

## **Visões civis sobre o submarino nuclear brasileiro**

João Roberto Martins Filho

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

### **Resumo**

O artigo apresenta visões civis – com base nas respostas fornecidas a questionário enviado a pesquisadores da área de Defesa – sobre o programa nuclear da Marinha. A fim de contextualizar o tema, o texto explica as características tecnológicas principais do submarino nuclear de ataque, retoma sua história desde o surgimento no período da guerra fria e historia a evolução do programa brasileiro. Ao final, problematiza a opção brasileira, lançando mão de estudiosos de estratégia nuclear e naval.

**O autor João Roberto Martins Filho** professor de Ciência Política da Universidade Federal de São Carlos, onde coordena o Arquivo de Política Militar Ana Lagôa. Foi o primeiro presidente da Associação Brasileira de Estudos de Defesa (ABED). Foi membro do comitê executivo da Associação de Estudos Brasileiros (BRASA) e coordenou com outros colegas o Grupo de Trabalho “Forças Armadas e Sociedade” da ANPOCS. Foi vice-presidente do Comitê de Pesquisa com o mesmo nome na IPSA.

### **Palavras-chave**

# XXVII SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA

Conhecimento histórico e diálogo social

Natal - RN • 22 a 26 de julho 2013

ANPUH  
BRASIL

2

Forças Armadas, Marinha, Estratégia Naval, Política Nuclear, Defesa Nacional.

## Visões civis sobre o submarino nuclear brasileiro

João Roberto Martins Filho<sup>1</sup>

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

A propulsão nuclear para submarinos foi concebida nos anos imediatamente posteriores à Segunda Guerra Mundial, como solução tecnológica para o velho problema criado pela necessidade dos submarinos virem à tona para aspirar oxigênio, sem o que suas máquinas diesel-elétricas parariam de funcionar. Reatores nucleares permitiriam aos submarinos permanecer sob a água por períodos ilimitados de tempo, constrangidos apenas pela resistência da tripulação ou a disponibilidade de suprimentos. Isso resolveria o problema da detecção no momento da emersão e dependeria apenas da aquisição da tecnologia de operação silenciosa dos reatores para atingir cada vez maior capacidade de ocultação (*stealth*). Ao mesmo tempo, a propulsão nuclear permitiria aos submarinos atingir velocidades antes impossíveis, iguais ou superiores aos navios de superfície. Os reatores nucleares melhorariam as condições de vida a bordo, ao ensejar novas tecnologias de condicionamento de ar e permitir maior espaço de vivência, graças às dimensões ampliadas das novas embarcações. Em resumo, os submarinos nucleares dariam a essa arma condições de efetivamente operar como arma submarina, ampliando consideravelmente seu alcance – as novas unidades eram capazes de atingir qualquer parte do globo e voltar à base sem emergir. Por fim, se um reator nuclear podia ser

---

<sup>1</sup> A pesquisa que deu origem a este artigo é financiada pela Fapesp. O autor é pesquisador do CNPq.

inserido num submarino, isso abriria caminho para seu uso em outras aplicações navais ou civis. Geoffrey Till sintetizou as vantagens da propulsão nuclear em “sete virtudes mortais”: flexibilidade, mobilidade, ocultação, permanência, alcance, autonomia e *punch* (Till, 2004, p. 124).

A história dos submarinos nucleares viu surgir três tipos de equipamentos, excetuando as raras unidades destinadas a operações especiais de espionagem. Desenhados no início dos anos 1950 como *submarinos nucleares de ataque*, em meados dos anos 1970 surgiram os submarinos de ataque rápido, armados de início com torpedos e depois com mísseis convencionais. Já os *submarinos nucleares de cruzeiro* foram assim batizados por portar mísseis de longo alcance que utilizam propriedades aerodinâmicas e propulsão a jato, sendo também conhecidos como mísseis guiados. Por fim, *submarinos nucleares balísticos*, os *boomers*, são capazes de disparar mísseis nucleares, portadores de várias ogivas, numa trajetória elíptica, inicialmente de forma guiada e na etapa final com a força da gravidade, com capacidade para atingir grandes distâncias. Na terminologia oficial norte-americana, adotada pela OTAN, os três tipos são designados respectivamente pelas abreviaturas SSN, SSGN e SSBN.<sup>2</sup>

O programa brasileiro visa à construção do terceiro tipo, o submarino de ataque, colocando o Brasil na posição única de país que pretende construir um submarino de propulsão nuclear sem armamento nuclear.

