

O Programa Nuclear Brasileiro: um fio de luz nos caminhos da nação

Alexandre F. Ramos^{1, #}, Michael Jaillet^{2, *}

¹ Instituto do Câncer do Estado de São Paulo & Depto de Radiologia e Oncologia, Faculdade de Medicina. Escola de Artes, Ciências e Humanidades & Núcleo Estudos Interdisciplinares de Sistemas Complexos, Universidade de São Paulo (USP).

² Engenheiro Nuclear aposentado pela EDF, Consultor independente do setor nuclear

[#]alex.ramos@usp.br, ^{*}michel.jaillet@hotmail.com

1. A necessidade de integrar o programa nuclear à cultura nacional

A despeito de o financiamento ser essencial para um novo impulso ao programa nuclear brasileiro, o sucesso, a sustentabilidade e a ampliação desse programa passa por sua mais ampla aceitação pública e sua incorporação ao caldo cultural da nação. São pilares dessa nova etapa a conclusão da usina de Angra 3, do submarino a propulsão nuclear e do Reator Multipropósito Brasileiro. Tais desafios somente se impoem a um programa nuclear de grande envergadura, que após 5 décadas de atividades demonstra capacitação técnica nos diversos ramos das tecnologias nucleares – produção de energia, agricultura, medicina, prevenção e remediação de acidentes (como Goiânia) – e a compatibilidade com o estado da arte mundial via realização de pesquisa de excelência¹². São notáveis os desempenhos das usinas Angra 1 e Angra 2, que tiveram sua excelência reconhecida por agências internacionais, como Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA³), a Associação Mundial de Operadores Mundiais (WANO⁴), o Instituto dos Operadores em Energia Nuclear (INPO⁵). Destaque-se também o domínio da tecnologia de enriquecimento de urânio, hoje sob controle das Indústrias Nucleares do Brasil (INB⁶), após imenso esforço para desenvolvimento das ultracentrífugas unindo a Marinha, Centros e Institutos de Pesquisa, a Academia e a Indústria⁷. Todavia, a população brasileira pouco conhece sobre as conquistas do programa nuclear e suas implicações positivas ao país. Por exemplo, em diversos debates públicos sobre produção de eletricidade a matriz nuclear não é citada como uma possibilidade, a despeito de o Brasil possuir a sexta maior jazida de urânio do planeta e vastas áreas de seu território ainda por prospectar⁸.

É ilusório pensar que um novo impulso ao Programa Nuclear Brasileiro (PNB) pode ser determinado apenas por uma “elite” obviamente legítima em suas competências e conhecimentos necessários à direção e realização do PNB. Todavia, a posse dos recursos cognitivos não transmite, *per se*, toda a legitimidade social e ética necessárias aos operadores do PNB. O domínio das tecnologias nucleares sofre de

1 www.cnen.gov.br/

2 Andrade, A M R. A Opção Nuclear - 50 Anos Rumo a Autonomia. 2006, Mast.

3 <https://www.iaea.org/>

4 <http://www.wano.info/en-gb>

5 <http://www.inpo.info/>

6 <http://www.inb.gov.br/pt-br/>

7 Silva, O L P, Ferreira Marques, A. Enriquecimento de urânio no Brasil – Desenvolvimento da tecnologia por ultracentrifugação. Economia e Energia, 2006, No. 54.

8 Oliveira, M A. Prospecção, pesquisa e produção de urânio no Brasil: planejamento, busca e resultados. TCC, ESG, 2011.

“suspeição prévia” da sociedade, tal que uma estratégia de formulação e realização do PNB estabelecida apenas entre membros de sua comunidade, reforça tal suspeição e tende ao fracasso. Isto pois, a comunidade nuclear não terá recebido da sociedade a missão explícita de implementar e apresentar amplamente os resultados de tal programa. Destarte, faz-se mister estabelecer com o público um diálogo que desenvolva na sociedade organizada o interesse pela questão nuclear, incluindo, apropriadamente, sua participação em processos decisórios. Ademais, é mister que o PNB atenda necessidades que lhe são pertinentes, que inclua cada vez mais atores e que a sociedade tenha ciência plena de seus feitos.

