

SÍNTESE DE DOCTRINA DE SEGURANÇA PARA PROJETO E OPERAÇÃO DE SUBMARINOS NUCLEARES*

LEONAM DOS SANTOS GUIMARÃES

Capitão-de-Fragata (EN)

HERNANI LUIZ BRINATI

Professor da EPUSP

JORGE PINHEIRO DA COSTA VEIGA

Capitão-de-Mar-e-Guerra (EN-RRm)

SUMÁRIO

Introdução

Desenvolvimento

A doutrina de segurança

Princípios básicos de segurança

Critérios gerais de segurança

Objetivos detalhados de segurança

Condições de processo de instalação

Requisitos específicos

Diretrizes propostas

RESUMO

O artigo consiste num resumo da tese de doutorado de mesmo título. Esta tese propôs-se a organizar e sistematizar uma Doutrina de Segurança Global aplicável a futuros Submarinos Nucleares de Ataque (SNA) nacionais, considerando tanto os aspectos nucleares quanto os navais. Esta doutrina tem a forma de um conjunto de princípios básicos, critérios gerais, requisitos específicos e procedimentos de verificação do projeto e de inspeção da construção e operação, que garantam um alto padrão de segurança a esta classe de navio de guerra. Com ela, pretende-se constituir uma base consistente e coerente sobre a qual a Autoridade de Segurança Nuclear, considerando os Objetivos de Segurança propostos, possa avaliar a aceitabilidade dos riscos associados ao Ciclo de Vida do SNA, tomando assim suas competentes decisões quanto ao licenciamento do submarino.

* N.R.: O texto é um resumo de tese de doutorado, fazendo parte do acervo da Biblioteca do Serviço de Documentação da Marinha.

Os negritos são da RMB.

INTRODUÇÃO

A afirmação de que uma instalação industrial é, simultaneamente, muito perigosa e muito segura pode não ser necessariamente contraditória. Através de padrões de segurança tão altos quanto razoavelmente praticáveis, é possível garantir que **um processo potencialmente muito perigoso seja objetivamente seguro**, isto é, que os riscos a ele associados sejam parcialmente aceitáveis.

A segurança não é absoluta. Na vida cotidiana faz-se uma série de julgamentos relativos, muitos deles inconscientes, sobre os perigos associados às possibilidades de conduzir uma determinada atividade de um modo ou de outro, como também sobre as conseqüências indesejadas que podem ser incorridas, caso não seja tomada nenhuma ação de segurança. **As experiências individuais de cada pessoa, assim como o conhecimento das experiências vividas por outrem, tanto positivas como negativas, são um fator determinante dos julgamentos relativos**, sendo um meio fundamental para se ganhar confiança nas decisões e atingir efetivas melhorias na segurança.

Estas idéias simples aplicam-se, integralmente, à avaliação, manutenção e melhoria da segurança dos Submarinos Nucleares de Ataque (SNA), que devem atender às necessidades operativas da Marinha sem induzir, devido às peculiaridades de sua Instalação Propulsora Nuclear (IPN), riscos inaceitáveis para a tripulação, o pessoal de apoio logístico em terra, o público em geral e o meio ambiente.

Um navio é um veículo que opera de maneira autônoma em um ambiente que apresenta riscos que devem ser controlados. Esta realidade torna-se ainda mais crítica no caso de submarinos, onde o ambiente possui três dimensões. Estes riscos podem ser classificados em três categori-

as: **acidentes internos**, que podem rapidamente assumir proporções graves devido ao ambiente; **riscos externos**, específicos ao ambiente; e **riscos operativos**, associados ao caráter militar, no caso de navios de guerra e submarinos.

A natureza dos riscos apresentados pela IPN de um SNA, assim como pelas instalações de apoio logístico em terra que lhe são associados, não é fundamentalmente diferente daqueles associados às atividades nucleares civis de natureza similar. Existem, entretanto, **algumas diferenças altamente relevantes**, que devem ser consideradas quando estas são comparadas às instalações nucleares de potência estacionárias:

– **O inventário de produtos radioativos presentes num SNA é significativamente menor** do que aquele de um reator de potência eletronuclear, na razão direta das potências térmicas envolvidas (50-100Mwth para reatores navais, 1.800-3.600 Mwth para reatores eletronucleares). Grosso modo, isso implica que, considerando-se cenários acidentais similares, as conseqüências radiológicas seriam da ordem de 50 vezes inferiores para um SNA, quando comparado com uma central nuclear.

