



# BRASIL NUCLEAR

Informativo da Associação Brasileira  
de Energia Nuclear

Ano 29 • Número 54 • Setembro 2022

## Como garantir a segurança energética

As recomendações da Aben  
para o próximo governo



Editorial

**Energia, um dos principais desafios do próximo governo**

3

Capa

**Energia nuclear  
Garantia de segurança energética, econômica e ambiental ao sistema elétrico**

4

**Mundo sofre efeitos do aquecimento global**

8

**As propostas da Aben para o desenvolvimento nuclear**

9

**Sem talento não há conhecimento**

10

Indústria

**O retorno do investimento no setor nuclear para a sociedade**

11

Ciência

**SBPC pede finalização do Reator Multipropósito**

14

Política industrial

**PNB: 71 anos de ações esparsas e sem continuidade**

15

Presidente da Aben  
Carlos Henrique C. Mariz

Conselho Editorial  
Alexandre Gromman – Aben  
Cláudio Almeida – Aben  
Edson Kuramoto – Aben  
Francisco Rondinelli – Cnen  
Márcia Flores – Aben

Editora  
Vera Dantas

Colaborador  
Bernardo Barata

Produção Editorial  
Inventhar Comunicação

Edição de Arte  
IG+ Comunicação Integrada

Brasil Nuclear é uma publicação da Associação Brasileira de Energia Nuclear - Aben  
Rua Candelária, 65 • 14º andar • Centro Rio de Janeiro • RJ • CEP: 20091-906  
Tel: (55 21) 2266 0480 • 2588 7000 • Ramal 4721  
aben@aben.com.br • www.aben.com.br

# Energia, um dos principais desafios do próximo governo

A enorme e persistente alta das tarifas de energia (principalmente do gás natural), decorrente do conflito da Ucrânia, e a disparada dos preços dos produtos agrícolas, estes também afetados pelas mudanças climáticas, estão provocando um forte impacto na economia mundial. Na Europa, os países discutem a adoção de medidas para reduzir o consumo de eletricidade, de forma a evitar cortes, e para ajudar as famílias a pagar a fatura de energia. Setores da indústria e produtores agrícolas reivindicam medidas urgentes para limitar o aumento de preços. Num exemplo de como a vida dos cidadãos está sendo afetada, um sorveteiro italiano postou nas redes sociais o boleto da conta de luz, em meados de agosto: o valor, superior a 5 mil euros (cerca de R\$ 26,7 mil), representa um reajuste de 489% em relação ao cobrado no mesmo período de 2021 – que ele já considerava muito alto. Na China, as secas e ondas de calor provocaram suspensão ou redução do fornecimento de eletricidade às fábricas.

No Brasil, as variações climáticas já estão afetando o agronegócio, enquanto a estiagem de 2021 trouxe ameaça de racionamento e provocou grande aumento nas tarifas de energia elétrica. Nesse cenário, o país começa a escolher em outubro seus novos governantes. O novo governo brasileiro, que assume em 2023, tem pela frente o grande desafio de garantir a energia indispensável à retomada do crescimento econômico e ao desenvolvimento social, com preços competitivos – o Brasil tem uma das mais altas tarifas de eletricidade do mundo. Para vencê-lo, precisa priorizar a segurança energética, uma questão estratégica para a maioria dos países, e investir na expansão da oferta. A energia nuclear é uma peça-chave nesse sentido, uma vez que garante grande volume de abastecimento com preços competitivos. Além disso, colabora para a diminuição dos gases do efeito estufa, que provocam o aquecimento global, e

contribui para reduzir a grande incidência de doenças cardiorrespiratórias, causadas pela poluição inerente à energia fóssil. Por tudo isso, é preciso ampliar a participação da energia nuclear na matriz elétrica.

Esta edição da **Brasil Nuclear** apresenta aos candidatos à Presidência as propostas da Associação Brasileira de Energia Nuclear (Aben) para o desenvolvimento do setor nuclear.

Consideramos fundamental a conclusão da usina Angra 3 até 2028, ano previsto para sua entrada em operação. Com 67,26% das obras civis realizadas, num investimento de cerca de US\$ 1,6 bilhão, o projeto demandará recursos de US\$ 3,013 bilhões para sua conclusão.

Também consideramos de grande importância a definição de um programa de expansão da base nuclear, de acordo com as diretrizes do PDE 2032, que prevê a inclusão de pelo menos 1.000 MW de energia nuclear em 10 anos, e do PNE 2050, que prevê a instalação de cerca 10.000 MW nos próximos 30 anos. No horizonte do programa decenal, são necessárias providências relacionadas ao projeto, licenciamento, financiamento e construção da nova unidade e das usinas que se seguirão. Em relação ao PNE 2050, é preciso definir marcos temporais, que sirvam de referência e orientação para as empresas não só de fornecimento de bens e serviços, financiamento, mas também de operação, manutenção e formação de pessoal, além de providências legais, institucionais e administrativas.

Uma medida necessária é coordenar as ações para aprovação no Congresso Nacional de uma PEC que libere investimentos privados na construção e operação de usinas nucleares. Com um programa bem definido e a participação da iniciativa privada, será possível construir usinas nucleares em menor tempo e com baixo custo de investimento.

É preciso dotar a Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN) de capacitação para realizar, na velocidade e profundidade necessárias, o licenciamento nuclear da série de usinas nucleares definidas no programa.

Também consideramos fundamental para a expansão do setor, que o governo defina e realize os estudos complementares dos novos sítios nucleares.

Uma importante medida pleiteada ao próximo governo pelo setor nuclear é a consolidação do Programa Nuclear Brasileiro (PNB), com o estabelecimento de objetivos, metas, cronogramas de execução e a designação de recursos a serem investidos. Um dos principais projetos do PNB é a construção do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB). Para que ele se concretize, é preciso garantir o aporte ininterrupto dos recursos estimados em R\$ 2,5 bilhões, a serem desembolsados no prazo de cinco anos previsto para sua execução.

É necessário também investir para que o Brasil se torne autossuficiente na produção do combustível nuclear.

Por último, consideramos que os recursos humanos constituem fator indispensável para a execução e sucesso da política nuclear. Nesse sentido, a Aben reivindica a contratação de novos pesquisadores para os institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), de forma a repor as perdas dos últimos anos.

Estas e outras medidas para garantir ao país a autossuficiência energética, que apresentamos aos candidatos à Presidência, estão detalhadas nas próximas páginas.

Boa leitura!

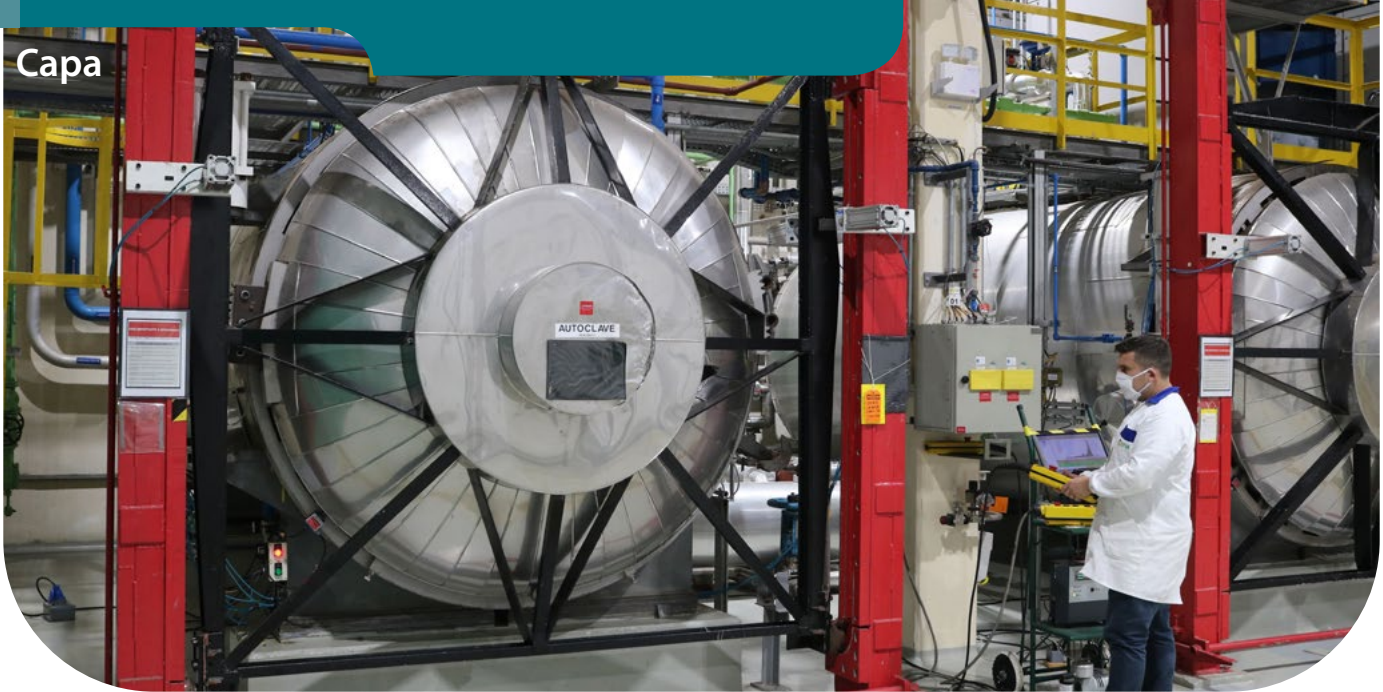


Foto: Comunicação INB

## Energia nuclear

Garantia de segurança energética, econômica e ambiental ao sistema elétrico

Vera Dantas

A ameaça de suspensão do fornecimento de gás natural da Rússia, a alta do custo dos combustíveis e o aumento do uso do carvão para gerar eletricidade, decorrentes do conflito da Ucrânia, além das altas temperaturas no verão do hemisfério Norte, em consequência do aquecimento global, colocam a segurança energética no centro das atenções globais. Ao mesmo tempo, reforçam as preocupações com os compromissos de controle de emissões de gases do efeito estufa.