2. Desafios da comunicação nuclear

A missão de abrir um canal de comunicação com o público será eminentemente política na mais nobre acepção da palavra: estabelecimento de um diálogo fundamentado, em que opositores apresentam seus argumentos fundados em argumentos objetivos. Se constituída assim, a adoção do programa nuclear pela sociedade brasileira constituirá uma decisão política assumida por sua população. A meta de garantir que a nação decida incorporar o setor nuclear é arrojada. Todavia, buscá-la favorecerá o estabelecimento de laços de responsabilidade entre quadros técnicos do PNB e os quadros da sociedade engajados e interessados em participar ativamente do desenvolvimento do país.

Naturalmente, é um grande desafio abordar publicamente a participação da matriz nuclear na cesta energética brasileira (ou mundial), dadas as inevitáveis polêmicas que isso levantará. Há implicações práticas dessas dificuldades, como é o caso de debates públicos – sem viés comercial – em que não é citada a possibilidade de ampliação da participação da matriz nuclear na cesta energética brasileira. Por exemplo, concluir Angra 3 trará energia suficiente para sustentar as cidades de Brasília e Belo Horizonte e isso pode ser feito em poucos anos. Todavia, essa questão ainda é pouco discutida. O debate público trará o tema à tona, e tornará necessário discutir o uso da matriz nuclear. Dos opositores, o debate demandará a formulação objetiva de suas reticências e/ou recusas, formulando opiniões sobre bases factuais, de forma que se tornarão, também, os responsáveis de fato pelas consequências da política energética do país. Os apoiadores terão a oportunidade de formular de maneira didática, e cientificamente precisa, os conceitos vinculados às tecnologias e ciências nucleares. Ademais, deverão explicitar as oportunidades trazidas à nação pelo desenvolvimento do setor nuclear. Os argumentos favoráveis terão, portanto, o mérito de devolver ao PNB o devido status: constituir um programa de desenvolvimento nacional de médio e longo prazo devidamente aceito e incorporado pela população e sociedade organizada. Cada projeto do PNB terá a capacidade de gerar sub-projetos catalizadores de oportunidades para diversos segmentos sociais. A execução desses sub-projetos contribuirá no estabelecimento de uma visão de futuro para o Brasil que seja compartilhada, e defendida, por sua população.

3. O Programa Nuclear e um novo modelo de desenvolvimento

Justamente por passarmos por um difícil momento econômico, político e social, é que a questão do PNB deve ser abordada. A nação passa por um processo de transição e necessita encontrar novos caminhos, fundando um novo modelo de desenvolvimento. O PNB constitui um elemento central no estabelecimento de uma política de estado que vise instituir no Brasil o desenvolvimento baseado: na manufatura de alto

desempenho e alta precisão; em cultura de excelência, segurança e responsabilidade ambiental; na capacidade criativa da população e na geração de novas tecnologias que utilizem os recursos naturais disponíveis no solo brasileiro visando agregação de valor. A conjuntura de dificuldades constitui, então, um elemento a ser suplantado na busca de condições estruturais de maior bem-estar para a população. O estabelecimento do PNB, e sua incorporação pela população, pode indicar ao país e ao mundo, o comprometimento de seu povo com o desenvolvimento sustentável, baseado no aumento da complexidade de sua cadeia produtiva, e no uso de uma matriz energética não emissora de gás carbônico. Ou seja, uma nação que participa dos esforços mundiais de contenção do aquecimento global ao mesmo tempo em que melhora seus índices de desenvolvimento humano soberanamente.

