

## 4 Contextualização do problema

Com um território de 8.547.403 km<sup>2</sup>, o Brasil é o 5º maior país do planeta, apresentando ainda um extenso litoral, composto pela Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira, cujo limite exterior é de 200 milhas náuticas, abrangendo uma área oceânica aproximada de 3.5 milhões de km<sup>2</sup>, que pode ser ampliada em face do país estar pleiteando, junto à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), a extensão dos limites de sua Plataforma Continental além das 200 milhas náuticas (370 km), o que corresponde a uma área de 963 mil km<sup>2</sup>, que, junto com a ZEE, comporá a denominada Amazônia Azul (IBGE, 2005; CCSM, 2011).

O potencial econômico dentro dessa imensa área marítima consiste na produção de cerca de dois milhões de barris de petróleo/dia, correspondente a 88% da produção brasileira; na possibilidade de explorar riquezas oriundas do setor pesqueiro, no qual poderão ser gerados empregos, incrementada a produtividade nacional, aumentando as exportações e trazendo divisas para o País, motivo pelo qual é importante impedir a pesca ilegal na ZEE brasileira; além de recursos biotecnológicos presentes nos organismos marinhos; a navegação de cabotagem; o turismo marítimo; os esportes náuticos; e, no futuro, a exploração dos nódulos polimetálicos existentes no leito do mar (CCSM, 2011).

Ademais, atualmente, o modal marítimo representa cerca de 95% do volume transportado no comércio exterior brasileiro (Pádua & Serra, 2006).

A Marinha do Brasil (MB), por meio de seu Centro de Comunicação Social, afirma que a História nos ensina que toda riqueza desperta a cobiça, cabendo ao seu detentor o ônus da proteção. Nesse contexto, segundo a Constituição do Brasil, compete à União, entre outros deveres, assegurar a defesa nacional (CCSM, 2011; Brasil, 1988).

Na Carta Magna do país é citado, ainda, que as Forças Armadas, constituídas pela Marinha, Exército e Aeronáutica, se destinam à defesa da Pátria,

à garantia dos poderes constitucionais, da lei e da ordem, tendo sido estabelecido pelo Governo Brasileiro, em 2011, a diretriz (13ª) de defender a soberania nacional, cabendo à MB, segundo a Estratégia Nacional de Defesa (END), a negação do uso do mar, o controle de áreas marítimas e a projeção de poder, a fim de atingir os objetivos estratégicos (Brasil, 1988, 2008, 2011a).

Nessa nova política de defesa, o Governo Brasileiro determinou que as Forças Armadas fossem reequipadas. Desta forma, na END, foi estabelecida como prioridade assegurar os meios à Marinha para que seja negado o uso do mar a qualquer concentração de forças inimigas que se aproximem do país, por via marítima, implicando na reconfiguração das Forças Navais.

O Comandante da Marinha (CM), por meio de suas Orientações para 2011 (ORCOM-2011), ressaltou que devem ser empreendidos esforços de modo a equipar a Marinha com os meios necessários à garantia dos interesses brasileiros no mar e na rede fluvial (GCM, 2011).

O Programa de Reaparelhamento da Marinha (PRM) e o Plano de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil (PAEMB), em conformidade com a nova política de defesa do Governo Brasileiro e a Estratégia Nacional de Defesa (END), preveem o incremento de meios navais, tais como Fragatas, Submarinos e Navios- Patrulha (NPa), com a finalidade de possibilitar a MB continuar a cumprir as tarefas de negação do uso do mar, o controle de áreas marítimas e a projeção de poder.

Em 2008, foi criada a Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear (COGESN), mesmo ano em que o Brasil firmou um acordo com a França, com o objetivo de construir submarinos convencionais da Classe Scorpène, com transferência de tecnologia, o que capacitará o Brasil na construção de um submarino de propulsão nuclear.

Bowersox & Closs (2011) citam que “as empresas de vanguarda sabem que um sistema logístico bem planejado e operado de maneira adequada pode ajudar a obter vantagem competitiva”, o que é fundamental no ambiente militar, pois essa vantagem pode significar sucesso ou fracasso em operações militares, em missões de paz da ONU e no cumprimento de seus deveres constitucionais.

O aumento da frota da Marinha implica na adequação de seu apoio logístico decorrente, visando garantir a prontidão da Força, a fim de permitir o cumprimento do ora estabelecido na Estratégia Nacional de Defesa. Logo, é mister contemplar os novos meios navais de um Apoio Logístico Integrado (ALI), pois, conforme DGMM (2010) afirma, a sua não observância poderá implicar em altos custos de manutenção ou, até mesmo, inviabilizar novos projetos, haja vista que o custo para operar e manter um equipamento ou sistema ao longo de sua vida operativa supera, consideravelmente, o custo inicial de aquisição.

