



GESEL

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

Observatório de Energia Nuclear

Nº 4

2º TRIMESTRE

2023



GESEL

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

Observatório de Energia Nuclear N°4

Editor

Prof. Nivalde de Castro

Subeditores

Bianca Castro

Fabiano Lacombe

Pesquisadores

João Pedro Gomes

Cristina Rosa

Pedro Ludovico

Agosto de 2023

| Sumário

Introdução	5
1. Políticas Públicas e Planos de Governo.....	6
2. Dinâmica Internacional.....	26
3. Inovação Tecnológica.....	34
4. Empresas.....	43
5. Estudos em Destaque.....	49
6. Considerações Finais.....	52
7. Referências Bibliográficas.....	53

Introdução

O Observatório de Energia Nuclear é feito com base no [Informativo Eletrônico de Energia Nuclear](#) e visa contribuir com a sistematização e a divulgação do conhecimento, identificando o papel da energia nuclear para o mundo de hoje, as estratégias e iniciativas para a sua aplicação que estão sendo adotadas nos setores elétricos nacional e internacional, o papel das empresas nesse processo, a dinâmica internacional que envolve a energia nuclear, como tem se dado o progresso tecnológico e por fim, apresentar os principais estudos que discutem essa tecnologia.

No segundo trimestre de 2023, o Brasil avançou nos planos focados na finalização de Angra 3, com um plano bilionário do Ministério da Gestão e Inovação. Internacionalmente, diversos países, como: Itália e França, estão atuando na expansão ou “renovação” de sua capacidade nuclear. A retomada de investimentos tem sido característica de alguns países europeus.

Avançando para a geopolítica global, os destaques ficam pela intensificação do conflito de alguns países (EUA e Israel) com o Irã e pela liberação das águas contaminadas da usina de Fukushima, no Japão. Os desdobramentos desses tópicos são explorados ao longo do Observatório.

Na seção de Inovação, observa-se a tecnologia de Pequenos Reatores Modulares (SMRs) mantendo sua trajetória de crescimento em 2023. Representando uma oportunidade promissora para a expansão da energia nuclear em diversos países.

Na questão das empresas, o ponto de destaque é o processo de nacionalização total da EDF. Esse é um movimento que enquadra-se na renovação do compromisso do presidente Emmanuel Macron com a energia nuclear. E por fim, os principais trabalhos sobre o setor nuclear que foram publicados durante o segundo trimestre de 2023.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Brasil

O desenvolvimento e a gestão do setor nuclear brasileiro constituem um objeto de análise intrincada, marcado por uma complexa teia de interações políticas, econômicas e legais. O campo energético nuclear tornou-se um microcosmo que reflete as fissuras e potencialidades do Brasil enquanto nação em desenvolvimento, além das complicações intrínsecas à sua matriz energética e industrial.

Dentre os temas deste trimestre estão: a estagnação na liderança de agências-chave; as recentes alterações legislativas e compromissos financeiros; os obstáculos e avanços na exploração de urânio e as tensões entre os atores institucionais e corporativos. Trata-se aqui, em específico, sobre os dilemas que permeiam as usinas nucleares de Angra dos Reis, particularmente Angra 3, como estudo de caso emblemático desta intrincada dinâmica, como pode ser verificado no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1: Complexidades multifacetadas que cercam o projeto de Angra 3

Aspecto	Descrição	Partes envolvidas	Observações
Embargo municipal	Construção de Angra 3 embargada em razão das alterações no planejamento urbano e atrasos financeiros.	Prefeitura de Angra dos Reis e Eletronuclear.	R\$ 264 milhões em investimentos financeiros supostamente não cumpridos pela Eletronuclear.

Fonte: Elaboração própria, a partir do IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Políticas Públicas e Planos de Governo

Quadro 1 (continuação): Complexidades multifacetadas que cercam o projeto de Angra 3

Aspecto	Descrição	Partes envolvidas	Observações
Aplicação de capital	Ministra da Gestão e Inovação anunciou R\$1,3 bilhão para Eletronuclear, parte de um plano maior de R\$1,6 bilhão.	Ministério de Gestão e Inovação e Eletronuclear.	Estratégia para lidar com obstáculos municipais e restabelecer a viabilidade de Angra 3.
Potencial de emprego	Potencial de Angra 3 gerar milhares de empregos diretos e indiretos.	Eletronuclear e Secretaria de Energias Limpas do Estado do RJ.	Secretaria atuando como mediadora em razão das implicações econômicas do embargo.
Desafios legais	Apesar do apoio judicial para retomar a construção, há recursos e alegações de obrigações financeiras não cumpridas.	Judiciário regional do Estado do RJ e Prefeitura de Angra dos Reis.	O cenário legal instável aumenta as dúvidas das partes interessadas.

Fonte: Elaboração própria, a partir do IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Políticas Públicas e Planos de Governo

Quadro 1 (continuação): Complexidades multifacetadas que cercam o projeto de Angra 3

Aspecto	Descrição	Partes envolvidas	Observações
Controvérsia tarifária	Estimativa de tarifa de energia para Angra 3 atingindo R\$ 750 por MWh. Algo significativamente maior que Angra 1 e 2.	Indústria nuclear e Governo Federal.	Suspeita de acréscimo de encargos políticos na tarifa, transferindo os custos para o consumidor.

Fonte: Elaboração própria, a partir do IFE Nuclear (GESEL, 2023).

As atualizações sobre as usinas nucleares de Angra dos Reis, particularmente Angra 3, apresentam uma série de interações complexas que dizem respeito a fatores políticos, econômicos e legais. De um lado, as autoridades do município de Angra dos Reis [embargou](#) a construção de Angra 3, mencionando em sua justificativa para tal decisão, alterações no planejamento urbano do terreno e atrasos nas transferências financeiras por parte da Eletronuclear, empresa responsável pelo projeto. O prefeito, Fernando João alega que, um compromisso financeiro de R\$264 milhões não foi cumprido pela Eletronuclear. Diante disso, a empresa refuta tal acusação. Além disso, a Eletronuclear afirma não obter acesso aos documentos fundamentais do processo que levou ao embargo, destacando assim, uma notável opacidade na conduta regulatória.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Subsequente ao embargo, houve [anúncio](#) da Ministra de Gestão e Inovação, Esther Dweck, sobre o investimento de R\$1,3 bilhão na Eletronuclear. Essa alocação orçamentária visa retomar a construção estagnada de Angra 3 e faz parte de um plano de investimento mais amplo de R\$1,6 bilhão para o setor nuclear estatal para 2023. Dado que, R\$222 milhões foram executados até março, o adicional de R\$1,3 bilhão surge como uma manobra estratégica para contornar os obstáculos ao nível municipal e restabelecer a viabilidade de Angra 3 nas estratégias nacionais de energia.

Um ponto importante neste processo é o [potencial](#) de emprego que Angra 3 apresenta. A Eletronuclear e outras partes interessadas na indústria nuclear se preocupam diante das implicações do embargo, enfatizando que o setor nuclear mantém mais de 100 mil empregos atualmente. Espera-se com a retomada de Angra 3 a geração de milhares emprego direto e indireto. Essa situação levou a Secretaria de Energias Limpas do Governo do Estado do Rio de Janeiro a intervir no debate, buscando uma resolução que pudesse mobilizar esse potencial econômico.

Ainda assim, desafios legais continuam a permear o projeto de Angra 3. Mesmo depois do apoio judicial para a retomada da construção, o prefeito Jordão [recorreu à decisão](#), reiterando sobre as alegações não cumpridas e sobre as modificações no projeto. Os aspectos legais não solucionados desestabilizam ainda mais o cenário, gerando dúvidas para os investidores do projeto.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Por fim, um novo aspecto do conflito surgiu em relação à futura tarifa de energia de Angra 3, que foi estimada em R\$750 por MWh, aproximadamente. Essa estimativa gerou preocupações na indústria nuclear, particularmente quando contrastada com as tarifas atuais de Angra 1 e 2, que são, aproximadamente, R\$350 por MWh. Representantes da indústria acusam o governo de incluir encargos políticos na tarifa, transferindo-os para o consumidor. Essa controvérsia tarifária torna ainda mais complexo um projeto afligido por atrasos desde a década de 1980 e sublinha ainda mais a natureza não linear do desenvolvimento da energia nuclear na complexa matriz política brasileira.

Dentre outros acontecimentos relacionados à energia nuclear no Brasil, pode-se destacar os seguintes temas: a incerteza na liderança e governança; a descarbonização e prioridades tecnológicas; as reservas de urânio e potencial geológico; o ímpeto legislativo através da Frente Parlamentar Nuclear e as pequenas reformas na ENBPar, como pode ser observado no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2: Principais tópicos relacionados ao setor nuclear brasileiro no 2º tri. de 2023

Aspecto	Descrição	Partes envolvidas	Observações
Liderança e governança	Vácuo de liderança executiva em agências-chave e nomeação controversa de Raul Lycurgo Leite para presidente da Eletronuclear.	Eletronuclear, EPE, ENBPar, INB, Frente Parlamentar de Energia Nuclear, Abdan.	Falta de liderança eficaz é vista como obstáculo à governança eficiente e ao desenvolvimento futuro do setor nuclear.

Fonte: Elaboração própria, a partir do IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Políticas Públicas e Planos de Governo

Quadro 2 (continuação): Principais tópicos relacionados ao setor nuclear brasileiro no 2º tri. de 2023

Aspecto	Descrição	Partes envolvidas	Observações
Liderança e governança	Vácuo de liderança executiva em agências-chave e nomeação controversa de Raul Lycurgo Leite para presidente da Eletronuclear.	Eletronuclear, EPE, ENBPar, INB, Frente Parlamentar de Energia Nuclear, Abdan.	Falta de liderança eficaz é vista como obstáculo à governança eficiente e ao desenvolvimento futuro do setor nuclear.
Ímpeto legislativo	Lançamento da Frente Parlamentar Mista de Tecnologia e Atividades Nucleares, presidida pelo Deputado Federal Júlio Lopes.	Deputado Federal Júlio Lopes, Congresso Nacional e indústria nuclear.	Visto como meio para catalisar avanços econômicos e tecnológicos no setor nuclear junto a complexidades políticas desafiadoras.
Descarbonização e prioridades tecnológicas	Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial delineou macrodesafios, incluindo avanços em tecnologias nucleares.	CNDI, Indústria de energia incluindo a indústria nuclear.	Alinhamento com movimentos globais para a descarbonização, mas com impactos ainda opacos em razão da falta de governança.

Fonte: Elaboração própria, a partir do IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Políticas Públicas e Planos de Governo

Quadro 2 (continuação): Principais tópicos relacionados ao setor nuclear brasileiro no 2º tri. de 2023

Aspecto	Descrição	Partes envolvidas	Observações
Reservas de urânio	Novos dados indicam potencial do Brasil para se tornar um dos três principais países em reservas de urânio.	Serviço Geológico do Brasil (CPRM), indústria de energia nuclear	Potencial geológico em vários estados com consequências tanto para as ambições nucleares internas quanto para o posicionamento no mercado global.
Visão do MME	Ministério de Minas e Energia mostra pouco entusiasmo em explorar o potencial econômico e social do setor nuclear.	MME, Ministro Alexandre Silveira, indústria nuclear.	Contribui para dúvidas sobre o futuro do setor nuclear brasileiro.
Reformas na ENBPar	Novas nomeações no conselho de administração da ENBPar.	ENBPar, Ministério da Casa Civil, Ministério das Minas e Energia.	Incerteza sobre como essas novas nomeações ligadas ao governo anterior influenciarão a governança e trajetória dos empreendimentos nucleares.