Nesse momento de crise energética e de intensificação dos problemas climáticos, a energia nuclear assume importância estratégica. A Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês) alertou, em relatório recente, que o mundo precisa dobrar sua capacidade de geração de energia nuclear até 2050 para atingir as metas do acordo de Paris de reduções de emissões de gases poluentes. Outro indicador do reconhecimento da importância da energia nuclear para a geração limpa é sua classificação como investimento “verde” pelo Parlamento Europeu, em decisão tomada em julho passado. A classificação (taxonomia) tem o objetivo de ajudar a mobilizar fundos privados para projetos baseados nessa fonte energética.

A energia nuclear é a única alternativa economicamente viável e estratégica para garantir a segurança do abastecimento e a estabilidade de preços da eletricidade. A Alemanha, maior economia da Europa e fortemente dependente do gás natural russo, recuou no abandono da energia nuclear, adiando para 2024 o fechamento de suas três últimas usinas em operação, previsto para o final deste ano. Já a França, que

tem cerca de 70% da eletricidade gerada em usinas nucleares, anunciou que vai construir seis novas usinas até 2050 e estudará a construção de mais oito, além de estender a vida útil das unidades em operação. Também dentro da estratégia de expansão da energia nuclear, o país vai estatizar integralmente a companhia elétrica EDF, na qual já detém 84% de participação. Após 30 anos sem investir em energia nuclear, a Inglaterra emprega cerca de 8 mil pessoas na construção de Hicly Point HC3, que terá dois reatores com capacidade de fornecer 3260 MW de eletricidade por 60 anos, e tem planos de implantar novas usinas. Enquanto Holanda e Bélgica analisam a possibilidade de extensão da vida útil de suas plantas atuais, Polônia e Romênia assinaram acordos com empresas dos EUA para a construção de plantas baseadas em reatores modulares de pequeno porte (SMR, da sigla em inglês). O Egito iniciou em julho a construção de sua primeira planta, com tecnologia russa.

Na Ásia, a China aprovou a construção de seis novos reatores, como parte de seu projeto de alcançar 70 GWe de capacidade nuclear até o final de 2025, de acordo com o 14º Plano de Cinco Anos (2021-2025). A China tem 54 reatores em operação, com capacidade de gerar 52,1 MWe, e está construindo mais 21, com capacidade de 21,7 MWe<sup>1</sup>.

No Japão, que conta com 33 reatores, dez foram licenciados para o retorno à operação sob as regras de segurança pós-Fukushima. Outras sete unidades também foram licenciadas pelo regulador nuclear do país para retomar as operações, mas ainda não foram conectadas à rede. E nos

<sup>1</sup> China Nuclear Power, World Nuclear Association. Disponível em <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx>

Estados Unidos, líder em número de usinas em operação, o governo acaba de aprovar um pacote bilionário de medidas para o meio ambiente, saúde e segurança energética. A proposta injetará US\$ 437 bilhões em ações para o clima e programas destinados a incrementar a eficiência energética do país.

## Desenvolvimento Humano

A energia elétrica é primordial para o desenvolvimento econômico e social de uma sociedade. A relevância desse insumo básico é demonstrada, entre outros indicadores, pela relação entre o consumo de eletricidade per capita e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Ocupando a 84ª posição em consumo de energia e a 75ª posição no ranking do IDH, o Brasil tem um baixo consumo per capita de eletricidade, em torno de 2.500 kWh/habitante/ano, metade do consumo per capita de Portugal e um terço do verificado na Espanha, por exemplo. Está muito longe do consumo per capita do Canadá (13.854 kWh/hab/ano), Estados Unidos (11.730 kWh/hab/ano), Alemanha (6.693 kWh/hab/ano), e França (6.644 kWh/hab/ano), e abaixo até mesmo de outros países do continente sul-americano, como o Chile (4.026 kWh/hab/ano).

De acordo com a relação entre consumo de eletricidade per capita e IDH, isto significa que o Brasil precisa mais que duplicar seu consumo per capita de eletricidade, ou seja, gerar o dobro da eletricidade atual para alcançar um nível de desenvolvimento econômico e social que eleve a qualidade de vida de nossa sociedade.

Ao analisar a relação entre consumo de eletricidade e Produto Interno Bruto (PIB), o engenheiro Drausio Atalla, que foi superintendente responsável pela operação das usinas Angra 1 e Angra 2, aponta que um aumento de 10% no consumo de eletricidade em um país representa 10% de aumento de PIB. De acordo com ele, o Brasil precisa de 170 mil megawatts-elétricos (MWe) de fontes de eletricidade com altos fatores de capacidade (superiores a 80%), localizadas próximas aos centros de consumo, o que representaria um investimento total da ordem de US\$ 600 bilhões. Esse investimento poderia crescer US\$ 4 trilhões ao PIB brasileiro, ou aumentá-lo – per capita – em US\$ 7.500 ao ano. A despeito de

## Setor nuclear em expansão

- 440 usinas em operação
- 55 usinas em construção
- 95 usinas em aprovação
- 340 usinas em planejamento

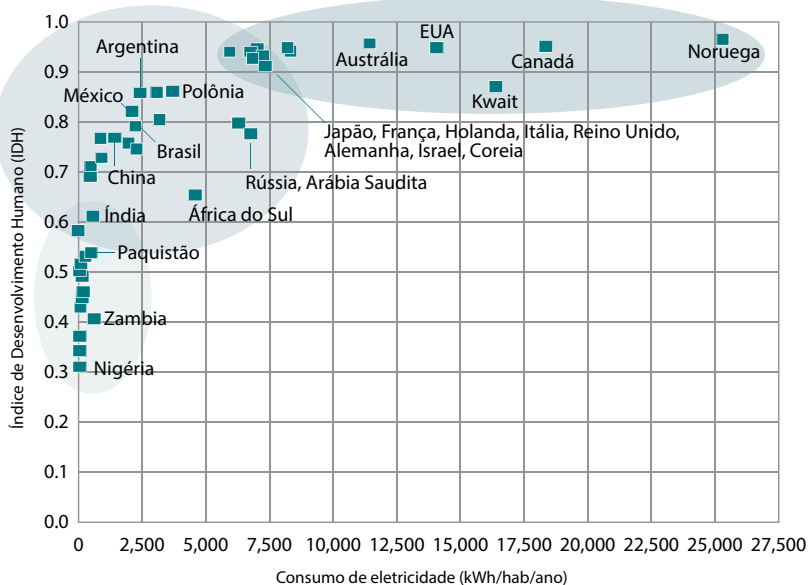
Fonte: World Nuclear Association, junho de 2022

serem vultosos, esses recursos devem ser considerados investimentos estratégicos, e não gastos. “Investir US\$ 600 bilhões em um período de dez a 15 anos significa um investimento anual de US\$ 40 bilhões a US\$ 60 bilhões, ou seja, 2% a 3% do nosso PIB. Nenhum investimento em infraestrutura traria tal resultado, por custo tão baixo e em tão pouco tempo. Americanos, chineses, japoneses, alemães, ingleses, franceses e todos os demais países ricos fizeram exatamente isso”, argumenta o especialista<sup>2</sup>.

## Ameaça ao fornecimento

Mesmo sem os problemas decorrentes de instabilidade geopolítica – como a que afetou o fornecimento do gás natural russo para os países europeus –, o Brasil enfrenta ameaças à sua segurança energética. Tendo 65% de sua matriz elétrica baseada na geração hidráulica, o fornecimento de energia está diretamente ligado ao regime pluviométrico. Desde 2011, os índices de chuva têm sido baixos, comprometendo a capacidade de armazenamento dos reservatórios. No ano passado, por exemplo, isso afetou fortemente o nível dos reservatórios das regiões Sudeste e Centro-Oeste, subsistema responsável por cerca de 70% da capacidade das hidrelétricas brasileiras, que chegou a patamares próximos aos verificados em 2001, quando houve racionamento de energia. Com isso, o país passou a importar eletricidade do Uruguai e da Argentina e antecipou em alguns meses o acionamento das

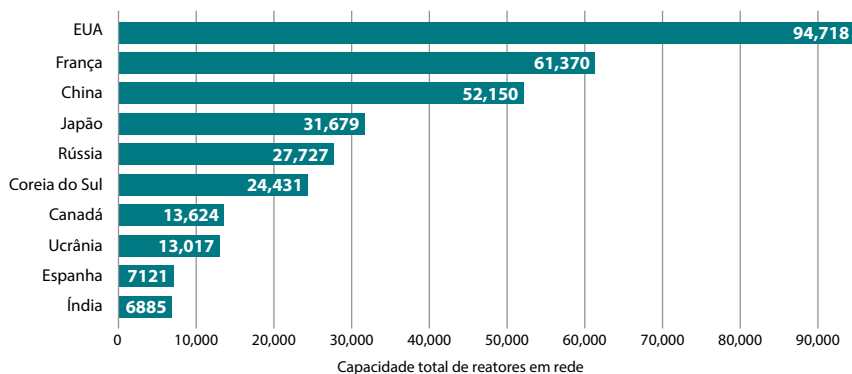
### IDH x Consumo de eletricidade



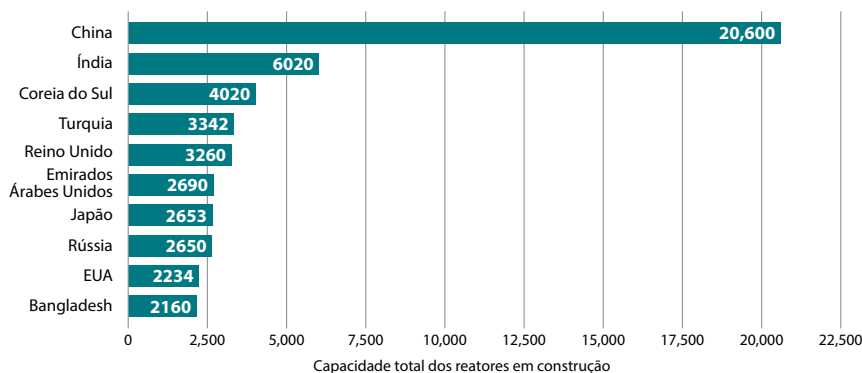
**Brasil | Consumo: 84ª posição | IDH: 75ª posição**

<sup>2</sup> Aben – 27/06/2022.