Entretanto, um ALI bem planejado não surtirá o efeito desejado, se não houver adequado gerenciamento da cadeia de suprimentos às quais os meios navais da MB fazem parte. Isso deve ser previsto desde a aquisição de um novo equipamento ou de um sistema complexo, como um meio naval, de modo a possibilitar sua máxima disponibilidade, com o menor custo de operação e de manutenção.

Capetti (2005) ressalta que uma das maiores preocupações de uma organização é o gerenciamento da função logística manutenção (Gerência de Manutenção). Ele afirma que a condução descuidada de suas atividades, sem considerar a devida integração, leva ao caos.

Não por menos, as ORCOM-2011 determinam “priorizar as ações de manutenção e obtenção de componentes e sobressalentes para os sistemas vitais dos meios operativos, visando à correção das pendências que comprometam as suas prontificações, de acordo com a prioridade estabelecida pela Alta Administração Naval” (GCM, 2011).

Nesse processo, torna-se de suma importância o gerenciamento das cadeias de suprimentos, a fim de que seja prestado adequado apoio logístico aos meios navais, com o fornecimento dos equipamentos e demais insumos necessários à manutenção dos mesmos, adotando uma atitude proativa no gerenciamento dos riscos, de modo a eliminá-los ou, ao menos, mitigá-los, evitando a ruptura de suas cadeias de suprimentos pela exposição a vulnerabilidades, o que poderá acarretar na não prontidão do meio e, conseqüentemente, na sua imobilização, comprometendo as missões que lhe forem atribuídas.

No caso específico da construção e manutenção de um submarino de

propulsão nuclear, outros fatores carecem de atenção, em face do envolvimento da radioatividade, que pode causar danos a instalações, ao meio ambiente e aos indivíduos.

Nessa HRO há necessidade de gerenciar continuamente a possibilidade de ocorrência de acidentes, motivo pelo qual as cadeias de suprimentos às quais ela venha a fazer parte devem operar de modo a que não sofram rupturas. Logo, o gerenciamento dos riscos oriundos de fatores internos e externos deve ser proativo e constante, não apenas para lhe garantir a resiliência, mas, também, para evitar a ocorrência ou o agravamento desses acidentes.

Na cadeia de suprimentos do submarino nuclear brasileiro estará o estaleiro dedicado à fabricação de submarinos, a ser construído na futura Base de Submarinos da Marinha, na Ilha da Madeira, em Itaguaí-RJ, como parte integrante das instalações previstas no Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), cujo papel será similar ao ora desempenhado pelo Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), qual seja, construir e realizar a manutenção e o reparo de meios navais, entre os quais se encontram os atuais submarinos em operação na Marinha do Brasil.

#### **4.1. Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ)**

Localizado na Ilha das Cobras, na cidade do Rio de Janeiro, o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ) foi fundado em 29 de dezembro de 1763, tendo, atualmente, o propósito de realizar as atividades técnicas, industriais e tecnológicas relacionadas à construção de unidades de superfície e submarinos e à manutenção dos sistemas de propulsão naval, geração de energia, estrutura naval e controle de avarias dos meios navais (AMRJ, 2011).

Para a consecução do seu propósito, cabem ao AMRJ as seguintes tarefas, entre outras:

- Desenvolver o projeto de construção na sua fase de detalhamento e construir unidades de superfície e submarinos;
- Administrar e executar as atividades de engenharia naval associadas ao detalhamento, e aos processos de construção, produção, conversão,

modernização, alteração e nacionalização dos meios navais e as que objetivam o apoio técnico aos meios em serviço, na sua área de competência;

- Administrar e executar a manutenção dos Sistemas de Propulsão Naval, Geração de Energia, Estrutura Naval e Controle de Avarias das unidades de superfície e submarinos;
- Absorver, consolidar, criar e desenvolver tecnologias compatíveis com as necessidades da MB, aplicáveis à manutenção e construção de complexos navios de guerra de superfície e submarinos, bem como dos sistemas existentes nos meios navais;
- Realizar as atividades de controle da produção, o controle da qualidade, a coordenação dos serviços de manutenção, as gerenciais e técnicas de abastecimento, e as da formação especializada e aperfeiçoamento de pessoal técnico, na sua esfera de competência;
- Auxiliar e subsidiar as Diretorias Especializadas (DE) e demais Organizações Militares (OM) na elaboração de normas, procedimentos, especificações e instruções técnicas para as atividades de engenharia naval relacionadas com os Sistemas de Propulsão Naval, Geração de Energia, Estrutura Naval e Controle de Avarias dos meios da MB;
- Auxiliar as DE na avaliação de desempenho de equipamentos e sistemas navais, fornecendo subsídios aplicáveis ao desenvolvimento de alterações técnicas julgadas necessárias;
- Promover a prestação de serviços ou produção industrial a outras OM e, quando determinado, a clientes extra-MB;
- Promover facilidades portuárias e fornecer recursos necessários às unidades de superfície e submarinos apoiados e estacionados na OM;
- Incrementar a nacionalização de materiais utilizados na construção e manutenção das unidades de superfície e submarinos;
- Administrar os recursos humanos, financeiros e materiais e conservar os recursos industriais sob sua responsabilidade.