Fonte: Elaboração própria, a partir do IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Políticas Públicas e Planos de Governo

Quadro 2 (continuação): Principais tópicos relacionados ao setor nuclear brasileiro no 2º tri. de 2023

Aspecto	Descrição	Partes envolvidas	Observações
Financiamento externo	Conversas entre Brasil e Argentina sobre o financiamento de obras emergenciais na unidade nuclear de Atucha II.	Governo Federal do Brasil e da Argentina, Lula e Alberto Fernández, BNDES.	Argentina pode buscar financiamento na China caso o Brasil recusar. Questão com implicações geopolítica energética regional.

Fonte: Elaboração própria, a partir do IFE Nuclear (GESEL, 2023).

O setor energético brasileiro parece estar inerte, uma vez que, agências-chave como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (ENBPar), a Eletronuclear e as Indústrias Nucleares do Brasil (INB) permanecem sem liderança executiva definitiva. Essa estagnação é de suma importância para a governança e para as perspectivas futuras do programa nuclear do país. Além disso, a recente nomeação de Raul Lycurgo Leite como presidente da Eletronuclear tem sido controversa em razão do seu parco conhecimento sobre o setor. Notavelmente, membros da Frente Parlamentar de Energia Nuclear e o presidente da Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares (Abdan) enfatizam a celeridade de nomear uma liderança com discernimento legal e setorial.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Paralelamente, na tentativa de revitalizar a participação política das corporações envolvidas na cadeia de fornecimento nuclear, foi [lançada, oficialmente](#), a Frente Parlamentar Mista de Tecnologia e Atividades Nucleares, presidida pelo Deputado Federal Júlio Lopes. Representantes da indústria notam essa frente legislativa como instrumento possível para implementar desenvolvimentos econômicos e tecnológicos no setor nuclear. No entanto, a Frente Parlamentar tem transitado por um cenário político complicado, especialmente em relação aos interesses divergentes entre diferentes esferas governamentais.

Simultaneamente, procurando construir uma visão de futuro para a indústria brasileira, o comitê executivo do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI) [delineou](#) sete macro-desafios para a nova política industrial do Brasil, incluindo o avanço das tecnologias de energia solar, eólica e nuclear em pequena escala. Além disso, o CNDI priorizou P&D em fusão nuclear. Essas prioridades têm implicações para o cenário de energia nuclear no Brasil, enquanto se alinham com movimentos globais em direção à descarbonização e transição energética. No entanto, o impacto tangível dessas prioridades ainda precisa ser revisto, principalmente pela falta de uma estrutura governamental mais robusta.

Em relação às reservas de urânio e potencial geológico do país, novos dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) [indicam](#) que o país poderia se tornar um dos três principais países principais em termos de reservas de urânio. Classificado como sétimo a nível global, a diversidade geológica em estados como Ceará, Bahia, Minas Gerais, Pará e Paraná oferece potenciais extremamente relevantes para novas descobertas.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Esse atributo geológico não apenas tem ramificações para as ambições nucleares brasileiras, mas também posiciona o país como um ator-chave nos mercados globais de urânio.

As críticas de falta de entusiasmo em relação à energia nuclear também abrangem o Ministério de Minas e Energia (MME), liderado pelo Ministro Alexandre Silveira. O setor nuclear têm [pressionado o ministério](#) afim de demonstrar o potencial do setor para questões econômicas e sociais, apresentando uma usina nuclear de 1.000 MW que pode gerar até 1.200 empregos diretos e mais de 17.000 empregos indiretos, segundo [estudo da FGV Energia](#) . Apesar disso, o MME tem mostrado pouco interesse em ampliar esse potencial, contribuindo ainda mais para dúvidas em torno do futuro nuclear do Brasil.

Na ENBPar, organização responsável pela administração das usinas nucleares de Angra, além do lado brasileiro de Itaipu, realizou novas [nomeações](#) para o conselho administrativo. Embora essas nomeações tenham sido aprovadas pela Casa Civil, a maioria do pessoal administrativo é remanescente do governo anterior, sendo ainda impreciso como essas novas nomeações afetarão a governança e a trajetória dos empreendimentos nucleares do Brasil.

Em relação ao financiamento de programas nucleares no exterior, existem [debates](#) entre os Presidentes do Brasil e da Argentina, sobre a participação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) no financiamento de obras emergenciais. Os reparos seriam feitos na unidade nuclear Atucha II, fechada desde outubro de 2022 em razão de uma inspeção de rotina que detectou um dos suportes do reator solto.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Como a Argentina dispõem de poucos recursos para obras necessárias e garantias de empréstimos, o país busca esse empréstimo no Brasil e pretende recorrer aos chineses caso haja negativa.

Portanto, enquanto existirem iniciativas e potenciais ainda não explorados, que poderiam catalisar a indústria nuclear brasileira, a falta de uma governança estável, alinhada a um compromisso político estratégico, lançam enormes dúvidas sobre o desenvolvimento do setor nuclear no país, incluindo seu papel na geopolítica energética regional e global.

América do Norte

Em busca de mitigar as emissões de gases de efeito estufa na geopolítica da transição energética, os países da América do Norte têm feito avanços significativos na revitalização de seu setor de energia nuclear, como descrito no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3: Desenvolvimentos na política nuclear norte-americana no 2º tri. de 2023

Parâmetros	Estados Unidos	Canadá
Legislação e Política	Lei ADVANCE (2023) para estimular o desenvolvimento de tecnologias nucleares avançadas.	Compromisso bilateral com os EUA na gestão segura de combustível nuclear; Acordo entre AECL, CNL e Algonquins of Pikwakanagan First Nation.

Fonte: Elaboração própria, a partir do IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Políticas Públicas e Planos de Governo

Quadro 3 (continuação): Desenvolvimentos na política nuclear norte-americana no 2º tri. de 2023

Parâmetros	Estados Unidos	Canadá
Governança e Padronização	Esforço para tornar a Comissão Reguladora Nuclear (NRC) um definidor de padrões internacionais.	Regulador nuclear canadense autoriza a reativação de Darlington 3.
Alcance internacional	Parceria com a Índia para construção de seis novos reatores; Declaração conjunta com o Reino Unido.	Memorando de Entendimento com os EUA sobre gestão de resíduos nucleares.
Desenvolvimento tecnológico	Parceria entre os Departamentos de Comércio e Energia para engajar os países.	Reformas em reatores Candu; Programa de monitoramento regular pela AOPFN em locais da AECL.
Produção de urânio	Declínio na taxa de extração de urânio afetada por diversos fatores.	-
Desafios	Contrastes entre metas ambiciosas e produção de urânio em queda.	Integração de objetivos ambientais, culturais e econômicos na gestão de resíduos nucleares; complexidade e ímpeto na estratégia geopolítica da energia nuclear no desenvolvimento sustentável.

Fonte: Elaboração própria, a partir do IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Políticas Públicas e Planos de Governo

Os Estados Unidos (EUA), sob reiterados esforços legislativos bipartidários, [apresentaram](#) a Lei *Acelerando a Implantação de Energia Nuclear Versátil e Avançada para Energia Limpa* (ADVANCE) em 2023, visando não apenas estimular o desenvolvimento doméstico de tecnologias nucleares avançadas, mas também posicionar a Comissão Reguladora Nuclear dos EUA (NRC) como principal agente a definir os padrões internacionais para regulamentações de reatores nucleares avançados.

Tal alcance internacional é ampliado por uma iniciativa conjunta entre os Departamentos de Comércio e Energia dos EUA, que buscam engajar países na intenção de ampliar as próprias capacidades de energia nuclear. O último país a [negociar](#) por meio dessa parceria foi a Índia. A Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL) e a Westinghouse Electric Company negociam a construção de seis reatores nucleares na Índia. Isso marca certa transformação no ambiente político em torno da energia nuclear, a qual reflete o compromisso em integrar tecnologias avançadas na matriz energética convencional.

Por outro lado, o segundo trimestre do ano apresentou um panorama interessante para a produção de urânio nos EUA. A Administração de Informações sobre Energia do país [relatou](#) uma queda contínua na taxa de extração de urânio, na qual é afetada por múltiplos fatores como preços baixos do urânio no mercado internacional, forte concorrência de produtores estrangeiros e recorrentes questões da pandemia na demanda global por energia.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Adicionalmente, atrasos burocráticos no licenciamento e permissões são tomados como obstáculo à produção doméstica, apesar de medidas legislativas recentes como, a Lei de Empréstimos para Garantia de Títulos Nucleares, o que reforça a indústria do urânio. A justaposição de metas de tecnologia nuclear e a produção doméstica de urânio em queda revela os desafios multidimensionais enfrentados pelo setor.

Em avanço da dimensão internacional da política nuclear dos EUA, uma [declaração](#) conjunta entre os EUA e o Reino Unido enfatizou seu compromisso com o avanço da energia nuclear, abrangendo tecnologias de reatores inovadores e ciclos de combustível, visando aprimorar a segurança, eficiência e sustentabilidade nuclear. Alinhando suas estratégias nucleares, as duas nações procuram estimular o crescimento econômico, ao mesmo tempo em que, reduzem as emissões e fortalecem o regime global de não proliferação nuclear, ao qual atribuem um papel multifacetado à energia nuclear no enfrentamento dos desafios globais atuais.

Enquanto isso, o Canadá, parceiro crítico na segurança energética dos EUA, está [aprimorando](#) suas credenciais nucleares. O ponto ficou claro na formalização do compromisso de ambas as nações em colaborar na gestão segura de combustível nuclear usado e resíduos radioativos, descrito em novo Memorando de Entendimento entre os países. O memorando abrange tecnologias de ponta em reprocessamento, armazenamento e disposição final de resíduos nucleares, respaldando dessa forma, uma agenda bilateral para ampliar as melhores práticas e a segurança ambiental na gestão de combustível nuclear.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Além disso, no Canadá, um [acordo](#) de longo prazo entre a Atomic Energy of Canada Ltd (AECL), Canadian Nuclear Laboratories (CNL) e Algonquins of Pikwakanagan First Nation (AOPFN) procura oferecer um quadro de colaboração e engajamento contínuos entre produção, estudo e impacto socioeconômico, focando particularmente, na proposta de instalação de resíduos radioativos de baixo nível em Chalk River. Iniciado após longa consulta desde 2020, o acordo visa estabelecer um grupo de trabalho para colaborar continuamente e introduz um Programa Neya Wabun para monitoramento regular pela AOPFN em locais designados da AECL, entrelaçando objetivos ambientais, culturais e econômicos em seu escopo.

Os [esforços](#) de reforma referentes aos reatores Candu também se apresentam como um marco no cenário nuclear canadense, na medida em que, o carregamento de combustível concluído em Bruce 6 e o regulador nuclear canadense aprovam para a Ontario Power Generation (OPG) reiniciar Darlington 3. Essas atividades fazem parte de um projeto de reforma mais amplo, visando prolongar a vida útil dos reatores Candu e garantir sua operação segura no futuro. A reativação desses reatores representa um passo crucial na modernização dos ativos nucleares do Canadá e torna ainda mais complexo o papel da energia nuclear no desenvolvimento sustentável e na estratégia geopolítica da América do Norte.