4. Refutando alguns argumentos anti-nucleares

A despeito dos benefícios trazidos à sociedade e humanidade pela opção nuclear, desacreditar-lhe é relativamente fácil: infelizmente o cartão de visitas da energia armazenada no núcleo atômico foi a bomba. Recentemente, esta questão retornou à agenda por conta dos avanços da tecnologia de lançamento de artefatos nucleares pela Coreia do Norte. Embora o Brasil, por sua importância diplomática, deva acompanhar atentamente o desenrolar dessa conjuntura, tal pauta não faz parte da agenda interna. O país é signatário do Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares, assinou o paradigmático acordo bilateral⁹ de verificação do uso pacífico da energia nuclear com a Argentina, e estabeleceu constitucionalmente a vocação pacífica do PNB. Portanto, é bastante fácil qualificar como falaciosos argumentos que apontem objetivos bélicos no PNB.

A despeito de sua vocação pacífica, o fortalecimento do PNB sempre encontrará argumentos contrários. Nessa linha poderão, inclusive, atuar forças ilegítimas acobertando motivações ideológicas, comerciais, econômicas ou geopolíticas, que visam desacreditar a opção nuclear como matriz energética intermediária e complementar às energias do futuro. Note, a energia nuclear apresenta baixos custos financeiros e pouca emissão de gases de efeito estufa.

As forças ilegítimas atuam no debate público promovendo o medo da energia nuclear, utilizando argumentos que obscurecem qualquer avaliação objetiva das vantagens e desvantagens dessa matriz. Evadem-se, voluntariamente, da questão do aquecimento global, que deveria ser uma preocupação central para aqueles interessados no uso racional dos recursos naturais do planeta. Ademais, ao focar o debate acerca da questão nuclear apenas na produção de eletricidade (ou na questão bélica), são ignorados diversos outros benefícios das tecnologias nucleares à medicina, agricultura, indústria e ciências. Por exemplo, o projeto Genoma, que está revolucionando a medicina, originou-se na pesquisa científica sobre efeitos de radiação em organismos vivos¹¹. Há também o uso da radiação na preservação de alimentos ou no diagnóstico e tratamento de enfermidades¹². Destarte, afirmar que o setor nuclear salva muito mais vidas que aquelas que tirou não é um argumento enviesado, é uma constatação!

9 <https://www.abacc.org.br/>

10 Canto, O A M (Org.). O modelo ABACC. UFSM, Santa Maria, 2016.

11 Berns, K I, Bond, E C, Manning, F J. Resource sharing in biomedical research, 1996, National Academies Press.

12 <http://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/overview/the-many-uses-of-nuclear-technology.aspx>

Mesmo assim, é indubitável a capacidade dos “lobbies” enaltecendo as consequências adversas do uso da energia e tecnologias nucleares. Esses tem sido mais poderosos e eficazes que os “lobbies” favoráveis. Como nos ensina a história, a contraposição a tais forças, inclusive as obscurantistas, somente será estabelecida num debate franco, realizado sob a luz da ciência e com a participação dos setores da sociedade interessados em contribuir a um projeto ambientalmente responsável de desenvolvimento da nação. Sob tais perspectivas, a opção nuclear poderá desempenhar um papel unificador e transformador da cultura nacional.

Uma classe de argumentos contrários ao uso da energia nuclear refere-se aos acidentes de Three Mile Island, Chernobyl e Fukushima cujas causas foram analisadas detalhadamente¹³. Isso levou ao aprimoramento da tecnologia de segurança da geração de energia nuclear nas usinas em operação, em construção ou em planejamento. Todavia, os acidentes acabam por reforçar um sentimento de que os processos industriais e humanos neste campo não estão sob controle. Esse sentimento está equivocado. A análise detalhada das falhas técnicas e humanas por trás desses acidentes levaram à implementação de uma série de aperfeiçoamentos culturais e tecnológicos que reduzem os riscos de novos acidentes e seus impactos à saúde humana, ao ambiente, à sociedade e à economia. Ressalte-se que todo empreendimento tecnológico humano possui um risco associado e, no debate com a sociedade, é crucial que a diferença entre risco e percepção de risco seja apresentada com a máxima clareza.