### **O programa do submarino nuclear brasileiro**

---

<sup>2</sup> (Christley, 2007) (Polmar & Moore, 2004) (Sontag & Drew, 2000) (Rockwell, 2002) (Gardiner, 1993). O armamento principal não impede o uso de outras armas no mesmo submarino.

No Brasil da guerra fria e do regime militar, a ideia de construir um submarino nuclear com tecnologia nacional surgiu num contexto geral em que a diplomacia do presidente Ernesto Geisel (1974-1978) e do chanceler Azeredo da Silveira buscava aumentar a margem de autonomia do país frente aos Estados Unidos, com o lançamento da política do “pragmatismo ecumênico e responsável”. Em suas relações com os EUA o governo Geisel enfrentou aguda oposição ao acordo nuclear Brasil-Alemanha, assinado em junho de 1975. Com a substituição do presidente Ford pelo democrata Jimmy Carter, as relações entre os dois países se deteriorou, levando ao rompimento do acordo militar Brasil-EUA, datado do início dos anos 1950. Preocupada em obter o reconhecimento dos EUA ao que via como nova posição do Brasil no quadro internacional, a diplomacia brasileira procura escapar da rigidez do bipolarismo da guerra fria, introduzindo temas mais vinculados às tensões Norte-Sul (Spektor, 2009).

Coerente com essa nova orientação, surgem nessa altura na Marinha vozes favoráveis a repensar o poder naval brasileiro diante de um quadro internacional em que a distensão entre as duas superpotências abria espaço não apenas para o crescimento da importância das potências regionais, como para um raciocínio estratégico que considerasse a possibilidade de conflitos regionais na América do Sul sem a interferência direta dos Estados Unidos.<sup>3</sup> Em 1976, num texto de circulação restrita com o título *O desenvolvimento do poder naval brasileiro*, os capitães-de-mar-e-guerra Armando Vidigal e Mário César Flores defenderam: “A guerra regional envolvendo objetivos limitados e sem a participação direta das potências nucleares é o tipo de

---

<sup>3</sup> “Acreditamos que nos convém aliviar as concepções estratégicas básicas que orientam o preparo do poder militar brasileiro de sua excessiva vinculação à estratégia americana, que nos subordina aos interesses estratégicos dos EUA em seu confronto com a URSS” (Vidigal & Flores, 1976, p. 47).

conflito externo mais provável para o futuro próximo” (Vidigal & Flores, 1976, p. 28). O poder naval brasileiro era concebido principalmente em termos de meios convencionais de superfície para a defesa do litoral, com ênfase no papel das fragatas que o Brasil acabara de adquirir à Inglaterra.

O texto não afastava a possibilidade do país vir a adquirir armamento nuclear, excluindo apenas a necessidade de mísseis balísticos. Não se mencionava aí a possibilidade de construção no futuro de um submarino nuclear. Contudo, quando a Marinha se defrontou com a viabilidade concreta de implementar um projeto de desenvolvimento da propulsão nuclear para submarinos, proposto pelo jovem oficial Othon Luiz Pinheiro da Silva, o papel do almirante Flores foi decisivo, assim como o do almirante Maximiano da Fonseca, então Diretor-Geral de Material da Marinha e futuro ministro da força no governo João Batista Figueiredo (1979-85).<sup>4</sup> No apagar das luzes do governo Geisel, a Marinha aprovou o projeto de Othon, que no governo do general Figueiredo, passou a integrar as atividades e objetivos do chamado Programa Nuclear Paralelo (Rosa, 1985).<sup>5</sup> Batizado Chalana, o projeto se desdobrava em duas partes: o Ciclone, que buscava o desenvolvimento do ciclo do combustível nuclear e o Remo, voltado para a construção do reator nuclear naval. O primeiro seria financiado com

---

<sup>4</sup> Para a história do programa do submarino nuclear brasileiro, ver (Martins Filho, no prelo), (Fonseca, 1994) (Silva O. L., 1994).

<sup>5</sup> Em depoimento ao autor, o almirante Mário César Flores explicou: “Havia um programa global que era conduzido pela Secretaria do Conselho de Segurança Nacional e a liderança deste Conselho era tão forte que mesmo as atividades em curso no CTA não eram conhecidas da Força Aérea em geral, eram conduzidas por umas poucas pessoas. Esse programa existia, tinha como um de seus objetivos, evidentemente, o desenvolvimento da tecnologia nuclear para fins pacíficos, mas tinha também aberta a hipótese da bomba atômica. Chamava-se, se não me engano, *Solimões* e um de seus apêndices, conduzido pelo CTA, procurava o enriquecimento do urânio. O processo de beneficiamento do plutônio nunca decolou. A Marinha encaixou o projeto do Othon nisso; chamado de *Chalana*, foi encaixado no conjunto, sob a tutela geral da Secretaria do Conselho de Segurança Nacional” (Flores, 2011).

verbas secretas do Conselho de Segurança Nacional, enquanto a Marinha patrocinaria o segundo (Correa F. , 2010, p. 93).