Europa

O cenário nuclear europeu está se transformando significativamente em razão das políticas nacionais divergentes e negociações intracontinentais, como pode ser observado no Quadro 4 abaixo.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Quadro 4: Desenvolvimentos nucleares significativos na Europa no 2º tri. de 2023

País	Política e Desenvolvimentos principais	Implicações geopolíticas e transnacionais
Reino Unido	Deliberações com a UE sobre a participação no programa Euratom; plano alternativo devido às complexidades do Brexit.	Incerteza quanto à futura regulamentação nuclear e colaboração em pesquisa.
Alemanha	Desligamento dos últimos três reatores do país.	Redução da capacidade nuclear com foco em renováveis.
França	Investimento de mais de 100 milhões de euros em treinamento e inovação, com necessidade de 100 mil novos recrutamentos em 10 anos; Planejamento de, pelo menos, seis novos reatores.	Manutenção da energia nuclear como pilar estratégico.
Itália	Revisão da proibição pós-Chernobyl da energia nuclear e aprovação parlamentar para inclusão da energia nuclear na matriz energética futura.	Ascensão nuclear como ferramenta de descarbonização e segurança energética.
Polônia	Aprovação preliminar da análise de segurança de sua primeira usina nuclear.	Entrada no cenário nuclear com foco em segurança energética.
Belarus	Conexão bem sucedida de sua segunda unidade nuclear à rede elétrica nacional.	Diversificação de recursos energéticos.

Fonte: Elaboração própria, a partir do IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Políticas Públicas e Planos de Governo

Um dos pontos principais dessa transformação são as longas [deliberações](#) entre o Reino Unido e a União Europeia (UE) sobre a participação deste último no programa Euratom. O Euratom aparece como componente essencial para estabelecer medidas regulatórias comuns para atividades nucleares civis, implementação de salvaguardas e facilitação de pesquisa internacional em energia nuclear na Europa.

O Reino Unido hesita em razão da governança do Euratom dentro de instituições da UE. Tal estipulação provocou relutância devido às complexidades mais amplas do Brexit. Embora o governo britânico tenha expressado seu interesse contínuo em construir um acordo junto a UE sobre os programas nucleares e energéticos, incluindo o Euratom, ele tem elaborado planos alternativos, o que acaba criando um cenário de incerteza para o futuro da regulamentação nuclear e colaboração em pesquisa entre o Reino Unido e a UE.

Por outro lado, a Alemanha se comprometeu com uma decisão política de extinguir suas usinas nucleares restantes. A decisão se tornou efetiva a partir de 16 de abril com o [desligamento](#) dos últimos três reatores de água pressurizada em operação - Isar 2, Emsland e Neckarwestheim 2. O descomissionamento das usinas foi adiado para avaliar questões relacionadas à exagerada capacidade de energia gerada pelo conflito Rússia-Ucrânia. Porém, tal decisão reflete a transição mais ampla da Alemanha para fontes de energia renováveis, o que alinha o país a seus objetivos de política energética e ambiental de longo prazo.

Em contraste com a saída alemã do setor nuclear, a França está [investindo](#) ativamente na revitalização de sua robusta indústria nuclear – a qual emprega 220 mil trabalhadores – com uma quantia superior a 100 milhões de euros destinada a treinamento e inovação.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Um dos pontos principais dessa transformação são as longas [deliberações](#) entre o Reino Unido e a União Europeia (UE) sobre a participação deste último no programa Euratom. O Euratom aparece como componente essencial para estabelecer medidas regulatórias comuns para atividades nucleares civis, implementação de salvaguardas e facilitação de pesquisa internacional em energia nuclear na Europa.

O Reino Unido hesita em razão da governança do Euratom dentro de instituições da UE. Tal estipulação provocou relutância devido às complexidades mais amplas do Brexit. Embora o governo britânico tenha expressado seu interesse contínuo em construir um acordo junto a UE sobre os programas nucleares e energéticos, incluindo o Euratom, ele tem elaborado planos alternativos, o que acaba criando um cenário de incerteza para o futuro da regulamentação nuclear e colaboração em pesquisa entre o Reino Unido e a UE.

Por outro lado, a Alemanha se comprometeu com uma decisão política de extinguir suas usinas nucleares restantes. A decisão se tornou efetiva a partir de 16 de abril com o [desligamento](#) dos últimos três reatores de água pressurizada em operação - Isar 2, Emsland e Neckarwestheim 2. O descomissionamento das usinas foi adiado para avaliar questões relacionadas à exagerada capacidade de energia gerada pelo conflito Rússia-Ucrânia. Porém, tal decisão reflete a transição mais ampla da Alemanha para fontes de energia renováveis, o que alinha o país a seus objetivos de política energética e ambiental de longo prazo.

Em contraste com a saída alemã do setor nuclear, a França está [investindo](#) ativamente na revitalização de sua robusta indústria nuclear – a qual emprega 220 mil trabalhadores – com uma quantia superior a 100 milhões de euros destinada a treinamento e inovação.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Em desenvolvimento concomitante a um apelo do regulador nuclear francês por mais vigilância em relação às capacidades técnicas da cadeia de suprimentos nuclear do país, as autoridades francesas identificaram a necessidade de 100 mil novos recrutamentos até 2033 nas regiões da Normandia e Auvérnia-Ródano-Alpes, que são centros de instalações nucleares. Além disso, o governo francês está [planejando](#) uma legislação abrangente para facilitar a construção de, pelo menos, seis novos reatores, mantendo a energia nuclear como pilar da estratégia energética francesa.

A Itália está [revisando](#) sua posição sobre energia nuclear após quatro décadas de proibição pós-Chernobyl com a [aprovação](#) parlamentar da energia nuclear na futura matriz energética italiana, sinalizando uma mudança significativa de estratégia em relação à energia nuclear como uma ferramenta tanto de descarbonização quanto de segurança energética. Essa aprovação ocorre no contexto dos planos ambiciosos da Itália de eliminar o carvão até 2025 e aumentar a produção de energia renováveis ainda insuficiente para atender os objetivos energéticos e climáticos do país. Assim, esses motivos abrem caminho para o recrudescimento nuclear no país.

Mais ao leste, a Polônia está [avancando](#) em seus planos para construir sua primeira usina nuclear. Diante disso, o presidente da Agência Nacional de Energia Atômica da Polônia (PAA) está acenando à análise de segurança da instalação proposta, garantindo o alinhamento com padrões de segurança internacionais. A abordagem metodológica adotada pela Polônia sublinha a dedicação do país em entrar no cenário nuclear enfatizando a segurança energética.

Políticas Públicas e Planos de Governo

Enquanto isso, Belarus marcou o compromisso em diversificar seus recursos energéticos ao [conectar](#), com sucesso, sua segunda unidade nuclear à rede elétrica nacional. O Ministério da Energia confirmou que a unidade passou por uma série de testes rigorosos antes de atingir esta posição, na qual aderiu às normas de segurança nacionais e internacionais.

Portanto, o cenário nuclear europeu se mostra difuso em razão das diferentes abordagens tomadas por cada país. Enquanto a Alemanha opta por eliminar gradualmente sua capacidade nuclear, a França está dobrando a sua. Itália e Polônia estão em fases de transição, buscando reintegrar ou introduzir energia nuclear em suas estratégias energéticas.

Assim, debates entre Reino Unido e UE acontecem com implicações para a governança nuclear e colaboração em pesquisa. À medida que a geopolítica da energia avança, esses caminhos divergentes apresentam desafios e oportunidades para o futuro da energia nuclear europeia, no qual cada decisão ecoa em políticas energéticas, sustentabilidade ambiental e geopolítica regional.

Dinâmica Internacional

Irã: Intensificação das tensões relativas ao programa nuclear do país

No final de abril deste ano, os Estados Unidos (EUA) realizaram uma operação de aplicação de medidas sancionatórias, [confiscando](#) petróleo iraniano em um petroleiro marítimo. Dias depois, houve retaliação por parte do Irã que culminou na apreensão de outro navio petroleiro. Essa retaliação é vista como resposta à ação dos EUA enquanto os mercados petrolíferos permanecem voláteis. Os movimentos de apreensões representam o recrudescimento das tensões entre Washington e Teerã, após anos de pressão de sanções dos EUA relacionadas ao programa nuclear do Irã. Isso ocorre em razão da falta de observação do governo iraniano que vê sua exportação de petróleo crescer.

Em um intervalo de menos de um mês após a retaliação dos Estados Unidos, o primeiro-ministro israelense, Benjamin Netanyahu, expressou seu descontentamento em relação ao programa nuclear iraniano. Nessa ocasião, o general insinuou a possibilidade de uma [ação direta contra o Irã](#), sem, no entanto, fornecer especificações sobre as medidas empregadas ou sobre os responsáveis por sua execução. Enquanto isso, apesar das declarações do conselheiro de segurança nacional do primeiro-ministro minimizarem as possibilidades de ameaças vindas de uma nova instalação nuclear subterrânea do Irã, a estagnação das negociações internacionais sobre as limitações ao enriquecimento de urânio no território iraniano gera apreensão.

Ainda em maio, a França acusou o Irã de violar uma resolução do Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU) ao realizar um teste de míssil balístico de longo alcance.

Dinâmica Internacional

O míssil balístico, com alcance potencial de 2.000 km, é o mais recente de uma série de equipamentos a serem testados e lançados pelo Irã. Embora o teste vá contra a resolução 2231 do Conselho de Segurança da ONU, que exorta o Irã a não realizar atividades relacionadas aos mísseis balísticos nucleares, as autoridades ocidentais afirmam que esses lançamentos não revelam uma [violação do acordo nuclear](#) de 2015 entre o Irã e as outras potências mundiais.

Figura 1: Novo míssil balístico lançado em um local não revelado no Irã (foto obtida em 25 de maio de 2023)



Fonte: Ministério da Defesa do Irã/WANA (Agência de Notícias da Ásia Ocidental) /Folheto via REUTERS.

Paralelamente, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) [instalou](#) uma parcela restrita de dispositivos de monitoramento no território iraniano. Esses dispositivos foram implementados como parte de uma iniciativa destinada a aprimorar a supervisão das atividades nucleares do Irã.

Dinâmica Internacional

Todavia, o relatório da AIEA evidencia avanços limitados, englobando a implementação de dispositivos de monitoramento em tempo real para fins de enriquecimento de urânio com até 60% de pureza nas instalações de Natanz e Fordow. Além disso, destacou-se o aumento contínuo do estoque de urânio enriquecido a 60% pelo Irã.

Apesar dessa medida adotada pela AIEA, o primeiro-ministro de Israel, Benjamin Netanyahu, teceu [críticas](#) em relação à resposta da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) à situação envolvendo o Irã e acusou os inspetores da ONU de não abordarem as questões relacionadas ao Irã de maneira adequada. Em um contexto no qual o Irã está envolvido no enriquecimento de urânio a um nível de 60% de pureza – quantidade suficiente para o desenvolvimento de duas bombas – nucleares (apesar de negar tal intenção), Israel ameaça recorrer a medidas militares preventivas caso as abordagens diplomáticas não se mostrem eficazes.

Em contrapartida, o diretor-geral da AIEA, Rafael Grossi, [rejeitou](#) as alegações de que a agência afrouxou seus padrões durante uma investigação sobre atividades nucleares no Irã. As acusações surgiram após uma investigação da AIEA sobre a origem das partículas de urânio encontradas em locais iranianos não declarados. Embora o Irã tenha fornecido uma explicação para as partículas em um dos locais, Israel contestou a veracidade dessa explicação. Segundo Grossi, os padrões da agência não foram comprometidos. Sendo assim, o diretor-geral enfatizou a necessidade de um processo contínuo e sustentado para honrar os compromissos relacionados à investigação.

Dinâmica Internacional

Além disso, a situação de conflito se agrava consideravelmente diante da [negação](#) tanto por parte dos Estados Unidos quanto do Irã em relação aos relatórios sobre um eventual acordo provisório que contemplasse a interrupção do programa nuclear de Teerã em troca de concessões. A busca por esse acordo está condicionada à disposição do Irã em aceitar limitações e inspeções mais minuciosas por parte da ONU em seu programa nuclear como contrapartida ao termo das concessões internacionais.

