirurgia e Cirurgia Vascular, Dosimetria Clínica e, se possível, recursos para utilização de células-tronco. Nesta fase, o hospital de referência é o HNMD (AMARANTE JR, 2007; COUTO, 2012).

6 O SUBSISTEMA DE MEDICINA OPERATIVA E O SISTEMA DE DEFESA NUCLEAR, BIOLÓGICA, QUÍMICA E RADIOLÓGICA NA MB

Para que a resposta médica às emergências nucleares e radiológicas descrita no capítulo anterior seja prestada, há necessidade da atuação do Subsistema de Medicina Operativa (SMO), bem como do Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica (SisDefNBQR) da Marinha do Brasil. A interação desses dois sistemas é, na verdade, parte de sistemas mais abrangentes, a saber, o Sistema de Saúde da Marinha, bem como de vários outros setores da MB, e o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2014), responsável pelos Planos de Contingência, entre os quais incluem-se os Planos de Emergências Nucleares. Dependendo da magnitude da resposta a ser conduzida, todas as instâncias podem ser envolvidas.

Como citado anteriormente, o presente estudo restringe-se aos possíveis acidentes nas instalações do PNM e do PROSUB, bem como no próprio submarino nuclear, nos quais o esforço principal da resposta será desenvolvido pela Marinha do Brasil. Sendo assim, a seguir serão estudados o Subsistema de Medicina Operativa da Marinha e o Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica da Marinha, notadamente quanto aos aspectos que se relacionam à capacitação de recursos humanos, seja como condicionantes, seja como consequências.

6.1 O Subsistema de Medicina Operativa

O SMO é parte integrante do Sistema de Saúde da Marinha (SSM), "conjunto organizado de recursos humanos, materiais, financeiros, tecnológicos e de informações, destinado a prover as atividades de saúde na Marinha do Brasil" (MARINHA DO BRASIL,

2012) e "é o responsável por prever e prover recursos específicos aos efetivos militares e civis, empregados pela Marinha em tempo de paz e em situações de conflito, de emergência ou estado de calamidade pública, quando assim determinado por autoridade competente" (MARINHA DO BRASIL, 2010) e "pelo emprego de medidas preventivas, sanitárias, de adestramento e de reabilitação, necessárias à manutenção da higidez do pessoal e da recuperação das baixas." (MARINHA DO BRASIL, 2012).

Esse subsistema é representado pelo Centro de Medicina Operativa da Marinha (CMOpM), que busca atender às novas demandas do Setor Operativo, entre as quais, a unificação, padronização e adequação dos procedimentos de saúde às atuais necessidades da Marinha nos diversos segmentos da Medicina Operativa procurando mantê-la no Estado da Arte, por meio do Conselho de Medicina Operativa (CnsMedOp) (MARINHA DO BRASIL, 2010). Entre as áreas de atuação do CnsMedOp está a Defesa Nuclear e Radiológica, sendo este conselho dotado de Câmara Setorial para ações de resposta de saúde em acidentes nucleares e radiológicos, em razão da necessidade de evolução rápida e, portanto, exigindo avaliação mais dinâmica, a fim de acompanhar as mudanças tecnológicas e doutrinárias.

Conforme citado por Mies (2012), compõem, ainda, o SMO, o órgão executor das atividades operativas, a Unidade Médica Expedicionária da Marinha (UMEM), subordinada ao Comando da Tropa de Reforço e sob a orientação técnica do CMOpM, e o Laboratório Farmacêutico da Marinha (LFM), cuja missão é produzir e distribuir especialidades químicas farmacêuticas (MARINHA DO BRASIL, 2012), contribuindo estrategicamente para a função logística de saúde.

Por ser realizada em condições não convencionais, nas quais os recursos humanos, materiais e locais podem ser restritos, a Medicina Operativa necessita de profissionais capacitados e procedimentos padronizados e bem definidos, a fim de atender aos requisitos de resposta exigidos, a saber: rapidez de resposta; capacidade de assistir inúmeras vítimas em

período de tempo reduzido; atendimento em instalações precárias e condições ambientais adversas; rapidez na evacuação de baixas; garantia da continuidade das linhas de comunicação; e integração com o pessoal de combate.

Neste sentido, segundo a DGPM-405, cabe ao SMO uma série de tarefas, visando o pronto emprego dos recursos de saúde nas situações previstas ou inopinadas, contribuindo, assim, para a manutenção do Poder Combatente das Forças e Meios Operativos. Entre essas, serão destacadas a de "concorrer para a preparação dos serviços de saúde das Forças e dos Meios Operativos", "estabelecer normas e procedimentos para a instrução, o adestramento e a reciclagem periódica do pessoal das Forças e dos Meios Operativos" e "propor à DSM a adoção de medidas para o aperfeiçoamento do SMO", por estarem relacionadas à capacitação de pessoal.

A mesma publicação ressalta o aumento da preocupação da comunidade internacional em relação à proliferação da tecnologia nuclear e, decorrente desta, o acesso facilitado à obtenção de armas de radiação ionizante e artefatos nucleares por atores não controlados pelos órgãos reguladores (JAWORSKA, 2009), que aumentam a probabilidade de ataques terroristas utilizando dispositivos de dispersão da radiação, com importantes efeitos físicos e psicológicos. Assim, as Forças Armadas devem estar preparadas para enfrentar situações que envolvam artefatos nucleares ou radioativos, de modo a coibir a sua utilização, a prestar pronto auxílio às demais Instituições Nacionais na resposta a catástrofes dessa natureza e a garantir a sobrevivência e a recuperação operativa de suas tropas, no menor tempo possível.

Desta forma, tanto médicos quanto enfermeiros deverão estar aptos a realizar a triagem do pessoal envolvido, identificando as lesões decorrentes da radiação bem como as convencionais, promovendo os corretos encaminhamento e prioridade dentro da cadeia de evacuação médica.

6.2 O Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica da Marinha do Brasil (SisDefNBQR-MB)

Implantado pela Portaria nº 83 do Estado-Maior da Armada, de 05 de maio de 2011, o SisDefNBQR-MB é o "conjunto de estruturas organizacionais da MB que exercem atividades operacionais e de inteligência relacionadas ao combate a emergências de natureza nuclear, biológica, química e radiológica, no contexto das operações navais e de Garantia da Lei e da Ordem (GLO), em estreita cooperação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC)" (MARINHA DO BRASIL, 2011). Segundo uma de suas condicionantes, leva em conta apenas as estruturas existentes na MB, mas deve ser capaz de integrar-se a setores extra-MB.

Seu 1º nível tem como propósito atender aos requisitos de capacitação, ciência e tecnologia, inteligência, logística, bem como à prevenção, este último um requisito operacional (MARINHA DO BRASIL, 2011). O requisito capacitação envolve as OM da MB destinadas à formação básica e à capacitação dos elementos especializados nos temas NBQR. Neste nível, o CMOpM qualifica o pessoal do Corpo de Saúde para o atendimento específico a vítimas NBQR. Quanto ao requisito logística, a Portaria do EMA determina que o SSM atue, sob a orientação da DGPM, nas funções "recursos humanos" (CMOpM e HNMD) e "saúde", por meio das OM componentes do Subsistema de Saúde da MB, principalmente, a DSM, o CMOpM, a UMEM, o HNMD e o LFM, assim como os Hospitais Distritais, no que tange à preparação preventiva de instalações e pessoal de saúde para o adequado e específico atendimento a pacientes contaminados por agentes NBQR. O mesmo documento ressalta a necessidade do incremento da capacidade de formação dos cursos de NBQR do CMOpM.

O 2º nível do sistema tem como propósito atender aos requisitos operacionais da detecção. O SSM participa do atendimento a este requisito por meio da qualificação de

militares de saúde dos Hospitais Distritais, e da preparação de ambulâncias e instalações hospitalares para o atendimento inicial a acidentados NBQR, com o apoio do CMOpM.

O 3º nível deve atender aos requisitos operacionais da resposta, por meio da capacitação de militares de saúde e preparação do material do HNMD, UMEM e outras OM do SSM, que podem ser designadas como elos intermediários e finais da cadeia de evacuação de baixas NBQR, fundamentais para a resposta na DefNBQR. A fim de viabilizar as cadeias de evacuação porventura iniciadas, deverá ser garantido transporte aéreo, marítimo e terrestre, até o hospital de referência (HNMD).

O 4º nível limita-se às instalações sensíveis, citadas anteriormente neste estudo, por meio das CiaDefQBN em Aramar e Itaguaí. Em 24 de outubro de 2013, a CiaDefNBQR-ARAMAR teve seu nome alterado para Batalhão de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica (BtlDefNBQR-ARAMAR) (MARINHA DO BRASIL, 2013). Ambas atendem a todos os requisitos operacionais (comando e controle, prevenção, detecção e resposta) (SILVA *et al.*, 2013). Não há previsão de atuação de tais OM em apoio a eventos NBQR fora dos complexos navais aos quais pertencem. Entretanto, a resposta imediata às emergências radiológicas nas instalações do PNM e do PROSUB é de responsabilidade do SisDefNBQR, o que torna a capacitação, preparação e prontidão desse batalhão e dessa companhia fundamentais.