### Países com maior capacidade instalada



### Países com maior capacidade em construção



usinas termelétricas a óleo diesel, originalmente construídas para atuar apenas emergencialmente no período oficial de estiagem (abril a outubro).

A legislação ambiental limitou o aproveitamento do potencial hidráulico do país, o que levou, a partir dos anos 90, à construção de hidrelétricas com pequenos reservatórios, sendo quase a fio d'água. A consequência foi a perda da capacidade de armazenamento de água para enfrentar os períodos sem chuva.

A escassez hídrica impactou fortemente as tarifas. O valor pago pelos consumidores entre setembro e dezembro de 2021 é quatro vezes o do último trimestre de 2019, ano anterior à pandemia da Covid, e 16 vezes o do mesmo período de 2020<sup>3</sup>. O aumento poderia ter sido ainda maior, não fosse a contribuição da energia produzida pelas usinas Angra 1 e Angra 2 ao Sistema Integrado Nacional (SIN). As tarifas que remuneram essas usinas foram reajustadas recentemente em 39,86%, passando de R\$ 249,64 por MWh em 2021 para R\$ 349,15 por MWh em 2022. Mesmo assim, estão muito abaixo das tarifas vencedoras do último leilão de capacidade – que comercializa fontes que trazem segurança para o sistema, como a das termelétricas –, em torno de R\$ 600,00 por MWh.

Seja por mérito econômico ou por razões de segurança eletroenergética, as usinas Angra 1 e Angra 2 são fontes preferenciais para despacho. Na visão do Operador Nacional do Sistema (ONS), seus baixos custos unitários variáveis, bem como os altos índices de disponibilidade de geração e confiabilidade, as tornam um dos principais recursos para atendimento à carga do subsistema Sudeste/Centro-Oeste e do SIN (*ver Usinas de Angra são vitais para o equilíbrio do sistema integrado*).

Embora correspondam a somente 1,7% da capacidade instalada do país, com 2 GW instalados, as usinas nucleares Angra 1 e Angra 2 são responsáveis por quase 3% da energia gerada. Com a entrada em operação de Angra 3, prevista para 2026, a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto passará para 3,5 GW.

<sup>3</sup> <https://www.poder360.com.br/energia/escassez-hidrica-quadruplicou-custo-com-bandeiras-tarifarias/>

## Gargalos

A existência de uma política de Estado que tenha continuidade, mesmo com mudanças de governo, é condição indispensável para um país desenvolver com sucesso qualquer projeto estratégico. Esse é o caso a área nuclear, uma vez que os projetos nucleares são de longo prazo, ultrapassando os períodos de um ou dois mandatos presidenciais.

A descontinuidade de objetivos, uma das principais vulnerabilidades do setor nuclear brasileiro, é responsável pelo enorme atraso e o aumento de custos de projetos como a construção das usinas nucleares. Muitas interrupções multiplicaram por quatro o tempo de construção de Angra 2 – previstas para durarem seis anos, as obras consumiram 20 anos –, período no qual a operadora foi obrigada a arcar com os juros do financiamento. Também atrasada, Angra 3 só deverá operar em 2028, 30 anos depois do programado (*ver PNB: 71 anos de ações esparsas e sem continuidade*).

A ausência de uma política de Estado impacta negativamente outros projetos estratégicos na área nuclear, como o desenvolvimento de submarino com propulsão nuclear, da Marinha do Brasil, cujo tempo de execução foi muitas vezes estendido em função da instabilidade no aporte de recursos. Em situação ainda mais crítica está o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), que permitirá estender os benefícios da medicina nuclear para grande parte da população brasileira. Os prazos do programa são constantemente modificados em função dos aportes financeiros recebidos. Em 2017, por exemplo, da verba de R\$ 1.959.887,00 para as ações de posse e de conservação do local e de licenciamento ambiental, foram efetivamente recebidos R\$ 826 mil. Em 2022, o projeto ainda não teve verba alocada. A perspectiva é que, a partir de 2023, sejam aportados no projeto recursos da ordem de R\$ 300 milhões/ano.

A descontinuidade de objetivos é a responsável pelo atraso e aumento dos custos das usinas nucleares

Embora possua uma das maiores reservas mundiais de urânio e a tecnologia do ciclo do combustível nuclear, atualmente o Brasil importa a maior parte dos insumos necessários à fabricação do combustível utilizado nas usinas de Angra 1 e 2. As atividades do ciclo do combustível são monopólio da União e a Indústrias Nucleares do Brasil (INB) é responsável por toda a cadeia produtiva (pesquisa, lavra, enriquecimento, industrialização e comércio de minérios nucleares e derivados) do urânio.

Até muito recentemente, a INB era dependente dos recursos do Tesouro para a realização de suas atividades. A Medida Provisória n.º 1.133/2022, de 12 de agosto, reduziu essa dependência, dando mais flexibilidade à empresa para se associar à iniciativa privada para o desenvolvimento da pesquisa, lavra e a comercialização de minérios nucleares, de seus concentrados e derivados, e de materiais nucleares. A MP também transferiu a INB para a ENBpar, que reúne as geradoras Itaipú e Eletronuclear, o que permitirá que a empresa passe a gerir os recursos advindo da venda de seus produtos e serviços.

Outro gargalo importante do setor nuclear está na área de pesquisa. O quadro de pesquisadores dos institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) foi desfalcado em cerca de 70% dos seus efetivos devido a aposentadorias e saídas de profissionais para outras áreas. Com isso, muitas pesquisas foram descontinuadas e alguns laboratórios, fechados. Os recursos para a área de pesquisa são, hoje, um terço dos vigentes em 2010.

## Usinas de Angra são vitais para equilíbrio do SIN

A produção das usinas nucleares Angra 1 e Angra 2 é vital para o equilíbrio do Sistema Integrado Nacional (SIN). Disponibilizada diretamente no subsistema Sudeste/Centro-Oeste, que possui a maior carga do SIN, a geração term nuclear contribui para evitar congestionamentos nas interligações entre subsistemas e, em cenários com baixa disponibilidade de geração hidráulica nas regiões Sul e Sudeste, para o atendimento do período de máxima carga do SIN. A ausência de despacho dessas usinas aumenta o risco de necessidade de racionamento para controle da frequência do SIN. As informações constam de documento enviado pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) ao Ministério de Minas e Energia, em 06 de janeiro de 2021<sup>1</sup>.

A falta de geração de Angra 1 e Angra 2 exigiria por parte do ONS a adoção de medidas para evitar o risco de instabilidade para o SIN. Essas medidas envolveriam: a restrição de intercâmbio de energia da região Sul para a região sudeste; restrição de fluxo de energia das usinas da região Norte, notadamente para a geração das hidrelétricas Belo Monte e Tucuruí; e eventual necessidade de realização de despacho de geração termelétrica em usinas do estado do Rio de Janeiro. Esse despacho adicional traria um forte impacto econômico, podendo resultar em custo da ordem de até R\$ 5 milhões por dia.

O documento cita simulações realizadas em janeiro de 2021 mostrando que a indisponibilidade das usinas Angra 1 e Angra 2 aumentaria, em termos médios, cerca de R\$ 1,7 bilhões no custo total de operação em um período de cinco anos (janeiro de 2021 a dezembro de 2025), que equivale a um aumento percentual de cerca de 7,3%. E ressalta que para os cenários hidrológicos mais críticos, este aumento de custo pode ser da ordem de R\$ 60 bilhões, equivalente a um aumento percentual de cerca de 21%.

<sup>1</sup> Carta ONS 0004/DGL/2021. Disponível em <https://www.eletronuclear.gov.br/Imprensa-e-Midias/>

# Mundo sofre efeitos do aquecimento global

Nos últimos meses, o mundo está experimentando uma onda de aquecimento sem precedentes. Temperaturas extremamente altas e seca prolongada têm provocado danos em países da Europa, Ásia e nos EUA.

Na Europa, a seca afetou o transporte de carga, a produção de energia, o fornecimento de água potável, de produtos alimentícios de origem animal e as colheitas. O calor e a seca têm provocado incêndios florestais em países como a França, a Espanha e a Croácia. Mais de 2 mil pessoas foram mortas na Espanha e Portugal em decorrência das ondas de calor.

Na Alemanha, o rio Reno, o mais importante do país para o transporte de carga, atingiu níveis tão baixos que os barcos foram obrigados a cancelar o transporte ou reduzir sua capacidade de carga em até 75%. A crise no Reno pode atingir gravemente os países da Europa Central e Oriental sem litoral, que dependem desse rio para transportar combustível. Como o transporte de carga também foi suspenso por várias semanas no rio Elba, economistas estimam que os impactos no corredor de navegação possa derrubar meio ponto percentual do crescimento econômico na Alemanha.

