



Conexão
Nuclear

Ano **06**
Nº **21**
Dez. 2024

SMR em alta

Países discutem papel crucial dessa tecnologia na transição energética

Sustentabilidade

Com G20 e COP30 nuclear se destaca na transição energética sustentável

Adeus ano velho, feliz ano novo

Retrospectiva de 2024 e o que esperar de 2025

Entrevista com Silas Rondeau

Bate-papo com Presidente da ENBPar aborda desafios e prioridades do nuclear

ABDAN

Expediente

PRESIDENTE

Celso Cunha

VICE-PRESIDENTE

Alexandre Honaizer

VICE-PRESIDENTE

Ivan Alexandrovich Dybov

VICE-PRESIDENTE

Paulo Coelho

VICE-PRESIDENTE

Stephen McKinney

DIRETOR TÉCNICO

Leonam dos Santos Guimarães

CONSELHO CONSULTIVO

PRESIDENTE

Paulo Massa

VICE-PRESIDENTE

Giacomo Staniscia

MEMBROS

Carlos Seixas

Charles Buldrini Filogonio

Luiz Celso

Manoel Ribeiro

Newton Costa

Pedro Litsek

Pedro Moreira

Sibila Grallert

Conexão Nuclear é uma publicação da ABDAN

EDITORIA

Juliana Costa dos Santos - 0042392/RJ

REPORTAGEM

Larissa Haddock Lobo - 0042346/RJ

Juliana Costa dos Santos - 0042392/RJ

GERÊNCIA DE MARKETING E COMUNICAÇÃO

Cristiane Pereira

GERÊNCIA DE DESIGN

Lucas do M. N. Cunha

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Roman Atamanczuk

INFOGRAFIA

Lucas Gomes

FOTO DE CAPA

xxxxxx

EDIÇÃO E REVISÃO DE TEXTO

Kelli Gonçalves

ABDAN

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES NUCLEARES

AV. RIO BRANCO, 122, 16º ANDAR - CENTRO

RIO DE JANEIRO - RJ - BRASIL

CEP: 20.040-001

+55 (21) 2262-6587

🌐 WWW.ABDAN.ORG.BR

SUGESTÕES E DÚVIDAS

ABDAN@ABDAN.ORG.BR



Sumário

11

CAPA

Entrevista com Silas Rondeau

Presidente da ENBPar compartilha desafios e prioridades envolvendo o setor nuclear

04

Editorial

2024: Um ano de incertezas para o setor nuclear

05

Emergências radiológicas

Tese de doutorado desenvolvida na COPPE-UFRJ integra inteligência artificial e treinamento virtual

07

Resumo do ano e um olhar para 2025

Confira a retrospectiva de 2024 no setor nuclear e o que vem por aí no próximo ano

13

Evento sobre SMR

Países discutem em Viena a tecnologia que tem papel crucial na transição energética

15

Angra 3

Decisão que poderia destravar futuro da usina é adiada mais uma vez

17

Nova esperança para data centers

SMRs são mais flexíveis e projetados para operar com segurança e eficiência, perfeitos para uma área tão crítica

19

Radioisótopos em Agra 2 e 3

Usinas brasileiras representam oportunidade significativa para a produção desse elemento, essencial para as áreas médica e industrial

21

G20 e COP30

Nuclear é protagonista na transição energética sustentável

24

Informe Publicitário

Rosatom

2024: UM ANO DE INCERTEZAS PARA O SETOR NUCLEAR



Que ano confuso, meus caros leitores! Em 2024, vivenciamos uma verdadeira montanha-russa de emoções no setor nuclear. O governo, como um todo, não conseguiu definir uma posição clara sobre o nosso papel na matriz energética brasileira. Enquanto alguns setores demonstram apoio à energia nuclear, outros parecem ignorar completamente a sua importância.

Essa indefinição se reflete em diversos planos governamentais. O Plano Clima, por exemplo, demonstra uma clara aversão à energia nuclear, enquanto o PDE 2024, lançado por consulta pública, sinaliza a retirada da quarta usina do planejamento.

E o pior: o plano anterior, que já deveria ter sido atualizado há mais de dois anos, continua sem publicação, o que transforma um plano que deveria ser de Estado em um mero plano de governo. A retirada da quarta usina, meus amigos, é um sinal muito ruim para o setor.

Tivemos alguns momentos positivos, como a participação no G20, onde, pressionado pela comunidade internacional, o Brasil reconheceu a importância da energia nuclear. Mas, na sequência, veio a taxonomia verde, que excluiu o urânio e a energia nuclear.

O Congresso também não tem colaborado muito. Cerca de 70 projetos de lei sobre energias renováveis tramitam por lá, e nenhum deles menciona a energia nuclear. Conseguimos, sim, algumas vitórias, como a aprovação do projeto sobre o hidrogênio, que, ainda timidamente, abre espaço para o nuclear. O projeto de lei da transição energética, relatado pelo senador Laércio, também contempla o nuclear, mas ainda precisa ser votado.

No fim das contas, 2024 foi um ano de governo dividido, como uma grande briga de torcida, com cada lado defendendo seus interesses e sem conseguir chegar a um consenso. E essa instabilidade, claro, respinga na nossa associação, que perdeu duas grandes empresas. A EDF Nuclear, por exemplo, decidiu deixar o Brasil, alegando falta de definição do país em relação ao futuro da energia nuclear.

Diante de tantas incertezas, precisamos nos unir e buscar aliados para fortalecer o setor. E para se manter informado sobre todos esses desafios e as perspectivas para o futuro, convido você a fazer uma boa leitura desta edição da Conexão Nuclear, a última de 2024. Trazemos matérias importantes sobre o futuro de Angra 3, uma entrevista exclusiva com Silas Rondeau, Presidente da ENBpar, uma reportagem sobre a viabilidade da produção de radioisótopos em Angra 2 e 3 e uma análise sobre o uso da energia nuclear para abastecer data centers, entre outros temas relevantes.

Boa leitura! ■

INOVAÇÃO EM TREINAMENTO PARA EMERGÊNCIAS RADIOLÓGICAS COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O SETOR RADIOLÓGICO ABRANGE HOSPITAIS, INDÚSTRIAS E INSTITUTOS DE PESQUISA, O QUE REPRESENTA UMA GRANDE DEMANDA

Uma tese de doutorado desenvolvida na COPPE-UFRJ está revolucionando a forma como profissionais lidam com emergências radiológicas. Sob a orientação dos doutores Davi Ferreira de Oliveira e Francisco Cesar Augusto da Silva, do IRD/CNEN, a pesquisa de Camila Araújo, embaixadora do World Institute for Nuclear Security (WINS), integra inteligência artificial (IA) para criar um treinamento virtual que promete otimizar o aprendizado contínuo de especialistas, incluindo primeiros respondedores, supervisores de proteção radiológica e estudantes de pós-graduação.

O foco principal do projeto é capacitar esses profissionais para enfrentar cenários variados de acidentes com fontes radioativas, abrangendo ambientes médicos, industriais, de pesquisa e transporte. O treinamento é projetado para aprimorar a tomada de decisões e reforçar conceitos técnicos essenciais, ao mesmo tempo em que padroniza o currículo com a inclusão de casos complexos e raros. Essa abordagem garante que os participantes estejam bem-preparados para situações reais e hipotéticas.

Por sua metodologia inovadora, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) concedeu o Certificado de Registro de Programa de Computador ao SisRad EmergencyTrainer e o patenteamento realizado pelo INOVA na UFRJ. Esse movimento sublinha a originalidade e exclusividade da pesquisa. Camila Araújo celebrou um marco significativo em sua carreira acadêmica e profissional.

Recentemente, uma parte do projeto foi apresentada na conferência internacional IRPA16 e Health Physics Society, realizada em julho de 2024 em Orlando, EUA.

A apresentação obteve destaque na sessão “MA-3 Session 2 Education and Training”, evidenciando a relevância e potencial impacto da iniciativa no campo da proteção radiológica.