Segundo Corrêa (2003), o AMRJ dispõe de gerências que são estruturadas conforme o tipo de atividade (construção, manutenção ou reparo) e o tipo de meios navais (navios e submarinos), tendo como clientes navios de guerra, submarinos e navios mercantes, que o contratam, por meio dessas gerências, para

executar o trabalho dentro do cronograma e prazos estipulados, fazendo uso de toda a estrutura organizacional e infraestrutura industrial existente.

Dentro da estrutura organizacional do AMRJ há duas gerências subordinadas ao Vice-Diretor Técnico (AMRJ-02), diretamente relacionadas aos processos de construção e manutenção dos submarinos: a Gerência de Construção de Submarinos (AMRJ-G7) e a Gerência de Reparo de Submarinos (AMRJ-G4), conforme observado no extrato do organograma básico representado na Figura 16.

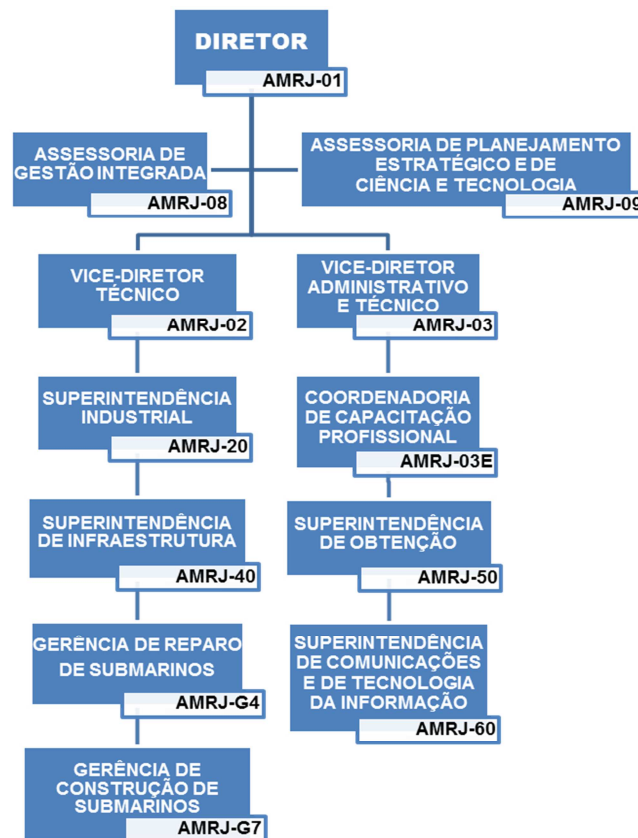


Figura 1 – Organograma Básico – Direção e Vice-Diretorias do AMRJ  
Fonte: adaptado de AMRJ (2011)

Ademais, o AMRJ dispõe de capacidade técnica para desempenhar suas atividades por meio das seguintes oficinas subordinadas ao Departamento da Produção (AMRJ-24):

- Divisão de Oficinas Estruturais;
- Divisão de Oficinas Mecânicas;
- Divisão de Oficinas de Eletricidade e Controles;
- Divisão de Oficinas de Tubulações;

- Divisão de Oficinas de Sistemas de Óleo Hidráulico, Pneumáticos e de Controles;
- Divisão de Oficinas de Serviços de Estaleiro;
- Divisão de Oficinas de Plásticos e Madeiras;
- Divisão de Oficinas de Motores;
- Divisão de Oficinas de Construção de Submarinos.