Enquanto transcorria a fase laboratorial do programa, realizada nas instalações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da Universidade de São Paulo, a evolução do quadro regional e doméstico levou à superação das tensões com a Argentina. Entre 1980 e 1988, os dois vizinhos assinaram um acordo e emitiram várias declarações conjuntas nessa área, em busca de construção de confiança mútua, com base na garantia de que seus programas nucleares desenvolveriam armamentos. Em 1988, foi criado o Comitê Permanente sobre Política Nuclear.<sup>6</sup> Este último passo foi dado quando do comparecimento do presidente da Argentina Raul Alfonsin para inaugurar com o presidente José Sarney as instalações do Centro Experimental de Aramar, construído pela Marinha no interior do estado de São Paulo, com o fim de iniciar a etapa industrial do enriquecimento do urânio e construir o protótipo do reator nuclear naval. Consolidasse assim como justificativa estratégica para o submarino nuclear brasileiro a capacidade de dissuasão contra as potências extra-regionais. Com a promulgação da Constituição de 1988, o Brasil ficava proibido por sua lei maior de desenvolver pesquisas nucleares com fins não-pacíficos (artigo 21, inciso XXIII).

Nos anos 1990 o programa brasileiro sofreu o impacto de transformações importantes nos planos internacional e doméstico. No plano regional, consolidaram-se as tendências à cooperação e construção de confiança mútua entre Brasil e Argentina.

---

<sup>6</sup> Acordo de Cooperação para o Desenvolvimento e a Aplicação dos Usos Pacíficos da Energia Nuclear (1980); Declaração de Iguacú e Declaração conjunta sobre Política Nuclear (1985); Declaração de Brasília (1986) de Viedma (1987), de Iperó e de Ezeiza (1988) (Jesus, 2011).

No governo de Fernando Collor, a 13 de dezembro de 1990, os dois países concordaram em assinar o Acordo de Guadalajara para o Uso Exclusivamente Pacífico da Energia Nuclear, com a criação, em seguida, da Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais (ABACC). Por sua vez, em 1994, no governo Itamar Franco, foi ratificada a adesão brasileira ao Tratado de Tlatelolco (1967) para a proibição do desenvolvimento de armas nucleares na América Latina e no Caribe. Em 1998, no governo Fernando Henrique Cardoso, o país aderiu ao Tratado de Não Proliferação, seguidamente rejeitado pelos governos militares, com a ressalva de que esperava medidas das grandes potências no sentido de eliminar seus arsenais atômicos (Jesus, 2011). Com essas medidas, completou-se o quadro de compromissos do país que impedem o desenvolvimento de armas nucleares.

Por outro lado, as políticas econômicas de contenção orçamentária dos três presidentes mencionados e a extinção do Conselho de Segurança Nacional no governo Collor secaram as fontes de financiamento externas do programa nuclear da Marinha. Nesse sentido, o uso de verbas extraforça atingiu seu apogeu no final dos anos 1980, para cair pela metade nos anos seguintes - ainda que mantidas após a extinção do CSN, graças ao apoio da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), então comandada pelo almirante Flores (1992-1994) (Martins Filho, no prelo). Depois de 1995, a Marinha sustentou sozinha o programa, que viveu um estágio praticamente vegetativo.

Pesadas restrições nos orçamentos militares atingiram de frente o programa, o que colaborou para aguçar na Marinha conflitos latentes entre setores do almirantado e o coordenador do programa do submarino nuclear. Na gestão do almirante Ivan da

Silveira Serpa (1992-1994), esses conflitos eclodiram na forma de uma série de sindicâncias contra o almirante Othon Pinheiro da Silva, antes que este fosse afastado, em 1994, da chefia do programa que havia criado. Tais tensões podiam ser comparadas a processos semelhantes ocorridos no decorrer do programa nuclear da Marinha americana.<sup>7</sup> Nos Estados Unidos, o almirante Hyman Rickover desenvolveu desde o início ampla autonomia na gestão do programa de construção das dezenas de submarinos nucleares de seu país, contando com o apoio de membros chave do Senado americano, no clima então vigente de agudo conflito com a URSS. Em 1982, depois de mais de quarenta anos à frente do programa, Rickover foi demitido pelo jovem secretário da Marinha, John Lehman, em meio a acusações de recebimento de favores dos estaleiros, num momento em que seus antigos apoiadores no Senado se retiravam da vida pública (Polmar & Moore, 2004, p. 308) (Rockwell, 2002, pp. 370, 386) (Lehman, 1988, pp. 1-40).