Com a combinação de tecnologia avançada e uma abordagem focada na capacitação prática, o projeto da COPPE-UFRJ não apenas se destaca por sua inovação, mas também promete transformar a formação de profissionais que atuam em situações críticas, contribuindo para a segurança em cenários de emergência radiológica.

INEDITISMO BRASILEIRO NO ÂMBITO RADIOLÓGICO

O SisRad EmergencyTrainer foi projetado para aprimorar a capacitação em resposta a emergências radiológicas. Camila explica que, atualmente, já existem treinamentos para a área nuclear e que as usinas estão bem avançadas nesse aspecto. No entanto, a parte radiológica é inédita no mundo, pois ainda não há treinamento online disponível.

O setor radiológico abrange hospitais, indústrias e institutos de pesquisa, o que representa uma grande demanda. Camila desenvolveu uma metodologia que padroniza o nível de conhecimento, permitindo que os alunos realizem testes. Esse treinamento é estruturado em cenários que lembram videogames, e os participantes passam por várias etapas, com a dificuldade ajustada de acordo com o nível de conhecimento individual.

Quanto ao acesso à ferramenta, para defender sua tese, a UFRJ exige a elaboração de um artigo, uma vez que a patente por si só não é suficiente,

sendo esse um requisito normativo. Assim que o artigo for publicado, Camila pretende disponibilizar a plataforma para toda a sociedade. Ela também espera contar com o apoio de órgãos do setor para tornar o acesso gratuito, com a condição de que os usuários sejam profissionais da área radiológica, estudantes ou primeiros respondedores.

QUE É CONSIDERADO UMA EMERGÊNCIA RADIOLÓGICA?

Uma emergência radiológica refere-se a uma situação em que ocorre um incidente envolvendo a exposição a radiações ionizantes que pode representar um risco à saúde humana e ao meio ambiente. Algumas situações específicas que podem ser consideradas emergências radiológicas incluem:

1. **Acidentes em instalações radiológicas:** Incidentes em hospitais, laboratórios ou usinas nucleares que resultem em liberação acidental de radiação ou exposição de pessoas.
2. **Exposição ocupacional:** Quando trabalhadores em áreas que utilizam radiação (como radiologistas ou técnicos) são expostos a níveis de radiação superiores aos limites estabelecidos.
3. **Desastres naturais:** Eventos como terremotos ou inundações que danificam instalações nucleares, levando a vazamentos de material radioativo.
4. **Transporte de materiais radioativos:** Acidentes durante o transporte de materiais radioativos que possam resultar em contaminação ou exposição.
5. **Uso indevido de fontes radioativas:** Situações em que fontes radioativas são utilizadas de maneira inadequada ou deliberada, como em atos de terrorismo.

As emergências radiológicas exigem resposta rápida e coordenada, envolvendo a avaliação dos níveis de radiação, medidas de proteção para os expostos e a contenção de qualquer contaminação ambiental. É fundamental que equipes especializadas, como os Serviços de Emergência Radiológica, sejam acionadas para lidar com essas situações de forma segura e eficaz.

DESENVOLVIMENTO DE UM TREINAMENTO VIRTUAL EFICAZ

A colaboração entre a Faculdade de Casa Branca (FACAB) e o Grupo MAXIM levou à criação de um curso de pós-graduação presencial em “Proteção Radiológica em Aplicações Médicas, Industriais e

ATUALMENTE, JÁ EXISTEM TREINAMENTOS PARA A ÁREA NUCLEAR. NO ENTANTO, A PARTE RADIOLÓGICA É INÉDITA NO MUNDO, POIS AINDA NÃO HÁ TREINAMENTO ONLINE DISPONÍVEL.

Nucleares”. Um exercício de mesa desse curso sobre “Preparação e Resposta a uma Emergência Radiológica” está sendo adaptado para plataformas virtuais, enfatizando a aplicação prática do conhecimento. Com o uso de ferramentas de inteligência artificial (IA), um novo método de treinamento virtual é proposto para aumentar a eficácia da preparação e da resposta a emergências radiológicas, proporcionando uma experiência de aprendizado dinâmica e envolvente.

O público-alvo são socorristas, supervisores de proteção contra radiação, profissionais e estudantes que enfrentam situações de emergências radiológicas. O conteúdo interativo e animado foi criado por meio da plataforma Genially, permitindo a apresentação de cenários integrados com recursos do Google Maps e do YouTube para simulações práticas. O D-ID foi usado para um guia instrucional “deepfake”, proporcionando uma experiência educacional envolvente, juntamente com a ferramenta “Learning Landscape” para ambientes de estudo personalizados.

A narrativa descreve o potencial de uma emergência radiológica iminente, destacando desafios como a perda de cinco equipamentos com fontes radioativas do veículo. O exercício compreende 24 cenários distribuídos em um mapa estratégico de uma cidade específica no Brasil.

A integração da inteligência artificial (IA) no treinamento de resposta a emergências radiológicas é inovadora e segura para o desenvolvimento profissional. Este projeto destaca a importância de métodos de treinamento realistas, com a IA surgindo como uma solução revolucionária, exemplificada em um cenário prático de transporte rodoviário de fontes radioativas. ■

ABDAN: UM ANO DE AVANÇOS E PARCERIAS PARA O FUTURO DA ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL

CONFIRA A RETROSPECTIVA DOS MOMENTOS QUE MARCARAM O SETOR NUCLEAR E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA EM 2024 E FIQUE POR DENTRO DO QUE VEM POR AÍ EM 2025

O ano de 2024 foi especialmente significativo para a Associação Brasileira para o Desenvolvimento das Atividades Nucleares (ABDAN), que consolidou seu papel como catalisadora de inovação, cooperação internacional e desenvolvimento sustentável no setor nuclear. Sob a liderança do presidente Celso Cunha, a ABDAN manteve uma agenda robusta, com eventos de alto nível, parcerias estratégicas e participação em conferências globais, reafirmando o compromisso do Brasil com a transição energética e a sustentabilidade.

ESTUDO SOCIOECONÔMICO DO NUCLEAR

Em fevereiro, a Fundação Getúlio Vargas (FGV), em parceria com a Eletronuclear, apresentou um estudo sobre os impactos socioeconômicos das atividades nucleares no Brasil, destacando o papel estratégico da energia nuclear na geração de empregos e crescimento econômico. Segundo Cunha, “os resultados deste estudo comprovam que o setor nuclear é um dos maiores geradores de valor econômico para o país, com impacto direto na criação de empregos e no PIB nacional”.

INTERNACIONALIZAÇÃO DO SETOR: PARCERIAS ESTRATÉGICAS E A CONFERÊNCIA NA BÉLGICA

Em março, a ABDAN representou o Brasil no Nuclear Energy Summit, realizado em Bruxelas, onde líderes mundiais discutiram a expansão do uso da energia nuclear como parte dos compromissos de descarbonização. A iniciativa, que visa triplicar o uso global de energia nuclear até 2050, contou com a presença de Rafael Mariano Grossi, Diretor-geral da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), e Alexander De Croo, Primeiro-Ministro belga. Cunha ressaltou o papel fundamental do Brasil nessa agenda global: “A participação do Brasil nessas discussões é um passo essencial para o fortalecimento do setor nuclear e para o cumprimento das metas de redução de carbono”.

NUCLEAR SUMMIT NO RIO DE JANEIRO: UMA VISÃO INOVADORA PARA O SETOR

Entre os marcos mais significativos do ano, o Nuclear Summit foi um grande destaque. Realizado nos dias 8 e 9 de abril, no Rio de Janeiro, o evento trouxe figuras de renome como Rafael Grossi (AIEA). Durante sua palestra de abertura, Grossi abordou as tendências globais do setor nuclear e ressaltou o potencial do Brasil para se tornar um líder mundial na produção de energia limpa e segura.

Celso Cunha celebrou a inovação do evento e o impacto de sua programação diversificada. “A presença de líderes globais e especialistas reforça a relevância do setor nuclear para a transição energética. Com painéis que abordaram desde a sustentabilidade até a inovação em medicina nuclear, o Summit marcou um momento essencial para o futuro do setor no Brasil”, afirmou.