Ucrânia: Persistência dos riscos de potenciais acidentes nucleares em Zaporizhzhia

No mês de maio deste ano, as forças militares russas acentuaram suas [posições defensivas](#) em torno da usina nuclear de Zaporizhzhia como parte para uma eventual contra-ofensiva na região. Os relatos de testemunhas indicam a escavação de trincheiras, o posicionamento de mais minas, a orientação de câmeras de vigilância em direção ao território sob controle ucraniano e o posicionamento de atiradores no topo dos edifícios da referida usina. Essas medidas geram preocupações entre os especialistas em razão dos riscos que a guerra exige à segurança dessa instalação nuclear.

No mesmo período, o Ministério da Defesa da Ucrânia fez alegações de que a Rússia está [planejando](#), deliberadamente, um acidente expressivo na usina nuclear controlada pelas forças pró-Moscou em Zaporizhzhia como parte de uma estratégia para atravancar a possível contra-ofensiva ucraniana, cuja intenção é recuperar os territórios ocupados.

Dinâmica Internacional

Conforme alegações, as forças russas executariam ataques à usina e relatariam um vazamento de radiação, buscando desencadear uma investigação internacional que resultaria na interrupção das hostilidades. Embora tais alegações careçam de evidências, foram observadas a suspensão programada da rotação de inspetores da Agência Internacional de Energia Atômica na usina.

Além disso, um incidente ocorrido na usina nuclear de Zaporizhzhia aumentou as preocupações. A usina sofreu um [incidente](#), no qual, a conexão de energia externa foi interrompida, resultando na ativação de geradores a diesel de emergência. Como resposta a esse incidente, o diretor-geral da Agência Internacional de Energia Atômica, Rafael Grossi, ressaltou a urgente necessidade de um acordo que evite o emprego da usina como base militar e estabeleça uma zona de segurança.

Em junho, na sequência desses eventos, após uma tentativa de insurreição liderada por Yevgeny Prigozhin na Rússia, as nações ocidentais, sob a liderança de membros do G-7, conduziram uma [discussão](#) abordando diversas contingências, que incluíram uma avaliação da ameaça aos arsenais nucleares em razão do regime instável em Moscou. As preocupações sobre as possíveis consequências da revolta contra o governo de Putin destacaram o desacordo com o Ocidente sobre o objetivo de respaldar a luta da Ucrânia contra a Rússia.

Dinâmica Internacional

Coreia do Sul: Reforço da aliança com EUA através de submarino nuclear

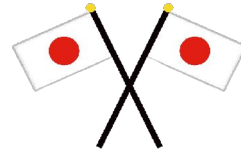
Pela primeira vez desde a década de 1980, um submarino de mísseis balísticos com armas nucleares ([SSBN](#)) pertencente à Marinha dos Estados Unidos está programado para visitar a Coreia do Sul, conforme anunciado durante a cúpula entre os presidentes sul-coreanos, Yoon Suk Yeol e o norte-americano, Joe Biden.

O propósito subjacente é a demonstração do comprometimento dos Estados Unidos em salvaguardar a Coreia do Sul contra possíveis ameaças da Coreia do Norte. Tais visitas são raras devido à natureza confidencial das operações dos SSBNs, as quais mantêm sua habilidade de lançar armas nucleares durante cenários de conflito. Além disso, esta iniciativa confirma a estratégia dos Estados Unidos para aumentar a visibilidade de ativos estratégicos na Península Coreana.

No dia 16 de junho deste ano, o submarino movido a energia nuclear dos Estados Unidos [atracou](#) em Busan, cidade sul-coreana, conforme anunciado pelas forças armadas do país. Este evento aconteceu após a Coreia do Norte ter lançado dois mísseis de curto alcance em sua costa leste um dia antes, onde ocorreu uma tentativa, mal sucedida, por parte de Pyongyang de pôr em órbita um satélite de espionagem no mês passado.

Dinâmica Internacional

Iniciativas em destaque



Japão: Posicionamentos frente a liberação de água contaminada de Fukushima

Anos após o acidente nuclear na usina de Fukushima, o Japão pretende lidar com as águas contaminadas pelos desastres. Por isso, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) ficou encarregada de [avaliar](#) a segurança do plano japonês de liberação de água tratada no oceano a partir da Central Nuclear de Fukushima Daiichi. Sendo assim, durante o mês de maio deste ano, uma força-tarefa da AIEA realizou sua última missão no Japão antes de publicar um relatório abrangente com suas considerações finais sobre a questão.

No seu quinto relatório, a AIEA concentrou-se na [revisão regulatória](#) do Japão sobre a liberação planejada e revela que a Autoridade de Regulação Nuclear (NRA) fornece, em revisão, a otimização da proteção durante a descarga, bem como estabelece um quadro para limites e condições de descarga. A força-tarefa apresentou a abordagem da NRA para controle de exposição ocupacional e envolvimento público, mas continuará a revisar o processo regulatório conforme as descargas propostas de água tratada pelo sistema ALPS.

Além disso, devido à sua proximidade geográfica com o Japão, a Coreia do Sul apresentou sua [perspectiva](#) sobre a liberação da água contaminada no mar. Especialistas sul-coreanos em segurança nuclear que visitaram a usina nuclear de Fukushima, recomendam uma análise detalhada para avaliar o plano japonês, embora o governo japonês tenha garantido a segurança da água tratada.

Dinâmica Internacional

A comissão sul-coreana direcionou sua análise para as instalações de purificação de água, transporte e equipamentos de liberação. Em consequência disso, a [população sul-coreana](#) aumentou a demanda por sal e frutos-do-mar a granel para armazenamento doméstico. Além disso, os varejistas também estão estocando esses produtos para enfrentar uma possível escassez de abastecimento.

Fique de olho!

AIEA ressalta a China como uma parceira essencial

Durante uma semana na China, Rafael Mariano Grossi, o Diretor-Geral da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), [ênfaticou](#) o papel fundamental do país como parceiro fundamental na busca de promoção global pelo uso pacífico da energia nuclear. Durante a visita, houve encontros com autoridades e a exploração de várias instalações nucleares em cidades como Pequim, Xangai e Shandong. Vale ressaltar que a China é reconhecida pela sua posição de liderança na esfera nuclear global, operando, atualmente, mais de cinquenta unidades de energia nuclear, enquanto outras vinte e quatro estão em fase de construção. Ao longo da visita, Grossi formalizou acordos de cooperação com a Autoridade de Energia Atômica da China, abrangendo áreas como reatores modulares de menor escala, fusão nuclear, gestão de dados nucleares e núcleos nucleares, além de iniciativas relacionadas à aplicação médica da tecnologia nuclear. Um ponto importante foi a designação do Centro de Segurança Nuclear e Radiológica da China como Centro Colaborador da AIEA. Essa visita enfatiza a dedicação contínua da China à segurança e ao uso responsável da energia nuclear.

Inovação Tecnológica

A tecnologia de Pequenos Reatores Modulares (SMRs) mantém sua trajetória de crescimento durante o segundo trimestre de 2023. Ao representar uma oportunidade promissora para a expansão da energia nuclear em diversos países, os SMRs estão impulsionando uma corrida tecnológica que fomenta uma colaboração expressiva entre nações distintas e realizações de numerosos testes com diferentes modelos. Esses empreendimentos continuam a ser observados tanto no âmbito público quanto no setor privado. Os quadros subsequentes resumem as iniciativas dessas duas esferas.

Quadro 5: Principais iniciativas de agentes públicos e agências internacionais envolvendo SMRs durante o 2º tri. de 2023

País	Descrição
EUA e Coreia do Sul	A Doosan Enerbility e o Export-Import Bank of Korea (KEXIM) assinaram um memorando de entendimento (MoU) para cooperação em SMRs com a NuScale Power.
EUA	Departamento de Energia (DOE) inicia preparativos para testes do primeiro protótipo de microrreator MARVEL .
	Países da Europa Oriental e Eurásia podem participar do programa de incentivo norte-americano para desenvolvimento de SMRs chamado Projeto Phoenix .
	O Escritório de Capacidades Estratégicas do Departamento de Defesa dos EUA e o Exército dos EUA apresentaram avanços no desenvolvimento do Sistema de Protótipo de Microrreator (MPS).
Indonésia	BATAN em cooperação com a Rosatom consideram utilizar SMRs para o fornecimento de energia a uma fábrica de fertilizantes.
Romênia	A Universidade Politécnica de Bucareste hospedou o primeiro simulador para a sala de controle de uma usina de SMR NuScale VOYGR na Europa.

Fonte: Elaboração própria, a partir de IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Inovação Tecnológica

Quadro 6: Principais iniciativas de agentes privados envolvendo SMRs durante o 2º tri. de 2023

Empresa	Descrição
USNC	Alabama abrigará a fabricação, montagem, teste e inspeção de módulos não radioativos necessários para o micro reator modular (MMR) refrigerado a gás da Ultra Safe Nuclear (USNC).
Holtec	Assinatura de um acordo de cooperação com a Energoatom para a implementação do primeiro Projeto Piloto SMR-160.
TerraPower	Parceria com a SK e a Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP) em assuntos referentes a SMRs.
Tractebel	Assinatura de um acordo de cooperação com a Nuward e com a EDF para expandir sua colaboração no desenvolvimento do SMR Nuward.
Norsk Kjernekraft	Assinatura de uma carta de intenções com a filandesa TVONS para investigar em conjunto a implantação de SMRs na Noruega.
Aecon	Parceria com a ES Fox Limited para fabricar, em conjunto, componentes de aço fora do local para o primeiro SMR em escala de rede do Canadá.
Doosan	Início do processo de produção de forjamento para o primeiro módulo a ser implantado como parte de uma usina de NuScale VOYGR-6.
Dow	Seleção de Seadrift, Texas, para sediar um projeto de SMR em parceria com a X-energy.

Fonte: Elaboração própria, a partir de IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Na esfera pública, destaca-se o papel substancial do governo dos Estados Unidos (EUA) como facilitador dos SMRs, não apenas dentro de suas próprias fronteiras, mas também em escala internacional, tanto mediante apoio financeiro, quanto por meio de colaborações público-privadas. Durante a COP 27, os Estados Unidos celebraram duas iniciativas para promover a adoção dos SMRs em países europeus: [o Projeto Phoenix e o projeto-piloto Ucrânia Clean Fuels from SMRs](#).

Inovação Tecnológica

No segundo trimestre de 2023, observa-se um movimento por parte das nações europeias em busca dos benefícios proporcionados por esses projetos.

Um exemplo notável do sucesso dos projetos norte-americanos é a colaboração entre o Ministério da Economia da Eslováquia e a empresa Slovenské Elektrárne que firmaram um [memorando de cooperação](#) com diversos parceiros do setor de energia para fomentar a implementação de SMRs no país. Isso inclui a busca de financiamento no âmbito do Projeto Phoenix, cujo objetivo é acelerar a transição global rumo à energia limpa, por meio da conversão de usinas movidas a carvão em usinas nucleares SMR neutras em carbono.

No caso das iniciativas público-privadas, a cooperação entre os EUA e a Coreia do Sul aumentou. Durante uma visita do presidente sul-coreano Yoon Suk-yeol aos Estados Unidos, foram firmados [acordos de cooperação](#) em relação aos SMRs entre empresas sul-coreanas, um banco sul-coreano e empresas norte-americanas. A Doosan Enerbility e o Banco de Exportação e Importação da Coreia (KEXIM) colaboraram com a NuScale Power. O MoU entre a NuScale, Doosan e KEXIM buscam fortalecer a colaboração e apoiar a implementação dos SMRs da NuScale.