A França está diante de sua pior seca de todos os tempos. Devido à proibição de irrigação para os agricultores, a produção de milho será a pior em uma década – situação agravada devido ao impacto da guerra nas importações de milho da Ucrânia. Outras culturas, incluindo trigo, pêssegos, morangos e damascos, também estão sendo afetadas.

A queda de 90% no fluxo do rio Pó atingiu a produção de milho e arroz de risoto na Itália. A colheita de arroz risoto pode cair 60%. No total, um terço das fazendas na Itália estão agora produzindo alimentos sob prejuízos.

Na Suíça, onde o nível do Lago Constança está no nível mais baixo para esta época do ano há mais de 130 anos, a produção de queijo está sendo interrompida devido aos pastos secos e redução do abastecimento de água para o gado. A Suíça também está enfrentando uma escassez de produtos petrolíferos, devido à dificuldade de transportá-los pelo rio Reno.

No Reino Unido, ondas calor cruzaram a marca dos 40°C pela primeira vez. A seca, a guerra na Ucrânia e o Brexit provocaram o aumento de até 20% no preço de alguns alimentos.

Os preços dos alimentos também subiram 20% na Eslováquia. Cerca de 99% do país estão sob condições de seca, com quase 60% em condições de seca “extrema”. Muitos lugares estão lutando para fornecer água potável suficiente e



## Energia nuclear reduz emissão de gases do efeito estufa

A energia nuclear contribui diretamente para a redução e controle das emissões de gases de efeito estufa. A substituição de 20% da geração de carvão por 250 GW de geração nuclear reduziria cerca de 15% das emissões do setor elétrico por ano, estima o relatório Nuclear Energy for a Net Zero World, da Agência Internacional de Energia Atômica.

Por ser uma fonte firme de eletricidade e calor com baixo carbono, é adequada para substituir o carvão e outros combustíveis fósseis, ao mesmo tempo que fornece calor e hidrogênio para descarbonizar setores não energéticos como a produção de aço, cimento e produtos químicos, e o transporte marítimo e aéreo – que juntos respondem por cerca de 60% das emissões globais relacionadas à energia.

há possibilidade que dezenas de milhares de vacas tenham que ser mortas devido à falta de alimentos para elas durante o inverno.

## Indústria afetada na China

Rios secos, calor escaldante e racionamento de energia em regiões da China estão paralisando fábricas e ameaçando a produção agrícola. Governos municipais ordenaram que as fábricas locais paralisassem ou reduzissem temporariamente suas operações para economizar energia. Os cortes, embora limitados até agora, estão afetando vários fabricantes globais, como Apple, Toyota e Volkswagen.

Fontes: Climainfo e jornal Valor Econômico



# Propostas da Aben para o desenvolvimento nuclear

A segurança energética é uma questão estratégica para a maioria dos países. O novo governo brasileiro, que assume em 2023, tem pela frente o grande desafio de garantir a energia indispensável à retomada do crescimento econômico e ao desenvolvimento social. Como contribuição para o sucesso dessa missão, a Associação Brasileira de Energia Nuclear (Aben) apresenta aos candidatos à Presidência suas propostas para o desenvolvimento do setor nuclear.

Com base nas diretrizes do Plano Nacional de Energia 2050, que prevê a instalação de cerca 10.000 MWe de energia nuclear nos próximos 30 anos, e levando em conta que para construir rápido e a menor custo é necessária a sinalização de uma série de usinas, a Aben sugere a elaboração de um programa de expansão nuclear, que permita atingir a meta do PNE 2050 e cujos marcos temporais sirvam de referência e orientação para as empresas não só de fornecimento de bens e serviços, financiamento, mas também de operação, manutenção e formação de pessoal, além de providências legais, institucionais e administrativas. No horizonte do programa decenal, diversas medidas deverão ser adotadas visando não só a data de início de operação de novas unidades nucleares, mas, sobretudo, o elenco de providências de projeto, licenciamento, financiamento e construção necessárias. Particularmente no PDE 2032, a inclusão de pelo menos 1000 MWe, pós Angra 3.

Coordenar as ações para aprovação no Congresso Nacional de uma Proposta de Emenda Constitucional (PEC) que permita investimentos privados na construção e operação de usinas nucleares.

Definir os sítios nucleares e realizar os estudos necessários de modo a permitir o desenvolvimento da execução do programa nacional de energia nuclear definido.

Dotar a Autoridade Nacional de Segurança Nuclear - ANSN de capacitação para realizar, na velocidade e profundidade necessárias, o licenciamento nuclear da série de usinas nucleares definidas no programa.

Consolidar o Programa Nuclear Brasileiro (PNB), com o estabelecimento de objetivos, metas, cronogramas de execução e a designação de recursos a serem investidos.

Garantir o aporte ininterrupto dos recursos necessários à construção do Reator Multipropósito Brasileiro, cujo projeto está avaliado em R\$ 2,5 bilhões, com prazo de execução de cinco anos.

Acelerar o processo de construção da usina Angra 3. Com 67,26% das obras civis realizadas, num investimento de cerca de US\$ 1,6 bilhão, o projeto demandará recursos de US\$ 3,013 bilhões para sua conclusão.

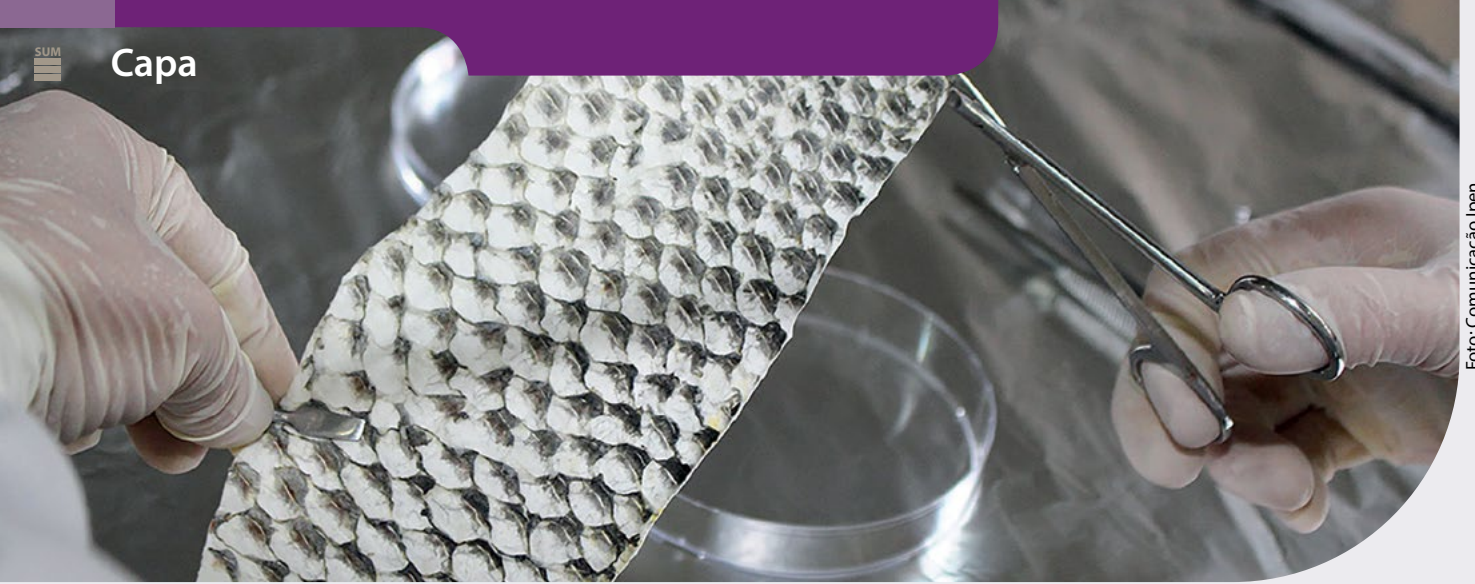
Investir para que o Brasil se torne autossuficiente na produção do combustível nuclear, com a conclusão da unidade de enriquecimento de urânio e a construção da unidade de conversão.

Construir o repositório nacional de rejeitos de baixa e média atividade.

Contratar novos pesquisadores para os institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), de forma a repor as perdas dos últimos anos.

Restabelecer as verbas para pesquisa e laboratórios dos institutos da Cnen.





## Sem talento não há conhecimento

Frederico Genezini  
Sérgio Filgueiras

Um novo governo traz sempre a oportunidade de corrigir rumos e tentar novas estratégias de desenvolvimento. Afinal, continuar fazendo mais do mesmo é ter certeza de que nada mudará. Mal valorizada no Brasil, a tecnologia nuclear tem um enorme potencial de contribuir para melhorar a vida das pessoas e seu desenvolvimento é de interesse amplo da nossa sociedade.

As aplicações da tecnologia nuclear estão fortemente ligadas ao domínio do conhecimento e à pesquisa, seja para desenvolver novos produtos ou serviços, seja para nacionalizar aqueles existentes no exterior, inclusive na geração de energia elétrica. No mundo todo isso significa manter um corpo competente de pesquisadores e técnicos capazes de transformar o conhecimento em favor do bem-estar e do crescimento socioeconômico. Nesse sentido, a recomposição do quadro de pessoal dos Institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear é urgente e fundamental para que seja preservado todo o conhecimento reunido pelo esforço de gerações. Diversos projetos têm sido descontinuados por falta de funcionários; sem pessoas não há pesquisa. Investimento em infraestrutura e equipamentos para as instituições que atuam no setor também deve receber atenção, visando o desenvolvimento de projetos de ponta e formação de recursos humanos de excelência.