– **O ambiente “móvel” naval induz uma fonte de agressões sobre a IPN sem paralelo com o ambiente “estacionário” em terra** de uma central nuclear. Estas potenciais agressões devem ser levadas em consideração, sobretudo em situações de operação do submarino dentro de instalações portuárias e nas proximidades da costa. Isso implica incluir na base de projeto carregamentos significativos mais rigorosos que os utilizados para uma central nuclear, que não é submetida à mesma diversidade e intensidade de agressões.

– **As restrições impostas pela arquitetura naval limitam a variedade de soluções viáveis para o arranjo físico da instalação.** A IPN torna-se então extremamente com-

pacta, dificultando a segregação de equipamentos, suportação de tubulações e interposição de barreiras antimísseis, antifogo e para proteção contra efeitos dinâmicos de ruptura de tubulações. De forma a evitar a propagação de agressões e falhas em modo comum, torna-se portanto necessária uma análise detalhada de suas conseqüências, cuja complexidade é seguramente maior do que as análises equivalentes para uma central nuclear, cuja arquitetura "civil" não impõe tais limitações.

— Um reator de propulsão é projetado para funcionar como um seguidor de **carga** que, pelas características da missão do navio, é **extremamente variável**. Isso implica suportar transitórios bruscos e frequentes sem desligamento. Conseqüentemente, as margens de projeto, construção e operação normal são significativamente maiores do que aquelas usualmente adotadas para centrais nucleares, de modo a permitir que estes transitórios sejam operacionais, isto é, não impliquem em desligamento da IPN.

— Um SNA no mar só se encontra em **segurança** com respeito aos diversos riscos operativos e de navegação **se ele puder dispor rapidamente da energia fornecida pela IPN**. Isto posto, se a continuidade da geração de energia não for assegurada, em particular por razões ligadas à segurança nuclear, a manobrabilidade do navio e, portanto, sua própria segurança naval, pode ser gravemente afetada. Pode-se então considerar que a segurança da IPN depende da segurança da plataforma-navio do SNA, que por sua vez depende da disponibilidade da instalação nuclear.

DESENVOLVIMENTO

Comparando os conceitos de Segurança Naval e de Segurança Nuclear, que devem ser conciliados de forma a otimizar a

segurança global de um SNA, tornando os riscos associados à sua operação socialmente aceitáveis, pode-se identificar as seguintes **similaridades**: **mesmo objetivo**, isto é, evitar conseqüências indesejadas à vida humana; presença de uma **abordagem analítica**; a necessidade de desenvolver normas regulamentares em **resposta a eventos inesperados** e anteriormente não considerados nas análises.

Entretanto, é também identificada uma **diferença básica de abordagem**, que deve ser conciliada em uma abordagem de segurança única para um navio dotado de propulsão nuclear, consistente com a segurança da tripulação, do público e do meio ambiente: a Segurança Naval enfatiza a capacidade de **sobrevivência do navio** como meio de atingir seu objetivo; e a Segurança Nuclear, por outro lado, tem sua ênfase principal colocada sobre a **integridade do reator** e, complementarmente, sobre a integridade das barreiras físicas que contêm os produtos radioativos em caso de ocorrência de acidentes, como meio de atingir seu objetivo.

Esta abordagem unificada deve considerar que os submarinos poderão situar-se em três **domínios de operação distintos**: **Normal**; **Anormal**, no qual o navio somente operará involuntariamente (avaria, agressão externa, erro humano), sendo o objetivo retornar a uma condição segura; e **Acidental**, para o qual não se preconiza uma operação propriamente do navio, sendo o objetivo nesta situação a execução de procedimentos de salvaguarda ou de emergência para tornar aceitáveis as conseqüências do acidente.

