

UMA VISÃO PARA PRESERVAÇÃO DA FLORESTA AMAZÔNICA*

ROBERTO DE QUEIROZ GUIMARÃES**
Capitão de Mar e Guerra (Ref^o)

SUMÁRIO

Introdução
Ecossistema Elétrico no Brasil
Emprego da energia nuclear
Engajamento da Marinha do Brasil
Considerações financeiras
Conclusão

INTRODUÇÃO

A preservação da Floresta Amazônica é essencial para a estabilidade do clima no Brasil. Além de ser também importante para o resto do planeta, a floresta tem grande impacto no regime de chuvas. A exploração agrícola em todas as regiões do País é dependente deste regime. Da mesma forma, o Brasil é um

grande produtor de energia hidrelétrica, que ultimamente vem sofrendo diminuição no regime de águas dos rios.

O desmatamento da floresta, que tem sido objeto de críticas internacionais, necessita ser zerado o mais rapidamente possível, e programas de restauração de áreas devem ser incentivados. O problema é que na região amazônica vivem cerca de 23 milhões de brasileiros, grande parte

* Tradução de ensaio apresentado pelo autor ao EDX MIT, em 7 de maio de 2021.

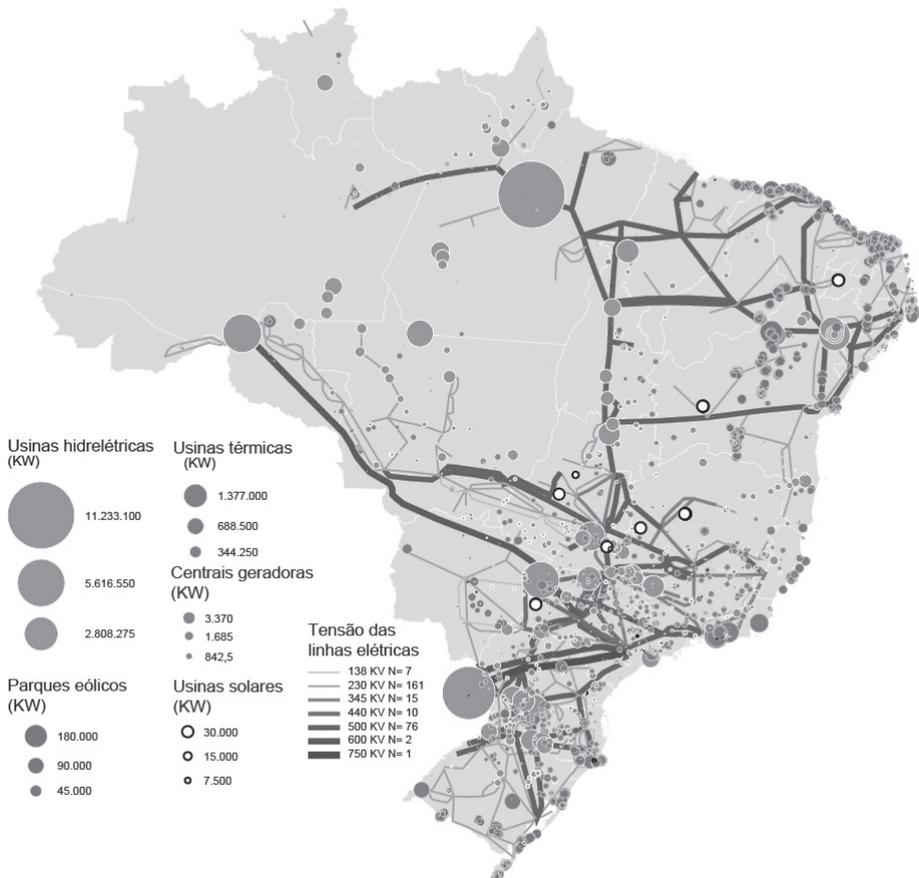
** Foi diretor da Cobra Computadores do Brasil e chefe do Escritório de Tecnologia de Informação do Departamento de Operações do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com sede em Washington, EUA, atuando como responsável pelas atividades de Tecnologia da Informação (TI) no Departamento (sede) e nas 26 representações nos países da América Latina e do Caribe.

em condições de vida desfavoráveis. É necessário prover meios para que possam se desenvolver de forma sustentável, usufruindo da grande biodiversidade da região e sem degradar a floresta. O enfoque deste ensaio é analisar alternativa para proporcionar disponibilidade de energia elétrica por meio de pequenos e modulares reatores nucleares com eficaz sistema de controle e monitoramento.