No tocante especificamente à capacitação de pessoal de saúde, cabe destacar que a Diretoria de Ensino da Marinha (DEnsM) tem as atribuições de superintender a capacitação proporcionada ao pessoal da MB relacionada à DefNBQR e prever palestras sobre DefNBQR nos cursos de formação, com o apoio do CMOpM. Já à DSM compete manter e desenvolver o CMOpM, como Órgão de Capacitação do Sistema de Saúde da Marinha em atendimentos a vítimas de agentes NBQR.

Ao HNMD, compete prestar atendimento médico-hospitalar em nível terciário, a

vítimas de agentes NBQR, incrementar a aplicação de cursos em sua área de competência, adicionando os procedimentos referentes a vítimas de agentes NBQR; e cooperar com o CAAML e CMOpM na capacitação de pessoal, com aulas específicas, quando solicitado.

As atribuições do CMOpM são: apoiar a DEnsM na disseminação da doutrina NBQR nos cursos de formação da carreira naval, a fim de aumentar a mentalidade no âmbito da MB, da importância das ações de DefNBQR; capacitar o pessoal do Corpo de Saúde para atendimento a vítimas de agentes NBQR; e apoiar os Hospitais dos Comandos de Distritos Navais na preparação para o atendimento a vítimas de agentes NBQR.

A UMEM prestará apoio de saúde aos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais e operará uma Unidade Médica Nível Dois (UMND), no contexto das operações de DefNBQR.

Os Hospitais Distritais deverão contribuir para a eficácia do SSM, adequando-se para proporcionar um apropriado atendimento médico-hospitalar a vítimas de agentes NBQR.

6.3 Aspectos da resposta médico-hospitalar a emergências radiológicas e nucleares no contexto da MB

Desde o momento em que iniciou seu Programa Nuclear, os assuntos relacionados à defesa NBQR também passaram a ocupar lugar de importância entre as preocupações da MB (SILVA *et al.*, 2013). Na década de 1970, um dos requisitos exigidos para a obtenção de uma nova série de navios (as fragatas da classe Niterói) era a capacidade de defesa NBQR. Nessa mesma época, passaram a ser realizados adestramentos de Controle de Avarias-NBQ (CAv-NBQ) pelo Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML).

No tocante à saúde, em 1972, foi ativado o Serviço de Medicina Nuclear do HNMD (ALMEIDA, 1988). Iniciou-se o preparo das equipes de saúde em cursos ministrados

por Furnas. Especialistas em Medicina Nuclear foram formados. O HNMD passou à condição de unidade capacitada para o atendimento a radioacidentados. Esta capacitação viabilizou, em 1978, o convênio Marinha / Furnas Centrais Elétricas para o atendimento de pacientes irradiados (ROCHA, 2008). Em 1980, foi criada a COMRAD, responsável pelo controle das atividades com radiações ionizantes na MB (ALMEIDA, 1988; SILVA *et al.*, 2013). No ano de 1981, foi ativada a Enfermaria de Pacientes Irrradiados no HNMD.

Em 1986 e 1987, duas vítimas de contaminação oriundas da CNAAA foram transferidas e atendidas na enfermaria de pacientes irradiados no HNMD. Ainda em setembro de 1987, o HNMD recebeu 20 das 271 vítimas do acidente radiológico de Goiânia (ROCHA, 2008; SILVA *et al.*, 2013). Desde então, o HNMD é o hospital de referência para atendimento de radioacidentados tanto no Brasil como na América Latina (SILVA *et al.*, 2013), de acordo com o Instituto de Radioproteção e Dosimetria – Comissão Nacional de Energia Nuclear (IRD-CNEN), órgão responsável pelo atendimento às emergências radiológicas e nucleares e centro colaborador para a preparação e assistência médica em emergências radiológicas (REMPAN – do inglês "Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network"), vinculado à IAEA.

A partir de junho de 1996, o HNMD passou a participar dos exercícios conjuntos de planejamento da resposta a situações de emergência nuclear da CNAAA (WUNDER; KNUST, 2013), de modo a permitir o aperfeiçoamento continuado no que tange ao atendimento hospitalar em nível terciário prestado a pacientes radioacidentados. A realização periódica destes exercícios promove, além do indispensável adestramento da resposta médica, um maior intercâmbio e entrosamento entre os médicos e profissionais de saúde de diferentes especialidades no HNMD e entre os membros das diversas instituições colaboradoras. O último Exercício Geral foi realizado nos dias 11 e 12 de setembro de 2013, com resultados satisfatórios.

Considerando-se que a resposta imediata às emergências radiológicas nas instalações do PNM e do PROSUB é de responsabilidade do SisDefNBQR, por se tratarem de instalações sensíveis, todos os elementos constituintes desse sistema devem estar capacitados a atuarem de maneira pronta e adequada.

Reforçando esse aspecto, Amarante Junior (2007) chama a atenção para o fato de que a incorporação do submarino com propulsão nuclear à Esquadra, decorrente de sua característica de mobilidade, resulta em novas demandas quanto às capacidades de resposta a acidentes radiológicos ou nucleares. Sua tripulação deverá receber capacitação em radioproteção, ações de resgate, descontaminação e controle de exposição radioativa.

A resposta médica deve ter como objetivo o restabelecimento mais rápido possível das vítimas, sejam elas militares ou civis. Para que este objetivo seja alcançado, a DSM-4004 (Manual de resposta médica em ações nucleares, biológicas, químicas e radiológicas associadas ou não ao uso de explosivos - 2011) destaca que os responsáveis pela resposta devem estar capacitados a identificar e abordar adequadamente um evento NBQR. Ressalta, ainda, que a qualidade da resposta está diretamente ligada à capacitação técnica do pessoal, à familiarização com os materiais e equipamentos empregados e aos exercícios simulados.

7 CAPACITAÇÃO DOS MÉDICOS DA MARINHA DO BRASIL PARA PLANEJAMENTO E RESPOSTA A ACIDENTES RADIOLÓGICOS E NUCLEARES

Estudados os aspectos pertinentes às situações nas quais o Subsistema de Medicina Operativa da MB pode vir a atuar no planejamento e na resposta a acidentes radiológicos e nucleares, englobando os conceitos relativos às suas causas, seus efeitos biológicos, a dinâmica da resposta médica e a estrutura dos sistemas envolvidos nessa resposta, o presente capítulo tem por objetivo analisar a capacitação necessária que permita a adequada atuação do referido Subsistema de Saúde, à luz da legislação de ensino em vigor, as medidas instituídas pela MB e, no caso da identificação de lacunas na capacitação dos médicos, propor sua complementação.

7.1 Documentos condicionantes

É conveniente rever os documentos que condicionam o ensino na MB e, por conseguinte, a capacitação de médicos antes de se verificar a situação atual e possíveis lacunas dessa capacitação.

A Lei nº 12.704, de 08 de agosto de 2012 (BRASIL, 2012) dispõe, em seu artigo 1º que “o ensino na Marinha obedece a processo contínuo e progressivo de educação, com características próprias, constantemente atualizado e aprimorado, desde a formação inicial até os níveis mais elevados de qualificação, visando a prover ao pessoal da Marinha o conhecimento básico, profissional e militar-naval necessário ao cumprimento de sua missão constitucional.” e que, para isso, “mantém o Sistema de Ensino Naval - SEN, destinado a capacitar o pessoal militar e civil para o desempenho, na paz e na guerra, dos cargos e funções previstos em sua organização, nos termos desta Lei.”

A supracitada Lei permite que o SEN seja complementado por cursos e estágios em organizações extra-Marinha, militares ou civis, nacionais ou estrangeiras.

Outro documento que contém elementos relacionados à capacitação dos médicos da MB é o Plano de Carreira de Oficiais da Marinha (PCOM), aprovado pelo Comandante da Marinha (CM), com fulcro no parágrafo único do artigo 59 da Lei nº 6.880, de 9 de dezembro de 1980, o Estatuto dos Militares (EM) (BRASIL, 1980), além disso, também é condicionado, entre outros, pela Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999, que dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas (BRASIL, 1999) e a Lei nº 12.704, de 08 de agosto de 2012 (BRASIL, 2012), acima referida.

O PCOM (BRASIL, 2007), como documento normativo e de planejamento, orienta as ações de preparo e emprego dos oficiais, visando ao atendimento das necessidades do serviço naval. Os médicos são oficiais destinados às atividades de apoio da MB. Para isso, seus perfis de formação fundamentam-se no contínuo aprimoramento das respectivas qualificações técnicas e administrativas que devem ser desenvolvidas ao longo da carreira por meio de cursos, das experiências nas comissões e do interesse de cada oficial.

A carreira do médico na MB inicia-se no posto de Primeiro-Tenente, com a possibilidade de progressão até Vice-Almirante.