Especificamente quanto à Divisão de Oficinas de Construção de Submarinos (AMRJ-249), esta realiza, entre outros, os seguintes processos, considerados críticos:

- a) Soldagem de aços especiais e metais não-ferrosos – tem por etapas fundamentais a qualificação de procedimentos e pessoal, a preparação da junta, o acompanhamento da soldagem e os ensaios não-destrutivos, atividades que são orientadas por procedimentos e normas padronizadas e repetidas para garantir a qualidade necessária;
- b) Fabricação, instalação e teste de redes;
- c) Ligação de equipamentos elétricos - iniciado com o corte de cabos, a seleção desses e a passagem pelos seus respectivos caminhos mecânicos, seguido da preparação de suas pontas, para possibilitar a correta identificação e a posterior ligação elétrica do equipamento;
- d) Instalação do sistema de governo e propulsão - consiste em instalar e ajustar componentes mecânicos e hidráulicos que permitirão estabelecer a direção e controle do submarino;
- e) Movimentação de cargas - processo que permite movimentar no interior da Oficina e do interior desta para o Dique Flutuante blocos com até 600 ton de peso.

Corrêa (2003) cita que, em 1994, o AMRJ alterou a forma de gerir e administrar suas organizações militares, passando a adotar um modelo de gestão empresarial no qual são utilizadas as Organizações Militares Prestadoras de Serviços Industriais (OMPS-I), entre as quais estão incluídos os estaleiros, as bases de reparo, os centros de manutenção e reparo, que devem receber recursos financeiros necessários para sua operação e funcionamento provenientes de receitas dos trabalhos executados, ao invés de serem custeados por recursos governamentais, exceto no caso de navios e submarinos da Marinha, para possibilitar suas operações e manutenções.

Quando há necessidade de realizar um determinado serviço de manutenção, o AMRJ é contratado pelo navio ou submarino, que recebem orçamentos governamentais para permitir a sua operação e manutenção. A partir de então, é feito o orçamento do serviço, é assinado um contrato entre o meio naval solicitante e o AMRJ que, tão logo conclui o serviço, emite uma fatura de modo que sejam pagos por meio da perda dos créditos reais correspondentes. Esses créditos são convertidos em créditos escriturais e se somam ao saldo do AMRJ, dentro do Banco Naval, setor contábil da Marinha do Brasil. Quando da necessidade de pagamento de quaisquer custos como eletricidade, materiais para execução de obras, prestação de serviços de subcontratantes, entre outros, os créditos escriturais correspondentes são convertidos novamente em valores reais e o saldo do Banco Naval é reduzido (Corrêa, 2003).

Cabe salientar que, por pertencer à Marinha do Brasil, órgão público da administração direta, todos os processos de aquisição de bens e prestação de serviços ao Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro para a consecução dos serviços contratados devem ser feitos por meio de licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, compras, alienações e locações, estando sujeitos à aplicação da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, Normas para licitações e contratos da Administração Pública (Brasil, 1993), cujos processos técnicos e operacionais não serão objeto de estudo da presente pesquisa.

#### **4.2. Programa Nuclear da Marinha**

Segundo o Centro de Comunicação Social da Marinha (CCSM, 2010), o Programa Nuclear da MB teve seu início em 1979, com o objetivo de capacitar o Brasil no domínio do ciclo do combustível nuclear, no desenvolvimento e construção de planta nuclear de geração de energia elétrica, bem como de reator nuclear e, num nível mais avançado, no projeto e construção de submarino de propulsão nuclear.

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) (Brasil, 2010) cita que o referido programa foi desenvolvido paralelamente ao Programa Nuclear Brasileiro (PNB), iniciado na década de 30, o qual, embora tenha passado por períodos de estagnação, foi claramente alavancado a partir das pesquisas desenvolvidas pela Marinha do Brasil, conforme se pode observar na Tabela 7,



que apresenta a evolução do setor nuclear brasileiro:

Tabela 1 – Evolução do setor nuclear brasileiro

Ano	Evento
1934	Realizados os primeiros estudos sobre energia nuclear no Brasil (Universidade de São Paulo – USP).
1947	Criação da Comissão de Fiscalização de Minerais Estratégicos, para monitorar a exportação para os EUA de areia monazítica, rica em tório.
1951	Criação do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), tendo como órgão consultor a Comissão de Energia Atômica.
1954	Em viagem à Europa, o Almirante Álvaro Alberto da Motta e Silva, primeiro presidente da CNPq, negocia com franceses a compra de uma usina de produção de <i>yellow cake</i> . Na Alemanha, adquire três centrífugas por US\$ 80 mil, as quais são apreendidas pelos EUA.
1956	Criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), encarregada de propor as medidas julgadas necessárias à orientação da política geral da energia atômica em todas as suas fases e aspectos.
1967	O Brasil decide construir uma usina atômica em Angra dos Reis, Rio de Janeiro.
1967	O Brasil assina o Tratado de Tlateloco, no qual se compromete a não construir armas atômicas.
1971	Criação da Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN) para dominar todas as etapas de produção do ciclo do urânio.
1972	A empresa americana Westinghouse é escolhida para construir a usina atômica em Angra, sem haver, contudo, transferência de tecnologia.
1974	Extinção da CBTN e criação das Empresas Nucleares Brasileiras S/A (Nuclebrás), com vistas a atender acordo com a Alemanha, para a construção de oito reatores e uma usina de combustível nuclear. Pela primeira vez o programa nuclear é dividido formalmente em planejamento e fiscalização, a cargo da CNEN, e execução, a cargo da Nuclebrás.
1977	Tentando mudar o perfil do acordo, os EUA ameaçam Brasil e Alemanha com sanções, sem sucesso.
1979	A Marinha inicia o desenvolvimento de um Programa Nuclear Paralelo, com o objetivo de desenvolver competência nacional autônoma, indispensável às aplicações pacíficas da energia nuclear, de forma coerente com as necessidades nacionais. Tem como base dominar o processo de enriquecimento por centrifugação e construir um submarino atômico.
1981	A Marinha firma um convênio com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) para apoiar o desenvolvimento da tecnologia do Programa Paralelo.
1982	Primeiro experimento de enriquecimento de urânio por centrifugação, realizado pelo Centro Tecnológico da Marinha.
1985	Criação da Comissão de Avaliação do Programa Nuclear Brasileiro e início da operação da Usina Nuclear de Angra 1.
1988	Extinção da Nuclebrás, criação da Indústria Nuclear do Brasil (INB) e reestruturação da Nucleares Equipamentos Pesados S/A (Nuclep).
1997	Criação da Eletrobras Termonuclear S.A (Eletronuclear), com a finalidade de operar e construir as usinas nucleares do país.
2000	Início da operação da Usina Nuclear de Angra 2.
2009	Autorização de início da construção da Usina Nuclear de Angra 3, pelo governo brasileiro.

Fonte: adaptado de Brasil (2010), *apud* Rocha & Scavarda (2011)

### 4.3. Submarino Nuclear de Ataque (SNA) brasileiro

Na concepção estratégica da MB, dispor de submarino nuclear poderia acrescentar nova dimensão ao Poder Naval brasileiro, em face da capacidade de dissuasão do meio (CCSM, 2010).

Segundo o CCSM, da mesma forma que foi feito pelos países que possuem atualmente submarinos nucleares, o Brasil deverá previamente projetar, construir

e avaliar submarino convencional nacional para, então, partir para a construção de um submarino com propulsão nuclear (CCSM, 2010).

Seguindo essa estratégia, visando à capacitação do país, além de outros objetivos, foram construídos pelo AMRJ os submarinos Classe IKL-209-1400 enumerados abaixo (AMRJ, 2011; COMFORS, 2009):

- TAMOIO (S-31) - lançado ao mar em 1993 e incorporado à Esquadra em 1995, foi o primeiro submarino inteiramente construído no Brasil e o primeiro construído no hemisfério sul a entrar em operação;
- TIMBIRA (S-32) - lançado ao mar em 1996 e incorporado à Esquadra em 1997, foi o segundo submarino produzido no país;
- TAPAJÓ (S-33) - lançado ao mar em 1998 e incorporado à Esquadra em 2000, consolidou a presença do Brasil no seleto grupo de países construtores de submarinos;
- TIKUNA (S-34) - incorporado à Esquadra em 2005, foi o quarto da série de submarinos brasileiros, tendo em seu projeto diversas inovações tecnológicas, concebidas por engenheiros brasileiros, e incorporadas ao projeto original do IKL-209, TUPI (S-30), que foi construído no Estaleiro HDW, em Kiel, na Alemanha.

Em 2008, o Brasil firmou acordo com a França, com a intenção de estabelecer uma parceria estratégica com cooperação na área de defesa. No citado acordo, por meio da *Direction des Constructions Navales Services* (DCNS), foi estabelecida a proposta que contempla a concepção, construção e comissionamento técnico de submarinos, além da transferência de tecnologia de construção e a prestação de serviços técnicos para capacitar em projeto, visando à construção, no Brasil, de quatro submarinos convencionais da Classe *Scorpène* (Brasil, 2009; MRS, 2010; Rocha & Scavarda, 2011).

Com essa transferência de tecnologia e *Know-how*, o país estará capacitado a desenvolver submarino de propulsão nuclear com apoio da França, uma vez que o acordo bilateral contempla, ainda, o projeto e a construção de um estaleiro dedicado à fabricação de submarinos de propulsão nuclear (e convencionais) e de uma base naval, para abrigá-los.