A doutrina de segurança

Assim, uma Doutrina de Segurança para Submarinos Nucleares de Ataque deverá considerar que:

O submarino deve ser projetado, construído e operado de forma a ser dotado de **características intrínsecas e de meios complementares** suficientes para garantir que, na presença das três categorias de riscos:

I – a possibilidade da operação normal do navio evoluir para o domínio anormal seja extremamente reduzida;

II – a partir de uma condição de operação anormal, o navio possa retornar o mais rápido possível a uma condição segura;

III – na ocorrência de acidentes, a máxima prioridade seja dada à proteção da vida humana; isso requer que as conseqüências dos acidentes para o próprio navio sejam minimizadas, de modo a proteger sua tripulação, o público e o meio ambiente.

Esta doutrina estabelecerá que o submarino (note-se que não somente o reator, mas o submarino como um sistema que inclui o reator) deve ser projetado, construído e operado de forma a não ocorrerem liberações descontroladas de materiais radioativos.

Isso implica que a integridade da plataforma-navio será de importância primária, pois a sobrevivência do submarino será em si mesma o fator mais importante para a segurança da IPN e para a contenção e confinamento de materiais radioativos. Em situações de risco iminente, a continuidade da operação da IPN deverá ser possível, mesmo que isso possa implicar em aumento dos riscos residuais de danos à IPN, de forma a evitar conseqüências graves para a plataforma-navio e garantir a Segurança Global do SNA.

Esta necessidade deriva do fato incontestável de que um submarino governável, ainda que com uma IPN com alguns danos, é intrinsecamente mais seguro do que um submarino com um reator íntegro mas desligado, logo com a propulsão principal indisponível. Isso não quer dizer, sob nenhuma hipótese, que a segurança da IPN deva deixar de ser considerada importante, nem

que não deva ser analisada detalhadamente, ou que não existam situações nas quais a segurança da IPN preceda a segurança da plataforma-navio.

Obviamente, um submarino em casos extremos, pousado inerte no fundo do mar com o reator desligado em estado seguro, está numa situação mais favorável, em termos de liberação de produtos radioativos, do que um submarino, nas mesmas condições, mas com o Circuito Primário ou a Estrutura de Contenção rompidos. Portanto, se o funcionamento da IPN, além das condições normais previstas em suas especificações técnicas, não garantir o salvamento (logo também da própria IPN), o reator deverá ser compulsoriamente desligado.

Da constatação destes fatos, decorre que a segurança de um SNA fundamenta-se na otimização do conjugado disponibilidade x seguridade. Esta otimização é alcançada através de soluções de compromissos, derivados de análises do tipo custo/benefício.

Para a maioria dos engenheiros navais e submarinistas, esta premissa deve parecer óbvia. Entretanto, a efetiva percepção da diferença que isso implica com respeito ao fundamento de otimização exclusiva da seguridade aplicado às instalações nucleares estacionárias nem sempre deve parecer evidente para os técnicos de outras áreas envolvidos com o projeto, construção, operação e licenciamento dos Submarinos Nucleares de Ataque.

Com base na experiência operacional de submarinos, navios de guerra de superfície e navios mercantes nucleares até o presente, pode-se afirmar que é muito pouco provável que o comandante venha a realmente enfrentar uma situação onde tenha que decidir entre a IPN e a plataforma-navio e sua tripulação.

Entretanto, esta possibilidade existe e será justamente a aplicação de uma doutrina

na de segurança adaptada a estas circunstâncias ao longo de todas as fases da vida útil do SNA que poderá reduzir a probabilidade de que uma tal decisão venha um dia a ter que ser tomada. Um profundo entendimento desta doutrina e das consequências de sua aplicação, de modo a retirar o submarino de uma situação de risco iminente, ainda que aceitando algum dano no reator e seus sistemas, **é de fundamental importância para a segurança dos SNA, entendidos como um sistema integrado naval/nuclear.**

Considerando tanto os aspectos nucleares quanto os navais, a tese propôs-se então a organizar e sistematizar uma Doutrina de Segurança Global aplicável a futuros SNA nacionais que atenda a estas premissas.

A doutrina proposta tem a forma de um conjunto de Princípios Básicos, Critérios Gerais, Requisitos Específicos e Procedimentos de verificação do projeto e de inspeção da construção e operação, que propõe-se a garantir um alto padrão de segurança a esta classe de navio de guerra. Com ela, pretende-se constituir uma base consistente e coerente sobre a qual a Autoridade de Segurança Nuclear possa avaliar a aceitabilidade dos riscos associados ao Ciclo de Vida do SNA, tomando assim suas competentes decisões quanto ao licenciamento do submarino.