FORTALECIMENTO DO SETOR NACIONAL: MISSÃO TÉCNICA AOS EUA E CANADÁ

Em abril, a ABDAN organizou uma missão estratégica aos Estados Unidos e Canadá, visando ampliar o intercâmbio de tecnologias e parcerias no setor. Essa visita incluiu reuniões com empresas líderes, como a Westinghouse e a Holtec, e a participação no evento mundial sobre Reatores Modulares Pequenos (SMRs). A missão foi um marco na busca por parcerias para impulsionar a capacitação técnica e o desenvolvimento de novas tecnologias no Brasil.

MEDICINA NUCLEAR EM FOCO: SEMINÁRIO EM PARCERIA COM A FIESP E A ROSATOM

Em abril, a ABDAN, em colaboração com a FIESP e a empresa russa Rosatom, realizou um seminário sobre o mercado de medicina nuclear no Brasil. O evento trouxe discussões sobre a expansão do setor e o potencial de investimentos. “Nossa meta é ampliar o acesso a tratamentos médicos que utilizam tecnologia nuclear, impactando positivamente a



vida de milhares de brasileiros”, afirmou Celso Cunha, reforçando o compromisso da ABDAN com a medicina nuclear.

INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO: PARCERIAS COM O CIETEC E ITAIPU PARQUETEC

Com o objetivo de fomentar a inovação no setor, a ABDAN firmou uma parceria com o Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (CIETEC), criando um ambiente propício para o crescimento de startups voltadas à tecnologia nuclear. Em um movimento complementar, a associação também se uniu ao Itaipu Parquetec, com foco em energias renováveis e novas tecnologias, promovendo o desenvolvimento de inovações conjuntas. “Queremos que o Brasil seja um polo de inovação nuclear e que startups possam transformar suas ideias em soluções concretas para o mercado”, declarou Cunha.

PARTICIPAÇÃO NO G20 E CONFERÊNCIAS DE ALTO NÍVEL

Outro marco relevante foi a participação da ABDAN no Grupo de Trabalho de Transições Energéticas do G20, em Foz de Iguaçu, onde líderes globais discutiram soluções para a transição energética. Celso Cunha destacou o papel do Brasil em apresentar propostas viáveis e sustentáveis. Além disso, a associação esteve na Conferência de Alto Nível da Agência Internacional de Energia (IEA), em Paris, onde Cunha representou o setor nuclear brasileiro

em debates sobre o financiamento e a expansão da energia nuclear como solução para a segurança energética global.

CAPACITAÇÃO E EXPANSÃO: CONFERÊNCIA DA AIEA E O SUMMER INSTITUTE NO RIO

A presença da ABDAN na 68ª Conferência Geral da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), realizada em Viena, representou um passo importante na expansão do uso de SMRs no Brasil. Cunha aproveitou a oportunidade para reforçar a necessidade de capacitação profissional no setor. Além disso, a associação foi anfitriã do World Nuclear University Summer Institute, no Rio de Janeiro, que reuniu futuros líderes globais do setor nuclear para um intenso programa de desenvolvimento.

FRENTE PARLAMENTAR MISTA

A Frente Parlamentar Mista da Tecnologia e das Atividades Nucleares - FPN, em 2024, defendeu políticas favoráveis à expansão da energia nuclear no Brasil, buscando garantir a segurança energética e a diversificação das fontes de energia no país. Algumas das principais frentes de atuação em 2024 incluíram a soberania energética e a conclusão das obras de Angra 3.

“A FPN acredita que o Brasil deve expandir sua capacidade de produção de energia nuclear para garantir maior soberania energética. A ideia é reduzir a dependência do país de fontes de energia externas e tornar o Brasil mais autossuficiente na sua produção. No que tange a Angra 3,



a Frente tem pressionado para que o projeto de conclusão avance sem mais atrasos, visto que a planta é considerada crucial para o fortalecimento da matriz energética brasileira. Para 2025 seguiremos comprometidos em impulsionar a energia nuclear segura e sustentável, pavimentando o caminho para um Brasil mais limpo e independente”, afirma o Deputado Julio Lopes, Presidente da Frente Parlamentar da Tecnologia e Atividades Nucleares.

FECHANDO O ANO COM O EVENTO NUCLEAR LEGACY

O evento Nuclear Legacy, realizado nos dias 5 e 6 de novembro, celebrou conquistas e formalizou novas parcerias. Com a presença de autoridades e homenagens a figuras do setor, o evento destacou o papel do setor nuclear na transição energética. Na ocasião, foram assinados acordos estratégicos com a Rosatom, Framatome e Tractebel Engie, que fortalecerão a cadeia de valor nuclear no Brasil. Em seu discurso, Cunha destacou a importância de fortalecer o setor nuclear em um cenário de transição energética: “É fundamental que o setor nuclear seja incluído nas políticas de transição energética para garantir uma matriz mais segura e sustentável”.

PERSPECTIVAS PARA 2025: NT2E E O FORTALECIMENTO DO SETOR

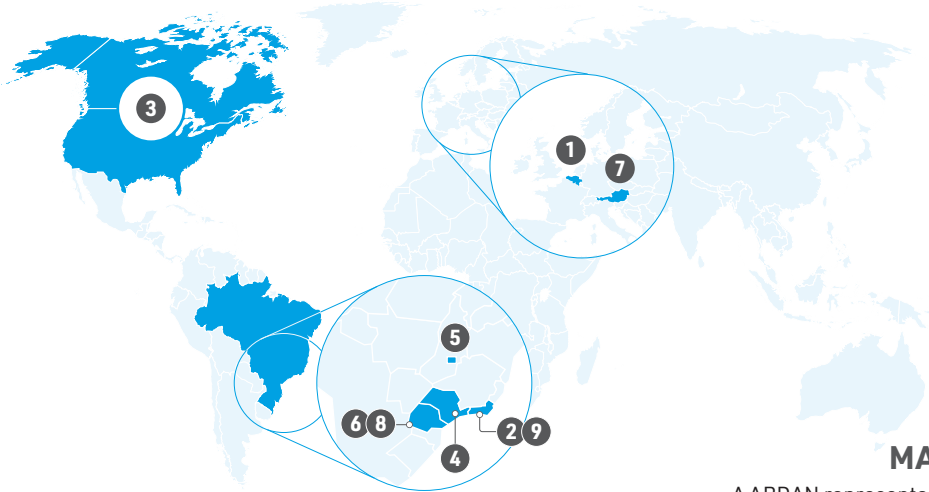
Para 2025, a ABDAN já planeja a realização do NT2E,

maior evento de negócios e tecnologia do setor nuclear brasileiro, que será realizado entre os dias 20 e 22 de maio de 2025, no Rio de Janeiro. Esta edição foi ampliada para incluir inovação, tecnologia e sustentabilidade, reforçando o papel como ponto de encontro para os principais players do setor. Com uma programação de três dias, o evento traz palestras, painéis, workshops e minicursos oferecidos por autoridades e instituições de todo o mundo. As expectativas são as melhores: “Esperamos que o NT2E seja um ponto de virada para o setor nuclear no Brasil, promovendo o fortalecimento da cadeia produtiva e atraindo investimentos essenciais para o desenvolvimento de novas tecnologias”, comenta Celso Cunha.

Em formato de feira, a NT2E permite ainda que os participantes conheçam as principais inovações e tendências, além de discutir desafios e oportunidades em diversos mercados relacionados ao setor nuclear.