No Brasil, a tendência ao surgimento de tensões entre a coordenação de programas e a hierarquia naval foi adiada até 1992. Após essa data, embora não se possa dizer que os ministros e, depois, comandantes da Marinha (com a extinção dos ministérios militares pelo presidente Cardoso) fossem contrários ao programa, o quadro de dificuldades orçamentárias agravou tensões já visíveis na gestão do almirante Flores na pasta naval (1990-1992) (Pereira, 2009) (Flores, 2011) (Silva O. L., 2011). Essas

---

<sup>7</sup> Para Geoffrey Till, “the fact that the American submarine took up some 10 per cent of the US Navy’s budget between 1959 and 1964 explains why American admirals were notably cool about accepting this new mission” (Till, 2004, p. 215). Para Lehman, secretário da Marinha no governo Reagan. Os métodos implantados pelo criador do programa nuclear naval americano levaram US Navy à crise em que se encontrava no início dos anos 1980: “The cult created by Admiral Rickover was itself a major obstacle to recovery, entwining nearly all the issues of culture and policy within the navy” (Lehman, 1988, p. 1).

tensões parecem dizer respeito tanto a choques de personalidades como ao próprio caráter autárquico, típico de programas nucleares. De todo modo, Othon foi afastado em 1994, o que significou impacto considerável para um programa já em crise. Na sua versão, quatro administrações sucessivas da Marinha (1994-2006) foram inimigas do programa.

Na versão dos ex-ministros da Marinha Mauro César Pereira e Mário César Flores isso não ocorreu, pois não havia oposição na hierarquia da força ao programa nuclear em si, devendo os conflitos ser entendidos no contexto das dificuldades colocadas pela necessidade de manter a Marinha e o programa nuclear num quadro de escassez de recursos (Flores, 2011) (Pereira, 2009). Ao contrário do que ocorreu nos EUA, no Brasil não houve participação do Congresso no processo decisório, mesmo depois de 1985, quando terminou o regime militar.<sup>8</sup>

A ascensão à Presidência de Luís Inácio Lula da Silva, em 2003 fez surgir rumores de retomada do programa. No entanto, as crises políticas do primeiro mandato de Lula adiaram qualquer decisão nessa área. A revalorização do submarino nuclear viria apenas a 10 de julho de 2007, quando o presidente da República visitou as instalações de Aramar, na companhia do almirante Othon, anunciando na ocasião que liberaria verbas no total de um bilhão de reais a serem gastas num período de oito anos. Em seguida a Marinha criou a COGESN, para a qual foi nomeado o almirante José Alberto Accioly Fragelli, ex-chefe do Estado-Maior da Armada. Nesse mesmo ano, os

---

<sup>8</sup> Um exemplo interessante da influência do Congresso na aprovação dos orçamentos militares foi a decisão da Marinha americana de mudar os nomes dos submarinos de ataque, de início batizados com nomes de peixes. A partir daí eles passaram a receber nomes de cidades americanas. “Fish don’t vote”, foi o comentário da época (Polmar & Moore, 2004, p. 375).

presidentes da França, Nicolas Sarkozy e o do Brasil assinaram o compromisso de cooperação militar que permitirá a construção de quatro submarinos diesel-elétricos da classe *Scorpène* e do casco do submarino que abrigará a propulsão nuclear, além da construção na Baía de Sepetiba, litoral do Rio de Janeiro, de uma nova base para a força de submarinos e de um estaleiro a ser operado no Brasil pelo setor privado francês e devolvido ao país em vinte anos. Em fins de março de 2010, a Marinha anunciou que se preparava para começar os testes de uma usina para produção do gás hexafluoreto de urânio (UF-6), fechando o domínio do ciclo nuclear.