Assim, foi criado o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), que possui os seguintes objetos (Brasil, 2009):

(I) Projeto e construção de submarinos no Brasil:

a) Submarino convencional

- Na França - construção da seção de proa do 1º submarino (MB e DCNS);
- No Brasil - todas as demais seções do 1º submarino, bem como todas as seções dos demais submarinos (MB com assessores da DCNS).

b) Submarino de propulsão nuclear

- No Brasil (com transferência de tecnologia) - todas as partes não nucleares (casco resistente, sistema de controle de imersão etc.).

(II) Estaleiro e Base:

a) Consórcio Baía de Sepetiba (DCNS e ODEBRECHT<sup>1</sup>);

b) Operação do estaleiro e construção e manutenção dos submarinos.

MRS (2010) ressalta que “a parte nuclear do submarino será integralmente nacional, desenvolvida pela Marinha do Brasil em programa de pesquisa e desenvolvimento iniciado na década de 70”.

#### 4.4.

#### Acidentes com submarinos

A identificação e avaliação dos riscos a que uma região está exposta é de suma importância. Para tanto, é necessário implementar ações de modo a reduzir esses riscos, além de gerenciar e planejar intervenções emergenciais.

Na possibilidade de ocorrência de acidentes ambientais, deve-se realizar as seguintes atividades preventivas (Rossin, 1986, *apud* Detoni & Pereira, 2004):

- Realizar um levantamento estatístico de outros acidentes ocorridos, identificando as atividades a serem realizadas e caracterizando os produtos;
- Levantar atividades da indústria e comércio que manipulam substâncias perigosas nos terminais, transportes rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial e por dutos;
- Caracterizar, identificar e quantificar substâncias que estão sendo manipuladas;
- Estudar todas as possibilidades de riscos e consequências que poderiam ser

<sup>1</sup> A Odebrecht é uma organização de origem brasileira, em cuja estrutura consta a Odebrecht Defesa e Tecnologia, que tem participação nas empresas Consórcio Baía de Sepetiba (CBS), para a construção de um complexo de Estaleiro e Base Naval, e na Itaguaí Construções Navais (ICN), para a construção de submarinos convencionais e nucleares (Odebrecht, 2011).

- Implantar medidas que visem redução de acidentes.

Reason (2004) cita que há dois tipos de acidentes e suas características, a saber (ver Tabela 8):

Tabela 2 – Tipos de acidentes

ACIDENTES INDIVIDUAIS	ACIDENTES ORGANIZACIONAIS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequente</li> <li>• Consequências limitadas</li> <li>• Poucas defesas ou nenhuma</li> <li>• Causas limitadas</li> <li>• Motivadas por escorregões, tropeções e lapsos</li> <li>• Breve história</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raro</li> <li>• Consequências difundidas</li> <li>• Muitas defesas</li> <li>• Causas múltiplas</li> <li>• Necessidade de julgar e decidir</li> <li>• Longa história</li> </ul>

Fonte: adaptado de Reason (2004)

Capetti (2001) afirma que, no período de 1862 a 2001, ocorreram cerca de 210 acidentes com submarinos, alguns desses em período de manutenção ou reparo, sem considerar aqueles avariados ou perdidos em guerra, além do fato de que nem todos os acidentes foram levados ao conhecimento público. A Tabela 9 apresenta alguns desses acidentes, ocorridos com submarinos nucleares:

Tabela 3 – Acidentes ocorridos com submarinos nucleares no período de 1862 a 2001

Ano	Local	Efeito
1954	EUA	O SSN-571 Nautilus sofreu ruptura de canalizações no circuito secundário da planta de propulsão nuclear.
1956	EUA	O SSN-571 Nautilus teve defeito no isolamento biológico, expondo a tripulação à radiação.
1959	EUA	O SSN Triton sofreu explosão e incêndio na planta da propulsão nuclear, provocando queimaduras em quatro homens.
1960	Ex-URSS	Um Submarino da Classe November sofreu acidente no reator nuclear.
1961	EUA	O SSN Theodore Roosevelt sofreu aumento da radioatividade devido à estocagem inadequada dos resíduos radioativos originados do sistema de desmineralização do circuito primário de água.
1963	EUA	O Submarino Thresher (SSN 594) afundou, provocando a morte de 112 pessoas da marinha e dezessete civis, tendo sido a primeira perda de um submarino nuclear e considerado o pior acidente até então.
1972	Ex-URSS	Um SSN/SSBN desconhecido sofreu acidente com armamento nuclear no compartimento de torpedos avante, causando a morte de diversos homens e a contaminação de muitos tripulantes.
1973	EUA	O USS Guardfish (SSN-612) sofreu um vazamento no circuito primário da propulsão, causando a contaminação de quatro tripulantes.
1985	Ex-URSS	O SSN classe Victor I sofreu incêndio por ocasião do reabastecimento do reator nuclear, espalhando radiação numa grande área, nas proximidades de Shktovo, ao norte de Vladivostok.
1994	França	O SSN Emeraude, da Classe Rubis, sofreu vazamento de vapor, provocando a morte de seu Comandante e de nove tripulantes.