“O ano de 2024 foi desafiador, mas extremamente recompensador para a ABDAN. Através de alianças estratégicas e de uma agenda intensa de eventos e missões, reafirmamos o papel central do Brasil no cenário nuclear global. É uma satisfação ver o reconhecimento internacional e os avanços conquistados em prol do desenvolvimento sustentável e da segurança energética do país. Vamos continuar firmes nesse caminho e esperamos que 2025 seja ainda mais promissor para o setor.” ■

A ABDAN PELO BRASIL E PELO MUNDO


MAR

A ABDAN representou o Brasil no *Nuclear Energy Summit*, em Bruxelas, reforçando o papel do país na descarbonização global

1
ABR

O evento *Nuclear Summit* reuniu líderes de renome internacional, destacando o Brasil como referência em energia limpa e segura

2
ABR

Missão aos EUA e Canadá ampliou parcerias em tecnologia e explorou avanços como os Reatores Modulares Pequenos (SMRs)

3
MAI

Seminário com FIESP e a empresa russa, Rosatom, debateu o crescimento do setor e destacou investimentos em tratamentos médicos

4
9
NOV

O evento *Nuclear Legacy*, no Rio, celebrou parcerias e consolidação do setor nuclear como essencial na transição energética


8
OUT

Participação no Grupo de Trabalho de Transições Energéticas do G20, em Foz do Iguaçu


7
SET

Na 68ª Conferência Geral da AIEA, em Viena, a ABDAN defendeu o uso de tecnologias nucleares no Brasil


6
JUL

Empreendedorismo: parcerias com o CIETEC e Itaipu Parquetec visam soluções e em tecnologia nuclear e energias renováveis

A Frente Parlamentar Mista da Tecnologia e das Atividades Nucleares, em 2024, tem defendido políticas favoráveis à expansão da energia nuclear no Brasil.

5

SILAS RONDEAU, PRESIDENTE DA ENBPAR

Nesta edição, Conexão Nuclear traz uma entrevista especial com Silas Rondeau, presidente da ENBPar, Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional, controladora (holding) de três companhias: Itaipu, Eletronuclear e INB. Leia os principais trechos a seguir!

1 – O Sr. assume a presidência da ENBPar em um momento de grande debate sobre a expansão da energia nuclear no Brasil. Qual a sua visão sobre o papel da energia nuclear na matriz energética brasileira e como a ENBPar pretende contribuir para o desenvolvimento dessa fonte de energia?

Esse debate se insere em uma discussão maior sobre a demanda crescente de energia, transição energética e fontes com baixa emissão de carbono. No ano passado, 22 dos países mais influentes do mundo anunciaram a intenção de triplicar sua capacidade de geração de energia nuclear até 2030 para atender a demanda por descarbonização de suas matrizes energéticas.

A demanda global por energia é predominantemente atendida por combustíveis fósseis (80%). Dos 20% restantes, 16% são renováveis. Isso mostra o tamanho do desafio imposto ao mundo pela necessidade de fazermos a transição energética.

Nesse cenário, o Brasil pode se valer de sua matriz privilegiada, com 40% de sua demanda de energia atendida por fontes renováveis e apenas 2% de nuclear, o que nos permite avançar rapidamente com a retomada das obras de Angra 3. Ciente dos riscos e da necessidade de se buscar níveis de segurança cada vez mais elevados, o Brasil pode e deve investir no aumento da oferta de energia nuclear.

Limpa, segura e previsível, sem a intermitência de outras fontes, a energia nuclear é que a menos emite Co2 considerada toda a cadeia produtiva. Desde que a primeira das duas usinas nucleares brasileiras entrou em operação, em 1985, geramos energia nuclear com segurança.

Depois de 50 anos de pesquisa e investimento, somos um dos poucos países a dominar todas as etapas do ciclo do combustível nuclear, o que se soma ao fato de termos uma das maiores reservas



de urânio do mundo.

Nesse percurso, é preciso mostrar à sociedade sua convivência contante e saudável com a tecnologia nuclear nas áreas da segurança, da conservação de alimentos e do patrimônio histórico-cultural, e da saúde. É inegável o avanço nos diagnósticos e tratamentos de câncer alcançado nos últimos anos com a utilização de radiofármacos.

2 – Considerando os desafios de financiamento e licenciamento ambiental, como o Sr. pretende viabilizar a retomada das obras de Angra 3 e a possível construção de novas usinas nucleares no Brasil?

A desmitificação da tecnologia nuclear é um passo importante para lidarmos com as exigências ambientais. As estatísticas mostram a viabilidade do setor que movimenta cerca de US\$ 250 bilhões por ano em todo o mundo e conta com fontes de financiamento interno e externo. Há demanda global por energia ao mesmo tempo em que há recursos disponíveis para a cadeia do combustível nuclear.

Agora mesmo, na COP 29, recém-encerrada no Azerbaijão, 31 países – nove a mais do que em 2023 – reafirmaram a decisão de ampliar a oferta global de energia nuclear e chamaram os representantes de bancos e agências de fomento internacionais a incluir a fonte nuclear nas políticas de financiamento para a geração de energia.

3 – A ENBPar controla a INB, empresa estratégica no ciclo do combustível nuclear. Quais são as suas prioridades para a gestão da INB e como o Sr. pretende garantir o suprimento de combustível para as usinas nucleares brasileiras?

Temos o desafio de concluir o mapeamento do território brasileiro para termos a real dimensão de nossas reservas de urânio. Com apenas um terço do território mapeado, já estamos entre as dez maiores reservas do mundo. O ministro Alexandre da Silveira (Minas e Energia) é um dos entusiastas, enxergando um enorme potencial nessa área. Com parceiro privado, trabalhamos para viabilizar a exploração da jazida de Santa Quitéria, no Ceará, possibilitando um grande salto no setor.

4 – Como o Sr. avalia o desempenho da ENBPar em 2023, com um superávit primário de R\$ 3,1 bilhões? Esse resultado abre espaço para maiores investimentos na área nuclear?

A ENBPar investe de forma contínua e consistente no setor nuclear. Em 2024, já foram investidos R\$ 60 milhões na INB, com a possibilidade deste valor praticamente dobrar, chegando a R\$ 111 milhões. Na Eletronuclear, o investimento já soma R\$ 1,7 bilhão na extensão da vida útil de Angra 1.

Além disso, a ENBPar destina recursos a programas de governo prioritários, como o Luz para Todos e o Procel, para garantir uma transição energética justa e inclusiva.

**“
A AÇÃO DA ABDAN
É FUNDAMENTAL
PARA QUE A
TECNOLOGIA
NUCLEAR SEJA
VISTA PELA
SOCIEDADE COMO
SOLUÇÃO PARA O
GRANDE DESAFIO
ENERGÉTICO
QUE O MUNDO
ENFRENTA
”**

5 – O Sr. possui uma vasta experiência no setor elétrico. Quais os principais aprendizados de sua gestão na Eletrobras e no Ministério de Minas e Energia que pretende aplicar na ENBPar, especialmente na área nuclear?

Ao longo da minha vida profissional aprendi a importância do planejamento e da atenção aos detalhes na execução, ensinamentos que valem para toda e qualquer área de atuação do serviço público.

6 – Considerando o papel da ABDAN na defesa do uso do conhecimento nuclear, como a ENBPar pretende se relacionar com a associação e com a sociedade civil para promover o debate sobre o futuro da energia nuclear no Brasil?

A ABDAN é um ator importante do setor nuclear e tem a missão de aglutinar os setores público e privado, nacional e estrangeiro, promover a interlocução permanente com a academia e com representantes das várias áreas de aplicação da energia nuclear.

A ação da entidade é fundamental para que a tecnologia nuclear seja vista pela sociedade como solução para o grande desafio energético que o mundo enfrenta, sem os preconceitos em torno do setor. A ENBPar está a postos para apoiar essa ação. ■

SMRS EM FOCO: 90 PAÍSES DEBATEM PEQUENOS REATORES NA CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DA AIEA EM VIENA

EVENTO DISCUTIU O PAPEL CRUCIAL DA TECNOLOGIA NA BUSCA POR UMA MATRIZ ENERGÉTICA MAIS LIMPA E CONFIÁVEL NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Em outubro deste ano, a capital austríaca, Viena, foi palco de um intenso debate sobre o futuro da energia nuclear durante a Conferência Internacional sobre Reatores Modulares Pequenos e suas Aplicações. Organizado pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), de 21 a 25 de outubro de 2024, o evento reuniu especialistas, líderes do setor e representantes governamentais de mais de 90 países para discutir o papel crucial dos SMRs na busca por uma matriz energética mais limpa e confiável.

A conferência, primeira da AIEA dedicada exclusivamente aos SMRs, evidenciou a crescente importância dessa tecnologia no cenário global. “A conferência foi importante por ser a primeira da Agência sobre SMRs, reunindo mais de 90 países, incluindo o Brasil, mostrando a relevância do tema para a comunidade internacional”, afirmou Bento Albuquerque, ex-ministro de Minas e Energia do Brasil, presente ao evento.