A promoção de projetos de grande impacto social, com destaque para a produção de substâncias radioativas para uso na medicina nuclear, precisa receber atenção especial no novo Governo. Entre eles destaca-se o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), empreendimento capaz de alavancar o crescimento da produção de radiofármacos no Brasil. A recém-aprovada entrada do setor privado no

mercado não solucionará a instabilidade da disponibilidade dos radiofármacos, pois o principal insumo – o radioisótopo – continuará sendo majoritariamente importado. É importante lembrar que a dependência de importações foi a base das recentes crises de abastecimento: em 2009, pelo fechamento de um reator no Canadá; em 2020, por conta das restrições impostas pela pandemia; e a atual, em consequência do conflito entre a Ucrânia e a Rússia.

Há, no país, a necessidade de ampliar o acesso da população à medicina nuclear, por meio do serviço público, o que só será possível com a redução dos preços dos radiofármacos, que ocorrerá naturalmente com a produção nacional substituindo a importação. Para além da soberania na produção de radiofármacos, a construção do novo reator terá impacto em toda a ampla área de aplicações nucleares, bem como no desenvolvimento de novas tecnologias e materiais para amplos setores da indústria nacional.

Outra demanda que impacta diretamente a vida das pessoas é a irradiação de alimentos. Técnica difundida mundialmente, mas ainda não utilizada em larga escala no Brasil, a irradiação permite o beneficiamento de alimentos pela sua esterilização, eliminando micro-organismos e pragas sem alterar suas propriedades alimentícias, aparência, sabor ou cheiro. Ocorre também um retardo no processo de amadurecimento, o que aumenta o tempo de vida útil de alimentos altamente perecíveis, como frutas. Aumenta-se, com isso, a oferta de alimentos pela redução das perdas, podendo ser usada como ferramenta de apoio ao combate à fome e como facilitadora da exportação de alimentos. O Brasil já tem há anos a legislação que regula este tipo de procedimento, que segue padrões internacionais divulgados pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).

Num país de dimensões continentais, para que essa tecnologia impacte a vida dos brasileiros, unidades de irradiação de grande porte precisarão ser instaladas estrategicamente no país, junto aos polos produtores de alimentos.

Unidades de irradiação de pequeno porte também podem ser usadas para promover controles de pragas, como a mosca da fruta, e para controle de doenças endêmicas transmitidas por mosquitos como o *Aedes aegypti*, dentre outras aplicações. Trata-se de tecnologia comprovada, em uso em outros países há mais de 60 anos, e pode levar à economia de dezenas de bilhões de reais e ao salvamento de milhares de vidas, todos os anos. O Brasil já tem uma fábrica de moscas estéreis; precisa de muitas outras.

É claro, portanto, que a retomada de investimentos e a recomposição dos quadros das instituições de C&T de forma geral – e da área de aplicações nucleares em especial – podem contribuir para alavancar as mais diversas áreas da sociedade e da nossa economia: saúde e educação, com melhoria do bem-estar social; indústria e agronegócio, pelo aumento da competitividade e da produtividade.

Essa é uma estratégia para o próximo quadriênio, para que as aposentadorias e a fuga de cérebros para o exterior não desmontem de forma quase irreversível a grande base de conhecimento hoje instalada no Brasil.

**Frederico A. Genezini** é físico (USP), mestre e doutor em Tecnologia Nuclear (USP). É pesquisador da Comissão Nacional de Energia Nuclear e trabalha no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares- Ipen/Cnen-SP.

**Sérgio A. C. Filgueiras** é mestre em Ciências e Técnicas Nucleares (UFMG) e doutor em Engenharia (USP). É tecnólogo da Comissão Nacional de Energia Nuclear e trabalha no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN

Assim como a pele de tilápia empregada no tratamento de queimaduras (foto na página ao lado), tecidos biológicos utilizados em transplantes são radioesterilizados para evitar rejeição do organismo e matar bactérias e vírus

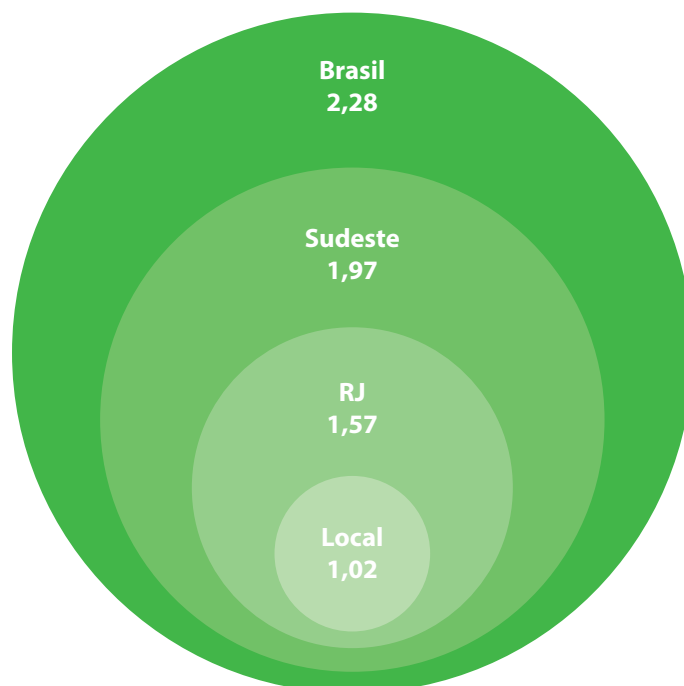
# O retorno do investimento no setor nuclear para a sociedade

Vera Dantas

Além de oferecer segurança e preços estáveis à matriz elétrica, a energia nuclear entrega outros importantes benefícios à sociedade, em retorno ao investimento recebido. Seus projetos estratégicos, que envolvem diversas áreas do conhecimento, contribuem para o desenvolvimento tecnológico e produtivo de outros setores industriais. E suas aplicações contribuem para as áreas de saúde, agricultura, indústria, meio ambiente e preservação de bens históricos e culturais, dentre outras.

A instalação de centrais nucleares traz grande impacto para a economia, como mostra estudo realizado pela Eletronuclear que avalia os impactos socioeconômicos do programa de investimentos associado à instalação de Angra 3 nos âmbitos local, estadual, regional e nacional<sup>1</sup>. O primeiro corresponde aos quatro municípios no entorno da usina (Angra dos Reis, Mangaratiba, Parati e Rio Claro). O segundo se refere ao estado do Rio de Janeiro e o âmbito regional corresponde à região sudeste. De acordo com o estudo, à medida que aumenta o âmbito geográfico a ser considerado, aumenta o efeito multiplicador. Assim, se cada R\$ 1 investido gera R\$ 1,57 no estado do Rio de Janeiro, este valor chega a R\$ 2,28 no Brasil, distribuindo emprego, renda e arrecadação ao longo do território nacional (ver figura *Multiplicador do PIB*).

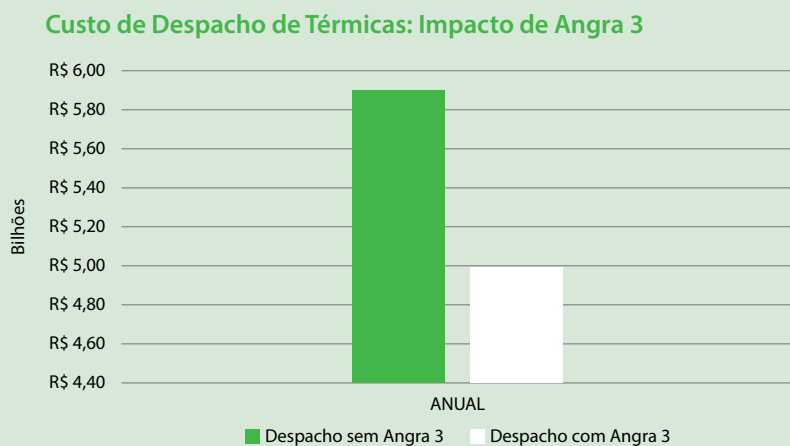
Multiplicador do PIB



<sup>1</sup> Avaliação Econômico-financeira da Implantação e Operação de Centrais Nucleares e seus Impactos Socioeconômicos. Eletronuclear, Rio de Janeiro, 2015.

O estudo afirma que os empregos gerados na instalação e operacionalização de um projeto de alta complexidade como o de uma central nuclear tendem a ser de alta qualidade, o que gera economias de locação e aglomeração. Este é um processo transformador, que tende a produzir centros locais (relativos ao seu entorno), ao mesmo tempo em que intensifica as relações com os principais centros regionais (como a capital do Estado).

A entrada de Angra 3 em operação trará uma economia anual de R\$ 900 milhões no custo de despacho de usinas termelétricas ligadas ao Sistema Integrado Nacional (SIN), como mostra imagem a seguir.



**Benefício ao Sistema: R\$ 900 Milhões (base anual)**

Fonte: Eletronuclear

## Combustível nuclear

O Brasil possui uma das maiores reservas mundiais de urânio e domina a tecnologia do ciclo do combustível nuclear. Em termos quantitativos de recursos minerais de urânio, o Brasil possui 244.788 toneladas de  $U_3O_8$ , sendo 99.064 toneladas na Província Uranífera de Lagoa Real, em Caetité (BA), 79.624 toneladas em Santa Quitéria (CE), e 66.100 toneladas em outros projetos, conforme tabela abaixo.