Os cursos voltados para o preparo dos médicos, previstos no PCOM são classificados em:

a) Curso de Formação de Oficiais (CFO):

Visa ao preparo do médico para o desempenho dos cargos e exercício das funções peculiares aos postos iniciais de sua carreira. É realizado pelos oficiais e Guardas-Marinha candidatos ao ingresso na carreira de médicos do Corpo de Saúde da Marinha (CSM).

b) Cursos de Carreira:

Propiciam aos oficiais, progressivamente, a obtenção da habilitação requerida ao

exercício dos cargos previstos em Tabela de Lotação (TL). A aprovação nos cursos de carreira é um dos requisitos para o acesso aos postos na carreira.

b.1) Curso de Aperfeiçoamento (C-Ap):

Destina-se ao aprimoramento da habilitação técnico-profissional. Realizado a partir do 2º ano do posto de Primeiro-Tenente para os que não comprovarem a Residência Médica (RM) por ocasião de seu ingresso na MB. Deve ser concluído até o 3º ano do posto de Capitão-Tenente. Os oficiais aprovados no concurso para o CSM, quando oriundos de RM efetuada na Marinha, poderão continuar a residência logo após o CFO, mediante requerimento ao DPMM, via DSM, desde que atendam às necessidades do serviço.

b.2) Curso de Estado-Maior para Oficiais Intermediários (C-EMOI):

Destina-se a propiciar aos oficiais médicos os conhecimentos necessários ao desempenho de comissões de caráter operativo e administrativo, sendo composto de uma fase por correspondência. É realizado nos três anos subsequentes à data de conclusão do C-Ap, ou da Residência Médica, tendo como requisito para matrícula a aprovação no C-Ap ou na Residência Médica.

b.3) Curso de Altos Estudos Estratégicos (C-AEM):

Os médicos realizam o Curso Superior (C-Sup), destinado à capacitação para o exercício de funções de Estado-Maior e para o desempenho de cargos de direção e chefia, possuindo caráter de pós-graduação. Seu processo seletivo será constituído de seleção pela Comissão de Promoções de Oficiais (CPO). Deverá ser realizado a partir do 5º ano do posto de Capitão-de-Corveta, devendo estar concluído até o final do primeiro ano do posto de Capitão-de-Fragata.

b.4) Curso de Política e Estratégia Marítimas (C-PEM):

Destina-se a complementar a qualificação dos oficiais, visando ao exercício dos cargos da Alta Administração Naval. Realizado até o ano A+5 (sendo A o ano da promoção ao

posto de Capitão-de-Mar-e-Guerra), tendo como requisitos ter sido selecionado pela CPO e aprovado no C-Sup.

c) Cursos de Pós-Graduação:

Destinam-se a desenvolver e aprofundar a formação adquirida nos cursos superiores e de graduação, com incentivo à pesquisa científica e tecnológica. Os médicos podem realizar os Cursos Extraordinários (C-Ext), em nível mestrado ou doutorado, destinados ao aprimoramento técnico-profissional dos oficiais intermediários e superiores que requeiram habilitações especiais. São realizados em caráter de voluntariado por um número limitado de oficiais, estabelecido de acordo com a Sistemática de Planejamento de Pessoal.

Quanto ao emprego, o PCOM determina que os médicos desempenhem, primordialmente, cargos técnicos relativos às atividades necessárias à manutenção, no mais alto grau, da higiene do pessoal militar da Marinha voltado para a aplicação do Poder Naval e o seu preparo, abrangendo atividades assistenciais, periciais e operativas. Os oficiais subalternos e intermediários devem ser empregados em funções operativas e técnicas, dando-se ênfase à formação técnica, operativa e marinheira dos oficiais.

Quando oficiais superiores, os médicos serão empregados na direção de Organizações de Apoio, na supervisão e condução de atividades técnicas de apoio e desenvolvimento e no gerenciamento de recursos materiais e financeiros, vice-diretoria, chefia de departamento e funções de ensino e de assessoria. Em sua qualificação, a ênfase deverá ser dada na área administrativa, humanística e operativa, sendo esta última atinente ao planejamento estratégico.

No caso dos médicos Oficiais-Generais, exercerão a direção das OM de maior amplitude de decisão e a assessoria de mais alto nível. Constituem a Alta Administração Naval, responsável pela supervisão das ações decorrentes da Missão da Marinha.

Os dados a respeito do emprego acima descritos podem servir de base para a

definição do tipo adequado de capacitação para a resposta médica a acidentes radiológicos e nucleares em função da fase da carreira do médico da MB.

O Plano de Capacitação de Pessoal (PLACAPE) é o documento que inclui a relação dos cursos e estágios extra-MB que poderão ser efetuados pelo pessoal da MB a fim de qualificá-los para o desempenho dos diferentes cargos, funções ou incumbências (MARINHA DO BRASIL, 2010). Esses planos servem de base para a elaboração dos diferentes Programas de Cursos e Estágios definidos no EMA-431, os quais contemplam os cursos e estágios aprovados e que efetivamente serão realizados. Em tais programas estão contidos os eventos de interesse para a capacitação de médicos nos assuntos relacionados à resposta a acidentes radiológicos e nucleares.

7.2 Situação atual da capacitação de médicos para a resposta a acidentes radiológicos e nucleares

Como visto no capítulo anterior, a partir da década de 1970 a MB iniciava a capacitação de seus militares para o tratamento de radioacidentados (ROCHA, 2008; SILVA *et al.*, 2013), proporcionando ao HNMD a condição de hospital de referência para atendimento de radioacidentados tanto no Brasil como na América Latina (SILVA *et al.*, 2013).

Verifica-se, portanto, que a capacitação para tal resposta não é assunto recente, e vem sendo conduzida há mais de quarenta anos pelos órgãos responsáveis, agora componentes do SisDefNBQR (MARINHA DO BRASIL, 2011), pois o desenvolvimento tecnológico, notadamente na área nuclear, requer capacitação contínua e atualização frequente (MIES, 2012; MIRANDA, 2012).

Destaca-se que a formação médica nas universidades tem sido caracterizada pela fragmentação do conhecimento em especialidades (LAMPERT, 2002) (ESCOLAS MÉDICAS

DO BRASIL, 2010). Esses aspectos não ocorrem somente no Brasil, tendo sido reconhecidos nas escolas médicas em Portugal, a ponto de ter sido criada uma formação em Saúde Militar nos moldes de pós-graduação (GOMES, 2006), que pudesse atender às necessidades da Medicina Operativa do Exército daquele país. Turai et al. (2004), da Organização Mundial de Saúde, destacam que "a educação médica e os programas de pós-graduação de treinamento para médicos de atenção primária ao redor do mundo parecem carecer de informação apropriada a respeito de acidentes radiológicos no que tange ao reconhecimento, diagnóstico diferencial e resposta médica inicial".

Mies (2012) propôs a inclusão dos fundamentos básicos da área operativa por ocasião do CFO e, em lugar do C-EMOI nos moldes atuais, o aprofundamento nos assuntos de Medicina Operativa adequado às atividades desempenhadas na área de saúde militar, o que completaria a capacitação de todos os médicos a médio e longo prazo.

A partir de 2013, o CFO foi modificado no tocante à sua estruturação. O curso é constituído pelo Ensino Militar-Naval (EMN), que visa proporcionar aos candidatos os conhecimentos básicos de natureza militar-naval necessários para o ingresso na carreira naval e estimular o entusiasmo pela MB, seus costumes e tradições, e inclui um Período de Adaptação (PA), nas primeiras três semanas; e pelo Ensino Profissional (EP), que visa proporcionar a habilitação necessária ao exercício de funções operativas, técnicas e de atividades especializadas específicas da Marinha (MARINHA DO BRASIL, 2014).

Em 2014, para o Quadro de Médicos do Corpo de Saúde da Marinha, especificamente, o EMN, incluindo o PA, terá a duração de vinte semanas, sendo realizado no Centro de Instrução Almirante Wandenkolk (CIAW). O EP terá a duração de oito semanas, sendo realizado nas OM da área de saúde, sob a coordenação da Escola de Saúde do HNMD e supervisão da DSM.

Ao analisar-se o currículo do curso sob a ótica da capacitação para a resposta a

acidentes radiológicos e nucleares, verifica-se a seguinte carga horária para as disciplinas integrantes do EP: Gestão em saúde na MB (GSM – 24 horas-aula); Operações e Logística em Saúde (OLS – 22 horas-aula); Radioproteção e Resposta Médico-Hospitalar em Acidentes Radiológicos e Nucleares (RAD – 35 horas-aula); e Perícias Médicas / Odontologia Legal (PMO – 8 horas-aula). Cumpre ressaltar que, além da disciplina RAD ser específica para a atuação dos médicos na referida resposta, o sumário de OLS aborda "Medicina Operativa" (incluindo "Fundamentos da Medicina Operativa" e "Defesa nuclear, biológica e química (NBQ) e bioterrorismo"); "Hospital de campanha e unidades médicas" ("Hospital de campanha: infraestrutura, composição, constituição e função"; e "Unidades médicas níveis I, II e III"); e "Aplicação tática de Medicina Operativa" (incluindo "Acidentes com múltiplas vítimas"; "Técnicas de transporte de feridos"; e "Técnicas de sobrevivência"), que são tópicos complementares.

O Estágio de Aplicação para Oficiais (EAO), que sucede as fases supracitadas, tem por finalidade a adaptação do candidato às características do serviço naval inerentes à profissão, à complementação de sua formação militar-naval e à avaliação complementar para o desempenho de funções técnicas e administrativas, e terá a duração de oito semanas, sendo planejado e conduzido pela DSM. Nesta fase, os médicos realizam o Advanced Trauma Life Support (ATLS), curso com oito horas-aula, parte da capacitação não só para atividades operativas como para as assistenciais. Este curso orienta os médicos na avaliação inicial, no controle e no atendimento do paciente traumatizado (KORTBEEK *et al.*, 2008).