SMRS: UMA SOLUÇÃO PROMISSORA PARA OS DESAFIOS ENERGÉTICOS DO FUTURO

Com a crescente demanda por energia e a necessidade urgente de reduzir as emissões de carbono, os SMRs surgem como uma alternativa promissora para impulsionar a transição energética. A AIEA projeta um aumento significativo no consumo de eletricidade até 2050, e os combustíveis fósseis, que atualmente respondem por mais de 60% da geração global de eletricidade, são os principais responsáveis pelas mudanças climáticas.

Nesse contexto, a energia nuclear se destaca como uma fonte de energia de baixo carbono, confiável e capaz de impulsionar o desenvolvimento socioeconômico de forma sustentável. “A energia nuclear vai ter um papel muito grande para a segurança energética e esses pequenos reatores vão ter também um papel fundamental num país continental

como o Brasil, para gerar energia em áreas remotas e isoladas”, destacou Albuquerque.

Os SMRs, com sua modularidade, flexibilidade e segurança aprimorada, oferecem vantagens significativas em relação aos reatores nucleares convencionais, especialmente para países em desenvolvimento e para aplicações em áreas remotas ou com infraestrutura limitada.

CARACTERÍSTICA PRINCIPAL

- Menor capacidade de geração de energia (até 300 MWe), enquanto as usinas convencionais produzem pelo menos 700 MWe.

APLICAÇÕES

- Áreas rurais com pouca infraestrutura elétrica;
- Fonte de energia reserva em situações de emergência;
- Substituto de geradores a diesel de comunidades e empresas;
- Locais afetados por desastres naturais.

VANTAGENS

- Menor tempo de fabricação;
- É fabricado em módulos;
- Se ajusta a diversas situações.

BRASIL MARCA PRESENÇA ATIVA NO DEBATE GLOBAL SOBRE SMRS

O Brasil, um dos países pioneiros no desenvolvimento da tecnologia nuclear, marcou presença ativa na conferência, com uma delegação representativa da indústria, academia, centros de pesquisa e órgãos reguladores. “O Brasil esteve

entre as 10 maiores delegações presentes, o que mostra o interesse do país em todos os seus segmentos”, ressaltou Albuquerque.

A experiência brasileira no setor nuclear, com a operação de usinas nucleares em Angra dos Reis e o domínio da tecnologia de enriquecimento de urânio, coloca o país em uma posição privilegiada para contribuir com o desenvolvimento e a implantação dos SMRs. “O Brasil é um dos países fundadores da Agência e desenvolve pesquisas na área nuclear há 70 anos... e os SMRs são uma possível aplicação desse desenvolvimento”, lembrou Albuquerque.

DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A ADOÇÃO DE SMRS NO BRASIL

Apesar do grande potencial dos SMRs, sua implementação no Brasil ainda enfrenta desafios, como a necessidade de um ambiente regulatório mais ágil e a criação de uma cadeia de suprimentos robusta. “Seria muito importante para o Brasil a ativação da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN) para permitir, de forma ágil, a necessária adaptação da legislação e da regulamentação para tornar mais eficiente o licenciamento nuclear e ambiental destes novos modelos”, defendeu o Vice-Almirante Carlos Alberto Matias, Diretor Técnico da AMAZUL, em entrevista à Revista Conexão Nuclear.

A AMAZUL, empresa estratégica para o desenvolvimento da tecnologia nuclear no Brasil, tem participado ativamente de todas as fases do Fórum Permanente sobre SMR, liderado pela ABDAN e pela EPE, com o objetivo de fomentar as discussões sobre o uso de pequenos reatores modulares no país.

Matias também destacou a importância da cooperação internacional para acelerar a adoção dos SMRs: “A cooperação internacional para este tema é crucial para o sucesso do desenvolvimento e adoção dos SMR e a AIEA tem trabalhado de forma proativa com diversas iniciativas para alcançá-la”.

“A CONFERÊNCIA FOI IMPORTANTE POR SER A PRIMEIRA DA AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA SOBRE SMRS, REUNINDO MAIS DE 90 PAÍSES, INCLUINDO O BRASIL, MOSTRANDO A RELEVÂNCIA DO TEMA PARA A COMUNIDADE INTERNACIONAL.”

CONFERÊNCIA IMPULSIONA O DEBATE E A COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

A Conferência Internacional sobre Reatores Modulares Pequenos e suas Aplicações proporcionou um espaço valioso para o intercâmbio de conhecimentos, experiências e perspectivas sobre o futuro da energia nuclear. O evento abordou temas como inovações tecnológicas, segurança, melhores práticas de implantação e benefícios socioeconômicos dos SMRs.

“A expectativa é que a conferência se torne um evento anual, com mais seminários e eventos internacionais e nacionais para discutir os desafios do setor”, afirmou Albuquerque, reforçando a importância do diálogo contínuo entre os países para impulsionar o desenvolvimento e a adoção segura e eficiente dos SMRs.

A ABDAN, em parceria com a AIEA, teve um papel fundamental na coordenação dos trabalhos da conferência, contribuindo para o avanço do debate sobre os SMRs e para a consolidação da energia nuclear como um componente essencial na transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável. ■

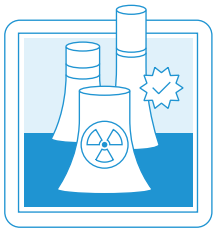
VANTAGENS E SIMPLIFICAÇÕES DOS SMRS

CUSTOS	FINANCEIROS	DESAFIOS	OPORTUNIDADES
Design simplificado	Retorno mais rápido	Logístico	Descarbonização
Padronização	Escalabilidade	Regulação	Acessível para regiões remotas
Modularização	Menor CAPEX	Opinião pública	Complemento às energias renováveis intermitentes

ANGRA 3: DECISÃO SOBRE OBRAS ADIADA PELO CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA

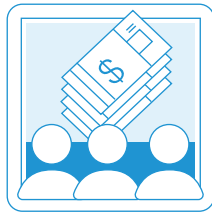
EXPECTATIVAS FRUSTRADAS E FUTURO INCERTO PARA O PROJETO

O QUE É TRANSIÇÃO ENERGÉTICA?



Segurança energética

Fornecimento constante de energia, evitando apagões



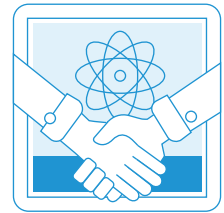
Economia

Geração de empregos, impulso à economia local e à cadeia produtiva nuclear



Meio ambiente

Redução da emissão de milhões de toneladas de CO₂ por ano



Tecnologia

Desenvolvimento do setor nuclear brasileiro e domínio de tecnologia de ponta



A USINA DE ANGRA 3, QUANDO FINALIZADA, SERÁ CAPAZ DE GERAR :

1.405

MEGAWATTS DE ENERGIA

o suficiente para abastecer



4,5

MILHÕES DE RESIDÊNCIAS

Fonte: ABDAN

Em uma reviravolta inesperada, o conselho nacional de política energética (CNPE) adiou a decisão sobre o prosseguimento das obras da usina nuclear Angra 3. A reunião, que era aguardada com grande expectativa pelo mercado, terminou sem uma definição sobre o futuro do projeto, gerando incertezas sobre o setor energético nacional.

A conclusão de Angra 3 estava na pauta do CNPE, que deveria decidir sobre a autorização para implantar a usina e o preço da energia comercializada. Apesar da expectativa de aprovação, um pedido de vista coletivo adiou a decisão para a primeira reunião

extraordinária de 2025, prevista para o final de janeiro.

O adiamento frustra as expectativas do mercado e coloca em xeque a continuidade de um projeto crucial para a segurança e sustentabilidade energética do país. A usina de Angra 3, quando finalizada, será capaz de gerar 1.405 megawatts de energia, o suficiente para abastecer 4,5 milhões de residências, contribuindo para evitar apagões e garantir a estabilidade do sistema elétrico brasileiro.