A retomada do programa deu-se num quadro de fortalecimento do Ministério da Defesa na gestão do ministro Nelson Jobim, depois de vários ministros fracos, desinteressados ou enfraquecidos. O novo ministro impôs como pré-condição para investimentos nas Forças Armadas a elaboração da Estratégia Nacional de Defesa (END), que foi divulgada em 2008. A END colocou entre suas diretrizes o fortalecimento de três setores de importância estratégica – o espacial, o cibernético e o nuclear. Ao mencionar a hierarquia dos objetivos estratégicos e táticos da Marinha, a END defendia que “para assegurar o objetivo de negação de uso do mar, o Brasil contará com força submarina de envergadura composta de submarinos convencionais e de submarinos de propulsão nuclear” e anunciava que o país iria acelerar “os investimentos e as parcerias necessárias para executar o projeto do submarino de propulsão nuclear”. Dizia também que “a Marinha acelerará o trabalho de construção de suas bases de submarinos, convencionais e de propulsão nuclear” e assegurou “completar, no que diz respeito aos programas de submarino nuclear a nacionalização

completa e o desenvolvimento em escala industrial do ciclo do combustível (inclusive a gaseificação e o enriquecimento) e da tecnologia da construção de reatores, para uso exclusivo do Brasil” (Brasil, 2008). Mais recente, o documento de autoria da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, *Brasil 2022*, destaca apenas três “metas do centenário” relativas à defesa nacional, entre elas o submarino nuclear (Brasil P. d.-S., 2010, p. 95).<sup>9</sup>

Do ponto de vista da estratégia naval, o fim da guerra fria significou o término das hipóteses de guerra entre EUA e URSS e trouxe à tona a chamada *guerra de litoral*, característica de um mundo unipolar e calcada na dicotomia “projeção de poder” x “negação do uso do mar” em áreas litorâneas. Segundo um oficial reformado da Marinha: “A guerra de litoral valorizou especialmente a mobilidade e a capacidade de operar em litorais alheios, aspectos que constituem vantagens ponderáveis dos submarinos” (Moura, 2012, p. 50). O mesmo autor faz uma ressalva: “Quanto maior for o ‘atacado’, mais oceânica é a guerra, porque maiores forças o atacante terá que empenhar, e melhores condições terá o atacado, se dispuser de meios adequados, de engajá-los à distância, bem como sua retaguarda sensível” (Moura, 2012, p. 66). Também neste particular os submarinos nucleares de ataque ganham especial importância.

### **A visão dos analistas civis**

---

<sup>9</sup> As outras são: “garantir o monitoramento integral das fronteiras terrestres, das águas jurisdicionais e do espaço aéreo” e “lançar o primeiro veículo lançador de satélites (VLS) construído no Brasil”.

Até hoje, pouco se sabe sobre a percepção dos especialistas civis em defesa sobre o programa nuclear da Marinha. Com o avanço dos estudos dessa área no país, expresso principalmente na fundação, em outubro de 2005, da Associação Brasileira de Estudos de Defesa (ABED), ficou mais fácil reunir a opinião dos estudiosos acadêmicos sobre o assunto. Foi nesse quadro que resolvemos enviar algumas perguntas básicas a um grupo inicial de 21 pesquisadores, 20 deles civis e um oficial da reserva da Marinha.<sup>10</sup> Recebemos de volta 14 questionários respondidos, todos de analistas civis. As questões eram abertas o suficiente para permitir que os respondentes desenvolvessem livremente o tema.

Na pergunta inicial foi propositalmente utilizado o termo técnico reconhecido internacionalmente para o tipo de equipamento que o Brasil está construindo. Como solicitamos aos pesquisadores que sugerissem nomes adicionais para a pesquisa, recebemos uma lista de mais 14 novas pessoas, 9 delas oficiais da Marinha. Feitos os novos contatos, obtivemos 16 respostas civis e 2 de oficiais navais. Os dois novos nomes que responderam não são especializados em defesa, mas em relações internacionais, com conhecimento em defesa. Assim, consideraremos abaixo apenas as respostas civis, dado que as respostas militares não permitem amostragem significativa. Preferimos não identificar os respondentes, na medida em que nosso interesse não está nas opiniões individuais, embora apenas um deles tenha solicitado explicitamente essa

---

<sup>10</sup> As perguntas enviadas foram as seguintes: Você acha importante o projeto do submarino nuclear de ataque? Qual, na sua opinião, a justificativa estratégica central desse projeto? Que ganhos tal programa poderia trazer no aspecto tecnológico, civil e militar?

providência. Usaremos sempre o masculino para identificar os respondentes, para evitar também a identificação das respostas.