Segundo Couto (2012), a DSM estratificou a capacitação necessária na área nuclear para os médicos em níveis crescentes de complexidade, conforme abaixo especificados:

a) Nível C:

- Cursos de suporte de vida no trauma: Advanced Trauma Life Support (ATLS); International Trauma Life Support (ITLS); e Pre-Hospital Trauma Life Support (PHTLS);

- Cursos de emergência médica radiológica hospitalar e pré-hospitalar;
- Cursos de radioproteção; e
- Curso de Especialização de Defesa Biológica, Química, Nuclear e Radiológica (C-EspDBQNR) (duração de 1 ano).

b) Nível B:

- Engloba todos os cursos listados no nível C; e
- Curso de Emergência Radiológica no IRD ou equivalente (duração de 1 ano e 6 meses).

c) Nível A:

- Engloba todos os cursos listados nos níveis C e B;
- C-Ap em Medicina Nuclear no HNMD; e
- Curso / Estágio em Hospital de Referência Internacional (duração de 1 ano).

Período de capacitação total: 4 anos e 6 meses.

Baseando-se no contido na Lei nº 1.274/2012, a DSM tem procurado manter a capacitação do pessoal de saúde no tocante à área nuclear (MARINHA DO BRASIL, 2012). Propostas de cooperação com a Marinha Nacional da França (MNF) têm sido elaboradas, uma vez que, em razão de sua longa experiência na aplicação da energia nuclear, esse país desenvolveu tecnologia de saúde própria, tornando-se referência na capacitação do pessoal da área de saúde e no tratamento de radioacidentados.

No sentido de atingir tais necessidades de capacitação, a DSM (2013) listou diversos cursos a serem propostos à MNF.

Para a capacitação de médico nuclear foram propostos: Curso de Radioproteção e Prevenção Nuclear, e Organização em Acidentes Nucleares; Curso de Atendimento a Pacientes Radioacidentados; Estágio em Hospital Terciário/Quaternário (Hospital Percy), especializado em tratamento de radioacidentados, a fim de obter conhecimentos nas áreas de

dosimetria citogenética, abordagem a pacientes crônicos e tratamento das síndromes agudas em radioacidentados. Estes cursos estão voltados para a capacitação no nível A.

Em razão da necessidade de abordagem às lesões cutâneas decorrentes da exposição à radiação, pretende-se capacitar um cirurgião plástico, tendo sido propostos os mesmos cursos acima descritos, sendo que o estágio, a ser realizado no mesmo hospital, aborda o treinamento e a capacitação no tratamento da radiodermite, e o desenvolvimento de técnicas de curativos biológicos e substitutos dérmicos e epidérmicos para pacientes portadores de lesões mais graves e extensas.

Como um dos ambientes onde podem ocorrer acidentes nucleares e radiológicos é o submarino de propulsão nuclear, o médico submarinista também necessita de capacitação. Foram sugeridos os mesmos cursos supracitados. O estágio, entretanto, seria realizado na Base Naval de Toulon, onde o profissional realizaria os Cursos de Medicina Aplicada a Submarinos - Certificat de Médecine Appliquée Aux Sous-Marins (CMASM) e de Medicina Aplicada aos Submarinos Nucleares - Certificat de Médecine Appliquée Aux Sous-Marins Nucléaires (CMASN), além de realizar embarque em um submarino nuclear de ataque. Solicitou-se, ainda, Estágio no Departamento de Saúde da referida base a fim de acompanhar os exercícios, as inspeções de saúde e controle de pessoal.

Em relatório sobre a ORCOM O-6 (Sistema e Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica) de 2013 (MARINHA DO BRASIL, 2013), são relatadas as ações tomadas em cumprimento ao Anexo da Portaria nº 83/EMA, de 5 de maio de 2011, sobre a implantação do referido sistema.

Em relação à capacitação de médicos da MB para a resposta às emergências radiológicas e nucleares, embutida no requisito de capacitação, o documento supracitado lista, como ações efetivadas: tratativas junto à Fundação Eletronuclear de Assistência Médica (FEAM) e ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), com vistas à capacitação de instrutores para

criação e revisão de programas de adestramento a serem ministrados no âmbito da DSM, além da orientação dessa Diretoria junto aos Hospitais Distritais, de modo a capacitar seu pessoal tanto para o atendimento as vítimas de agentes NQBR, bem como para a composição de Grupos de Controle de Avarias (CAv).

Quanto ao requisito logístico (função logística saúde) que se relaciona à capacitação de médicos, o HNMD foi mantido como hospital de referência nacional para atendimento a pacientes radioacidentados, acreditado junto à CNEN e à IAEA. Além disso, foram apresentadas as necessidades da MB no tocante à aquisição de material permanente e de consumo, bem como de cursos no País e no exterior, visando ao incremento da capacitação desse hospital como referência para tratamento de radioacidentados (nível terciário de resposta). Tais cursos foram incluídos no PGI-2014.

No tocante ao requisito operacional, houve a participação do HNMD no Exercício Geral de Resposta a Emergência Nuclear, em setembro de 2013, coordenado pela Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, sob a supervisão do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI/PR), com o acompanhamento de representante da IAEA. Esse evento, embora operacional, contribui para a capacitação dos médicos na resposta hospitalar.

7.3. Proposta de complementação da capacitação dos médicos

Quanto a uma possível proposta de capacitação de médicos para a resposta a acidentes radiológicos e nucleares, verifica-se que a DSM apresenta um planejamento rigoroso que, dentro das limitações orçamentárias, vem sendo cumprido. O PGI-2014 (DEnsM, 2014), em sua 3ª alteração, registra a realização de quatro cursos voltados para os médicos na área nuclear, são eles os eventos 25 (Estágio de Capacitação para Oficial Médico Nuclear na MNF, 3 meses – 2 médicos); 41 (Estágio de Capacitação para Oficial Médico Cirurgião Plástico na MNF, 3 meses – 1 médico); 49 (Estágio de Capacitação para Oficial Médico Submarinista na MNF, 3

meses – 1 médico); e 108 (Radiation Emergency Medicine – REM, 4 dias – 1 médico) que atenderam às propostas da DSM (2013).

Segundo a IAEA (1998), medidas deveriam ser tomadas para que todo staff de saúde fosse treinado nos princípios de radioproteção, incluindo os efeitos biológicos da radiação e os métodos para lidar com pacientes radioacidentados. Tal treinamento deveria abordar aspectos teóricos e práticos com exercícios de monitorização de contaminação e procedimentos de descontaminação.

Os níveis crescentes de complexidade C, B e A, conforme estabelecidos no planejamento da DSM (COUTO, 2012), desde que realizados de modo contínuo (a fim de acompanhar o desenvolvimento tecnológico e possíveis modificações de protocolos) e abrangente (de forma a atingir todos os médicos que possam ser envolvidos na resposta a acidentes radiológicos e nucleares), preenchem as necessidades de capacitação dos médicos do CSM.

Cabe ressaltar que, segundo Knust (2014), atualmente, a Medicina Nuclear do HNMD conta com três médicos nucleares, sendo 1 Capitão-de-Corveta e 2 Capitães-de-Mar-e-Guerra (estes em regime de Tarefa por Tempo Certo). A MB conta com mais seis médicos nucleares, 2 em fora de sede, 1 no exterior e 3 cursando. Os cursos de capacitação podem servir de motivação para a retenção dos referidos profissionais.

Chama-se atenção o fato da inclusão de assuntos relacionados à Medicina Operativa e Radioproteção ainda no CFO, bem como o ATLS (no EAO) que, embora não seja específico, é requisito para os cursos de atendimento a radioacidentados (MARINHA DO BRASIL, 2014), preenchendo uma lacuna de formação logo no início da carreira do médico.

Segundo o PCOM, há diferenciação no emprego dos oficiais médicos de acordo com seus círculos hierárquicos. Os oficiais superiores serão empregados na supervisão e condução de atividades técnicas de apoio, enquanto os oficiais subalternos e intermediários

devem ser empregados em funções operativas e técnicas.

Vislumbram-se, então, duas possibilidades para a capacitação dos oficiais subalternos e intermediários, não especializados em medicina nuclear. A proposta de conteúdo é a realização de cursos voltados para a resposta pré-hospitalar e para a fase inicial da resposta hospitalar (hospital designado). O Curso de Aperfeiçoamento (C-Ap), realizado a partir do 2º ano do posto de Primeiro-Tenente podendo se estender até o 3º ano do posto de Capitão-Tenente é a primeira oportunidade. O C-Ap é geralmente realizado no HNMD e, durante seu transcurso, a capacitação para a resposta a acidentes radiológicos e nucleares poderia ser ministrada, por instrutores do CMOpM e da Medicina Nuclear do HNMD. A capacitação nesta etapa teria as vantagens de não haver necessidade de movimentação do aluno nem grandes deslocamentos dos instrutores, podendo aproveitar espaços existentes na grade do Curso de Aperfeiçoamento. Além disso, os médicos estariam capacitados em uma fase mais precoce da carreira.