Entendendo-se segurança como percepção social de riscos, foram discutidos o detalhamento, as interpretações, as derivações e as aplicações tecnológicas deste conceito básico em **três contextos específicos:** a disciplina de aplicação geral denominada **Segurança de Funcionamento de Sistemas Industriais** (*Reliability-Availability-Maintanability-Safety*); a **Segurança de Instalações Nucleares** “estacionárias”, em especial de reatores de potência eletrônicas; a **Segurança Naval**, que engloba tanto a **Segurança Marítima**

(segurança da navegação, salvaguarda da vida humana no mar), típica de condições normais de paz, como a **Capacidade de Sobrevivência** (*Survivability*), típica das condições de guerra ou conflito.

Com base nesta discussão inicial, foi feita, em seguida, uma primeira abordagem global à Segurança da Propulsão Nuclear, onde foram sintetizadas as aplicações do conceito básico nestes três contextos, resultando-se sua fundamentação na otimização do conjugado disponibilidade x seguridade.

Princípios básicos de segurança

Os Princípios Básicos de Segurança (Tabela 1) foram, a partir desta síntese, adaptados às particularidades da propulsão nuclear de SNA. Os Princípios Básicos incluem os Objetivos Gerais de Segurança, assim como os Princípios de Gerenciamento, Princípios de Defesa em Profundidade e Princípios Técnicos que orientam como estes objetivos poderiam ser alcançados.

Critérios gerais de segurança

Em seguida foram propostos Critérios Gerais de Segurança para o projeto da IPN e de suas interfaces com a plataforma-navio do SNA. Os Critérios Gerais incluem Critérios de Probabilidade de ocorrência (Tabela 2) e Critérios de Gravidade de consequências para a disponibilidade do SNA (Tabela 4), para a tripulação (Tabela 5), para o pessoal de apoio em terra (Tabela 6), para o público em geral (Tabela 7) e para o meio ambiente (Tabela 8).

Objetivos detalhados de segurança

Estes critérios foram associados formando Critérios de Risco, que constituem os Objetivos Detalhados de Segurança (ODS)

(Tabela 3). Os ODS são diferenciados em função da gravidade das consequências de um cenário operacional, e quantificados com o objetivo de fixar os conjugados Frequência Anual de Ocorrência (FAO) x consequências máximas aceitáveis, sendo definidos com relação a posições geográficas típicas:

I – submarino atracado ou fundeado em porto civil (próximo a aglomerações humanas);

II – submarino atracado ou fundeado em base naval (distante de aglomerações humanas);

III – submarino operando em águas costeiras; e

IV – submarino operando em águas oceânicas.

Pretende-se que, com base nestes ODS desenvolvidos, seja futuramente constituída, pela ASN, uma base objetiva sobre a qual a aceitabilidade dos riscos associados ao Ciclo de Vida do SNA possa ser avaliada.

Condições de processo da instalação

Foram ainda desenvolvidos Critérios para determinação das Condições de Processo da Instalação Nuclear (CPIN) e Situações Operacionais do Submarino (SOS) postuladas para análise de segurança pelos Critérios de Risco e Critérios de Projeto determinísticos, que orientam o desenvolvimento do projeto integrado do conjunto de sistemas que compõem o SNA e que garantem a adequação da segurança aos Princípios Básicos qualitativos.

Requisitos específicos

Os Requisitos Específicos de segurança aplicáveis ao projeto de estruturas, componentes e sistemas de plataforma-navio do SNA, da IPN e instalações de máquinas, derivados dos Critérios Gerais, foram a se-

guir desenvolvidos, englobando ainda os aspectos de Garantia da Qualidade, Proteção Radiológica, Operação, Inspeções e Testes. Os Requisitos Específicos constituem regras quantitativas que determinam o projeto individual das partes integrantes do SNA e que asseguram que os sistemas individuais do submarino, quando integrados, atendam aos Critérios Gerais.