## Recursos Minerais de Urânio no Brasil

DEPÓSITOS	TONELADAS $U_3O_8$ (CONCENTRADO DE URÂNIO)		
	MEDIDO E INDICADO	INFERIDO	TOTAL
Caetité	66.672	32.792	99.064
Santa Quitéria	75.010	4.614	79.624
Outros	39.500	26.600	66.100
<b>TOTAL</b>	<b>181.182</b>	<b>64.006</b>	<b>244.788</b>

Potencial de Mineralização: Pitinga (AM) 150.000 t  $U_3O_8$   
Rio Cristalino (PA) 150.000 t  $U_3O_8$

Fonte: INB

A INB planeja, a longo prazo, a abertura de minas em Caetité e na jazida de Itataia, localizada em Santa Quitéria. Em Caetité, o projeto prevê a ampliação da Unidade de Concentração de Urânio (URA) e das atividades de mineração na Unidade, elevando sua capacidade para 800 toneladas de concentrado de urânio/ano, que será suficiente para atender às demandas de Angra 1 e 2 e a futura Angra 3. Está prevista abertura de 13 novas minas na Província Uranífera de Lagoa Real em um período de 20 anos. Para abertura dessas novas minas, é necessário transformar esses recursos minerais em reservas, atendendo aos requisitos de viabilidade técnica, econômica, financeira, ambiental e social.

Os 13 novos depósitos encontram-se em diferentes fases de estudos. Os seis principais depósitos tiveram seus recursos minerais recentemente reavaliados. Como resultado dessa reavaliação, quatro desses depósitos demandam novas sondagens (um processo de contratação de sondagem para dois depósitos já foi iniciado) e dois alcançaram a etapa de conversão de recursos em reservas.

Em fase de licenciamento, o Projeto Santa Quitéria será implantado no município de Santa Quitéria, situado na região centro-norte do estado do Ceará, onde o fosfato e o urânio são encontrados de forma associada ao minério colofanito. Esse projeto é conduzido pelo Consórcio Santa Quitéria, formado pela INB e pela empresa privada Fosfatados do Norte-Nordeste S/A, detentora da marca Galvani. A produção prevista é de 2.300 t/ano de concentrado de urânio para geração de energia elétrica (suficiente para suprir 3,1 vezes a demanda das centrais de Angra dos Reis, incluindo Angra 3), além de 1.050.000 t/ano de fertilizantes fosfatados de alto teor para a agricultura e 220.000 t/ano de fosfato bicálcico para ração animal.

A INB produz atualmente, em sua Fábrica de Combustível Nuclear – FCN, em Resende (RJ), o combustível que abastece as usinas da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, em Angra dos Reis.

As Usinas Angra 1 e Angra 2 são abastecidas por combustíveis de tecnologia de projeto e produção de nacionalidades diferentes, ambas plenamente dominadas pela empresa. Angra 1 (tecnologia Westinghouse) utiliza o total de 121 elementos e Angra 2 (tecnologia Siemens), 193. A cada ano, 1/3 dos elementos de cada usina são trocados, no processo de recarga. Por ano, a INB produz em média uma recarga para cada uma das usinas.

Este ano, foram entregues a 18ª Recarga de Angra 2 e a 27ª Recarga de Angra 1. Em agosto, teve início a produção a produção de pó e pastilhas para a 19ª Recarga de Angra 2, que tem o transporte previsto para julho de 2023.

A partir da entrada em operação da Usina Angra 3, a produção de elementos combustíveis na INB será aumentada em mais de 50%, o que contribuirá para o ganho de escala nas diversas etapas do ciclo do combustível nuclear, com melhor sustentabilidade financeira para a empresa.

O Brasil domina todo o ciclo do combustível nuclear, apesar de realizar parte dos serviços no exterior. Uma parcela do concentrado de urânio, por exemplo, é importada. O planejamento da INB prevê que até 2027, quando está prevista a entrada em operação de Angra 3, suas minas já estejam produzindo o suficiente para atender a demanda nacional.

A etapa de conversão também é contratada no exterior, o que, atualmente, é mais interessante do ponto de vista comercial, pois ser a de menor custo. No entanto, do ponto de vista estratégico, o país tem como meta a nacionalização do serviço.

Em relação à capacidade de enriquecimento isotópico do urânio, processo mais oneroso e tecnológico de todo o ciclo, a INB terá capacidade de atender 70% das necessidades de Angra 1 com a inauguração da 10ª Cascata até o final de 2022, quando se encerra a primeira etapa da implantação. A implantação da segunda etapa, que se encontra na fase de projeto de

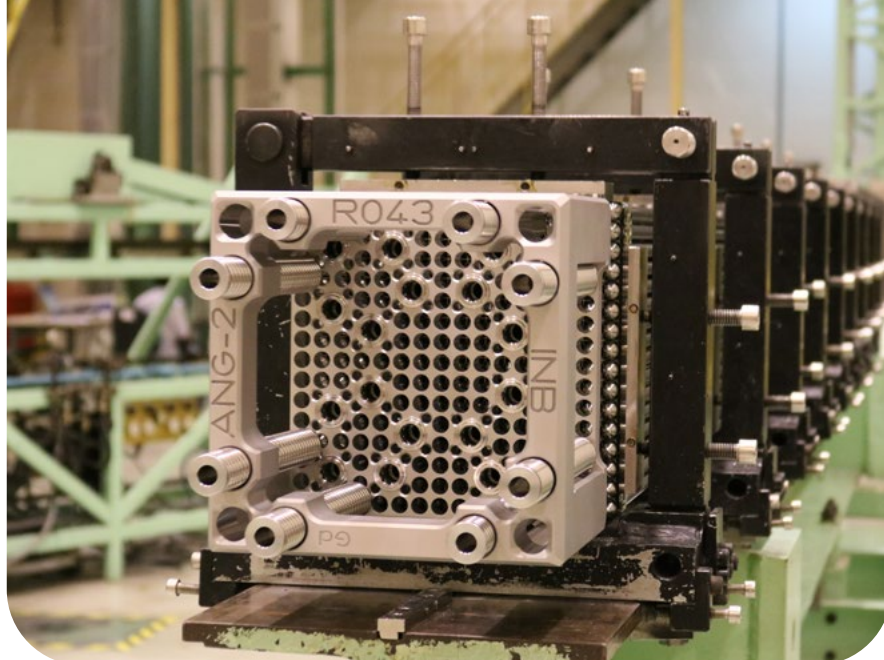


Foto: Comunicação INB

detalhamento, irá ampliar significativamente a produção de urânio enriquecido tornando a empresa capaz de atender Angra 1, 2 e 3.

Com a edição da MP 1.133/2022, a INB poderá firmar parcerias com empresas privadas em suas atividades em toda a cadeia produtiva do urânio, ou seja, o desenvolvimento da pesquisa, lavra e a comercialização de minérios nucleares, de seus concentrados e derivados, e de materiais nucleares.

Já a transferência da INB para a ENBpar, também contemplada pela MP 1.133/2022, permitirá que a empresa se torne independente dos recursos do Tesouro, passando a gerir seus próprios recursos financeiros com mais eficiência e previsibilidade. A saída do orçamento fiscal da União resultará em significativa melhora no planejamento e na execução da cadeia de suprimentos e de matéria-prima da INB, o que aumentará a produtividade geral da empresa, principalmente por conta da garantia de continuidade da produção das recargas de combustíveis para as usinas nucleares. Além disso, haverá significativa melhora nos resultados e no lucro da empresa, aumentando a capacidade da INB de investir com seus recursos próprios.

### Medicina nuclear

O RMB é um empreendimento do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) que irá garantir a autonomia nacional na produção de radioisótopos para aplicações na indústria, agricultura, meio ambiente e, principalmente, na saúde. Dentre outras finalidades do projeto destacam-se a realização de testes e qualificação de materiais e combustíveis para reatores de potência e de estudos científicos e tecnológicos com feixe de nêutrons em materiais.

Com a produção de radioisótopos de uso médico, o Brasil se tornará autossustentável em medicina nuclear. Para atender à demanda anual de 2 milhões de procedimentos em medicina nuclear, o Brasil gasta atualmente cerca de US\$ 15 milhões com a importação de molibdênio-99 ( $^{99}\text{Mo}$ ) - cujo decaimento radioativo produz o radioisótopo tecnécio-99 ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ), utilizado em mais de 80% dos procedimentos de medicina nuclear no mundo, principalmente em exames de cintilografia -, e mais US\$ 3 milhões com a importação de outros radioisótopos que são processados e enviados a mais de 400 hospitais e clínicas brasileiras.

No futuro, o RMB poderá contar com laboratórios de lasers de alta potência, laboratório para estudo de tecnologia da fusão nuclear, bem como aceleradores de partículas com alta energia para produção de radioisótopos e pesquisas.

# SBPC pede finalização do Reator Multipropósito

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC divulgou uma moção de apoio ao RMB, destinada aos presidentiáveis, congressistas e aos presidentes de associações e sociedades científicas. A moção foi aprovada por unanimidade em Assembleia Ordinária realizada em 28 de julho passado. Abaixo, o texto do documento.

## Independência tecnológica e Soberania Nacional na área de radiofármacos e a finalização do RMB

A Assembleia de Sócios reunida na Universidade de Brasília – UnB, em Brasília/DF, solicita investimento para produção de radiofármacos nacionais no Reator Multipropósito Brasileiro (RMB).

A aplicação social do RMB, com a utilização de radiofármacos tanto para o diagnóstico como para uso terapêutico na medicina nuclear, proporciona cerca de *2 milhões de procedimentos por ano* no Brasil. Os radioisótopos, que viabilizam a produção dos radiofármacos, são produzidos, em sua maioria, em reatores nucleares de pesquisa dedicados. No entanto, os reatores de pesquisa existentes no Brasil não têm capacidade para produção em larga escala, o que impõe a importação dos radioisótopos, acarretando forte dependência do País em relação aos fornecedores estrangeiros. Em 2009, a crise mundial de fornecimento do radioisótopo molibdênio-99 – utilizado na produção de geradores de tecnécio-99m, que são utilizados em mais de 80% dos diagnósticos – mostrou a vulnerabilidade do Brasil em atender os mais de cinco mil procedimentos/dia. Essa crise se repete a cada vez que há um movimento mundial de escassez desse material.