No caso de médicos que, por ocasião da seleção para seu aperfeiçoamento comprovem serem detentores do título de Residência Médica e, por isso, não sejam selecionados para o C-Ap, podem ser incluídos no curso de resposta a acidentes nucleares e radiológicos por interesse do serviço, principalmente os que estiverem servindo no HNMD.

Os instrutores seriam os médicos especialistas em assuntos relacionados à área nuclear e radiológica, aproveitando os conhecimentos adquiridos em cursos realizados no Brasil ou no exterior. Isso permitiria não só uma redução de custos para a instituição, como seria fundamental para a uniformização de procedimentos e de linguagem, requisitos importantes na rapidez e eficiência da resposta.

A segunda possibilidade foi apontada por Mies (2012), ministrando-se um curso de Medicina Operativa durante o C-EMOI, que é realizado nos três anos subsequentes à data de conclusão do C-Ap. Nesta faixa, o médico é oficial intermediário. Embora possa ser

utilizado o período anteriormente dedicado à fase presencial (2), tal possibilidade faz com que o curso de capacitação restrinja-se aos 45 dias destinados à fase 2 do C-EMOI. Além disso, os médicos serão capacitados em uma faixa mais tardia da carreira, muitos deles iniciando funções administrativas (ex: Chefes de Equipe de Emergência). Além disso, consultando-se o Sistema de Controle e Gerenciamento do C-EMOI Fase 1 da EGN, constam 40 alunos, o que implicaria em ausência destes durante o curso de capacitação. Nove desses alunos são de fora de sede, implicando, ainda, em necessidade de recursos para diárias. Pelas razões elencadas, a proposta do autor é pela realização da capacitação durante o C-Ap.

8. CONCLUSÃO

O reconhecimento dos acidentes nucleares e radiológicos é fundamental para o preparo da resposta. Acidentes radiológicos envolvem material radioativo (transporte, atos terroristas, fontes sem controle), enquanto os nucleares ocorrem nas instalações nucleares (reatores, usinas, locais de produção do combustível). Embora menos frequentes, os acidentes nucleares são aqueles nos quais, potencialmente, a Marinha do Brasil (MB) será chamada a atuar, uma vez que é a responsável direta por instalações nucleares já em funcionamento (CEA) e em fase de construção (EBN e SNBR).

Tais instalações fazem parte do PNM e do PROSUB, programas esses que atendem à Estratégia Nacional de Defesa. A END considera estratégico o setor nuclear, determinando que o Brasil deve dominar o ciclo do combustível nuclear para fins pacíficos e ser capaz de projetar e construir submarinos convencionais e de propulsão nuclear. A mesma publicação registra a importância da capacidade de implementação de medidas de defesa química, bacteriológica e nuclear, o que vem sendo realizado pelo SisDefNBQR e pelo Subsistema de Medicina Operativa.

O submarino de propulsão nuclear, que está sendo construído mediante transferência de tecnologia francesa (excetuando-se a parte nuclear), atenderá a outro objetivo da END, que é negar o uso do mar ao inimigo, dadas as suas características de ocultação, permanência, mobilidade e velocidade.

Ainda que com dados conflitantes, os registros de acidentes nucleares com os SNA são raros. Mesmo assim, podem ocorrer acidentes nos reatores, como os de criticalidade, os de perda de resfriamento e os de perda de estanqueidade.

A fim de possibilitar uma adequada resposta médica às emergências nucleares ou radiológicas decorrentes de acidentes a bordo do submarino nuclear ou nas instalações

nucleares de terra, os médicos da MB devem estar familiarizados não só com conceitos básicos como ser capazes de realizar triagem, diagnóstico e tratamento de lesões em possíveis vítimas. Daí a necessidade do estudo dos efeitos biológicos das radiações.

Os médicos devem saber que as lesões provocadas pela radiação dependem da dose recebida e esta pode ser influenciada por diversos fatores, um dos quais é a qualidade dos cuidados médicos existentes, o que aumenta a importância da capacitação dos recursos humanos disponíveis. A inespecificidade das lesões provocadas pela radiação, a complexidade da tecnologia usada para o tratamento de alguns pacientes radioacidentados e a possibilidade assim como a possibilidade de que tais acidentes resultem em eventos com múltiplas vítimas aumentam a importância da capacitação adequada e do adestramento constante. O grande número de vítimas gera sobrecarga no sistema de saúde e grande impacto psicológico.

A resposta médica é dividida em pré-hospitalar, na qual é realizada a triagem das vítimas, de modo a tentar reduzir o impacto de sobrecarga sobre os recursos de saúde existentes. Nesta fase, a história e o exame físico são fundamentais na classificação dos radioacidentados, que devem ser submetidos à descontaminação e, se necessário, estabilização e remoção.

O médico deve ser capaz de identificar o modo de exposição (por meio da história clínica), de modo a distinguir se a vítima transfere radiação para o pessoal envolvido no atendimento. A importância de tal distinção é que, no caso da irradiação, a vítima não transfere radiação para o pessoal que presta o atendimento de saúde. Na hipótese de contaminação, o uso de EPI é obrigatório.

Deve ser do conhecimento dos médicos que os sintomas e sinais decorrentes da exposição aguda à radiação evoluem em fases e são elementos fundamentais na estimativa da dose absorvida e, conseqüentemente, influenciarão na triagem do paciente, no tratamento e no prognóstico. A fase prodrômica é inespecífica, com sintomas comuns a várias outras doenças.

Quanto mais próxima ao episódio de irradiação e quanto maior sua duração, mais grave será o quadro do paciente. Segue-se a fase de latência, na qual os sintomas regredem temporariamente. Quanto menor a duração desta fase, maior será a gravidade. Por fim, há a fase de manifestação clínica, com sinais e sintomas decorrentes da destruição de células de multiplicação mais rápida, como as células do sistema hematopoiético, do tubo gastrointestinal e da pele. A forma mais grave e letal é a neurovascular.

Outro aspecto fundamental é que as vítimas podem apresentar lesões convencionais (queimaduras, traumas, hemorragias) não decorrentes dos efeitos biológicos das radiações ionizantes. Tais pacientes têm prioridade sobre os demais, requerendo estabilização e remoção rápidas e, se possível descontaminação ainda na fase pré-hospitalar da resposta.

A fase hospitalar é dividida em três níveis, sendo que o segundo nível pode ser prestado em um hospital geral, sem disponibilidade de especialistas em medicina nuclear. Outro fator importante que justifica a capacitação de médicos das demais especialidades.

Os demais níveis são prestados em hospitais que dispõem de especialistas, não só na área nuclear como aqueles necessários para tratamento das lesões agudas provocadas pela radiação (hematologistas e cirurgiões plásticos), bem como facilidades como terapia intensiva.

Para que essa resposta médica possa ocorrer a contento, deve estar inserida em um sistema abrangente de resposta a acidentes nucleares, com a participação de outros órgãos e instituições, que, por sua vez, estará inserido num grande plano de resposta a outras emergências e catástrofes. No nível da MB, a resposta médica prestada pelo Subsistema de Medicina Operativa está inserida no SisDefNBQR.

Conforme citado nos capítulos anteriores, diversos autores destacam a deficiência na formação dos médicos nos assuntos relacionados aos efeitos biológicos da radiação, bem

como a importância da capacitação dos médicos na resposta quanto ao reconhecimento dos sinais e sintomas relacionados à exposição à radiação e à adequada triagem no estabelecimento das prioridades de atendimento, evacuação e tratamento. Os órgãos reguladores internacionais ressaltam a necessidade da existência número suficiente de médicos capacitados a prestar atendimento a vítimas de acidentes nucleares e radiológicos nos países que utilizam fontes de radiação, dada a possibilidade da ocorrência de acidentes com múltiplas vítimas, impactando sobre os recursos de saúde disponíveis.

A MB, procurando atingir os objetivos acima listados, realiza a capacitação de seus médicos e demais profissionais de saúde a fim de atuar na resposta a acidentes radiológicos e nucleares. Existem lacunas provocadas por alguns fatores, como o desenvolvimento tecnológico, que demanda atualizações nos conhecimentos dos profissionais capacitados; restrições orçamentárias, que podem limitar a quantidade de cursos oferecidos; e o próprio fluxo de carreira de oficiais, como no caso do ingresso de médicos com formação insuficiente e a transferência para a reserva dos militares capacitados.

Com fulcro na Lei nº 12.704/2012 (Lei de Ensino da Marinha), que permite a complementação do SEN por cursos e estágios em organizações extra-Marinha, militares ou civis, nacionais ou estrangeiras, a MB tem obtido sucesso na oferta de cursos para que médicos especialistas em medicina nuclear, cirurgia plástica e medicina de submarinos realizem cursos no exterior, em países detentores do conhecimento na área nuclear. Tais cursos possibilitarão, não só a atuação dos mesmos na fase hospitalar da resposta a emergências radiológicas e nucleares, como na transmissão do conhecimento obtido aos demais médicos de modo a capacitá-los à resposta na fase pré-hospitalar e nos hospitais designados.

A proposta do autor é que tal capacitação seja realizada por ocasião do C-Ap de tais médicos no HNMD, proporcionando capacitação em fase precoce, a grande parte dos

oficiais em fase de emprego em atividades técnicas e operativas, com possibilidade de uniformização de procedimentos e linguagem, e com redução de custos para a instituição.