DIRETRIZES PROPOSTAS

Foram propostas diretrizes para o estabelecimento de uma regulamentação do processo de licenciamento dos SNA pela Autoridade de Segurança Nuclear (ASN) e dos procedimentos de verificação da segurança do projeto e de fiscalização da construção e operação associados, e discutidos o conteúdo e a organização do Relatório de Análise de Segurança (RAS), documento básico deste processo, finalizando-se assim o desenvolvimento da estrutura da Doutrina de Segurança proposta.

À ASN caberá, no futuro, implementar a regulamentação e o controle das atividades relacionadas ao Ciclo de Vida do SNA, de forma a garantir, perante a sociedade brasileira, que os riscos a elas associadas são aceitáveis. Pretende-se que a Doutrina de Segurança desenvolvida pela presente tese e proposta para aplicação aos SNA nacionais, que se espera estarem operacionais no início do século XXI, venha a constituir uma efetiva contribuição para um eficaz e eficiente desempenho desta missão constitucional.

Esta ASN, com jurisdição sobre os SNA, deverá ser estabelecida com base num modelo organizacional similar àquele praticado para a ASN com jurisdição sobre as instalações nucleares estacionárias de natureza civil. Poderá, dentro de um escopo ampliado para além dos SNA, constituir uma Autoridade de Segurança Nuclear

Militar ASNM, distinta da ASN civil, sendo responsável pela regulamentação e pelo controle de todas as atividades nucleares

afetas ao Ministério da Defesa, que se encontra, em 1999, sendo implantado pelo Governo Brasileiro.

CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<FORÇAS ARMADAS> / Submarinos nucleares /; Segurança;

BIBLIOGRAFIA

- GUIMARÃES, L.S. "Síntese de Doutrina de Segurança para Projeto e Operação de Submarinos Nucleares". Tese de doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, EPUSP, São Paulo, Brasil. 1999.
- GUIMARÃES, L.S. "Conception des Réacteurs de Propulsion Navale". Projet de fin d'études, cours d'ingénieur atomique, 1992-93, Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires INSTN, Université de Paris XI, Saclay, França, 1993.
- GUIMARÃES, L.S. "Modernas Tendências no Projeto de Submarinos". Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo EPUSP, São Paulo, Brasil, 1991.

MATURIDADE

Depois de algum tempo, você descobre que leva-se anos para construir confiança e apenas segundos para destruí-la.

William Shakespeare

TABELA 1:

PRINCÍPIOS BÁSICOS DE SEGURANÇA

OBJETIVOS	GERAL		PROTEÇÃO RADIOLÓGICA	CONFIABILIDADE E SEGURIDADE		DISPONIBILIDADE	
Princípios Fundamentais de Gerenciamento	CULTURA DE SEGURANÇA		Responsabilidade da Organização Operadora		Controle Regulamentar e Supervisão Independente		
Princípios de Defesa em Profundidade	DEFESA EM PROFUNDIDADE		Prevenção de Acidentes		Mitigação de Consequências		
Princípios Técnicos Gerais	Validação	Garantia da Qualidade	Fatores Humanos	Análise de Segurança	Proteção Radiológica	Experiência Operacional e Pesquisa de Segurança	
Princípios Técnicos Específicos	Modalidade	Projeto	Fabricação e Construção	Comissionamento	Operação	Gerenciamento de Acidentes	Planejamento de Emergência

TABELA 2:

CLASSIFICAÇÃO DE CENÁRIOS OPERACIONAIS DO SNA CONFORME SUAS FREQUÊNCIAS ANUAIS DE OCORRÊNCIA

CLASSE	VEROSSIMILHANÇA	FAO
1	contínuo ou freqüente: ocorre continuamente ou é provável ocorrer diversas vezes durante o ciclo de vida do SNA	> 1
2	infreqüente: não ocorre freqüentemente, mas é provável que ocorra pelo menos uma vez durante o ciclo de vida do SNA	
3	possível: a princípio, não deve ocorrer durante o ciclo de vida de um único SNA, mas poderia ocorrer quando considerar-se o ciclo de vida de um esquadrão composto por mais de uma unidade	$10^{-2} > \text{FAO} > 10^{-4}$
4	improvável: a princípio, não deve ocorrer durante o ciclo de vida de um esquadrão de SNA composto por mais de uma unidade, sendo porém possível	$10^{-6} > \text{FAO} > 10^{-8}$
Complementar	hipotético: a princípio, não ocorrerá durante o ciclo de vida de um esquadrão de SNA composto por mais de uma unidade, sendo sua remota possibilidade de ocorrência associada à perda total de sistemas e funções de segurança atuantes em cenários de classe 4	$10^{-2} > \text{FAO}$