Cerca de três quartos da utilização estão nas clínicas e hospitais privados e apenas um quarto associado ao Sistema Único de Saúde (SUS). Mas essa proporção é inversa com relação ao atendimento de saúde nacional, ou seja, três quartos estão associados ao SUS e um quarto ao sistema privado. Portanto, a medicina nuclear “per capita” aplicada no SUS é quase dez vezes menor que a privada. Há que se expandir o acesso à medicina nuclear e minimizar essa assimetria na sociedade.

O Empreendimento RMB disponibilizará ao País um reator nuclear de pesquisa multipropósito e toda infraestrutura de laboratórios e instalações para atender às necessidades relativas à produção crescente de radioisótopos de aplicação médica, além de propiciar inovação tecnológica e contribuir para a formação de recursos humanos especializados. Os laboratórios do RMB terão caráter nacional, disponíveis para a comunidade científica do País. Também deverá ser um laboratório nacional complementar ao Laboratório Nacional de Luz Síncrotron de Campinas em relação à utilização de feixes de nêutrons.

Pode-se afirmar que o RMB é um projeto estruturante e de arraste tecnológico para o setor nuclear e de importância fundamental para viabilizar políticas públicas e objetivos estratégicos de CT&I do País.

O empreendimento RMB tem um custo total estimado em US\$ 500 milhões para implantação em, pelo menos, 5 anos de forma contínua. O RMB já utilizou desde 2008 aproximadamente R\$ 280 milhões de reais oriundos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) por meio da Finep, quando estabelecido pelo PACT/MCT. Estes recursos foram alocados até 2014. De 2015 até agora, somente R\$15 milhões foram alocados, o que torna impossível a implantação do reator.

Em relação ao RMB, é de grande importância que os partidos políticos, congressistas e formadores de opinião:

1. Conheçam a Proposta do Empreendimento;
2. Entendam a sua importância estratégica para o desenvolvimento da tecnologia nuclear do País;
3. Entendam a sua enorme relevância social para a população brasileira ao permitir a sustentabilidade de fornecimento de radioisótopos para a medicina nuclear;
4. Entendam a necessidade de estabelecer uma política de Estado para garantir implantação do RMB num período de 5 anos;
5. Entendam a necessidade de estabelecer um modelo de gestão diferenciado que viabilize a sua implantação e operação.

É importante que os partidos políticos, congressistas e formadores de opinião atuem nos processos legislativos em curso e na informação dos senhores candidatos à Presidência da República para que se posicionem sobre o RMB de forma a:

1. Garantir o caráter estratégico de sua implantação para o Brasil;
2. Garantir os recursos financeiros e seu aporte contínuo para implantação do RMB;
3. Garantir da alocação de recursos humanos para sua implantação e operação;
4. Garantir o estabelecimento de um modelo de gestão adequado para viabilizar sua implantação e operação.

# PNB: 71 anos de ações esparsas e sem continuidade



As atividades nucleares no país têm sido marcadas pela descontinuidade, com atraso na conclusão de projetos e consequente aumento de custos. Essa vulnerabilidade deve-se, em grande parte à ausência de um programa de Estado para o setor nuclear, cuja execução independa de mudanças de governo. Iniciativas para sua implantação não faltaram, como mostra o levantamento realizado pela publicação “O Programa Nuclear Brasileiro: Uma História Oral”, da Editora da Fundação Getúlio Vargas, com organização de Carlo Patti. Na seqüência de eventos durante o período 1934-2010, são registradas ações pioneiras, como a do almirante Álvaro Alberto de Motta e Silva, representante brasileiro na Comissão das Nações Unidas para a Energia Atômica, em 1947, ao enviar um documento com 10 pontos para a criação de um programa nuclear brasileiro.

Em janeiro de 1951, foi criado o Centro Nacional de Pesquisa - CNPq, tendo como presidente Álvaro Alberto. Responsável pela formulação e a coordenação das políticas de ciência e tecnologia no país, o órgão foi encarregado de elaborar um programa nuclear. Em novembro de 1953, o presidente Getúlio Vargas aprovou a compra de três ultracentrífugas para a separação isotópica de urânio da República Federal Alemã. A exportação das ultracentrífugas, no entanto, não foi autorizada pela agência atômica dos Estados Unidos (USAEC), uma vez que o território da RFA era controlado na época pelas potências aliadas – os equipamentos só chegariam em 1957.

No ano de 1955 ocorreram importantes atividades na área nuclear, a começar pela participação do Brasil nas negociações para a criação da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e a assinatura de acordos com os EUA, como o de Cooperação para os Usos Cíveis da Energia Nuclear e Programa Conjunto de Cooperação para o Reconhecimento dos Recursos de Urânio no Brasil. Também foi assinado contrato para aquisição do Reator Nuclear de Pesquisa IEA-R1 pela Comissão de Energia Atômica do CNPq. No entanto, aquele ano foi marcado pela exoneração de Álvaro Alberto da presidência do CNPq.

Em janeiro de 1956, foi criado o Instituto de Energia Atômica (IEA, posteriormente Ipen). Em agosto, o então presidente Juscelino Kubitschek aprovou as Diretrizes Governamentais para a Política Nacional de Energia Nuclear e, dois meses depois, foi criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen).

O setor nuclear vivenciou uma grande expansão nas décadas seguintes. Em outubro de 1967, já sob o regime militar, o Conselho de Segurança Nacional tomou a iniciativa de estabelecer uma política nacional de energia nuclear. O 1º Programa Nacional de Desenvolvimento - PND (1972-1974) estabeleceu metas para o Programa Nacional de Energia Nuclear - PNEN. Em junho de 1975, foi assinado o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha. Em 1976, foi criado o Programa de formação de Recursos Humanos para o Setor Nuclear (Pronuclear).

Em março de 1979, teve início o polêmico programa nuclear autônomo/paralelo, que acabou sendo alvo de CPI em 1990. Em 1979 também foi iniciado o programa de separação isotópica a laser, mediante convênio com

Em 2005, grupo interministerial elaborou novo programa com propostas de investimento em diversas áreas, que somavam, em valores atualizados, R\$ 125 bilhões em 10 anos

o Ipen, o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) e a Unicap. No ano seguinte, o Ipen firmou convênio com a Marinha para o desenvolvimento da tecnologia de propulsão nuclear para submarinos.

Em fevereiro de 1985, o presidente eleito Tancredo Neves recebe do Conselho de Segurança Nacional um documento sobre o programa nuclear autônomo/paralelo. Em julho de 1987, reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) pede a desativação do programa nuclear paralelo, devido a suspeitas de desvio para a produção de armas nucleares.

Em 1988, ano de promulgação da Constituição, também houve mudanças ao setor nuclear. Em agosto, foi inaugurado o Centro Tecnológico da Marinha Aramar, em Iperó (SP), e anunciada a reformulação do programa nuclear com o fortalecimento da Eletrobras. Também foi criado o Conselho Superior de Política Nuclear para assessorar a Presidência na política nuclear.

Em março de 1990, foi criado o Grupo de Trabalho sob a coordenação da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE) da Casa Civil da Presidência da República, para estudar as medidas necessárias sobre a política nuclear. Mas, contraditoriamente, quatro anos depois, o ministro da Marinha, Ivan Serpa, rebaixou a prioridade do programa nuclear de 1 para 18.

Em dezembro de 1997, foi criada a Eletronuclear, proveniente da fusão da área nuclear de Furnas com a Nuclen.

Em 2005, um grupo interministerial coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) elaborou um novo programa que prometia estabelecer um planejamento para o setor nuclear até 2022, ano limite do planejamento energético do Governo Federal. O grupo foi formado por mais seis ministérios: Minas e Energia, Defesa, Relações Exteriores, Planejamento e Casa Civil. Também participaram as instituições gestoras da área nuclear: Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), Eletronuclear, Indústrias Nucleares

do Brasil (INB), Nuclep e Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP). Entre as recomendações encaminhadas à Presidência, estava a criação de um Grupo Permanente de Acompanhamento Gerencial (GPA), com a função de acompanhar a implantação das ações do plano e de avaliar ações que seriam tomadas a partir de 2009.

Em valores atualizados, as propostas somavam investimentos de R\$ 125 bilhões, em 10 anos, com as seguintes metas:

- Retomada imediata das obras de Angra 3, que acabou acontecendo em 2007, e construção de mais quatro usinas nucleares;
- Construção do novo reator para a produção de radioisótopos;
- Implantação de um repositório de rejeitos;
- Completar a primeira fase de implantação da usina de enriquecimento de urânio de Resende e ampliá-la para atingir 50% da demanda de Angra 1, 2 e 3;
- Criação de um fundo de suporte à pesquisa e desenvolvimento na área nuclear.

Em 2006, a primeira das dez cascatas contratadas pelo CTMSP à INB foi inaugurada. E foi criada a Emenda Constitucional 49/2006, que exclui do monopólio da União a produção, a comercialização e a utilização de radioisótopos de meia-vida curta, para usos médicos, agrícolas e industriais

Em 2007, o governo libera R\$ 1,04 bilhões para o enriquecimento de urânio e o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) autoriza a retomada de construção de Angra 3, que ocorre em 2010.

A proposta feita pelo grupo interministerial em 2005 resultou na criação do Comitê de Desenvolvimento do PNB (CDPNB), vinculado à Casa Civil, em 2 de julho de 2008. Em 2016, o Comitê passou para a coordenação do Gabinete de Segurança Institucional (GSI) da Presidência da República.