REFERÊNCIAS

AHEARNE, John F. Radiological terrorism: first responders and communicating risk. **The Bridge**, Washington DC, v. 40, n. 02, summer 2010.

ALMEIDA, José Maria Sampaio de. **A prontificação da Marinha em acidentes nucleares**. Arquivos Brasileiros de Medicina Naval. v. 50, n. 1, p. 9-20, Rio de Janeiro, 1988.

AMARANTE JUNIOR, José Luiz de Medeiros. **O Planejamento e preparo da resposta médica a acidentes radiológicos e nucleares: a importância da inclusão das forças armadas na resposta médica**. 2007. 59f. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2007.

BAERT, Patrice.; TROUSSELARD, Marion.; CLERVOY, Patrick. Post-traumatic stress disorder after a submarine accident. **Aviation, Space, Environmental Medicine**, Alexandria, v. 82, n. 6, p. 643-647. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21702316>. Acesso em: 05 ago. 2014.

BARBOSA, Tania Mara Alves. **A resposta a acidentes tecnológicos: O caso do acidente radioativo de Goiânia**. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. Coimbra, 2009.

BARLETTA, Michael. **The military Nuclear Program in Brazil**. Stanford: CISAC, ago. 1997, 38 p.

BARNETT, Daniel J.; PARKER, Cindy L.; BLODGETT, David W.; WIERZBA, Rachel K.; LINKS, Jonathan M. Understanding radiologic and nuclear terrorism as public health threats: preparedness and response perspectives. **Journal of Nuclear Medicine**, Reston, v. 47, n. 10, oct. 2006.

BERTELLI, Thomas. **Dosimetria e higiene das radiações**. São Paulo: Ed. Grêmio Politécnico, 1982, 548p.

Biblioteca Digital Memória da CNEN. 2006. Apresenta informações e serviços oferecidos pela Biblioteca Digital Memória da CNEN. Disponível em: <<http://memoria.cnen.gov.br/>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

BIRKLER, John L.; SCHANK, John F.; SMITH, Giles K.; TIMSON, Fred.; CHIESA, James R. **The U.S. Submarine production base: an analysis of cost, schedule, and risk for selected force structures**. Santa Monica: RAND Corporation, 1994. 203 p.

BRASIL; FRANÇA. Acordo entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Francesa na Área de Submarinos. Brasília, 23 dez. 2008. Disponível em: <http://dai-mre.serpro.gov.br/atos-internacionais/bilaterais/2008/b_279>. Acesso em: 19 abr. 2014.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1998. 292 p.

BRASIL. Decreto nº 2.864, de 7 de dezembro de 1998. Promulga o Tratado sobre a Não-Proliferação de Armas Nucleares, assinado em Londres, Moscou e Washington, em 1º de julho de 1968. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 dez. 1991. Seção 1, p. 42.

BRASIL. Decreto nº 3.897, de 24 de agosto de 2001. Fixa as diretrizes para o emprego das Forças Armadas na garantia da lei e da ordem, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 ago. 2001. Seção 1, p. 66.

BRASIL. Decreto nº 5.484, de 30 de junho de 2005. Aprova a Política de Defesa Nacional, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 1 jul. 2005. Seção 1, p. 5.

BRASIL. Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Desenvolvido pela Eletrobrás Eletronuclear, 2014. Apresenta a Eletrobrás Eletronuclear <<http://eletronuclear.gov.br/>>. Acesso em: 04 abr. 2014.

BRASIL. **Doutrina Militar de Defesa**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.arqanalagoa.ufscar.br/pdf/doutrina_militar_de_defesa.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2014.

BRASIL. **Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <https://www.defesa.gov.br/projetosweb/estrategia/arquivos/estrategia_defesa_nacional_portugues.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2014.

BRASIL. Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. SIPRON. Disponível em <<http://sipron.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 19 fev. 2014.

BRASIL. Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999. Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jun. 1999. Edição extra.

BRASIL. Lei nº 12.704, de 08 de agosto de 2012. Altera a Lei nº 11.279, de 9 de fevereiro de 2006, que dispõe sobre o ensino na Marinha, no que se refere aos requisitos para ingresso nas Carreiras da Marinha. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 ago. 2012. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Lei nº 12.731, de 21 de novembro de 2012. Institui o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro – SIPRON e revoga o Decreto-Lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 22 nov. 2012. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 6.880, de 9 de dezembro de 1980. Dispõe sobre o Estatuto dos Militares. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 dez. 1980. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Plano de Carreira para Oficiais da Marinha**. PCOM. 8 rev. Brasília, GCM, 2007.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. SINPDEC. Disponível em: <www.integracao.gov.br/web/guest/defesa-civil/sindpec/organizacao>. Acesso em: 20 ago. 2014.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Ministério das Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007.

BRASIL. Portaria Normativa nº 2.221, de 20 de agosto de 2012. Aprova a Diretriz Ministerial que estabelece orientações para a atuação do Ministério da Defesa nas atividades compreendidas nos Grandes Eventos determinadas pela Presidência da República. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 ago. 2012. Seção 1, p. 34.

BRASIL. Portaria Normativa nº 3.461, de 19 de dezembro de 2013. Dispõe sobre a publicação “Garantia da Lei e da Ordem”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 dez. 2013. Seção 1, p. 13.

BRASIL. Senado Federal. **Decreto legislativo nº 128, de 08 de abril de 2011**. Aprova o texto do Acordo entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Francesa na Área de Submarinos, celebrado no Rio de Janeiro, em 23 de dezembro de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 abr. 2011. Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/diarios/BuscaDiario?tipDiario=1&datDiario=18/02/2011&paginaDireta=3508>>. Acesso em: 19 abr. 2014.

BRASILMEDICINA. Desenvolvido por Assad Frangieh, 2001. Apresenta serviços oferecidos pela Brasilmedicina.com. Disponível em: <www.brasilmedicina.com.br>. Acesso em: 13 jul. 2014.

CARDOSO, Eliezer de Moura. **Energia Nuclear**. Apostila educativa. Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2006. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/energia.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2014.

CASTELLS, Manuel. **Fim de milênio**. São Paulo: Paz e Terra, v.3, 1999. Resenha de ALCOFORADO, Fernando. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, v. 3, n. 4, p. 114-121, jul. 2001.

CHRISTODOULEAS, John P.; FORREST, Robert D.; AINSLEY, Christopher G.; TOCHNER, Zelig.; HAHN, Stephen M.; GLATSTEIN, Eli. Short-term and long-term health risks of nuclear-power-plant accidents. **The New England Journal of Medicine**, Massachusetts, v.364, n. 24, p. 2334-2341, jun. 2011. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21506737>. Acesso em: 05 ago. 2014.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Diretrizes básicas de proteção radiológica (CNEN-NN-3.01:2014)**. Rio de Janeiro: CNEN, 2014. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Glossário de Segurança Nuclear**. Rio de Janeiro: CNEN, 2012. Disponível em: <<http://www.cnem.gov.br/seguranca/normas/pdf/glossario.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2014.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq, 2014. Apresenta dados e notícias sobre o CNPq. Disponível em: <www.cnpq.br>. Acesso em: 08 ago. 2014.

COUTO, Marcelo de Araújo. **Apresentação do DSM ao DGPM – VISITEC/2012**. Arquivo Powerpoint. Comunicação Pessoal em: 21 ago. 2014.

DI CARLO, Andrea L.; MAHER, Carmen.; HICK, John L.; HANFLIG, Dan.; DAINIAK, Nicholas.; CHAO, Nelson.; BADER, Judith L.; COLEMAN, C. Norman.; WEINSTOCK, David M. Radiation injury after a nuclear detonation: medical consequences and the need for scarce resources allocation. **Disaster Medicine and Public Health Preparation**, Boston, v. 5, n. 1, p. 32-44, mar. 2011. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21402810>. Acesso em 05 ago. 2014.

DÖRR, Harald.; MEINEKE, Victor. Acute radiation syndrome caused by accidental radiation exposure – therapeutic principles. **BMC Medicine**, London, v.9, n.126, p 1-6, nov. 2011. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1741-7015/9/126>>. Acesso em: 05 ago.2014.

ELETRONUCLEAR. Desenvolvido por Eletronuclear. Apresenta assuntos relacionados à Eletrobras Eletronuclear. Disponível em: <www.eletronuclear.gov.br/Noticias/NoticiaDetalhes.aspx?NoticiaID=321>. Acesso em: 11 ago. 2014.

Escolas Médicas do Brasil. Desenvolvido por Antonio Celso Nunes Nassif, 2010. Apresenta assuntos relacionados às escolas médicas do Brasil. Disponível em: <www.escolasmedicas.com.br/index.php>. Acesso em: 13 ago. 2014.

FERNANDES, Sérgio Roberto. **Atendimento pré-hospitalar e hospitalar em emergência radiológica e nuclear**. 2007. Arquivo Powerpoint. Comunicação pessoal em: 19 mar. 2014.

FORTES, Marcelo de Azambuja. A política pública para resposta às ameaças químicas, biológicas, radiológicas, nucleares e explosivas. 2012. 198 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2012.

FRANÇA, Júnia Lessa.; VASCONCELLOS, Ana Cristina de. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 255p.