ECOSSISTEMA ELÉTRICO NO BRASIL

O Brasil tem cerca de 8,5 milhões de km², sendo maior do que os continentais

Estados Unidos da América (EUA) – excluindo o Alasca. O sistema de distribuição elétrica tem integração em quase todo o País. A geração é de cerca de 83% provenientes de fontes renováveis, principalmente a hidrelétrica (63,8%), seguida da eólica (9,3%), biomassa e biogás (8,9%) e solar centralizada (1,4%). Como pode ser verificado no mapa, o Brasil explora as fontes renováveis onde as condições são mais favoráveis. Isto não ocorre na região amazônica. A tentativa feita com a Usina de Belo Monte, no Rio Xingu, resultou em projeto extremamente caro. Para evitar a formação de grande represa, foi adotado o regime de fio de água, com consequente



Sistema elétrico brasileiro

redução da geração constante das turbinas, devido à variação anual do regime fluvial.

A geração nuclear começou em 1985 com a usina Angra 1; em 2001 foi ativada Angra 2, atingindo potência total de 2 GW. Isto representa apenas 2% da energia elétrica do País. A usina Angra 3 sofreu atrasos e tem previsão de ativação em 2024, com 1.3 GW. É necessário estudar a alternativa de prover energia nuclear para suprir as necessidades dos milhões de habitantes que vivem sobretudo nas regiões ribeirinhas da Bacia Amazônica. O desenvolvimento econômico sustentável requer a disponibilidade adequada de energia elétrica.

EMPREGO DA ENERGIA NUCLEAR

O uso da fissão nuclear para geração elétrica no Mundo evoluiu crescentemente de 84 reatores, em 1970, para 420, em 1989. A partir desse ano o uso ficou praticamente estacionário, atingindo 441 em 2020. Os acidentes em Three Mile Island, em 1979; Chernobyl, em 1986; e Fukushima, em 2011 tiveram impacto nas estratégias dos países. Na Europa, mais notadamente a Alemanha, mas também Bélgica e Suíça executam e ou tem planos de desativação de usinas. O Japão, depois do acidente de Fukushima, paralisou muitos reatores, mas já reativou alguns mais recentemente. Nos EUA, depois de três décadas, a Usina de Vogtle, na Geórgia, deve ativar as unidades 3 e 4 em 2021. A Polônia está prevendo construir usinas nucleares para substituir a geração elétrica proveniente do carvão. Isso tem causado preocupação na Alemanha, devido ao risco de radiação nuclear em caso de acidente. Os registros históricos indicam que as lesões pessoais causadas pela radiação nuclear, nos últimos 75 anos, são uma pequena fração

quando comparadas às outras *causa mortis*, sem mencionar as mortes causadas por Covid-19 em menos de um ano.

A energia nuclear é limpa e constante e tem sido usada na maioria dos países desenvolvidos, com variadas proporções. A França, com cerca de 65 milhões de habitantes e um território de aproximadamente de 643 mil km², utiliza energia nuclear para geração elétrica com uma potência de cerca de 61 GW. O Japão, com cerca de 126 milhões de habitantes e um território de aproximadamente 378 mil km², tem capacidade para gerar cerca de 31 GW de energia nuclear. Em contraste, a Região Amazônica do Brasil, com 23 milhões de habitantes, vivendo em um território de cerca de 5 milhões de km², não possui energia elétrica de fonte nuclear. É a clara diferença entre desenvolvimento e subdesenvolvimento.

O avanço da tecnologia nuclear tem motivado o desenvolvimento de pequenos reatores nucleares modulares (SMR). Os SMR, diferentemente das usinas nucleares tradicionais de potência da ordem de gigawatts, podem ser construídos em menos tempo. A construção dos reatores pode ser centralizada em unidades produtoras e distribuídas aos destinos quando finalizadas. Esta facilidade permite um regime de construção em escala, com redução de custos no total. O contratante, após ativar o primeiro reator, pode começar a ter o retorno do investimento inicial, continuando com novas aquisições e seguindo seu programa de forma modular.

A U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) aprovou, em 2 de setembro de 2020, o primeiro projeto de SMR, desenvolvido pela empresa NuScale Power, previsto para gerar 60 MW. O reator está programado para entrar em operação em 2029. No Reino Unido, a Rolls Royce, utilizando sua experiência no desenvol-

vimento de reatores para propulsão de submarinos, também iniciou o desenvolvimento de SMR. A Westinghouse está desenvolvendo o eVinci Micro Reactor. Os principais atributos deste projeto são: gerador de energia transportável totalmente construído, abastecido e montado na fábrica; oferece calor e energia combinados de 1 a 5 MW; vida útil de 40 anos, com mais de três anos de intervalo de reabastecimento; meta de menos de 30 dias de instalação no local; e operação autônoma, com alta confiabilidade e com mínimo de peças móveis.