TABELA 3:

OBJETIVOS DETALHADOS DE SEGURANÇA

CLASSE	CRITÉRIO D		CRITÉRIO L		CRITÉRIO T		CRITÉRIO A		CRITÉRIO P	
	Paz I-II-III	Guerra I-II-III	Paz I-II-II	Guerra IV	Paz I-II-III	Guerra IV	Paz I-II-III	Guerra IV	Paz I-II-III	Guerra IV
1	1		1		1		1		1	
2	2		2	3	2	3	2	3	2	3
3	3	2	3	4	3	4	3	4	3	4
4	4	3	4	C	4	C	4	C	4	C
Complementar	Complementar		Complementar		Complementar		Complementar		Complementar	

TABELA 4:

NÍVEIS DE CONSEQUÊNCIAS PARA O SUBMARINO

NÍVEL	CONSEQUÊNCIAS PARA O SUBMARINO
1	OPERAÇÃO NORMAL - Submarino disponível imediatamente com plena capacidade operacional; - Situações de operação normais sob propulsão nuclear.
2	OPERAÇÃO NORMAL - Submarino disponível com capacidades operacionais reduzidas (redução de potência) imediatamente ou após uma intervenção de reparo passível de ser realizada pela própria tripulação; - Situações de operação degradadas sob propulsão nuclear.
3	ACIDENTES COM RECUPERAÇÃO DA OPERAÇÃO - Capacidades operacionais seriamente comprometidas, podendo ir até perda total da potência nuclear ou incapacidade de navegar submerso, implicando retorno prematuro à base sob propulsão auxiliar convencional; - Situações de operação incidentais sérias sob propulsão auxiliar convencional (reator desligado com remoção de calor residual).
4A	ACIDENTES SEM RECUPERAÇÃO DA OPERAÇÃO, COM SALVAMENTO DO SUBMARINO - Degradações materiais importantes, podendo ir até a incapacidade de mover-se por seus próprios meios (necessidade de reboque para retorno à base), mantida, entretanto, uma mínima disponibilidade de fontes de energia internas; - Situações de operação acidentais com perda total da propulsão (reator desligado com resfriamento de emergência).
4B	ACIDENTES SEM RECUPERAÇÃO DA OPERAÇÃO, COM PERDA DO SUBMARINO - Degradações materiais importantes, podendo ir até a perda de todas as fontes de energia internas (necessidade de fornecimento externo de energia ou meios passivos para manutenção das funções de segurança); - Situações de operação acidentais com perda total do submarino por naufrágio ou encalhe (reator desligado com resfriamento passivo ou provido por meios externos).
Complementar	ACIDENTES SEVEROS - Perda do submarino e das funções básicas de segurança (resfriamento ou núcleo e contenção); - Situações de operação acidentais complementares.

TABELA 5

NÍVEIS DE CONSEQUÊNCIAS PARA A TRIPULAÇÃO

NÍVEL	CONSEQUÊNCIAS PARA A TRIPULAÇÃO
1	- Situação com riscos ocupacionais normais; - Doses efetivas (corpo inteiro) para os operadores da IPN dentro do limite anual de 20 mSv e tão reduzidas quanto razoavelmente realizável; - Doses efetivas (corpo inteiro) para os demais tripulantes dentro do limite anual de 5 mSv e tão reduzidas quanto razoavelmente realizável.
2	- Risco de danos imediatos leves para a tripulação, não associados a causas radiológicas; - Doses efetivas (corpo inteiro) para os operadores da IPN dentro do limite anual de 50 mSv; - Doses efetivas (corpo inteiro) para os demais tripulantes dentro do limite anual de 20 mSv.
3	- Risco de danos imediatos graves com uma pequena probabilidade de morte de um membro da tripulação; - Dose efetiva (corpo inteiro) sobre tripulantes mais afetados inferior a 100 mSv.
4	- Risco de vida elevado para um ou vários membros da tripulação; - Abandono do submarino dos tripulantes não envolvidos nas ações do Plano de Emergência Interno.
Complementar	- Abandono de toda tripulação do submarino; - Perda da tripulação.