REAÇÕES E PRÓXIMOS PASSOS

A notícia do adiamento foi recebida com surpresa pela Associação Brasileira para o Desenvolvimento De Atividades



Nucleares (ABDAN). Celso Cunha, presidente da ABDAN, manifestou sua decepção e preocupação com a indecisão do governo.

“A gente entendia que esse assunto ia ser resolvido hoje e, infelizmente, não foi resolvido. Para o mercado, foi uma notícia ruim essa indecisão”, declarou Cunha.

O CNPE solicitou estudos sobre melhorias na governança da Eletronuclear e novas fontes de financiamento para a conclusão das obras. A expectativa é que, com a conclusão desses estudos, o Conselho possa tomar uma decisão final sobre o futuro de Angra 3 na reunião de janeiro de 2025.

IMPACTOS E INCERTEZAS

O adiamento da decisão sobre Angra 3 gera incertezas sobre o futuro da matriz elétrica brasileira. A usina, além de garantir segurança energética, traria benefícios econômicos significativos, como a geração de empregos e a contribuição para as metas climáticas do Brasil.

A indefinição do CNPE coloca em risco esses benefícios e pode impactar negativamente o desenvolvimento

do setor nuclear brasileiro. A expectativa agora se volta para a reunião de janeiro de 2025, quando o Conselho deverá finalmente decidir sobre o destino de Angra 3.

2025: UM ANO DE INCERTEZAS PARA O SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

Com o adiamento da decisão sobre Angra 3, o ano de 2025 se inicia com incertezas para o setor nuclear brasileiro. A expectativa de concretização de projetos estratégicos e fortalecimento da indústria nuclear fica comprometida pela indefinição em relação à usina.

Outros pontos relevantes para o setor em 2025, como o avanço na mineração de urânio e a produção de combustível nuclear, também podem ser impactados pela falta de uma decisão clara sobre Angra 3.

O cenário para 2025, antes promissor, se torna incerto, com a possibilidade de atrasos e dificuldades para o desenvolvimento do setor nuclear brasileiro. A decisão final sobre Angra 3, aguardada para a reunião do CNPE em janeiro, será crucial para definir os rumos da matriz energética nacional e o futuro da indústria nuclear brasileira.

PEQUENOS REATORES MODULARES: UMA NOVA ESPERANÇA PARA DATA CENTERS

DEMANDA SERÁ INCREMENTADA PELO USO EXPONENCIAL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Na era da informação, os data centers são essenciais para a operação de empresas, governos e provedores de serviços em nuvem. Essas instalações, que funcionam 24 horas por dia, são a espinha dorsal da conectividade digital e garantem a continuidade de serviços online. No entanto, para que tudo isso funcione sem interrupções, um fator é vital: o fornecimento confiável de energia.

O DESAFIO ENERGÉTICO DOS DATA CENTERS

Os data centers consomem uma quantidade significativa de energia elétrica. Os servidores, sistemas de resfriamento e outros equipamentos operam constantemente e qualquer falha no fornecimento de energia pode levar a prejuízos financeiros, perda de dados e danos à reputação das empresas. Atualmente, a maioria desses centros depende de redes elétricas e geradores a diesel como fontes de energia. Contudo, essas soluções enfrentam problemas como interrupções nas redes elétricas e altos custos de operação e manutenção. Além disso, as crescentes preocupações ambientais têm pressionado empresas e instituições a buscarem alternativas mais sustentáveis para suprir suas demandas energéticas.

Nesse cenário, os Pequenos Reatores Modulares (SMRs) surgem como uma solução promissora. Diferentemente das usinas nucleares tradicionais, esses reatores são menores, mais flexíveis e projetados para operar com segurança e eficiência em diversas aplicações, incluindo a geração de eletricidade. A utilização de SMRs para fornecer energia a data centers oferece vantagens significativas, como alta disponibilidade e confiabilidade.

Ao instalar SMRs em grupos, com redundância e dupla alimentação, é possível minimizar a necessidade de geradores a diesel e reduzir a dependência de baterias. A meta é garantir uma disponibilidade de energia superior a 99,99%.

Contudo, a implementação de SMRs traz desafios. O controle do uso de água para resfriamento é uma preocupação, já que é necessário estar próximo a grandes corpos d'água

ou utilizar sistemas de resfriamento fechados. Ademais, as licenças ambientais e aprovações legais envolvidas podem tornar o processo de instalação complexo e demorado, estimando-se um prazo de 3 a 5 anos para sua implementação.

Grandes empresas de tecnologia estão começando a explorar o uso de SMRs em resposta à crescente necessidade de energia limpa e confiável. Entre elas, a Microsoft e o Google estão na vanguarda dessas iniciativas.

MICROSOFT

Em 2023, a Microsoft firmou uma parceria com a Helion Energy, uma empresa focada em fusão nuclear, para desenvolver reatores que possam fornecer eletricidade para seus data centers. Além disso, a empresa está avaliando a viabilidade dos SMRs para garantir um fornecimento energético mais seguro e independente.

GOOGLE

O Google também se mostra interessado em novas formas de geração de energia limpa. Em 2021, executivos da companhia discutiram a possibilidade de adotar reatores nucleares modulares como parte de sua estratégia de neutralidade de carbono.

O FUTURO DOS DATA CENTERS E A ENERGIA SUSTENTÁVEL

A aplicação de SMRs para data centers representa uma alternativa promissora para atender à crescente demanda por energia confiável e sustentável. Embora desafios significativos ainda precisem ser superados, os benefícios em termos de confiabilidade e redução de emissões fazem dessa tecnologia uma opção atraente para as empresas que buscam garantir a operação contínua em um mundo cada vez mais digital.

Abordar esses desafios com responsabilidade e rigor é fundamental para aproveitar ao máximo essa inovação e construir um futuro mais sustentável.

ENTREVISTA COM MARCO LAURIA

A era da IA e o desafio energético: entrevista com Marco Lauria

Em uma entrevista exclusiva à nossa revista, o executivo Marco Lauria, especialista em inteligência artificial e membro do conselho do Movimento Brasil Digital, discorre sobre os desafios da crescente demanda por energia na era da IA.

Lauria, que liderou projetos de IA na IBM e possui vasta experiência em big data, destaca a explosão da IA generativa, impulsionada por modelos como o ChatGPT, Claude, Gemini e Mistral. Essa popularização, antes restrita ao âmbito empresarial, expandiu o uso da IA para o usuário comum, elevando a demanda por energia a níveis sem precedentes.

O treinamento desses modelos depende de GPUs, placas de processamento gráfico antes utilizadas em jogos, mas agora essenciais para a IA. Essa demanda aqueceu o mercado, com a NVIDIA, líder no setor, atingindo valor de mercado superior ao da Apple. A escassez de GPUs chega a gerar um mercado negro, evidenciando a corrida por essa tecnologia.

Data centers, que abrigam milhares dessas placas, consomem quantidades exorbitantes de energia. O Colossus, novo data center da Meta em Memphis, com previsão de 100 mil placas, ilustra essa realidade. Estima-se que o consumo energético do Colossus seja três vezes maior que o de um data center

convencional. Gigantes como Meta, Google, Amazon e Microsoft competem por essas placas, com a Microsoft despontando como a maior compradora.

Lauria aponta que essa demanda crescente exige fontes de energia contínuas e com menor pegada de carbono. Apesar da matriz energética brasileira ser relativamente limpa, com hidrelétricas, energia eólica e solar, essas fontes sofrem com a intermitência. O alto custo de baterias para armazenamento, como as utilizadas em carros elétricos, ainda é um obstáculo.

Nesse contexto, a energia nuclear surge como alternativa, com produção contínua e menor impacto ambiental por área utilizada, em comparação com as energias solar e eólica. Novas tecnologias de reatores modulares (SMRs) oferecem maior segurança e eficiência.

Entretanto, a energia nuclear apresenta desafios como o alto custo inicial, os riscos operacionais e o armazenamento de resíduos radioativos. A fusão nuclear, ainda em desenvolvimento, é vista como uma promessa para o futuro.