Todavia, há que se ressaltar que o receio de acidentes teve dois efeitos absolutamente positivos ao setor nuclear: a criação do conceito de “Cultura de Segurança”^{14 15 16} e de novas tecnologias de prevenção, contenção e mitigação de acidentes e seus efeitos. Se tais critérios de excelência técnica e cultural forem transplantados para outros segmentos da sociedade como os setores químico, hidráulico, médico e ambiental, viveremos em um mundo muito mais seguro e limpo que o atual. Cabe ao setor nuclear, em seu debate com a sociedade, apresentar tais critérios para que assuma uma posição de vanguarda no processo civilizatório. Almejar tal prestígio é legítimo se considerarmos que os requerimentos de um programa nuclear constituem algumas das mais elevadas realizações desse grande empreendimento humano chamado ciência.

Na sociedade internacional há um debate aberto sobre a destinação dos resíduos nucleares de produção de eletricidade (de fato, apenas 3% do combustível irradiado representa um risco real a longo prazo)¹⁷. Sendo assim, é necessário que o conjunto da humanidade possa apreciar soluções de transição para esse problema. Um exemplo é o armazenamento geológico que poderá auxiliar na desobstrução das piscinas das usinas nucleares. Uma outra possibilidade é o reprocessamento que poderá prolongar a vida útil de uma grande quantidade de combustível nuclear. Quanto a esse tópico, enfatizamos que quase todos os países encontram-se aproximadamente no mesmo nível. Menos a França, que pode ter avançado um pouco

13 https://www.iaea.org/nuclearenergy/nuclearknowledge/Knowledge_Organization_Systems/NA-KOS_.html

14 http://www.senado.leg.br/comissoes/cma/ap/AP20110323_Laercio_Vinhas.pdf

15 <http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/Seguranccedila/CulturadeSeguran%C3%A7a.aspx>

16 <http://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A24E08D405014E0D2E60BA7E1F>

17 <https://www.iaea.org/newscenter/news/technological-challenges-safe-disposal-radioactive-waste>

mais, devido ao seu projeto CIGEO e a separação de actínideos – que são os elementos a representar problemas reais¹⁸.

5. A cesta energética: otimizando as matrizes energéticas

O cenário energético mundial está em transformação. A transição para uma cesta energética caracterizada por uma combinação ótima entre as diversas matrizes está na sua infância. Um requerimento central dessa cesta energética é minimizar os impactos negativos do consumo de recursos naturais. Por exemplo, há muito se discute o fim do pico de produção de petróleo e seu uso parcimonioso. O petróleo é um recurso finito com vastas possibilidades de aplicações nobres após o refino. Para o Brasil, abre-se um cenário de uso das jazidas do pré-sal não somente como combustível, mas também na produção de manufatura de alto valor agregado. O PNB apresenta duas contribuições óbvias nesse tópico: a conclusão do submarino a propulsão nuclear para proteção da Amazônia Azul e a oferta de energia nuclear, como fonte firme, para substituir as termelétricas emissoras de gases de efeito estufa, fomentar atividades de manufatura de alto desempenho e impulsionar o transporte baseado em eletricidade.