GOMES, A.A.F. **Importância da formação pós-graduada em Saúde Militar**. Revista Militar, Lisboa, Portugal, n. 2455/2456, p.879, ago./set. 2006. Disponível em: <<http://www.revistamilitar.pt/modules/articles/print.php?id=116>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

GUIMARÃES, Leonam dos Santos. Conclusão da fabricação e montagem dos internos e do vaso de pressão do reator do LABGENE. **Economia & Energia**, Rio de Janeiro, n. 53, dez./jan. 2006. Disponível em: <http://ecen.com/eee53/eee53p/ecen_53p.htm>. Acesso em 14

ago. 2014.

GUIMARÃES, Leonam dos Santos. **Síntese de doutrina de segurança para projeto e operação de submarinos nucleares. 1999.** 591f. Tese (Engenharia Naval) – Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 1999.

GUIMARÃES, Samuel Pinheiro. Mudança de clima e energia nuclear. **Valor Econômico**, São Paulo, 11 jun. 2010. Disponível em: <www.valor.com.br/arquivo/829625/mudanca-de-clima-e-energia-nuclear>. Acesso em 08 ago. 2014.

HECHT, Luís Antônio Rodrigues. **Submarino nuclear: sua importância estratégica para o Brasil. 2007.** 75f. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2007.

HERZ, Monica.; LAGE, Victor Coutinho. A atual política nuclear brasileira. BRICS Policy Center – Policy Brief. Rio de Janeiro: BRICS Policy Center, v. 3, n. 58, jun. 2013. Disponível em: <<http://bricspolicycenter.org/homolog/uploads/trabalhos/6011/doc/719203876.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2014.

HRDINA, Chad M.; COLEMAN, C. Norman.; BOGUCKI, Sandy.; BADER, Judith L.; HAYHURST, Robert E.; FORSHA, Joseph D.; MARCOZZI, David.; YESKEY, Kevin.; KNEBEL, Ann R. The “RTR” medical response system for nuclear and radiological mass-casualty incidents: a functional triage-treatment-transport medical response model. **Prehospital and Disaster Medicine**, Cambridge, v. 24, n. 3, p. 167-178, mai./jun. 2009. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19618351>. Acesso em: 05 ago. 2014.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL - INB, 2014. Apresenta dados e notícias sobre as Indústrias Nucleares do Brasil. Disponível em: <www.inb.gov.br/pt-br/WebForms/default.aspx?secao_id=2>. Acesso em: 08 ago. 2014.

INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA. Plano Diretor, 2009 – 2012. IRD-CNEN, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <memoria.cnen.gov.br/doc/pdf/Relatorios/IRD%20-%20Plano%20Diretor%202009-2012.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2014.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Criteria for use in preparedness and response for a nuclear or radiological emergency.** IAEA, Vienna, 2011.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Hystory of the International Atomic Energy Agency: the first forty years.** IAEA, Vienna, 2007.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **IAEA Safety Glossary.** Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection. IAEA, Vienna, 2007.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Lessons learned from the response to radiation emergencies.** IAEA, Vienna, 2012.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Planning the medical response to radiological accidents.** IAEA, Vienna, 1998.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **The Radiological Accident in Goiânia**. Vienna: IAEA, 1988, 157 p.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **The Statute of the IAEA**. Vienna: IAEA, 1956. Disponível em: <<http://www.iaea.org/About/statute.html>>. Acesso em: 21 abr. 2014.

JANKOSKY, C. J. Mass casualty in an isolated environment: medical response to a submarine collision. **Military Medicine**, Bethesda, v. 178, n. 2, 2008. Disponível em <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Mass+casualty+in+an+environment%3A+medical+r+response+to+a+submarine+collision.>. Acesso em: 12 ago. 2014.

JAWORSKA, Alicja. Types of radiation mass casualties and their management. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanità**, Roma, v. 45, n. 3, p. 246-250, 2009. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19861728>. Acesso em: 12 ago. 2014.

JOHNSTON, W. Robert. **Database of radiological incidents and related events**. 20 jan. 2014. Disponível em: <www.johnstonsarchive.net/nuclear/radevents/index.html>. Acesso em: 13 ago. 2014.

KORTBEEK, John B. *et al.* Advanced trauma life support, 8th edition, the evidence for change. **The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care**. Calgary, v. 64, n. 6, p. 1638-1650, jun. 2008. Disponível em: <www.surgeons.org/media/12415/JTraumaATLSChanges.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

KURAMOTO, Renato Yoichi Ribeiro.; APPOLONI, Carlos Roberto. Uma breve história da política nuclear brasileira. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6612>>. Acesso em: 03 mar. 2014.

LAMPERT, Jadete B. **Tendências de mudanças na formação médica no Brasil**. 2002. 219 f. (Tese de Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Osvaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.abem-educmed.org.br/pdf_tese/tese_jadete.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

LEI DE BERGONIÉ-TRIBONDEAU. In: The Free Dictionary by Farlex. Disponível em: <www.thefreedictionary.com>. Acesso em: 03 jul. 2014.

LIBERATTI, Wellington. Aula Inaugural do CASO 2002. **O Periscópio**, Niterói, n. 56, p. 3-14, 2002.

LISBOA, Alain. Seca e falta de chuva revelam limites do Rio São Francisco. **Tribuna Hoje**, Maceió, 13 jan. 2014. Disponível em: <www.tribunahoje.com/noticia/90522/cidades/2014/01/13/seca-e-falta-de-chuva-revelam-limites-do-rio-so-francisco.>. Acesso em: 02 jul. 2014.

LÓPEZ, Mario.; MARTÍN, Margarita. Medical management of the acute radiation syndrome. **Reports of Practical Oncology and Radiotherapy**, Poznan, v. 16, n. 4, p. 138-146, jul. 2011. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24376971>. Acesso em 05 ago. 2014.

MARINHA DO BRASIL. Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo, 2008. Apresenta dados e notícias sobre as atividades do centro e referentes à energia nuclear. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/ctmsp/>>. Acesso em: 22 abr. 2014.

MARINHA DO BRASIL. Comando Geral do Corpo de Fuzileiros Navais, 2007. Apresenta dados e notícias sobre o Corpo de Fuzileiros Navais. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/cgcfm/noticias/destaques2013/adestramento_conjunto_nbqr.html >. Acesso em: 03 jul. 2014.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Ensino da Marinha. Currículo: Curso de Formação de Oficiais (CFO) e Estágio de Aplicação de Oficiais (EAO), Rio de Janeiro: DEnsM, 2014.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Saúde da Marinha. **DSM-4004**: manual de resposta médica em ações nucleares, biológicas, químicas e radiológicas associadas ou não ao uso de explosivos. Rio de Janeiro: DSM, 2011.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Saúde da Marinha. **Ofício nº 328/2012**: Capacitação do pessoal de saúde na Marinha Nacional da França. Rio de Janeiro: DSM, 2012.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria-Geral do Pessoal da Marinha. DGPM-305: Normas para o Sistema de Planejamento de Pessoal da Marinha. 4. rev. Rio de Janeiro: DGPM, 2010.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria-Geral do Pessoal da Marinha. **DGPM-401**: normas para assistência médico-hospitalar. 3 rev. Rio de Janeiro: DGPM, 2012.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria-Geral do Pessoal da Marinha. **DGPM-402**: normas de radioproteção, cadastramento e descadastramento de pessoal e de fonte de radiação ionizante. 2 rev. Rio de Janeiro: DGPM, 2006.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria-Geral do Pessoal da Marinha. **DGPM-405**: normas para o apoio de saúde às operações navais. 2 rev. Rio de Janeiro: DGPM, 2010.

MARINHA DO BRASIL. Escola de Guerra Naval. Curso de Estado-Maior para Oficiais Intermediários C-EMOI fase 1 Currículo 2013. Rio de Janeiro: EGN, 2012.

MARINHA DO BRASIL. Escola de Guerra Naval. Curso de Estado-Maior para Oficiais Intermediários C-EMOI fase 2 Currículo 2013. Rio de Janeiro: EGN, 2012.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-305**: Doutrina Básica da Marinha. 2. rev. Brasília: EMA, 2014.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **Ofício nº 40-1189/2013**: Relatório ORCOM O-6 – Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica (SisDefNBQR) – 2013. Brasília: EMA, 2013.

MARINHA DO BRASIL. Escola de Guerra Naval. **Sistema de Controle e Gerenciamento do C-EMOI Fase 1 – 2014**. Rio de Janeiro: EGN, 2014.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. Portaria nº 83, de 05 de maio de 2011:

Implanta o Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica da MB (SisDefNBQR-MB), e dá outras providências. Brasília: EMA, 2011.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-431**: Normas para o estabelecimento de programas de cursos, estágios e bolsas de estudo, para a participação de militares e civis, estrangeiros e brasileiros, no país e no exterior. Brasília: EMA, 2004.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Ensino da Marinha. **PGI-2014**. Rio de Janeiro: DEnsM, 2014.

MIES, Humberto Giovanni Cânfora. **Subsistema de Medicina Operativa**: perspectivas diante de novos desafios da Marinha do Brasil. 2012. 60f. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2012.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Glossário das Forças Armadas (MD35-G-01)**. 4 ed. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2007. 278p.

MIRANDA, Luciano Carlos Gomes de. **A Importância da inclusão do atendimento a radioacidentados no programa dos cursos de formação de praças enfermeiros da Marinha do Brasil**. 2012. 114f. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2012.