Fonte: adaptado de Capetti (2001)

Diante dos fatos apresentados, entende-se ser de suma importância gerenciar os riscos na cadeia de suprimentos do futuro submarino nuclear brasileiro, tanto durante a construção, como nos períodos de manutenção e reparo,

visando garantir a resiliência desta organização considerada altamente confiável, bem como não comprometer a prontidão do meio naval pelo rompimento de sua cadeia, além de buscar mitigar a possibilidade de ocorrência de acidentes, por meio do fluxo oportuno de bens e serviços para manter o perfeito funcionamento deste complexo sistema, pois os prejuízos podem não se limitar ao comprometimento da eficiência da organização, mas, também, acarretar em sérios danos ao ambiente, às instalações e aos indivíduos, uma vez que há envolvimento com radioatividade.

Afinal, segundo Rocha & Scavarda (2011), após o ataque dos EUA ao Japão, na Segunda Guerra, esses danos causados pela exposição à radiação têm sido provocados principalmente por acidentes em plantas nucleares energéticas e pelo manuseio inadequado de equipamentos.

Não por menos as cadeias de suprimentos às quais o submarino nuclear fará parte devem ter os seus riscos gerenciados diuturna e adequadamente, de modo a garantir o perfeito fornecimento de sobressalentes para o funcionamento de seus equipamentos.

Finalmente, cabe salientar que, em estudo desenvolvido pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brasil, 2010), com o objetivo de contextualizar o impacto da retomada do setor nuclear brasileiro sobre suas etapas produtivas e a cadeia de suprimento, foram identificados os seguintes pontos críticos:

- Recursos Humanos;
- Licenciamento Ambiental e Nuclear;
- Regime Especial de Compras e Contratação;
- Segurança do Fluxo Financeiro;
- Confirmação do Escopo do PNB.

#### **4.5.**

#### **Cadeias de suprimentos do futuro submarino nuclear brasileiro**

No presente estudo foi tomado como referencial o *modus operandi* do AMRJ para possibilitar identificar as atividades que serão desenvolvidas no futuro estaleiro que fabricará os submarinos convencionais da Classe *Scorpène*, bem como o primeiro submarino nuclear brasileiro.

Estima-se que cada um dos submarinos a ser fabricado no Brasil contará com mais de 36 mil itens produzidos (cerca de 20% das peças) por mais de 30 empresas brasileiras. Ademais, é esperado que sejam capacitados 140 fornecedores locais de quadros elétricos, bombas hidráulicas, sistema de combate e de controle e baterias de grande porte, sendo que todas as empresas serão escolhidas pelos franceses, em razão da experiência do estaleiro *Direction des Constructions Navales Services* (DCNS) (Brasil, 2011b; Pinto, 2011).

A participação dessas empresas e outras organizações públicas e privadas na estrutura das cadeias de suprimentos que atenderão ao PROSUB e, especialmente, ao submarino nuclear, ainda não foi confirmada, em face do atual estágio em que se encontra o programa, motivo pelo qual serão consideradas também as empresas candidatas para atuar em cada área específica para a fabricação dos submarinos, que são citadas a seguir e enumeradas nas Tabelas 10 e 11 (Brasil, 2011b; Pinto, 2011; Jobim, 2009):

- Estaleiro *Direction des Constructions Navales Services* (DCNS);
- Construtora brasileira Norberto Odebrecht;
- Itaguaí Construções Navais (ICN) – construção de cinco submarinos;
- Marinha do Brasil - detém *golden share* (direito de veto) sobre questões referentes à atuação da empresa ICN;
- Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (Ufem) – localizada no terreno situado ao lado da NUCLEP;
- Planta da Nuclebrás Equipamentos Pesados (Nuclep) - estatal encarregada de produzir as seções cilíndricas que formarão os corpos dos submarinos;
- Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM);
- Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTEMSP) (ARAMAR) e suas unidades: Oficina Mecânica de Precisão (Ofmepre), Usina de Hexafluoreto (Usexa), Laboratório de Teste da Propulsão (Latep), Oficina Mecânica de Equipamentos (Ofmeq) e Laboratório de Enriquecimento Isotópico (LEI);
- Futuras Instalações da Base de Submarinos, em Itaguaí-RJ - Estaleiro e Base Naval.