No contexto do setor privado, destacam-se duas categorias fundamentais de empreendimentos: o desenvolvimento das infraestruturas de produção e das redes de fornecimento relacionadas aos SMRs além da cooperação internacional entre empresas. O avanço no campo de produção de SMRs é exemplificado no caso da Ultra Safe Nuclear Corp ([USNC](#)) que optou pela escolha de Gadsden, Alabama, como local para a instalação de sua fábrica de microrreatores. Neste complexo estão programadas as etapas de fabricação, montagem, testes e inspeções dos módulos não radiológicos fundamentais para os reatores micromodulares refrigerados a gás (MMR) desenvolvidos pela USNC.

Inovação Tecnológica

Simultaneamente, a progressão da cadeia de suprimentos é evidente nos casos da Dosan e da parceria entre a Aecon e a ES Fox Limited. Ambos os cenários fazem referência à fabricação de componentes para SMRs. A [Dosan](#) iniciou o processo de produção de forjamentos para o primeiro módulo que se implantado como parte de uma usina de energia do Pequeno Reator Modular (SMR) NuScale VOYGR-6, associado ao Carbon Free Power Project (CFPP) nos Estados Unidos. Enquanto isso, [a Aecon e a ES Fox Limited](#) produzirão em conjunto componentes de aço *off-site* destinados ao primeiro SMR na escala de rede do Canadá, localizado nas instalações de Darlington da Ontario Power Generation (OPG), associado ao Carbon Free Power Project (CFPP) nos Estados Unidos.

Além disso, uma parceria entre empresas norueguesas e finlandesas exemplifica a colaboração internacional na implantação de SMRs, buscando soluções conjuntas. Nesse caso, a Norsk Kjernekraft assinou uma [carta de interesse](#) com a TVO Nuclear Services (TVONS) para auxiliar na avaliação e possível implantação de SMRs na Noruega. Essa parceria inclui a avaliação da previsão do desenvolvimento de energia nuclear em diversos municípios noruegueses.

Outras tecnologias

Para além dos reatores modulares pequenos (SMRs), outras tecnologias estão sendo desenvolvidas visando expandir a aplicação da tecnologia nuclear. Durante o segundo trimestre de 2023, entrarão em curso iniciativas tanto por parte de entidades governamentais quanto por parte de empresas nas áreas mencionadas a seguir: (i) Exploração das possibilidades de produção de hidrogênio, (ii) Pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para reatores nucleares, (iii) Inovação no método de remoção de urânio e (iv) Estudos relacionados à fusão nuclear. O Quadro 7 resume as principais ações compreendidas nessas áreas e descreve brevemente sobre cada uma delas.

Inovação Tecnológica

Quadro 7: Principais iniciativas voltadas para outras tecnologias nucleares durante o 2º tri. de 2023

Tecnologia	Responsável	Descrição
Possibilidade de produção de hidrogênio	Rolls-Royce	Relatório de viabilidade produzido com a Sumitomo Corporation mostra que seus Rolls-Royce SMR têm vantagens sobre outras fontes disponíveis para a produção de hidrogênio.
	GLHC	Pedido completo de financiamento para criar um centro de hidrogênio limpo movido a energia nuclear para atender Ohio, Michigan e partes da Pensilvânia e Indiana.
Novas tecnologias para reatores nucleares	Polônia	O Centro Nacional de Pesquisa Nuclear (NCBJ) lança um projeto conceitual de um novo reator de pesquisa resfriado a gás de alta temperatura (HTGR), apelidado de HTGR-POLA.
	Rosatom	A Rosatom lançou a maior impressora 3D na Rússia que permitirá a impressão de peças de grande porte usadas nos reatores nucleares, reduzindo assim, os custos e o tempo de fabricação.
Inovação no método de extração de urânio	China	A Corporação Nuclear Nacional da China (CNNC) lançou uma plataforma de testes para extrair urânio de água do mar usando a tecnologia de absorção iônica.
Fusão Nuclear	Alemanha	O governo anunciou planos para impulsionar a pesquisa doméstica sobre o desenvolvimento da fusão nuclear e declarou apoio a todas as tecnologias de fusão promissoras em desenvolvimento, incluindo métodos baseados em laser.
	EUA	O Departamento de Energia (DOE) liberará US\$ 46 milhões para projetos de fusão nuclear de oito empresas norte-americanas.

Fonte: Elaboração própria, a partir de IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Inovação Tecnológica

Dentre os eixos tecnológicos apresentados, o progresso nos campos da fusão nuclear e as previsões de produção de hidrogênio rosa, obtidos por meio de eletrólise empregando energia dos centros nucleares, merecem destaque. Tais áreas têm aumentado constantemente as iniciativas e os investimentos ao longo dos trimestres mais recentes. No contexto da fusão nuclear, podemos citar dois exemplos específicos, sendo um nos Estados Unidos (EUA) e outro na Alemanha.

Nos EUA, o Departamento de Energia ([DOE](#)) anunciou que oito empresas americanas que trabalham com energia de fusão nuclear receberão US\$ 46 milhões em financiamento governamental para continuarem a desenvolver centrais piloto para gerar energia por meio de reações de fusão semelhante às encontradas no sol e nas estrelas. O financiamento inicial é de 18 meses com possível financiamento de até US\$ 415 milhões no futuro. No entanto, tal financiamento depende de vários fatores, incluindo aprovação do Congresso e cumprimento de marcos de engenharia.

Na Alemanha, o governo divulgou [planos](#) para reforçar a pesquisa nacional em prol do desenvolvimento da tecnologia de fusão nuclear, uma potencial fonte de energia limpa no futuro. No entanto, os detalhes de financiamento continuam indefinidos. Conforme a ministra da Ciência, Bettina Stark-Watzinger, o país apoiará várias abordagens promissoras de fusão, incluindo métodos a laser que trarão avanços recentes aos Estados Unidos, mas que não são amplamente explorados na Europa. No contexto da produção de hidrogênio do tipo rosa é possível identificar duas empresas cujas iniciativas se destacam: a Rolls-Royce e a Coalizão do Centro de Hidrogênio Limpo dos Grandes Lagos (GLCH). A empresa Rolls-Royce SMR, com sede no Reino Unido, divulgou informações sobre um relatório colaborativo com a Sumitomo Corporation que enfatiza as [vantagens oferecidas por seus SMRs na geração de hidrogênio rosa](#).

Inovação Tecnológica

Embora esse estudo não tenha sido publicado, ele investiga como o calor e a energia proveniente dos SMRs podem ser empregados para operar eletrolisadores com o propósito de produzir hidrogênio de forma ecologicamente responsável.

Paralelamente, o GLCH submeteu uma solicitação de financiamento com vistas ao estabelecimento de um [complexo de produção de hidrogênio rosa](#), abrangendo as regiões de Ohio, Michigan e partes da Pensilvânia e Indiana. A cifra prevista para o investimento total ultrapassa os US\$ 2 bilhões, além de viabilizar a obtenção de hidrogênio limpo por meio do processo de eletrólise, valendo-se, eventualmente, de projetos de energia solar. A distribuição do hidrogênio será realizada por meio de sistemas de transporte rodoviário e gasodutos, tendo como alvo os setores industriais locais, bem como as necessidades emergentes no âmbito da mobilidade e das comunidades circunvizinhas.

Fique de olho!

A Tecnologia de Impressão 3D encontra aplicação significativa no setor nuclear

Dentre as tecnologias emergentes no contexto da produção de reatores nucleares, destaca-se a aplicação crescente da tecnologia de impressão 3D. Nesse âmbito, peças de grande dimensão destinadas a reatores nucleares apresentam potencial de serem produzidas por meio desse processo. Esse avanço demonstra o potencial de economia substancial de materiais, resultando em um aumento de eficiência na produção e na elevação da qualidade do produto final. Um exemplo desse empreendimento está sendo implementado na Rússia pela Rosatom, empresa estatal voltada para energia nuclear.

Inovação Tecnológica

Fique de olho!

A Rosatom lançou [a maior impressora 3D da Rússia](#) desenvolvida em colaboração com a RusAT, uma subsidiária da fabricante de combustível nuclear TVEL. Essa impressora 3D, chamada Additive Technologies, consegue produzir peças de grande porte para reatores nucleares, o que reduz os custos e tempo de fabricação das peças. Equipada com dois robôs industriais de seis eixos e tecnologia de deposição direta de metal (DMD), a máquina pode criar produtos de até 2,2 metros de diâmetro e 1 metro de altura através da formação camada por camada com lasers e pó metálico. Além disso, sua superfície permite fabricar produtos compostos usando diferentes pós-metálicos.

INRA apoia colaboração internacional para tecnologia SMR

A [Associação Internacional de Reguladores Nucleares](#) (INRA) divulgou uma declaração conjunta firmando o compromisso de colaborar na avaliação e licenciamento de projetos de tecnologias de pequenos reatores modulares (SMR). Reconhecendo o crescente foco global nesses reatores, os membros do INRA concordaram em serem proativos na avaliação de projetos genéricos e apoiar revisões regulatórias nacionais, comprometendo-se com acordos bilaterais e multilaterais para compartilhar avaliações e conhecimentos especializados.

Inovação Tecnológica

Fique de olho!

Além disso, a declaração do INRA destaca a importância de maximizar a colaboração regulatória, enquanto projetos padrão de reatores podem facilitar revisões eficientes. O INRA reiterou o papel essencial dos reguladores nacionais na garantia da segurança, proteção e não proteção nuclear, enfatizando que as revisões regulatórias independentes não devem ser substituídas por abordagens internacionais. Os nove países membros do INRA, incluindo Canadá, França, Japão e EUA, expressaram seu apoio a essa abordagem colaborativa para avaliações regulatórias de tecnologias SMR.

Empresas

No segundo trimestre de 2023, tanto no cenário nacional como internacional, foram observadas movimentações empresariais de grande relevância com o propósito de contribuir para a utilização da energia nuclear. No contexto brasileiro, merecem destaque as colaborações e parcerias entre as empresas atuantes no setor nuclear que evidenciam a possível tendência do aumento nos investimentos em energia nuclear no país. Globalmente, a busca pelo desenvolvimento nuclear se manifesta por meio de estudos de viabilidade direcionados para a expansão da energia nuclear em diferentes nações, bem como pela intervenção governamental em questões de natureza empresarial relacionadas a essa área. O Quadro 8 apresenta um resumo das principais iniciativas e movimentos empresariais vinculados a essa tecnologia.

Quadro 8: Iniciativas empresariais relacionadas à energia nuclear voltadas a temáticas nucleares durante o 2º tri. de 2023

Empresa	Descrição
Denison	Divulgação dos resultados completos de um estudo de viabilidade sobre a mineração de <i>lixiviação in situ</i> (ISL) do depósito de urânio Phoenix no Canadá.
EDF	Autorização para a nacionalização da companhia pelo tribunal francês.
	Retirada da empresa da bolsa de valores em Paris devido sua nacionalização.
Eletronuclear	Repercussão negativa em torno da nomeação de novo diretor para a Eletronuclear por parte do Ministério de Minas e Energia.
	Convênio com a Amazul para P&D do processo de extensão da vida útil do reator da usina nuclear de Angra 1.
ENBPar	Pagamento total do saldo devedor da participação brasileira em Itaipu Binacional.