Os países que estão mais avançados no desenvolvimento de SMR são Rússia, China e Argentina. A Rússia já colocou em operação o KLT-40S, uma usina flutuante com dois reatores de 35 MW. A usina flutuante, após construída, foi deslocada para uma região afastada. Foi conectada à rede de Pevek em dezembro de 2019 e está em operação comercial desde maio de 2020, podendo fornecer energia térmica ou elétrica. A Rússia também está testando o RITM-200 no quebra-gelo *Arktika*. Seu reator mais avançado é de 50 MW. A China está desenvolvendo o HTR-PM, um SMR de alta temperatura com gás resfriado com 2x210 MW. Está previsto entrar em geração de energia em 2021. A Argentina está desenvolvendo o Caren, um SMR (PWR) de 30 MW, com previsão de início de operação para 2023.

A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) publicou o *Advances in Small Modular Reactor Technology Developments, a Supplement to IAEA Advanced Reactors Information System (Aris)*, 2020 Edition – em SMR_Book_2020.pdf (iaea.org). Após fazer um aviso legal de não-responsabilidade, a publicação menciona o propósito de fornecer o máximo de informações para que os países membros possam formular

suas estratégias. É um documento extenso, que lista todos os projetos de SMR com a tecnologia aplicável, juntamente com a capacidade da potência, tipo de informações do reator e do instituto de projeto. Um dos anexos se refere a “Spent Fuel, Waste Management and Disposal Plans adopted for SMRs”.

Em dezembro de 2020, o governo do Canadá lançou o “Canada’s SMR Action Plan”. Este plano foi o resultado de um roteiro preparado pelos governos central, das províncias e dos territórios; indústrias; fornecedores de energia elétrica e outros interessados, que durante dez meses avaliaram as vantagens de utilização de SMR. Foram incluídos contatos para analisar as necessidades das comunidades indígenas e as do norte do país. O Canadá tem semelhanças com a situação do Brasil, com seu território de extensão continental, como também comunidades indígenas e remotas. O Brasil necessita ter maior atuação para explorar as vantagens da utilização de SMR para benefício da Nação.

A Constituição do Brasil estabelece, em seu Artigo 21, que compete à União explorar os serviços e instalações nucleares de qualquer natureza e exercer monopólio estatal sobre a pesquisa, a lavra, o enriquecimento e reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios nucleares e seus derivados. O Artigo 22 estabelece que compete privativamente à União legislar sobre atividades nucleares de qualquer natureza. As usinas nucleares do Brasil são operadas pela Eletronuclear. A mineração e a produção de combustíveis nucleares são executadas pelas Indústrias Nucleares do Brasil (INB). A fabricação de equipamentos fica a cargo da Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. (Nuclep). Essas empresas estatais são vinculadas ao Ministério de Minas e Energia (MME).