A contribuição da matriz nuclear como solução de transição deste novo cenário energético pode ser vislumbrada concretamente. Os reatores em operação atualmente, de geração 1, 2, podem utilizar como combustível o urânio 235 e, eventualmente, o plutônio produzido após a fissão do urânio. Há também os reatores de geração 3 que integram desde seu projeto inicial novas tecnologias de segurança motivadas pelos acidentes de Three Mile Island, Chernobyl e Fukushima¹⁹. Esses reatores possibilitaram o desenvolvimento do combustível MOX (mistura de óxido de plutônio) que economiza 20% do combustível utilizado em comparação a uma carga sem reciclagem. Supondo que no futuro toda usina nuclear tenha um reator de geração 3 em operação, teremos a geração de eletricidade pela via nuclear por 250 anos adicionais. Se implementarmos usinas utilizando os reatores de Geração 4, chamados reatores rápidos, ganharemos mais 3.000 anos. Isso nos dá a possibilidade de desenvolver reatores de fissão que utilizem o tório e nos possibilitaria mais 30.000 anos de geração de eletricidade. Essa estimativa ignora a possibilidade de controle da fusão e sua utilização na geração de eletricidade.

Devemos salientar que consideramos útil toda matriz energética que possa ser relevante na minimização de impactos ambientais e sociais negativos e na ampliação dos benefícios trazidos. O desenvolvimento da energia nuclear garante oferta firme de eletricidade e a possibilidade de redirecionamento de parte de seus ganhos ao desenvolvimento de matrizes alternativas. Um breve parêntese, para tal proposta se concretizar urge que o Brasil conclua a usina de Angra 3 e amplie sua participação no mercado de fornecimento de combustível nuclear via exportação pela INB (ver nota de rodapé 8). Retornando ao tópico, é lamentável que o debate sobre a questão energética foque-se na oposição a determinadas matrizes energéticas, quando tais recursos intelectuais poderiam direcionar-se ao processo de otimização do uso dos recursos componentes da cesta energética da nação e do planeta. O Brasil possui abundância de recursos para produção de eletricidade a partir da energia solar, eólica, biomassa (por exemplo, bagaço de cana-de-

18 <http://www.cigéo.com/en/>

19 As usinas de geração 1 e 2 são obrigadas a operar segundo regras de segurança formuladas pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA).

açúcar), hidráulica de rio ou mar, eficiência energética, produção de hidrogênio e técnicas de armazenamento em todas as suas formas. Ou seja, há uma miríade de possibilidades tecnológicas que ainda precisam ser desenvolvidas em sinergia com a energia nuclear. Destarte, devemos modificar o enfoque do debate energético saindo da oposição entre fontes de energia para a busca de cenários de complementaridade.

6. Brasil: uma nação em busca de um novo projeto

É claro que um planejamento que envolva escalas temporais de séculos exige uma modificação do paradigma cultural brasileiro. Nos habituamos a governantes que tradicionalmente planejam ações pelos próximos 5 ou 10 anos. Isso é insuficiente, pois as escalas de tempo aqui discutidas exigem o planejamento e estruturação de programa de Estado, independente de as execuções serem efetuadas por iniciativas estatais ou privadas. Ressalte-se ser importante evitar armadilhas intelectualmente superficiais: a de que o planejamento impedirá a livre iniciativa de agentes privados ou que a ação Estatal será suficiente para garantir a incorporação ampla do PNB pela população. Tais interpretações dizem muito sobre as inclinações ideológicas de quem as elabora e pouco adiciona a um debate que visa maximizar os benefícios que podem ser trazidos pelo PNB.

À luz das questões brevemente elencadas acima, podemos vislumbrar a viabilidade de uma ampliação segura do PNB. Essa ampliação possibilitará um crescimento do PIB brasileiro e a modernização de sua matriz industrial, capacitando-a para a manufatura de alta complexidade. A expansão da oferta de energia, pela matriz nuclear, contribuirá ao aumento do IDH²⁰ nacional e ao crescimento do PIB²¹. A modernização do parque industrial, pela sofisticação de nossa capacidade manufatureira, possibilitará aos nossos profissionais um conjunto de oportunidades caracterizadas por formação técnica e cultural de excelência²². Isso deve contribuir à ampliação das possibilidades de incremento de renda pela população economicamente ativa e enriquecimento de nossa cultura com a incorporação da ciência como mais um de seus traços marcantes. Ou seja, esse processo deve ampliar a distribuição das riquezas contidas no solo da nação, melhorar o padrão de vida de sua população, bem como sua capacidade de preservação e melhoria das condições ambientais do país.