Fonte: Elaboração própria, a partir de IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Empresas

Quadro 8 (continuação): Iniciativas empresariais relacionadas à energia nuclear voltadas a temáticas nucleares durante o 2º tri. de 2023

Empresa	Descrição
EPE	Expansão do investimento privado em energia nuclear.
Framatome e Slovenské elektrárne	Cooperação para o desenvolvimento de combustível nuclear 100% europeu para reatores de água pressurizada VVER-440.
Grupo Egis	Realização de associação com a ABDAN visando oportunidades no setor nuclear.
Holtec	O Sistema HI-LIFT acelerará o descomissionamento da usina nuclear de Indian Point nos Estados Unidos.
INB	Assinatura de novos contratos e acordos com a Westinghouse, o The Institute of Energy and a Nuclear Research e Rosatom relacionados aos aspectos do fornecimento de combustível nuclear.
Nuclep	Assinatura de um memorando de entendimento com a Holtec para a construção de equipamentos nucleares para o Brasil.
Westinghouse	Fornecimento de novos geradores de vapor para a usina nuclear Susquehanna nos Estados Unidos.
	Avanços no desenvolvimento de usina nuclear na Polônia em conjunto com a Bechtel e a PEJ.
	Realização do estudo de viabilidade em conjunto com a Fortum para a construção de usinas nucleares na Finlândia e na Suécia.

Fonte: Elaboração própria, a partir de IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Cenário Nacional

Nos documentos mais recentes publicados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), notadamente, no Plano Nacional de Energia 2050 e no Plano Decenal de Expansão de Energia 2031, evidencia-se uma [perspectiva otimista](#) de ampliação da energia nuclear no território brasileiro.

Empresas

Com o intuito de concretizar esse cenário promissor, as empresas nacionais estão gradualmente intensificando suas interações com entidades corporativas tanto dentro quanto fora do país, abrangendo a troca de experiências, a exploração de oportunidades no segmento e a busca por avanços notáveis no domínio nuclear.

Durante o segundo trimestre de 2023, merece destaque a proeminência de tal colaboração, qual seja, a formalização de um [acordo](#) entre a Eletronuclear, empresa responsável pela operação e construção de usinas termonucleares no âmbito nacional e a Amazul, instituição encarregada de promover o avanço tecnológico no Programa Nuclear Brasileiro e do setor nuclear da marinha nacional. Importante destacar que tal acordo recebeu apoio da PATRIA – Fundação Parque de Alta Tecnologia da Região de Iperó e Adjacências – atuando como fundação de apoio. Esse convênio está alinhado ao objetivo da Eletronuclear de estender a vida útil do reator da usina nuclear de Angra 1 por mais duas décadas. Em simultâneo a essa colaboração, a empresa implementou o Programa de Extensão de Vida Útil da planta.

Destaca-se também o [memorando de entendimento](#) estabelecido entre a Nuclebrás Equipamentos Pesados SA (Nuclep), responsável pela fabricação de equipamentos pesados para a indústria nuclear brasileira e a Holtec, fornecedora de equipamentos e sistemas para a indústria de energia dos Estados Unidos (EUA). Esse acordo visa agregar os projetos gerenciados pela Holtec à capacidade e expertise da Nuclep na construção de equipamentos nucleares para o país, o que inclui pequenos reatores modulares (SMRs) e trocadores de calor para a usina de Angra 3.

Entretanto, em contraste com esse quadro otimista, a [indicação](#) inesperada de Raul Lycurgo Leite – advogado sem experiência no setor – como diretor da Eletronuclear, órgão responsável pela supervisão das usinas nucleares brasileiras, gerou críticas contundentes.

Empresas

O deputado Júlio Lopes lamentou a escolha argumentando que o Brasil possui referências internacionais na área e que essa indicação desconsidera a especialização do setor.

Fique de olho!

INB assina contratos relativos ao fornecimento de combustíveis

Durante o Nuclear Trade and Technology Exchange (NT2E), evento de destaque na área nuclear, promovido pela Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares (ABDAN) e as Indústrias Nucleares do Brasil (INB) foi celebrado [quatro contratos e dois acordos](#) com a Westinghouse, o Instituto de Pesquisa Energética e Nuclear junto a Rosatom. Com a Westinghouse, foram assinados contratos relacionados ao fornecimento de componentes e varetas de gadolínio para recargas de Angra 1, além de colaboração para o desenvolvimento de projeto para elemento de combustível e fornecimento de pessoal especializado nos EUA. Os acordos com o instituto envolvem parcerias em pesquisa e desenvolvimento para tecnologias de produção de elemento combustível. A INB formalizou um contrato com a participação da Rosatom, Tenex, para aquisição de hexafluoreto de urânio natural (UF₆), o que continua a fortalecer a cooperação com a Rosatom.

Empresas

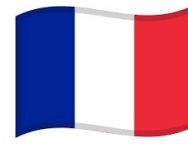
Cenário Internacional

O panorama global continua a ser caracterizado por colaborações entre empresas de diversas nações, como mostram estudos de viabilidade que visam a introdução da tecnologia nuclear em países que ainda não têm acesso a essa fonte de energia. Por exemplo, a empresa finlandesa Fortum e a Westinghouse Electric Company, dos EUA, formalizaram um [memorando de entendimento](#) com o objetivo de explorar a previsão do desenvolvimento e a implantação de novos reatores nucleares na Finlândia e na Suécia. Esse acordo auxiliará o estudo de viabilidade da Fortum, com duração de dois anos, e avaliará os requisitos prévios para a construção de novas unidades nucleares nessas nações levando em consideração tanto os Reatores Modulares Pequenos (SMRs) quanto os reatores convencionais de maior porte. No âmbito desse estudo, serão apresentadas as condições comerciais, tecnológicas e sociais, além de aspectos políticos, jurídicos e regulatórios relacionados à edificação de novos reatores.

Outro exemplo importante de colaboração empresarial no contexto da disseminação da energia nuclear em países desprovidos dessa fonte energética está na assinatura do [acordo](#) pela Westinghouse Electric Company, Bechtel e Polskie Elektrownie Jądrowe (PEJ) que estabelece um plano para a entrega da primeira central nuclear da Polónia. Fica estabelecido neste acordo um plano conciso para instalar a primeira central de energia nuclear em Polónia. Além disso, o plano abrange a utilização do reator AP1000, desenvolvido pela Westinghouse e selecionado pelo governo polonês. Conforme circunscrito, as atividades do projeto têm previsão de início para este ano, com início das construções para 2025 e geração de energia nuclear prevista para 2033. O acordo delimita as responsabilidades das partes envolvidas e define as interações de colaboração entre as empresas norte-americanas, o que detalhe o processo de concepção e o cronograma de trabalho, além de garantir a qualidade do projeto. Neste contexto, a supervisão da construção será conduzida sob a liderança da Bechtel.

Empresas

Iniciativas em destaque



A nacionalização da EDF e suas consequências

Devido ao registro de um histórico prejuízo líquido de 17,9 mil milhões de euros em 2022 pela EDF – resultado de um número sem precedentes de paralisações em seus reatores – o governo empreendeu, no ano passado, uma iniciativa de aquisição das ações remanescentes da EDF com o intuito de retirar a empresa do mercado acionário. Tal movimento enquadra-se na renovação do compromisso do presidente Emmanuel Macron com a energia nuclear, sendo este plano corroborado pela perspectiva de construção de, no mínimo, seis novos reatores nos próximos anos.

A proposta de nacionalização da EDF resultou em um desembolso financeiro da ordem de, aproximadamente, 10 mil milhões de euros (equivalente a US\$ 10,9 milhões), possibilitando ao governo assumir o controle integral do grupo. Por sua vez, a Associação de Defesa dos Acionistas Minoritários (ADAM) questionou os termos da oferta, demonstrando que o valor de aquisição de 12 euros por ação mostrou-se demasiadamente baixo. Todavia, em maio de 2023, um tribunal de apelações francês [rejeitou](#) a queixa apresentada por acionistas minoritários contra os termos de uma aquisição governamental da EDF, abrindo caminho para total nacionalização da empresa. Segundo o Ministério da Finanças francês, após a decisão, a oferta do governo foi reaberta, de 4 a 17 de maio, sob os mesmos termos financeiros para os investidores resistentes poderem vender suas ações e títulos restantes.

Em 8 de junho, o conglomerado francês de energia nuclear EDF foi completamente [reintegrado à esfera estatal](#), encerrando participação na bolsa de valores de Paris. Tal decisão foi motivada por uma perda histórica ocorrida no ano anterior e pela redução da produção nuclear a uma marca que representa um mínimo em um período de 34 anos. Em resumo, após um período de 18 anos em operação de mercado, a empresa multinacional francesa de energia elétrica recupera sua condição de entidade estatal conforme sua situação entre os anos de 1946 e 2005.

Estudos em destaque

Artigos acadêmicos e relatórios recentes intensificam o debate em torno do papel da energia nuclear, focando, especificamente, em pequenos reatores modulares (SMR, na sigla em inglês), no esforço global para transição para um cenário de energia de baixo carbono, como pode demonstrar o Quadro 9 abaixo.

Quadro 9: Principais relatórios e artigos sobre energia nuclear no 2º tri. de 2023

Critério	Artigo GESEL	Relatório Wood Mackenzie	Relatório NITI Aayog
Título	A Energia Nuclear em favor da descarbonização.	Viabilizando a nova energia nuclear na transição energética.	O papel dos pequenos reatores modulares na transição energética.
Foco principal	Pequenos Reatores Modulares (SMRs).	Custo Nivelado de Eletricidade (LCOE).	Análise técnica e regulatória dos SMRs.
Conclusões	SMRs oferecem mais flexibilidade e segurança operacional, contribuindo para a descarbonização.	Altos custos são a principal barreira para o ressurgimento da energia nuclear.	Padronização e regulamentação são cruciais para a adoção em larga escala dos SMRs, mas ainda assim o financiamento continua sendo desafiador.

Fonte: Elaboração própria, a partir de IFE Nuclear (GESEL, 2023).

Um artigo de pesquisa publicado pelo GESEL [ênfatizou](#) que os SMRs poderiam oferecer maior flexibilidade operacional e segurança, minimizando o impacto ambiental.

Estudos em destaque

O artigo escrito pelos pesquisadores Nivalde de Castro (Professor do Instituto de Economia da UFRJ e coordenador do GESEL), Pedro Ludovico e Isadora Verde (Pesquisadores júniores do GESEL) argumenta que a energia nuclear tem efetivamente reduzido emissões ao longo dos anos e poderia continuar a fazê-lo, particularmente, através da superação de desafios tradicionais associados a reatores convencionais pela adoção de SMRs.

Na mesma linha, um relatório da Wood Mackenzie [identificou](#) os altos custos como a principal barreira para o recrudescimento da energia nuclear. O relatório sublinhou a necessidade de uma abordagem holística para avaliar os custos, situando o custo nivelado de eletricidade (LCOE, na sigla em inglês) da energia nuclear convencional como sendo, pelo menos, quatro vezes maior do que para a energia solar e eólica.

Ademais, o relatório da NITI Aayog, desenvolvido em colaboração com o Departamento de Energia Atômica da Índia e a Tata Consulting Engineers Limited, [aprofundou](#) sobre o papel dos SMRs na transição energética. O relatório destacou considerações-chave, como o status atual do desenvolvimento tecnológico, prontidão das cadeias de suprimentos, harmonização regulatória e licenciamento internacional. Ademais, o relatório concluiu que a padronização em desenhos, componentes e módulos facilitaria a adoção em larga escala dos SMRs. No entanto, apontou também que o financiamento continua sendo um desafio crítico para o desenvolvimento acelerado e da implementação desses reatores.

Esse discurso multifacetado em torno da energia nuclear sublinha a necessidade de uma análise abrangente, considerando tanto suas potenciais contribuições para os objetivos de energia de baixo carbono quanto para os obstáculos que enfrenta.