ENGAJAMENTO DA MARINHA DO BRASIL

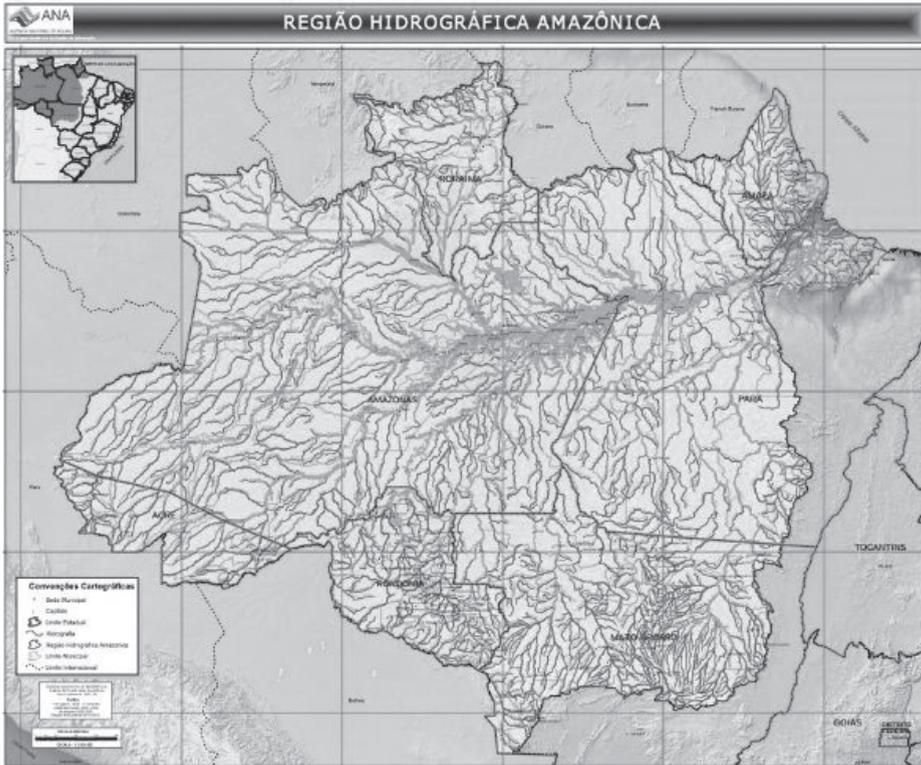
A Marinha do Brasil (MB) sempre teve uma destacada atuação em desenvolvimento nuclear. Até a década de 1960, os engenheiros navais eram formados no Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos EUA. Muitos se especializaram em energia nuclear. No final dos anos 50, a MB fez um convênio com o MIT e a Universidade de São Paulo (USP) para criar o curso de Engenharia Naval junto à Escola Politécnica. Para isso financiou a instalação de laboratórios e unidades de testes especiais e a contratação dos professores do MIT. Para gerenciar o convênio, criou o Centro Técnico da Marinha em São Paulo (CTMSP). Este centro se expandiu continuamente para atender às necessidades da MB junto à academia, aos principais institutos de tecnologia e ao maior parque industrial do País.

Na década de 1980, para atender ao projeto de desenvolvimento de propulsão nuclear, a MB criou no CTMSP o Centro Experimental de Aramar (CTMSP-CEA). Desde então, a Marinha dominou completamente o ciclo do combustível nuclear, desenvolveu as centrífugas para enriquecimento de urânio, passou a fabricá-las para fornecer à INB, construiu a usina de hexafluoreto de urânio e desenvolveu o protótipo do reator nuclear para propulsão do submarino. Por limitações orçamentárias, o projeto andou lentamente. Em 2008, após o estabelecimento do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (Prosub), as atividades nucleares foram reativadas.

Em 2013 a MB constituiu a empresa Amazul, com os propósitos de absorver, promover, desenvolver, transferir e manter atividades sensíveis às atividades do Programa Nuclear da Marinha (PNM), do Prosub e do Programa Nuclear Brasileiro (PNB). Esta empresa tem características de flexibilidade semelhantes às norte-americanas da Darpa, do Departamento de Defesa (US DoD); e da Arpa-E, do Departamento de Energia (US DOE). A MB criou na sua estrutura organizacional a Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM). O PNM vem sendo atrasado devido às restrições orçamentárias. Inicialmente, o programa estimava lançar ao mar o primeiro submarino com propulsão nuclear em 2022. Atualmente, a previsão é para 2029. No CTMSP-CEA está em desenvolvimento o Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (Labgene). É um projeto de SMR avançado.

A capacidade tecnológica nuclear da Marinha tem sido subutilizada para o benefício do País como um todo

A capacidade tecnológica nuclear da Marinha tem sido subutilizada para o benefício do País como um todo. Algumas ações pontuais são exceções. O CTMSP participa de projeto dual para construção de SMR para dessalinização. Em área contígua ao CEA será construído o reator multipropósito brasileiro, com especial ênfase na produção de radioisótopos. Mesmo fora do setor nuclear, para atender às necessidades da pandemia da Covid-19, o CTMSP vem fabricando respiradores artificiais, o Inspire, projeto desenvolvido pela USP. O protagonismo da MB na área nuclear se reflete no fato de que os dirigentes do MME, da Eletronuclear, da Nuclep e das



Região Hidrográfica Amazônica

INB são oficiais da Marinha na reserva, que tiveram durante a carreira atuação no PNM. Entretanto, a MB poderia contribuir para a necessidade de geração de energia elétrica para as áreas afastadas do sistema integrado do País, em especial a região amazônica.