Lauria finaliza destacando a importância do debate sobre o impacto energético dos data centers e a busca por soluções sustentáveis para suprir a demanda crescente da era da IA. A combinação de diferentes fontes, como a energia nuclear, eólica offshore, energia das marés e geotérmica, pode ser o caminho para garantir o futuro energético dos data centers.

ENTREVISTA COM JAN CARLOS SENZ

Data centers podem ter reatores nucleares como fonte de energia

Em entrevista exclusiva à Conexão Nuclear, Jan Carlos Senz, diretor da LZA Engenharia, principal projetista de data centers no Brasil e um dos principais na América Latina, com projetos no México, Chile, Uruguai, Argentina, Paraguai e em vários outros países, aponta os Pequenos Reatores Modulares (SMRs) como uma solução promissora para a crescente demanda energética do setor.

Segundo ele, a densidade de carga dos data centers aumentou exponencialmente com a inteligência artificial, chegando a consumir o equivalente a uma cidade inteira. «Um data center hoje pode consumir de 600 a 900 megawatts, pois tem uma característica única: ele consome energia 24 horas por dia, 365 dias por ano, ou seja, 8.760 horas por ano. E o consumo é constante, ao contrário, por exemplo, de um escritório, que tem picos de consumo, como o uso de ar-condicionado e a ocupação do local durante o dia, mas à noite, quando o escritório está vazio, o consumo cai», afirma. Essa necessidade constante de energia, aliada à preocupação com o meio ambiente, impulsiona a busca por alternativas como os SMRs.

Senz destaca a estabilidade e confiabilidade da energia nuclear, que, diferentemente de fontes renováveis como a solar e eólica, opera continuamente sem depender de fatores climáticos. «Os SMRs, com sua redundância, elevam a disponibilidade para mais de 99,99%, tornando-se uma solução ideal para os data centers», explica o engenheiro. Ele reconhece os desa-

fios para implementação da tecnologia no Brasil, como o licenciamento ambiental e os prazos de construção, mas defende a viabilidade do investimento a médio e longo prazo.

O especialista propõe ainda a importação de SMRs pré-aprovados para acelerar a regulamentação no país, paralelamente ao desenvolvimento da tecnologia nacional. «Não podemos esperar a construção de um reator do zero no Brasil como solução de curto prazo», argumenta. «Recentemente, estava conversando com uma engenheira durante um evento da AB-DAN. Ela estava trabalhando em um protótipo de SMR no Brasil, e comentei sobre a possibilidade de facilitar a importação de SMRs já prontos para serem regulamentados aqui.» A utilização de SMRs em data centers eliminaria a necessidade de geradores a diesel, reduzindo custos e impactos ambientais.

Senz ressalta que os data centers por premissa não contam com a energia da rede como fonte confiável. «Eles usam a energia da rede como fonte principal, mas sabendo que podem falhar. Para fornecer a energia em caso de queda de energia os data centers instalam geradores na mesma capacidade. Ou seja, se estamos falando de um Data Center de 300 MW, se faz necessário instalar 300 MW de geradores mais os reservas. Estes geradores requerem todo um armazenamento de óleo diesel e infraestrutura de alimentação para alimentar os geradores. No caso de SMRs com um reator redundante a disponibilidade fica acima de 99,99% e com isto os geradores e sistema de alimentação de óleo diesel não se faz mais necessário», finaliza.

PRODUÇÃO DE RADIOISÓTOPOS EM ANGRA 2 E 3: UMA OPORTUNIDADE PROMISSORA

ATUALMENTE, OS ESTADOS UNIDOS SÃO O PAÍS QUE MAIS PRODUZ RADIOISÓTOPOS, ESPECIALMENTE PARA APLICAÇÕES MÉDICAS E INDUSTRIAIS

As usinas nucleares brasileiras, Angra 2 e a futura Angra 3, apresentam uma oportunidade significativa para a produção de radioisótopos, essenciais em diversas aplicações médicas e industriais. O sistema Aeroball, utilizado nos reatores do tipo PWR (Reator de Água Pressurizada) de projeto Siemens/KWU, oferece um método inovador que pode ser adaptado para essa finalidade.

O QUE É O SISTEMA AEROBALL?

O Aeroball consiste em pequenas esferas chamadas balotes, que são movidas por ar comprimido dentro de tubos localizados ao longo do núcleo do reator. Originalmente, esse sistema foi desenvolvido para monitorar o fluxo de nêutrons e a potência do reator, e se mostra promissor para a irradiação de alvos que podem gerar radioisótopos. O sistema é denominado «Aeroball» porque esses balotes são movidos por ar comprimido através de um tubo para dentro e fora do reator.

COMO FUNCIONA A PRODUÇÃO DE RADIOISÓTOPOS?

Ao substituir os balotes por alvos contendo materiais específicos, os reatores podem irradiá-los durante a operação normal. Essa exposição ao intenso fluxo de nêutrons permite a produção de diversos radioisótopos, como o molibdênio-99, cobalto-60 e lutécio-177. A iniciativa de posicionar os tubos de maneira estratégica garante uma irradiação eficaz, maximizando a produção sem comprometer a segurança do reator.

Após a irradiação, os alvos podem ser rapidamente retirados utilizando o mesmo sistema pneumático, o que evita a necessidade de interromper a operação do reator. Em seguida, esses alvos são levados para instalações de processamento, onde os radioisótopos são extraídos e preparados para uso.

BENEFÍCIOS E DESAFIOS

Essa abordagem permite a produção contínua de radioisótopos sem a necessidade de ciclos dedicados, mantendo a eficiência operacional. Nesse sistema, o espaço nos tubos do Aeroball restringe a quantidade de alvos que podem ser irradiados simultaneamente. Além disso, o processamento posterior dos radioisótopos deve fomentar o desenvolvimento econômico local e fortalecer a cadeia produtiva do setor, já que exige infraestrutura adicional.

O PAPEL DO NUCLIDE ACTIVATION SYSTEM (NAS)

Além do Aeroball, o Nuclide Activation System (NAS), da empresa Framatome, oferece uma solução comercial avançada que também pode ser integrada aos reatores PWR. O NAS não substitui o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), mas complementa suas funções. Enquanto o NAS se foca na produção de isótopos em reatores de potência, o RMB é dedicado à pesquisa e à produção em maior escala.

O RMB, planejado para a produção de volumes maiores de radioisótopos essenciais, possibilita também atividades de pesquisa avançada, como testes de materiais e desenvolvimento de novas tecnologias nucleares. Por sua vez, o NAS poderia atender demandas emergenciais ou diversificar a

“ESSA ABORDAGEM PERMITE A PRODUÇÃO CONTÍNUA DE RADIOISÓTOPOS SEM A NECESSIDADE DE CICLOS DEDICADOS, AUMENTANDO A EFICIÊNCIA OPERACIONAL.”

produção em um prazo mais curto.

A integração do sistema Aeroball em Angra 2 e 3 representa uma estratégia valiosa para aumentar a capacidade de produção de radioisótopos no Brasil. Embora o NAS ofereça uma alternativa interessante, a combinação do Aeroball e do RMB pode garantir um abastecimento robusto e eficiente, atendendo às crescentes necessidades do setor de saúde e da pesquisa nuclear. Essa sinergia é fundamental para o desenvolvimento e a autonomia do Brasil na produção de radioisótopos, assegurando um futuro promissor para a energia nuclear no país.



O BRASIL ENFRENTA ALGUMAS DIFICULDADES NA PRODUÇÃO DE RADIOISÓTOPOS, INCLUINDO:

1. **Infraestrutura limitada:** A falta de instalações adequadas e de tecnologia de ponta para a produção e processamento de radioisótopos dificulta a capacidade de atender à demanda.
2. **Reatores específicos:** A produção eficiente de muitos radioisótopos requer reatores de pesquisa dedicados, como o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), que ainda está em construção. Sem um reator otimizado, a produção é restrita.
3. **Regulamentação e segurança:** A produção de radioisótopos está sujeita a rígidas regulamentações de segurança e ambientais, o que pode atrasar projetos e aumentar custos.
4. **Financiamento e investimento:** A falta de investimento consistente em pesquisa e desenvolvimento no setor nuclear impacta a capacidade de modernizar instalações e tecnologias.
5. **Dependência externa:** O Brasil ainda depende de importações para suprir a demanda por certos radioisótopos, o que pode ser problemático em situações de escassez global.