Quanto aos custos financeiros, embora o investimento inicial da usina nuclear seja relativamente alto, ela permanece operacional por 60 anos com um baixo custo, fornecendo energia de base confiável. Assumamos que 50% das necessidades energéticas de um país são atendidas pela eletricidade. Se a energia nuclear responder por 25% da produção de eletricidade, a nação terá um recurso imenso a seu dispor, sem que a participação de outras matrizes seja obstruída. Ao contrário, parte das riquezas geradas a partir da fonte nuclear podem ser direcionadas no desenvolvimento de novas tecnologias de geração de eletricidade. Ou seja, não é necessário que o debate energético brasileiro tenha como palco uma arena que seria mais adequada à realização do Fla-Flu. As riquezas geradas pela ampliação do PNB podem ter uma outra

20 Silva, M G, Guimarães, L S. Uso do índice de desenvolvimento humano como instrumento de projeção de demanda de energia elétrica. *Economia e Energia*, 2012, No. 86.

21 Por exemplo: http://www.ime.unicamp.br/sinape/sites/default/files/ConsEletric-CresceEcon_conident.pdf

22 Hartmann, D, Guevara, M R, Jara-Figueroa, C, Aristarán, M, Hidalgo, C A. Linking economic complexity, institutions, and income inequality. *World Development*, 2017.

aplicação nobre: a garantia da defesa e do uso de recursos naturais, como patrimônio genético ou minérios, da Amazônia e da Amazônia Azul²³ ou das imensas reservas de água doce sob a floresta amazônica ou no Aquífero Guarani. Ademais, ao avaliar os benefícios da ampliação da oferta da energia nuclear no Brasil, os ganhos de arraste devem ser tratados utilizando-se dados objetivos e mensuráveis. Os ganhos com formação de recursos humanos qualificados que, conseqüentemente, desenvolverão tecnologias avançadas de importância econômica devem ser avaliados e contabilizados. Isto é, a avaliação puramente financeira dos custos e benefícios do PNB é insuficiente, e seu protagonismo no debate deveria ser reduzido.

7. Considerações finais

Por fim, uma reflexão de ordem mais pessoal. O Brasil tem um território 16 vezes maior que a França (se desconsideramos a Amazônia Azul) e população apenas 3 vezes mais numerosa e mais jovem. O solo possui os recursos naturais que são a riqueza material de uma nação. Se dividirmos 16 por 3, verificamos, sem considerar qualquer agregação de valor via desenvolvimento tecnológico, que há o potencial de que cada habitante brasileiro seja em média até 5 vezes mais rico que um habitante francês. Obviamente, a França é um país com mais de 200 anos de história moderna, mas a revolução industrial se espalhou pelo mundo e o Brasil está absorvendo essas tecnologias. Avaliemos a incorporação das ferramentas de informática pela sociedade brasileira ou o desenvolvimento da tecnologia de enriquecimento de urânio por ultracentrífugas. Esses casos exemplificam, primeiro, o potencial humano dessa nação e, segundo, como a existência de projetos mobilizadores pode canalizar nossa capacidade criativa ao trabalho e à geração de riquezas. Destarte, há capacidade humana no Brasil apta a fazer desta uma nação com papel de liderança no cenário mundial, capaz de incorporar experiências internacionais bem-sucedidas e oferecer uma contribuição original, fundada numa cultura de uso da ciência em benefício da espécie, pelo uso racional de recursos naturais e em sua transformação com vistas a aplicações pacíficas. O desenvolvimento da nação em outras frentes requer recursos financeiros que poderão ser gerados pela ampliação do PNB.

23 Vidigal, A A F. Amazônia azul: o mar que nos pertence. Record, 2006.