Estudos em destaque

Enquanto relatórios como os do GESEL e da NITI Aayog defendem a implementação dos SMRs devido a sua adaptabilidade e potencial para a descarbonização, o relatório da Wood Mackenzie traz uma visão precisa da econômica, na qual enfatiza a necessidade de uma avaliação sistemática e holística dos custos.

A convergência desses estudos indica um possível deslocamento de paradigma. Embora os altos custos iniciais da tecnologia nuclear tenham sido morosos, a promessa apresentada pelos SMRs em termos de flexibilidade operacional, segurança e sustentabilidade ambiental poderia ser um divisor de águas para o setor. Isso é particularmente relevante em um contexto em que existe urgência para identificar alternativas estáveis de energia de baixo carbono capazes de complementar fontes renováveis como a eólica e a solar.

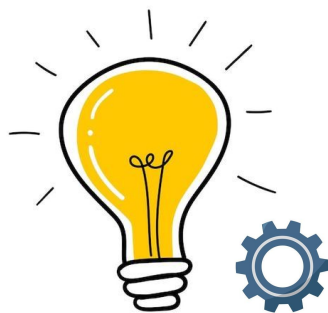
Portanto, a literatura emergente nesta área apresenta um quadro complexo, mas otimista para o papel da energia nuclear, particularmente os SMRs, em um futuro descarbonizado. À medida que os países estão reavaliando suas estratégias energéticas em face do aumento das emergências climáticas, essas descobertas oferecem pontos importantes que poderiam auxiliar nas decisões políticas e nas inovações tecnológicas nos próximos anos. Seja como uma tecnologia ponte ou uma solução de longo prazo, o papel da energia nuclear parece estar conquistando a atenção em círculos acadêmicos e políticos, sugerindo um papel mais proeminente nas futuras políticas energéticas e estratégias de transição.

Considerações Finais

Não se pode descartar a ideia de uma “retomada” da energia nuclear nos holofotes globais do setor elétrico. Diversos países estão reconsiderando seu uso, mediante a crise energética provocada pelo conflito entre Rússia e Ucrânia. Este é um tema que vem sendo debatido desde o início do conflito, e como bem observado ao longo deste documento, proporcionou uma série de desdobramentos para o setor, principalmente na Europa. O Brasil, corre por fora para explorar seu potencial no mercado de urânio e concluir as obras de Angra 3.

A dinâmica internacional ainda demonstra ser conflituosa. A situação no Irã, de certa forma acaba atrasando discussões importantes no segmento nuclear. Todavia, enxerga-se potencial nas novas tecnologias, que estão sendo desenvolvidas muito rapidamente. Governos e empresas atuando juntos tem o poder de impulsionar essas inovações.

O acompanhamento sistemático do desenvolvimento energia nuclear por meio do [Informativo Eletrônico de Energia Nuclear](#) demonstrou a necessidade de avaliações analíticas periódicas, capazes de identificar, mapear e analisar as principais políticas públicas e planos de governo, a dinâmica internacional, o posicionamento e as estratégias das empresas e o desenvolvimento tecnológico. Desta forma, o Relatório do Observatório de Energia Nuclear espera contribuir para uma maior divulgação do conhecimento referente ao tema e impulsionar debates e estudos acerca de novas estratégias e políticas para esta tecnologia também no Brasil.



Para receber o Informativo de Energia Nuclear, clique [aqui](#).



Para ler os Informativos de Energia Nuclear já publicados, clique [aqui](#).

Referências Bibliográficas

GESEL. **A energia nuclear em favor da descarbonização**. 20 de mar. 2023. Disponível em: <https://gesel.ie.ufrj.br/publicacoes/>. 30 de ago. 2023.

GESEL. **IFE Energia Nuclear**. 2023. Disponível em: < <https://gesel.ie.ufrj.br/temas/energia-nuclear/> >

IAEA, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Director General Grossi Highlights China as Indispensable IAEA Partner, Leader in Nuclear Energy**. 22 de mai. de 2023. Disponível em: <https://www.iaea.org/newscenter/news/director-general-grossi-highlights-china-as-indispensable-iaea-partner-leader-in-nuclear-energy>. Acesso em 26 de ago. 2023.

IAEA, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **IAEA Task Force on Fukushima Daiichi Treated Water Release Conducts Final Mission to Japan Prior to Publication of its Safety Assessment**. 26 de mai. de 2023. Disponível em: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-task-force-on-fukushima-daiichi-treated-water-release-conducts-final-mission-to-japan-prior-to-publication-of-its-safety-assessment>. Acesso em 26 de ago. 2023.

MONTEL NEWS. **Itália: Parlamento aprova plano para inclusão de energia nuclear na matriz energética**. 09 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.montelnews.com/news/1498405/italian-parliament-backs-meloni-plan-to-reactivate-nuclear>. 30 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Eletronuclear e Amazul celebram na feira NT2E uma parceria para extensão de vida de Angra 1**. 04 de mai. de 2023. Disponível em: <https://petronoticias.com.br/eletronuclear-e-amazul-celebraram-parceria-para-extensao-de-vida-de-angra-1-durante-a-feira-nt2e/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Estados Unidos aceleram os incentivos a países europeus para desenvolver os pequenos reatores nucleares**. 13 de jun. de 2023. Disponível em: <https://petronoticias.com.br/estados-unidos-acelerando-os-incentivos-a-paises-europeus-para-desenvolver-os-pequenos-reatores-nucleares/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Estados Unidos inicia os preparativos para os primeiros testes com protótipo de um microreator nuclear**. 30 de maio. de 2023. Disponível em: <https://petronoticias.com.br/estados-unidos-sepreparam-para-iniciar-os-primeiros-testes-com-prototipo-de-um-microretor-nuclear/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Grupo Egis é o mais novo associado da ABDAN, de olho em oportunidades no setor nuclear**. 24 de maio. de 2023. Disponível em: <https://petronoticias.com.br/grupo-egis-e-o-mais-novo-associado-da-abdan-de-olho-em-oportunidades-no-setor-nuclear/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

Referências Bibliográficas

PETRONOTÍCIAS. **Ministro de Minas e Energia indica um advogado sem experiência para dirigir a empresa responsável pelas usinas nucleares brasileiras.** 04 de abr. de 2023. Disponível em:

<https://petronoticias.com.br/ministro-de-minas-e-energia-indica-raul-lycurgo-leite-para-a-presidencia-da-eletronuclear/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **NUCLEP comemora 43 com novo acordo para a produção de equipamentos destinados ao setor nuclear.** 08 de maio. de 2023. Disponível em:

<https://petronoticias.com.br/nuclep-comemora-43-anos-com-novo-acordo-para-producao-de-equipamentos-para-o-setor-nuclear/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Romênia inaugura o primeiro simulador para uma sala de controle de um pequeno reator nuclear na Europa.** 17 de maio. de 2023. Disponível em:

<https://petronoticias.com.br/romenia-inaugura-o-primeiro-simulador-para-uma-sala-de-controle-de-um-pequeno-reator-nuclear-na-europa/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Rosatom cria uma impressora que pode imprimir peças para os reatores nucleares construídos pela companhia.** 25 de maio. de 2023. Disponível em:

<https://petronoticias.com.br/rosatom-cria-uma-impressora-que-pode-imprimir-pecas-para-os-reatores-nucleares-construidos-pela-companhia/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Prefeitura de Angra dos Reis embarga construção de Angra 3.** 26 de abr. 2023. Disponível em:

<https://petronoticias.com.br/decisao-equivocada-da-prefeitura-coloca-em-risco-a-geracao-de-empregos-na-usina-de-angra-3/>. 30 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Ministra de Gestão e Inovação anuncia investimentos para retomada de Angra 3.** 05 de mai. 2023. Disponível em:

<https://petronoticias.com.br/ministra-de-gestao-e-inovacao-anuncia-recomposicao-no-orcamento-de-r-13-bi-para-retomada-das-obras-de-angra-3/>. 30 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Embargos à usina de Angra dos Reis impedem criação de empregos.** 24 de mai. 2023. Disponível em:

<https://petronoticias.com.br/a-ditadura-ambiental-da-prefeitura-de-angra-dos-reis-impede-a-criacao-de-7-mil-empregos-com-o-embargo-da-usina-angra-3/>. 30 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Prefeito de Angra dos Reis recorre de decisão da Justiça sobre retomada de Angra 3.** 02 de jun. 2023. Disponível em:

<https://petronoticias.com.br/prefeito-fernando-jordao-recorre-da-decisao-da-justica-e-opta-por-deixar-sem-trabalho-sete-mil-pessoas-das-obras-de-angra-3/>. 30 de ago. 2023.

PETRONOTÍCIAS. **Frente Parlamentar Nuclear é oficialmente criada.** 18 de abr. 2023. Disponível em:

<https://petronoticias.com.br/frente-parlamentar-nuclear-e-oficialmente-lancada-em-evento-na-camara-dos-deputados/>. 30 de ago. 2023.

Referências Bibliográficas

REUTERS. **IAEA denies watering down standards in Iran investigation**. 05 de jun. de 2023.

Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/middle-east/iaea-denies-watering-down-standards-iran-investigation-2023-06-05/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **France says Iran ballistic test worrying in light of nuclear escalation**. 25 de maio. de 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/france-says-iran-ballistic-test-worrying-light-nuclear-escalation-2023-05-25/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **French court clears nationalisation of EDF**. 02 de maio. de 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/business/energy/french-appeals-court-clears-govts-buyout-edf-ruling-2023-05-02/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **Monitoring equipment returns to only some Iranian sites, IAEA reports**. 31 de maio. de 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/middle-east/monitoring-equipment-re-installed-some-iranian-sites-iaea-reports-2023-05-31/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **Netanyahu convenes Iran war drill, scorns UN nuclear watchdog**. 04 de jun. de 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/middle-east/israel-accuses-un-nuclear-watchdog-capitulating-iran-2023-06-04/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **Russian forces dig in at Ukrainian nuclear plant, witnesses say**. 19 de mai. de 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/europe/russian-forces-dig-ukrainian-nuclear-plant-witnesses-say-2023-05-19/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **South Korea experts say more study needed on Japan's nuclear water plan**. 31 de maio. de 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/asia-pacific/south-korea-experts-say-more-study-needed-japans-nuclear-water-plan-2023-05-31/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **South Korea sea salt demand grows ahead of Japan's Fukushima contaminated water release**. 11 de jun. de 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/asia-pacific/skorea-sea-salt-demand-grows-ahead-japans-fukushima-contaminated-water-release-2023-06-09/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **Top Israeli general says 'action' is on horizon over Iran nuclear work**. 23 de mai. de 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/middle-east/top-israeli-general-says-action-is-horizon-over-iran-nuclear-work-2023-05-23/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

Referências Bibliográficas

VALOR ECONÔMICO (26.01.2023). **Japão vai usar forças de autodefesa para proteger usinas nucleares**. Disponível em: <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2023/01/04/japo-vai-usar-foras-de-autodefesa-para-roteger-usinas-nucleares.ghtml>. Acesso em 15 de mai. 2023.

VALOR ECONÔMICO (08.03.2023). **Para estimular políticas públicas, setor nuclear articula Frente Parlamentar**. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/03/08/para-estimular-politicas-publicas-setor-nuclear-articula-frente-parlamentar.ghtml>. Acesso em 15 de mai. 2023. VALOR ECONÔMICO. **Parecer libera quadros da Eletrobrás a enbpar**. 14 de fev. de 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/02/14/parecer-libera-quadros-da-eletobras-a-enbpar.ghtml>. Acesso em: 15 de fev. 2023.