TABELA 6:

NÍVEIS DE CONSEQUÊNCIAS PARA O PESSOAL DE APOIO EM TERRA

NÍVEL	CONSEQUÊNCIAS PARA O PESSOAL DE APOIO EM TERRA
1	- Situação com riscos ocupacionais normais; - Doses efetivas (corpo inteiro) dentro do limite anual de 20 mSv e tão reduzidas quanto razoavelmente realizável.
2	- Risco de danos imediatos leves, não associados a causas radiológicas; - Doses efetivas (corpo inteiro) dentro do limite anual de 50 mSv.
3	- Risco de danos imediatos graves com uma pequena probabilidade de morte de um indivíduo; - Dose efetiva (corpo inteiro) sobre indivíduo mais afetado inferior a 100 mSv.
4	- Risco de vida elevado para um ou vários indivíduos; - Dose efetiva (corpo inteiro) sobre tripulante mais afetado inferior a 250 mSv; - Abandono do local do pessoal não envolvido nas ações do Plano de Emergência Interno.
Complementar	- Dose efetiva (corpo inteiro) sobre indivíduos mais afetados inferior a 250 mSv; - Dose efetiva (tireóide) sobre indivíduos mais afetados inferior a 3.000 mSv; - Abandono do local do pessoal não envolvido nas ações do Plano de Emergência Externo.

TABELA 7:**NÍVEIS DE CONSEQÜÊNCIAS PARA O PÚBLICO**

NÍVEL	CONSEQÜÊNCIAS PARA O PÚBLICO
1	– Dose efetiva (corpo inteiro) sobre o membro do público mais afetado inferior a 100 uSv
2	– Dose efetiva (corpo inteiro) sobre o membro do público mais afetado inferior a 1 mSv
3	– Dose efetiva (corpo inteiro) sobre o membro do público mais afetado inferior a 5 mSv – Dose efetiva (tireóide) sobre o membro do público mais afetado inferior a 250 mSv
4	– Dose efetiva (corpo inteiro) sobre o membro do público mais afetado inferior a 50 mSv – Dose efetiva (tireóide) sobre o membro do público mais afetado inferior a 250 mSv
5	– Dose efetiva (corpo inteiro) sobre o membro do público mais afetado inferior a 100 mSv – Dose efetiva (tireóide) sobre o membro do público mais afetado inferior a 450 mSv

TABELA 8:**NÍVEIS DE CONSEQÜÊNCIAS PARA O AMBIENTE**

NÍVEL	CONSEQÜÊNCIAS PARA O AMBIENTE
1	– Observância dos limites anuais para liberação de efluentes autorizados pela ASN – Classificação das áreas internas do submarino por zonas de radiação conforme condições normais de projeto
2	– Observância dos limites anuais para liberação de efluentes autorizados pela ASN – Possibilidade de reclassificação temporária das áreas internas do submarino por zonas de radiação, retornando-se às condições normais após intervenção da tripulação
3	– Observância, por incidentes, dos limites anuais de liberação de efluentes autorizados pela ASN – Possibilidade de reclassificação permanente das áreas internas do submarino por zonas de radiação, o retorno às condições normais requerendo intervenção do apoio em terra
4	– Termo-fonte liberado (relativo ao inventário de produtos radioativos): – 2% dos gases raros – 1% do iodo – Taxa máxima de vazamento da Contenção: – 0,4% dia no primeiro dia após o acidente – 0,2% dia nos 29 dias subseqüentes
Complementar	– Termo-fonte liberado (relativo ao inventário de produtos radioativos): – 80% dos gases raros – 0,6% do iodo orgânico – 60% do iodo inorgânico – 40% do cézio – 5% do estrôncio

AOS COLABORADORES

Solicitamos aos nossos colaboradores que incluam em os seus trabalhos os seguintes dados:

- telefone, telex e E-mail para contato;
- endereço para o qual possa ser enviado o exemplar da *Revista Marítima Brasileira* em que foi publicada a sua colaboração (de preferência, o endereço residencial e com CEP).

Revista Marítima Brasileira