MOURA, José Augusto Abreu de. **O PROSUB é apenas o começo**. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v. 133, n. 01/03, jan. / mar. 2013. Disponível em: <lithic.ghost.net/revista/revistas/tsunami-verde-amarelo-0>. Acesso em: 07 jul 2014.

NIERO, Jamille. AIG lança seguro contra atos terroristas. 20 jun. 2013. Disponível em: <revista.apolice.com.br/2013/06/aig-lanca-seguro-contratos-terroristas/> Acesso em: 03 jul. 2014.

NOUAILHETAS, Yannick.; ALMEIDA, Carlos Eduardo Bonacossa de.; PESTANA, Sonia. **Radiações ionizantes e a vida**. Apostila educativa. Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2003. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/rad_ion.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2014.

NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. **NRC Bulletin 2003-04**. Washington DC: NRC, 2003, 6p.

ØLGARD, Povl L. **Accidents in nuclear ships**. Institute of Physics Technical University of Denmark, Risø National Laboratory. Lyngby, 1996. Disponível em: <www.risoe.dk/rispubl/NKS/NKS-96-RAK-2TR-C3.pdf> Acessado em: 11 ago. 2014.

OLIVEIRA, Eliezer Rizzo de. A Estratégia Nacional de Defesa e a reorganização e transformação das Forças Armadas. **Interesse Nacional**, São Paulo, v. 2, n. 5, abr./jun. 2009. Disponível em: <interessenacional.uol.com.br/index.php/edicoes-revista/a-estrategia-nacional-de-defesa-e-a-reorganizacao-e-transformacao-das-forcas-armadas/>. Acesso em: 07 mar. 2014.

OLIVEIRA, Isabel Cristina Veloso de.; HERCULANO, Selene.; A Usina Nuclear de Angra I

e seu plano confidencial de evacuação urbana. **Revista VITAS**, Niterói, n. 3, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.uff.br/revistavitas/images/A%20USINA%20NUCLEAR%20DE%20ANGRA%20I%20E%20SEU%20PLANO%20CONFIDENCIAL%20DE%20EVACUACAO%20URBANA.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2014.

OLIVEIRA, Mariana. Ibama concede licença de instalação para início das obras de Belo Monte. **G1**, Rio de Janeiro, 01 jun. 2011. Disponível em: <g1.globo.com/economia/noticia/2011/06/ibama-concede-licenca-de-instalacao-para-inicio-das-obras-de-belo-monte.html>. Acesso em: 02 jul. 2014.

PERROTTA, José Augusto. Reatores nucleares – conceitos. Instituto de Engenharia, São Paulo, 04 abr. 2011. Disponível em: <ie.org.br/site/ieadm/arquivos/arqnot5172.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2014.

PESCE, Eduardo Italo. Projetos da Marinha do Brasil no Plano de Articulação e Equipamentos de Defesa (PAED). **Revista Marítima Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 133, n. 01/03, jan. / mar. 2013. Disponível em: <lithic.kinghost.net/revista/revistas/tsunami-verdde-amarelo-0>. Acesso em: 07 jul. 2014.

PIOVESAN, Renato. Consórcio PCJ não descarta racionamento de energia. **Liberal**, Americana, 29 abr. 2014. Disponível em: <www.liberal.com.br/noticia/B420074B2C-pcj_ao_descarta_falta_de_energia>. Acesso em: 02 jul. 2014.

Poder Naval. Desenvolvido por Alexandre Galante, Guilherme Poggio, Fernando De Martini, 1997. Apresenta notícias e artigos sobre a Marinha do Brasil. Disponível em: <www.naval.com.br>. Acesso em: 04 jun. 2014.

Programa Nuclear da Marinha – PNM – Conheça o Programa Nuclear da Marinha. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/programa-nuclear-da-marinha>>. Acesso em: 03 mar. 2014.

RECKZIEGEL, Ana Luiza Setti. A política nuclear brasileira e as relações internacionais (1946-57). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 26, 2011, São Paulo. Disponível em: <[http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1308169258_ARQUIVO_APoliticaNuclearBrasileiraeasRelacoesInternacionais\(1946-57\).pdf](http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1308169258_ARQUIVO_APoliticaNuclearBrasileiraeasRelacoesInternacionais(1946-57).pdf)>. Acesso em: 19 fev. 2014.

RIBEIRO, Luciano Roberto Melo. **Poder Naval: a Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: Action, 2006. 144 p.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 41.147 de 24 de janeiro de 2008. **Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 25 jan. 2008. Disponível em: <http://www.defesacivil.angra.rj.gov.br/download/PEE_Final_Aprovado_24-01-2008.PDF>. Acesso em: 21 abr. 2014.

ROCHA, Sonia Fonseca. **Acidente radioativo com o cézio 137: a participação da Marinha no atendimento às vítimas**. Navigator, Ed. Especial, dez. 2008. Disponível em: <http://www.revistanavigator.com.br/navig_especial/NE_index.html>. Acesso em: 19 fev. 2014.

ROJAS-PALMA, Carlos.; LILAND, Astrid.; JERSTAD, Ane Naess.; ETHERINGTON,

George.; PÉREZ, María del Rosario.; RAHOLA, Tua.; SMITH, Karen. **Triage, monitoring and treatment of people exposed to ionising radiation following a malevolent act.** Osteras: Lobo Media AS, 2009. 290p.

RUIVO, Humberto Moraes. **Independência tecnológica na área nuclear: a relevância do Programa Nuclear da Marinha, 2007, 64f.** Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2007.

SANTOS, Marcus Vinicius Oliveira dos. O Brasil mais próximo da autonomia no uso pacífico da energia nuclear. **Engenharia**, São Paulo, ed. 540, 2000. Disponível em: <www.brasilengenharia.com.br/entrevista540.htm>. Acesso em: 07 mar. 2014.

SANTOS, Tatiane Lopes dos. Os militares e a política nuclear brasileira. In: ENCONTRO DE HISTÓRIA ANPUH-RIO, 13., 2008, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://encontro2008.rj.anpuh.org/resources/content/anais/1212880733_ARQUIVO_Osmilita_reseapoliticanuclearbrasileira.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2014.

SILVA, José Luiz Corrêa da.; CHAIB, Carlos Jorge de Andrade.; ROMUALDO, Manuel Luiz Ferreira.; GIOSEFFI, José Carlos Silva. **O Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica da Marinha do Brasil (SisDefNBQR-MB).** Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v. 133, n. 01/03, jan. / mar. 2013. Disponível em: <lithic.kingghost.net/revista/revistas/tsunami-verdde-amarelo-0>. Acesso em: 07 jul. 2014.

SILVA, Márcio Magno de Farias Franco e. **O submarino nuclear e a nova dimensão estratégica para o Poder Naval Brasileiro.** 2008. 55f. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2008.

TAUHATA, Luiz.; SALATI, Ivan.; DI PRINZIO, Renato.; DI PRINZIO, Antonieta. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos.** 5 rev. Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 2003. 242p.

TENFORDE, Thomas S.; SCHAUER, David A.; GOANS, Ronald E.; METTLER JR., Fred A.; PELLMAR, Terry C.; POSTON SR., John W.; TAYLOR, Tammy P. Health aspects of a nuclear or radiological attack. **The Bridge**, Washington DC, v. 40, n. 02, summer 2010.

TOUKAN, Abdullah.; CORDESMAN, Anthony. **Terrorism and WMD: the link with war in Afghanistan.** Washington: Center for Strategic & International Studies, 2009. 93p. Relatório.

TURAI, István.; VERESS, Katalin.; GÜNALP, Bengül.; Souchkevitch. Medical Response to radiation incidents and radionuclear threats. **The BMJ**. Londres, v. 328, 06 mar. 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15001507>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

USA. Department of State (Estados Unidos da América). **Fact Sheet on U.S. Nuclear Powered Warship Safety.** 2006. Disponível em: <<http://tokyo.usembassy.gov/e/p/tp-20060417-72.html>>. Acesso em 11 ago. 2014.

VALVERDE, Nelson.; LEITE, Teresa.; MAURMO, Alexandre. **Manual de ações médicas em emergências radiológicas.** Rio de Janeiro: Capax Dei, 2010. 112 p.

VÁZQUEZ, Marina. A.; PÉREZ, María del Rosario. **ARN PI-2/07**. Guía para la respuesta médica em la fase inicial de uma emergência radiológica. Buenos Aires: Autoridad Regulatoria Nuclear Argentina, 2007. 23 p.

WORLD ENERGY RESSOURCES: 2013 SURVEY. Londres: World Energy Council, 2013. ISBN: 978 0 946121 29 8. Disponível em: <www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/Complete_WER_2013_Survey.pdf>. Acesso em 08 ago. 2014.

WUNDER, Rodrigo Setubal.; KNUST, Isabella Campagnuci. **Relatório: Exercício Geral de Resposta à Emergência Nuclear , Angra 2013 - 11 e 12 de setembro de 2013**. Arquivo Word. Comunicação Pessoal em: 14 ago. 2014.

XAVIER, Ana Maria.; MORO, José Túlio.; HEILBRON, Paulo Fernando. **Princípios básicos de segurança e proteção radiológica**. 3 ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, set. 2006. 227 p.