VALOR ECONÔMICO (30.03.2023). **UE define novas metas ambientais que excluem uso de energia nuclear**. Disponível em: <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2023/03/30/ue-define-novas-metas-ambientais-que-excluem-uso-de-energia-nuclear.ghtml>. Acesso em 15 de mai. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Alberta grows links with SMR sector**. 24 de mar. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Alberta-grows-links-with-SMR-sector>. Acesso em 12 de maio. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Alliance signs Canadian SMR contract**. 30 de jan. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Alliance-signs-Canadian-SMR-contract>. Acesso em 12 de maio. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Baltic Shipyard signs contract for two more nuclear-powered icebreakers**. 08 de fev. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Baltic-Shipyard-signs-contract-for-two-more-nuclear>. Acesso em 12 de maio. 2023. WNN (07.02.2023). **Belgium considers extended use of older reactors**. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Belgium-considers-extended-use-of-older-reactors>. Acesso em 15 de mai. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Boost to Russian marine reactor manufacturing**. 23 de dez. 2022. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Boost-to-Russian-marine-reactor-manufacturing>. Acesso em 12 de maio. 2023.

WNN (28.03.2023). **Bulgaria close to signing Westinghouse and EDF deal**. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Bulgaria-close-to-signing-Westinghouse-and-EDF-deal>. Acesso em 15 de mai. 2023.

Referências Bibliográficas

REUTERS. **Ukraine says Russia plans to simulate accident at nuclear plant.** 26 de mai. de 2023.

Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/europe/ukraine-says-russia-plans-simulate-accident-nuclear-power-plant-2023-05-26/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **US and Iran both deny report of nearing interim nuclear deal.** 08 de jun. de 2023.

Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/white-house-denies-report-us-iran-nearing-interim-nuclear-deal-2023-06-08/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **US announces \$46 million in funds to eight nuclear fusion companies.** 31 de maio. de 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/business/energy/us-announces-46-million-funds-eight-nuclear-fusion-companies-2023-05-31/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **US confiscates Iran oil cargo on tanker amid Tehran tensions.** 28 de abr. de 2023.

Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/middle-east/us-confiscates-iran-oil-cargo-tanker-amid-tehran-tensions-sources-2023-04-28/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **US plans nuclear missile submarine visit in message to North Korea.** 27 de abr. de 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/us-plans-rare-nuclear-missile-submarine-visit-message-north-korea-2023-04-27/>. Acesso em: 24 de ago. 2023.

REUTERS. **França: Governo vai investir em inovação e treinamento visando o segmento nuclear.** 08 de jun. 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/markets/europe/france-invest-100-mln-euros-boosting-nuclear-training-innovation-2023-06-08/>. 30 de ago. 2023.

REUTERS. **França: País deve impulsionar indústria nuclear para manter segurança da frota de reatores atual.** 25 de mai. 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/business/energy/france-must-boost-nuclear-industry-keep-reactor-fleet-safe-watchdog-2023-05-25/>. 30 de ago. 2023.

REUTERS. **Itália: Energia nuclear pode ajudar país a abandonar combustíveis fósseis.** 05 de jun. 2023. Disponível em:

<https://www.reuters.com/world/europe/italy-could-abandon-coal-by-2024-environment-minister-says-2023-06-05/>. 30 de ago. 2023.

VALOR ECONÔMICO. **Agenda de empresas: Produção da Vale sobe, mas vendas não acompanham; Romi tem queda na carteira de pedidos.** 19 de abr. de 2023. Disponível em:

<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/04/19/agenda-de-empresas-producao-da-vale-sobe-mas-vendas-nao-acompanham-romi-tem-queda-na-carteira-de-pedidos.ghtml>. Acesso em 24 de ago. 2023.

Referências Bibliográficas

VALOR ECONÔMICO. **Investimento em energia nuclear cresce, mesmo sem consenso.** 28 de abr. de 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2023/04/28/investimento-em-energia-nuclear-cresce-mesmo-sem-consenso.ghtml>. Acesso em 24 de ago. 2023.

VALOR ECONÔMICO. **Ocidente corre para avaliar risco nuclear.** 27 de jun. de 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2023/06/27/ocidente-corre-para-avaliar-risco-nuclear.ghtml>. Acesso em 24 de ago. 2023.

VALOR ECONÔMICO. **Submarino nuclear dos EUA atraca em porto da Coreia do Sul.** 16 de jun. de 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2023/06/16/submarino-nuclear-dos-eua-atraca-em-porto-da-coreia-do-sul.ghtml>. Acesso em 24 de ago. 2023.

VALOR ECONÔMICO. **Tarifa de Angra 3 gera controvérsia entre governo e setor nuclear.** 02 de jun. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/06/02/tarifa-de-angra-3-coloca-governo-e-setor-nuclear-em-lados-opostos.ghtml>. 30 de ago. 2023.

VALOR ECONÔMICO. **Formação de equipe no setor nuclear pouco avançou em 2023.** 17 de abr. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/04/17/apos-100-dias-setor-eletrico-ve-poucos-resultados-no-mme.ghtml>. 30 de ago. 2023.

VALOR ECONÔMICO. **MME indica novos diretores na ENBPar e deve trocar conselho.** 24 de jun. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/06/24/mme-indica-novos-diretores-na-enbpar-e-deve-trocar-conselho.ghtml>. 30 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **CNNC launches test platform to extract uranium from seawater.** 18 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/CNNC-launches-test-platform-to-extract-uranium-fro>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Coalition applies for US hydrogen hub funding.** 04 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Coalition-applies-for-US-hydrogen-hub-funding>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Conceptual design of Polish HTGR released.** 20 de jun. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Conceptual-design-of-Polish-HTGR-released>. 24 de ago. 2023.

Referências Bibliográficas

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Denison announces new results for Wheeler River studies.** 26 de jun. 2023. Disponível em:

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Denison-announces-new-results-for-Wheeler-River-st>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Doosan starts forging components for NuScale SMR.** 05 de mai. 2023. Disponível em:

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Doosan-starts-forging-components-for-NuScale-SMR>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Dow's Seadrift site selected for X-energy SMR project.** 11 de mai. 2023. Disponível em:

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Dow-s-Seadrift-site-selected-for-X-energy-SMR-proj>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Expansion of US-Korean cooperation on SMRs.** 26 de abr. 2023. Disponível em:

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Expansion-of-US-Korean-cooperation-on-SMRs>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Fortum, Westinghouse study new build opportunities.** 07 de jun. 2023. Disponível em:

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Fortum-Westinghouse-study-new-build-opportunities>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Framatome and Slovenské elektrárne to cooperate on new VVER fuel.** 01 de jun. 2023. Disponível em:

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Framatome-and%20Slovenske-elektrarne-partner-on-deve>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Fresh concerns for Zaporizhzhia after external power lost again.** 22 de mai. 2023. Disponível em:

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Fresh-concerns-for-Zaporizhzhia-after-external-pow>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Holtec's HI-LIFT speeds Indian Point decommissioning.** 20 de jun. 2023. Disponível em:

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Holtec-s-HI-LIFT-speeds-Indian-Point-decomm issioni>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **IAEA assesses regulatory preparedness for Fukushima water release.** 05 de mai. 2023. Disponível em:

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/IAEA-assesses-regulatory-preparedness-for-Fukushima>. 24 de ago. 2023.

Referências Bibliográficas

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **INB signs contracts relating to fuel supplies at NT2E.** 05 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/INB-signs-contracts-relating-to-fuel-supplies>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Mass deployment of Holtec SMRs in Ukraine is part of accord's aims.** 24 de abril. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Accord-sees-mass-deployment-of-Holtec-SMRs-in-Ukra>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Norwegian firm enlists Finnish help in deploying SMRs.** 23 de jun. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Norwegian-firm-enlists-Finnish-help-in-deploying-S>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Ontario-based SMR supply chain partnership formed.** 31 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Ontario-based-SMR-supply-chain-partnership-formed>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Regulators support international collaboration on SMR technology.** 26 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Regulators-support-international-collaboration-on>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Rolls-Royce SMR puts case for producing hydrogen.** 14 de jun. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Rolls-Royce-SMR-puts-case-for-producing-hydrogen>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **SMRs considered for Indonesian fertiliser plant.** 19 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/SMRs-considered-for-Indonesian-fertiliser-plant>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Tractebel increases cooperation in Nuward SMR project.** 19 de jun. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Tractebel-increases-cooperation-in-Nuward-SMR-proj>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **US microreactor prototype prepares for testing.** 23 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/US-microreactor-prototype-prepares-for-testing>. 24 de ago. 2023.

Referências Bibliográficas

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Westinghouse, Bechtel and PEJ push ahead on Poland AP1000**. 26 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Westinghouse,-Bechtel-and-PEJ-push-ahead-on-Poland>. 24 de ago. 2023.

WNN, WORLD NUCLEAR NEWS. **Westinghouse to supply new steam generators for Surry nuclear plant**. 17 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Westinghouse-to-supply-new-steam-generators-for-Su>. 24 de ago. 2023.

WNN. **EUA: Lei visa acelerar a implantação de novas tecnologias nucleares**. 05 de abr. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Act-aims-to-accelerate-US-deployment-of-new-nuclea>. 30 de ago. 2023.

WNN. **EUA: Panorama da produção de urânio no primeiro trimestre**. 22 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Quiet-quarter-for-US-uranium-production-as-momentu>. 30 de ago. 2023.

WNN. **EUA e Reino Unido: Declaração conjunta inclui parceria nuclear**. 09 de jun. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/US-UK-declaration-includes-nuclear-partnership>. 30 de ago. 2023.

WNN. **Canadá e EUA: Cooperação na gestão de combustível usado**. 17 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Canadian-US-cooperation-on-management-of-used-fuel>. 30 de ago. 2023.

WNN. **Canadá: CNL e AECL celebram acordos visando a colaboração para administração de resíduos radioativos**. 13 de jun. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/CNL,-AECL-deepen-relationships-with-First-Nation>. 30 de ago. 2023.

WNN. **Canadá: Reatores CANDU reformados devem voltar a operar ainda em 2023**. 25 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Refurbished-Candus-make-headway-towards-restart>. 30 de ago. 2023.

WNN. **Reino Unido e UE: Seguem as negociações sobre a participação em programa nuclear Euratom**. 26 de jun. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/UK-and-EU-continue-talks-amid-Euratom-impasse>. 30 de ago. 2023.

Referências Bibliográficas

WNN. **Polônia: Presidente da PAA confirma análise de segurança para primeira planta nuclear do país.** 13 de jun. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/PAA-President-confirms-safety-anaylsis-for-Po-meran>. 30 de ago. 2023.

WNN. **EUA e Índia: Presidente e Primeiro Ministro confirmam compromisso com a energia nuclear.** 23 de jun. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Biden,-Modi-affirm-commitment-to-nuclear-as-Kovvad>. 30 de ago. 2023.

WNN. **Relatório Wood Mackenzie: Viabilizando a nova energia nuclear na transição energética.** 18 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Costs-of-new-nuclear-need-addressing,-says-Wood-Ma>. 30 de ago. 2023.

WNN. **Relatório NITI Aayog: O papel de pequenos reatores modulares na transição energética.** 18 de mai. 2023. Disponível em: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Private-sector-investment-essential-for-SMR-deploy>. 30 de ago. 2023.



Observatório de Energia Nuclear

Equipe de Pesquisa

Editor: Prof. Nivalde J. de Castro

Subeditores: Fabiano Lacombe
João Pedro S. Gomes

Pesquisadores: Cristina Rosa
Isadora Correa
Pedro Ludovico



fb.com/geselufrj



[@geselufrj](https://twitter.com/geselufrj)