A maior bacia hidrográfica do planeta é a do Rio Amazonas. A MB opera nestas vias fluviais desde o século XIX. Ela utiliza navios e embarcações de vários tipos para atender à segurança e apoiar as necessidades das populações ribeirinhas, em especial na assistência médica. São os sempre conhecidos pela população como “navios da esperança”. Os 23 milhões de brasileiros que vivem nessa região têm em média o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mais baixo do País. A

região é uma das mais ricas em biodiversidade do Mundo. Entretanto, para usufruir da industrialização dos produtos da floresta, é necessário que haja disponibilidade de energia elétrica. Não existe desenvolvimento sustentável sem esta disponibilidade.

A sugestão é que a MB participe deste processo, envolvendo-se diretamente na produção e distribuição de SMR dos mais variados tipos, de acordo com as circunstâncias locais. Um exemplo poderia ser as usinas flutuantes, como já adotado na Rússia. A MB já estabeleceu na região de Itaguaí, no estado do Rio de Janeiro, a base de submarinos com propulsão nuclear, com as medidas de segurança e de apoio. Esta base poderia apoiar usinas nucleoeletricas flutuantes, conectadas à

rede nacional, mas em condição de serem deslocadas para áreas afastadas quando necessário. Em 2020, depois da crise energética no estado do Amapá, a MB deslocou o Navio-Doca Multipropósito *Bahia* para ajudar no apoio. O ideal teria sido deslocar uma usina flutuante, caso ela existisse. O estado de Roraima não está interligado à rede elétrica nacional porque há décadas se discute a conveniência de passar uma linha de transmissão por áreas indígenas. O estado era abastecido por provedora da Venezuela. Após a crise do país vizinho, o estado está sendo abastecido por termoeletricas com elevado custo. Seria conveniente disponibilizar SMR.

O controle de distribuição e monitoramento dos variados tipos e tamanhos de SMR na região necessita de ação integrada. A MB pode utilizar o seu Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) para participar do esforço. O CFN dispõe de Divisão Anfíbia para integrar força expedicionária, quando necessário para projeção de poder. Esta força poderia ser adaptada para projeção de desenvolvimento sustentável nas áreas necessitadas do País. O CFN é composto de militares com excelente formação de carreira e experiência de segurança nuclear, porque já atuam no Centro de Aramar e na Base de Itaguaí. A MB tem, em Manaus, uma unidade da Aviação Naval que opera nos navios e que poderia ser acrescida de aeronaves tipo Osprey, a fim de possibilitar operação com maior raio de ação. Os SMR podem ser monitorados pelo sistema de satélites que controlam a região.

A participação da MB neste esforço pode parecer algo estranho à sua destinação. Entretanto, podemos fazer uma comparação com o US Army Corps of Engineers, que é responsável pela manutenção da infraestrutura das vias fluviais em todos os Estados Unidos. O interesse superior da Nação está acima das considerações de economia de mercado e autonomia federativa dos estados.

CONSIDERAÇÕES FINANCEIRAS

O orçamento da MB foi reduzido nas últimas décadas. O esforço feito na área nuclear agravou a situação da Esquadra brasileira, quando comparada com os níveis do passado. Seria importante que as atividades nucleares, que beneficiam todo o País, fossem garantidas pela comercialização da energia elétrica, de forma a manter a sustentabilidade do programa. O investimento para desenvolvimento dos

O interesse superior da Nação está acima das considerações de economia de mercado e autonomia federativa dos estados

SMR pode ser financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, que no passado subsidiou atividades em outros países, mas agora está financiando *startups* no Brasil. Outra forma de subsídio pode ser o mercado de crédito de carbono.

CONCLUSÃO

A preservação da Floresta Amazônica é essencial para as condições do meio ambiente no Brasil. Ela também é relevante para o planeta como um todo. Para evitar que a população residente na área efetue

desmatamento como meio de sobrevivência, é fundamental que sejam proporcionados meios para o aproveitamento dos recursos da extensa biodiversidade da área. Este desenvolvimento necessita de disponibilidade adequada de energia elétrica. A admiração que a população ribeirinha tem pela MB favorece maior participação para a contribuição no desenvolvimento.

A implementação distribuída de SMR pode contribuir para elevar o nível do

IDH da região, além de proporcionar uma presença mais ativa do Estado, a fim de inibir as atividades ilegais e poder incentivar um processo de restauração das áreas degradadas. O risco de adotar esta solução nuclear deve ser confrontado com o risco maior de não preservar a floresta. Deve ser considerado que, com apenas 30% do território do País mapeado, o Brasil tem a sexta maior reserva de urânio do planeta.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<ÁREAS>; Amazônia;

<CIÊNCIA & TECNOLOGIA>; Energia Nuclear;