- Empresas candidatas para atuar na fabricação dos submarinos brasileiros, por área (ver Tabelas 10 e 11):

Tabela 4 – Empresas candidatas para atuar na fabricação dos submarinos brasileiros (Parte 1)

EMPRESA	ÁREA
1 ADELCO	Eletricidade e automação
2 AEROMACK	Tratamento do ar
3 AIRMARINE	Tratamento do ar
4 ALTUS	Sistemas de propulsão e gerenciamento de plataforma
5 ARES	Segurança e sistemas de combate
6 ATECH Tecnologias críticas	Sistemas de combate
7 ATOMICA	Segurança
8 ATPLAN	Tratamento do ar e habilidade (suporte à vida)
9 AVIBRAS	Sistemas de combate
10 BARDELLA	Sistemas de armas, sistemas de propulsão, mastros, tubulações de ar, sistemas de ar comprimido e sistemas mecânicos
11 BERNAUER	Tratamento do ar
12 BRASIL AMARRAS	Sistemas mecânicos
13 BRASTECH-SEATECH	Segurança
14 BRAVIO	Segurança
15 CILGASTECH	Sistema hidráulico e sistemas de ar comprimido
16 CORDORIA SÃO LEONARDO	Sistemas mecânicos
17 DANICA NORAC	Habilidade (suporte à vida)
18 DCNS/ODEBRECHT	Sistemas de armas, mastros e materiais compostos
19 DETECTA	Segurança
20 EATON EUROQUIP	Sistema hidráulico e sistemas de ar comprimido
21 EMERSON INDUSTRIAL AUTOMATION	Eletricidade e automação
22 EMGEPROM	Sistemas de combate
23 ENQUIP	Sistemas mecânicos
24 ENSIVAL MORET do BRASIL	Bombas
25 ETERA	Habilidade (suporte à vida)
26 EVACON	Sistemas mecânicos
27 FERCOPI	Materiais compostos
28 FIRETECH	Segurança
29 FLUID BRASIL	Habilidade (suporte à vida)
30 GILFIRE	Segurança
31 Global extintores	Segurança
32 GUATIFER	Sistema hidráulico e sistemas de ar comprimido
33 HEATCRAFT	Tratamento do ar e habilidade (suporte à vida)
34 HITER	Sistemas mecânicos
35 IES (Informática e Sistemas)	Sistemas de combate
36 IPqM	Sistemas de combate
37 MECTRON	Sistemas de combate
38 MEPEL	Materiais compostos
39 MICOMAZZA	Sistemas mecânicos
40 MTU	Sistemas de propulsão
41 NAVASOFT	Sistemas de combate
42 OMNISYS	Sistemas de combate
43 OTAM	Tratamento do ar
44 PERISCOPIO	Sistemas de combate
45 POSITRONIC (LEROY SOMER)	Eletricidade e automação
46 PPIENK	Habilidade (suporte à vida)
47 PRESSION AIR	Sistemas de ar comprimido
48 PROJETEC ELETRÔNICA LTDA (PROVOLT)	Eletricidade e automação
49 PROJETECH	Segurança
50 PRYSMIAN BRASIL	Eletricidade e automação
51 SATURNIA	Sistemas de propulsão
52 SCHMID Telecom Brasil	Sistemas de combate
53 SCHNEIDER ELECTRIC DO BRASIL S.A. (SP)	Eletricidade e automação e sistemas de propulsão
54 SIEM CONSUB	Sistemas de combate

Fonte: adaptado de Jobim (2009)

Tabela 5 – Empresas candidatas para atuar na fabricação dos submarinos brasileiros  
(Parte 2)

EMPRESA	ÁREA
55 SITEC I	Habilidade (suporte à vida)
56 SKM	Segurança, eletricidade e automação e gerenciamento de plataforma
57 SMAR	Gerenciamento de plataforma
58 SMNC MARCENARIA E CARPINTARIA	Habilidade (suporte à vida)
59 STRAUHS	Sistemas mecânicos
60 TECHCONTROL	Gerenciamento de plataforma
61 TORTUGAM	Habilidade (suporte à vida)
62 TRANSCONTROL	Sistema hidráulico, sistemas mecânicos
63 TRIDENTE	Habilidade (suporte à vida), sistema hidráulico, de ar comprimido e mecânicos
64 VEDABRAS	Materiais compostos
65 WALLITEC	Habilidade (suporte à vida)
66 WEG INDÚSTRIAS S.A.	Eletricidade e automação, sistemas de propulsão e gerenciamento de plataforma
67 WIKA	Sistemas mecânicos

Fonte: adaptado de Jobim (2009)