Diante da questão inicial sobre a importância do projeto, 8 pesquisadores responderam na afirmativa, 5 pensam que o projeto é relevante, mas fizeram ressalvas e 3 mostraram-se contrários ao projeto. Entre as ressalvas levantadas contam-se a ausência de controle civil (3), a existência de outras prioridades tecnológicas de defesa, como o projeto do Veículo Lançador de Satélites (2), o escasso poder para proteger a costa brasileira (1), a maior eficácia de colocar os recursos em navios de superfície (1), os elevados custos de manutenção (1) e, por fim sua importância mais tecnológica que militar (2), ficando entendido que um pesquisador pode ter aludido a mais de uma razão para ressalva. Do total de consultados, o termo “de ataque” gerou algum tipo de preocupação em 4 respostas.

No conjunto dos pesquisadores favoráveis ao projeto, 4 mostraram maior ênfase no apoio utilizando os adjetivos “fundamental”, “essencial” e “crucial”. Dentre os que aprovam o projeto, sua razão estratégica principal estaria no exercício do poder de dissuasão, argumento que aparece nas respostas de 11 dos pesquisadores. As necessidades de defesa colocadas pelas dimensões continentais do país e, especialmente na plataforma marítima, bem como sua eficácia como instrumento de defesa do Atlântico Sul foram mencionadas por 10 pesquisadores. A necessidade de compatibilizar o perfil estratégico do país a sua atual importância econômica foi mencionada em 3 respostas. Enfim, 3 respondentes foram mais enfáticos em sua argumentação em favor da importância estratégica, mencionando a necessidade de o

país não se conformar com uma posição subalterna diante das potências mundiais, ou o fato do projeto ser um verdadeiro *game changer*. Por último, a pergunta relativa aos ganhos tecnológicos recebeu a maior taxa de respostas positivas (13).

Em resumo, é possível propor que os resultados acima expostos representam pelo menos uma avaliação inicial do apoio civil ao projeto do submarino nuclear, permitindo sugerir que há apoio majoritário, mas não unânime, ao projeto, na comunidade de estudos de defesa ao programa da Marinha. Percebe-se nas respostas uma atitude de cautela diante do tema, sendo minoritários os apoios incondicionais e/ou entusiásticos. Parece haver um reconhecimento do acerto da estratégia de dissuasão e de nossas necessidades de defesa no Atlântico Sul. Por sua vez, fica evidente que falta informação, mesmo entre especialistas civis em defesa, sobre os ganhos tecnológicos de utilidade civil do projeto, embora haja uma tendência a considerá-los significativos.<sup>11</sup> Parece difícil encontrar um pesquisador que imagine a função dissuasiva do submarino nuclear no cenário da América do Sul. Enfim, embora as respostas confirmem a

---

<sup>11</sup> A Marinha enumera os seguintes efeitos de arrasto tecnológico: Sistema de Controle das Máquinas Principais e Auxiliares (SCMPA) das Fragatas Classe “Niterói”, decorrente da capacitação acumulada no desenvolvimento de tecnologia para projetos de sistemas de controle e automação de alto desempenho, como são os sistemas que envolvem enriquecimento de urânio e a operação de reatores nucleares; giroscópio e acelerômetros, os quais são usados em plataformas inerciais para navegação e estabilidade de navios, submarinos e plataformas de petróleo. Este desenvolvimento decorre da capacitação obtida no desenvolvimento de ultracentrífugas. Tais sensores são vitais para que o submarino possa navegar submerso, sem ter de vir à superfície para se orientar ou receber informações do GPS, o qual pode ser bloqueado; blindagem física, a qual se baseia em compostos de Boro, material esse utilizado nas varetas de controle da fissão em reatores nucleares, que também apresenta boa resistência ao impacto; válvulas para operação com gás, desenvolvidas a partir da necessidade de se construir e operar sistemas de separação isotópica; válvulas TWT, aplicáveis em radares de navios, sendo decorrente dos desenvolvimentos de itens de tecnologia de vácuo e soldagens especiais, atividades comuns com o enriquecimento de urânio; fibra carbono, material estratégico, utilizado em ampla lista de sistemas de alto desempenho, como as cascatas de enriquecimento de urânio; e análise de risco, atividade técnica mandatória para o licenciamento de instalações nucleares e que possui aplicação atualmente nos projetos e licenciamento de plataformas de petróleo (Brasil).

impressão de que os consultados têm conhecimento sobre o tema, algumas das informações apresentadas neste artigo não parecem ainda de conhecimento comum.

Esperamos que contribuam para aprofundar o debate.