Em 5 de dezembro de 2018, foi emitido o Decreto 9.600, que "Consolida as Diretrizes sobre a Política Nuclear Brasileira". O Decreto 9.828, de 10 de junho de 2019, reestruturou o CDPNB, estabelecendo como sua competência: a formulação de políticas públicas relativas ao setor nuclear e a proposição de aprimoramentos ao Programa Nuclear Brasileiro; e a supervisão do planejamento e a execução de ações conjuntas de órgãos e entidades relativas ao desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro.

### Marco de referência para o PNB

O artigo 1º do decreto 9.600 diz que a Política Nuclear Brasileira "tem por finalidade orientar o planejamento, as ações e as atividades nucleares e radioativas no País, em observância à soberania nacional, com vistas ao desenvolvimento, à proteção da saúde humana e do meio ambiente".



De acordo com o Decreto 9.600, a Política Nuclear Brasileira é um marco legal de referência para o Programa Nuclear Brasileiro e permite reestruturar a governança do setor nuclear brasileiro. Entre suas diretrizes, destacam-se: a busca da autonomia tecnológica nacional; a cooperação internacional para o uso pacífico da tecnologia nuclear; o incentivo à agregação de valor na produção, em especial para exportação e o estímulo à sustentabilidade econômica dos projetos no setor nuclear.

Entre os objetivos da Política Nuclear Brasileira encontram-se: preservar o domínio da tecnologia nuclear; atender às decisões do setor energético, por meio da geração nucleoeletrônica; ampliar o uso médico da tecnologia nuclear; atualizar e manter a estrutura do setor nuclear, observando as áreas de atuação dos seus órgãos, a fim de garantir a integração, eficácia e eficiência, além de evitar sobreposições e acúmulo de atribuições conflitantes; fomentar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação da tecnologia nuclear; fomentar e incentivar a produção nacional de minérios nucleares e seus subprodutos; garantir autonomia na produção do combustível nuclear em escala industrial; incentivar a formação continuada e a fixação dos recursos humanos no setor e garantir o gerenciamento seguro dos rejeitos radioativos.

## CDPNB

O CDPNB tem como missão assessorar o Presidente da República no estabelecimento de diretrizes e metas para o desenvolvimento do PNB e supervisionar sua execução. O Comitê é coordenado pelo GSI e integrado por mais 10 ministérios: Casa Civil da Presidência da República; Defesa; Relações Exteriores; Economia; Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Educação; Saúde; Minas e Energia; Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; Meio Ambiente.

O detalhamento do Programa Nuclear Brasileiro foi realizado por grupos de trabalho, formados por especialistas e chefiados pelo ministério com mais envolvimento com a área específica analisada. Assim, o Ministério de Minas e Energia ficou à frente do grupo de trabalho encarregado de estudar a flexibilização do monopólio da mineração de urânio. Já ao Ministério da Saúde coube conduzir o grupo de trabalho para estudar a flexibilização da produção de radioisótopos para a medicina. As propostas dos grupos técnicos são analisadas pelos ministros ou seus representantes nas reuniões plenárias do CDPNB, realizadas anualmente. Uma vez ratificadas, as medidas começam a ser implementadas.

### Grupos técnicos do CDPNB - Concluídos

Nº COORD.	PROPÓSITO	PRODUTO FINAL / SITUAÇÃO
GT-1 GSI/PR	Elaborar a proposta da Política Nuclear Brasileira (PNB)	Publicação da Política Nuclear Brasileira, por meio do Decreto nº 9.600, de 5 de dezembro de 2018. Essa política tem por finalidade orientar o planejamento, as ações e as atividades nucleares e radioativas no País, em observância à soberania nacional, com vistas ao desenvolvimento, à proteção da saúde humana e do meio ambiente.
GT-2 MME	Analisar a conveniência da flexibilização do monopólio da União na pesquisa e na lavra de minérios nucleares	A flexibilização do monopólio da pesquisa e lavra foi considerada conveniente, desde que implementada em estágios e sob condicionantes específicas, que preservem o interesse nacional, necessitando de adequação do arcabouço legal. O detalhamento desse processo de flexibilização foi objeto de trabalho de novo grupo técnico.
GT-3 MCTI	Analisar a conveniência de ampliar a flexibilização do monopólio da União na produção de radiofármacos	Promulgação da Emenda Constitucional (EC) nº 118/2022, pelo Congresso Nacional, que dá nova redação ao inciso XXIII, art. 21 da CF/88, e amplia a flexibilização do monopólio da União na produção de radioisótopos para pesquisa e uso médicos.
GT-4 MS	Elaborar a proposta da Estratégia Nacional de Medicina Nuclear	Elaboração da proposta de Estratégia Nacional de Expansão Medicina Nuclear, visando promover a ampliação do acesso da população brasileira aos serviços de medicina nuclear para diagnóstico e tratamento de doenças, em todo o território nacional. Documento em tramitação e análise no âmbito do Ministério da Saúde.

Nº COORD.	PROPÓSITO	PRODUTO FINAL / SITUAÇÃO
GT-5 MCTI	Apresentar as ações para a separação das funções regulatórias das de promoção e fomento da CNEN	Sancionada a Lei nº 14.222, de 15 de outubro de 2021, que cria a Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), autarquia federal com patrimônio próprio, autonomia administrativa, técnica e financeira, por cisão da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). A ANSN terá como finalidade institucional monitorar, regular e fiscalizar a segurança nuclear e a proteção radiológica das atividades e das instalações nucleares, materiais nucleares e fontes de radiação no território nacional, nos termos do disposto na Política Nuclear Brasileira e nas diretrizes do governo federal.
GT-6 MME	Dinamizar a pesquisa e a lavra de minérios, voltados para o setor nuclear brasileiro	Publicação da Medida Provisória nº 1.133, de 12 de agosto de 2022, que dispõe sobre as Indústrias Nucleares do Brasil S.A. e sobre a pesquisa, a lavra e a comercialização de minérios nucleares, de seus concentrados e derivados, e de materiais nucleares. O texto da MP, inicialmente elaborado no âmbito do GT-6, objetiva dinamizar a atividade de extração de minérios nucleares no Brasil, de modo a incentivar a atração de investimentos privados e de prover maior segurança jurídica a essas atividades, com fortalecimento da regulação, segurança nuclear, proteção ao meio ambiente e à população, bem como contribuir para o desenvolvimento econômico e social do País.
GT-7 MAPA	Dinamizar a aplicação da tecnologia nuclear na agropecuária	Elaboração de um Plano de Negócios, por consultoria independente contratada pelo MAPA, voltado à instalação e funcionamento sustentável de irradiadores multipropósitos no Brasil, para fomento do uso dessa tecnologia em produtos agropecuários.
GT-8 MCTI	Estabelecer diretrizes e metas para o desenvolvimento do empreendimento Repositório Nacional de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação (RBMN)	Articulação governamental para viabilização do Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental (CENTENA), que abrigará o Repositório Nacional de Rejeitos de Baixo e Médio Níveis de Radiação.
GT-9 MEC	Dinamizar a capacitação de recursos humanos para o setor nuclear brasileiro	Desenvolvimento de uma estrutura em rede de capacitação do setor nuclear entre universidades, institutos de pesquisa e unidades operadoras.
GT-10 GSI/PR	Dinamizar a área regulatória para o desenvolvimento do setor nuclear brasileiro	Mapeamento dos entraves regulatórios existentes nas atividades do setor nuclear, com vistas ao estabelecimento de diretrizes para viabilizar a dinamização desta área. Integração e implementação de atualizações e aprimoramentos ao arcabouço regulatório e normativo de atividades de órgãos e entidades relacionadas com o setor nuclear.
GT-11 MME	Promover o fortalecimento e a integração das atividades de comunicação social, voltadas para o desenvolvimento do setor nuclear brasileiro.	Elaboração e aprovação do Plano de Comunicação Social para o Setor Nuclear Brasileiro, estabelecendo diretrizes e ações para implementar uma comunicação social sinérgica e integrada entre os órgãos e empresas do setor nuclear brasileiro.

Fonte: CDPNB/GSI



# INFORMAÇÃO DE QUALIDADE SOBRE A ENERGIA NUCLEAR

O Programa de Aceitação Pública (APUB) da Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN) foi criado com o objetivo de estabelecer ações voltadas para a divulgação das aplicações nucleares, a difusão de informações de qualidade e o esclarecimento à população quanto aos usos pacíficos dessa forma de energia.

Conduzido pela ABEN juntamente com seus sócios institucionais, o APUB tem, entre seus destaques, a Revista Brasil Nuclear, tradicional publicação que atualmente se encontra em sua 54ª edição.

Também dentro do escopo do APUB, realizamos a Competição Embaixadores Nucleares, que visa aumentar o alcance das informações sobre a tecnologia nuclear e seus benefícios, procurando educar o público e multiplicar o número de pessoas que compreendam os benefícios do desenvolvimento do setor no País.

Como fortalecimento de sua Comunicação, uma das estratégias centrais do APUB, a ABEN ampliou sua presença nas mídias sociais - Facebook, Twitter, Instagram e LinkedIn.

A ABEN promove bianualmente a International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2023 (Conferência Internacional Nuclear do Atlântico), o maior e mais proeminente evento de Energia Nuclear do Hemisfério Sul, que reúne, paralelamente, eventos científicos e acadêmicos e comerciais. Importantes discussões entre autoridades da área ocorridas na Conferência evidenciam a contribuição da tecnologia nuclear na expansão global da demanda por energia, bem como no aperfeiçoamento de produtos e serviços para a melhoria da qualidade de vida.

***Trabalhar pela Ciência,  
Tecnologia e Energia Nuclear  
é desenvolver o Brasil.***



**ABEN**  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE  
ENERGIA NUCLEAR