Hoje, os Estados Unidos são o país que mais produz radioisótopos, especialmente para aplicações médicas e industriais. O país conta com várias instalações e reatores nucleares dedicados à produção de radioisótopos, como o molibdênio-99, amplamente utilizado em exames de imagem. Outros países, como a Rússia e o Canadá, também têm capacidades significativas de produção, mas os EUA se destacam como líderes globais nesse setor. ■

OS RADIOISÓTOPOS TÊM DIVERSAS APLICAÇÕES IMPORTANTES EM DIFERENTES ÁREAS, PRINCIPALMENTE:

MEDICINA:

- **Diagnóstico:** Usados em exames de imagem, como tomografia por emissão de pósitrons (PET) e cintilografia, para detectar doenças como câncer e doenças cardíacas.
- **Terapia:** Tratamentos de doenças, como o uso de iodo-131 para tratar hipertireoidismo e certos tipos de câncer.

INDÚSTRIA:

- **Medidas e Controle:** Utilizados em medidores de densidade e espessura, além de monitorar a qualidade de materiais.
- **Radiografia Industrial:** Inspeção de soldas e estruturas para detectar falhas e garantir a integridade de equipamentos.

PESQUISA:

- Empregados em estudos científicos para rastrear reações químicas, processos biológicos e no desenvolvimento de novos medicamentos e tecnologias.

AGRICULTURA:

- Usados em técnicas de marcação para rastrear o crescimento de plantas e o comportamento de pesticidas e fertilizantes.

DATAÇÃO:

- Técnicas como a datação por carbono-14 são utilizadas para determinar a idade de materiais arqueológicos e geológicos.

*Com informações de Leonam dos Santos Guimarães – Diretor Técnico da ABDAN.

NUCLEAR: PROTAGONISTA NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA SUSTENTÁVEL RUMO À COP30 E ALÉM

O G20 NO RIO DE JANEIRO E A COP29 DESTACARAM A IMPORTÂNCIA DA ENERGIA NUCLEAR NA DESCARBONIZAÇÃO GLOBAL, ABRINDO CAMINHO PARA O BRASIL LIDERAR A AGENDA NA COP30 EM BELÉM

A crescente demanda mundial por energia e a urgência em combater as mudanças climáticas exigem soluções eficazes e sustentáveis. Por esses e outros motivos, na opinião de especialistas, a energia nuclear ganha destaque como uma fonte limpa, confiável e capaz de impulsionar a transição energética global. O G20, realizado recentemente no Rio de Janeiro, e a COP29, em Baku, no Azerbaijão, reforçaram essa percepção, abrindo caminho para o Brasil assumir um papel de liderança na agenda da COP30, que será realizada em 2025 em Belém do Pará.

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: URGÊNCIA E ESTRATÉGIA

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), a demanda global por energia elétrica deve crescer mais de 50% até 2050, enquanto as emissões de carbono precisam cair drasticamente para evitar o avanço das mudanças climáticas. Para alcançar esses objetivos, a transição energética exige a combinação de fontes renováveis e outras soluções de baixo carbono, como a nuclear.

A energia nuclear, responsável por cerca de 25% da eletricidade de baixo carbono no mundo, é vista como uma tecnologia essencial para garantir segurança energética, estabilidade na rede elétrica e um fornecimento constante de energia limpa.

Além disso, o domínio do ciclo completo do combustível nuclear posiciona o Brasil como um player estratégico no cenário energético global. Essa expertise não apenas fortalece a segurança energética nacional, mas também nos insere em um mercado internacional promissor, especialmente em um momento em que a demanda por urânio cresce impulsionada pela expansão da energia nuclear como

fonte de baixo carbono. Com o avanço de projetos como o de Santa Quitéria, e a possível abertura para parcerias internacionais sob um modelo regulatório inovador, o Brasil tem a oportunidade de transformar suas reservas em um diferencial competitivo, garantindo maior protagonismo na transição energética global e contribuindo para a descarbonização da matriz energética mundial.

AGENDAS MUNDIAIS

No G20, os países membros assumiram compromissos importantes para a transição energética global, incluindo a meta de triplicar a capacidade instalada de energia renovável até 2030. No entanto, o grupo não conseguiu estabelecer um limite claro para o uso de combustíveis fósseis, o que evidencia a complexidade de alinhar interesses de diferentes nações em busca de soluções sustentáveis. Nesse contexto, a energia nuclear se apresenta como uma aliada estratégica, especialmente para o Brasil, que possui uma matriz energética predominantemente renovável. A capacidade da energia nuclear de fornecer uma base estável e confiável, complementando fontes renováveis como solar e eólica, reforça sua relevância para as discussões em torno da transição energética e das políticas climáticas debatidas no G20.

A COP29 consolidou a energia nuclear como uma “estrela em ascensão” nas discussões sobre clima e transição energética. Um número crescente de países reconhece a importância da energia nuclear para atingir as metas de descarbonização e segurança energética. Na COP28, nos Emirados Árabes Unidos, 22 países se comprometeram a triplicar o uso mundial de energia nuclear até a metade do século.

A COP29 CONSOLIDOU A ENERGIA NUCLEAR COMO UMA “ESTRELA EM ASCENSÃO” NAS DISCUSSÕES SOBRE CLIMA E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA



Este ano, na COP29 em Baku, Azerbaijão, mais seis países aderiram ao compromisso, incluindo nações que atualmente não possuem capacidade nuclear, como Quênia, Mongólia e Nigéria. Essa crescente coalizão demonstra o reconhecimento do papel fundamental da energia nuclear na transição energética global.

Com a COP30 sendo realizada no Brasil, o país tem a oportunidade de liderar a agenda da energia nuclear e fortalecer sua posição como um ator chave na transição energética global. A expertise brasileira no setor nuclear, com a operação de usinas nucleares como Angra 1 e Angra 2, e o desenvolvimento de tecnologias avançadas como os SMRs, coloca o país em uma posição privilegiada para contribuir com a descarbonização mundial.

ALÉM DE SUA EFICIÊNCIA NA GERAÇÃO DE ENERGIA LIMPA, A ENERGIA NUCLEAR TAMBÉM TEM APLICAÇÕES DIRETAS NO COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

- **Baixo Carbono:** A energia nuclear é uma fonte de energia limpa que não emite gases de efeito estufa durante a operação, contribuindo significativamente para a redução das emissões de carbono e para o combate às mudanças climáticas.
- **Confiabilidade:** As usinas nucleares operam continuamente, fornecendo energia estável e confiável, independentemente de fatores climáticos como sol, vento ou chuva.
- **Alta Densidade Energética:** A energia nuclear requer uma área relativamente pequena para gerar grandes quantidades de energia, minimizando o impacto ambiental em comparação com outras fontes de energia.

- **Segurança:** As usinas nucleares são projetadas com rigorosos padrões de segurança para garantir a proteção da população e do meio ambiente.

A TECNOLOGIA NUCLEAR TAMBÉM PODE SER USADA EM ÁREAS COMO:

- **Agricultura Sustentável:** Monitoramento de solo e uso eficiente de água.
- **Saúde e Alimentos:** Irradiação de alimentos e diagnósticos médicos.
- **Indústria:** Redução de emissões em processos industriais e produção de hidrogênio verde.

Com iniciativas como o projeto do reator multipropósito brasileiro (RMB), que ampliará a capacidade de pesquisa e inovação do país, o Brasil tem condições de demonstrar como a energia nuclear pode ser integrada de forma transversal em estratégias de desenvolvimento sustentável.

O PAPEL DA ABDAN NO DEBATE GLOBAL

A Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares (ABDAN) tem se posicionado como uma facilitadora no diálogo entre governo, setor privado e organismos internacionais. A participação ativa em eventos globais reforça a missão da entidade de promover o setor nuclear brasileiro como uma referência global em sustentabilidade e inovação.

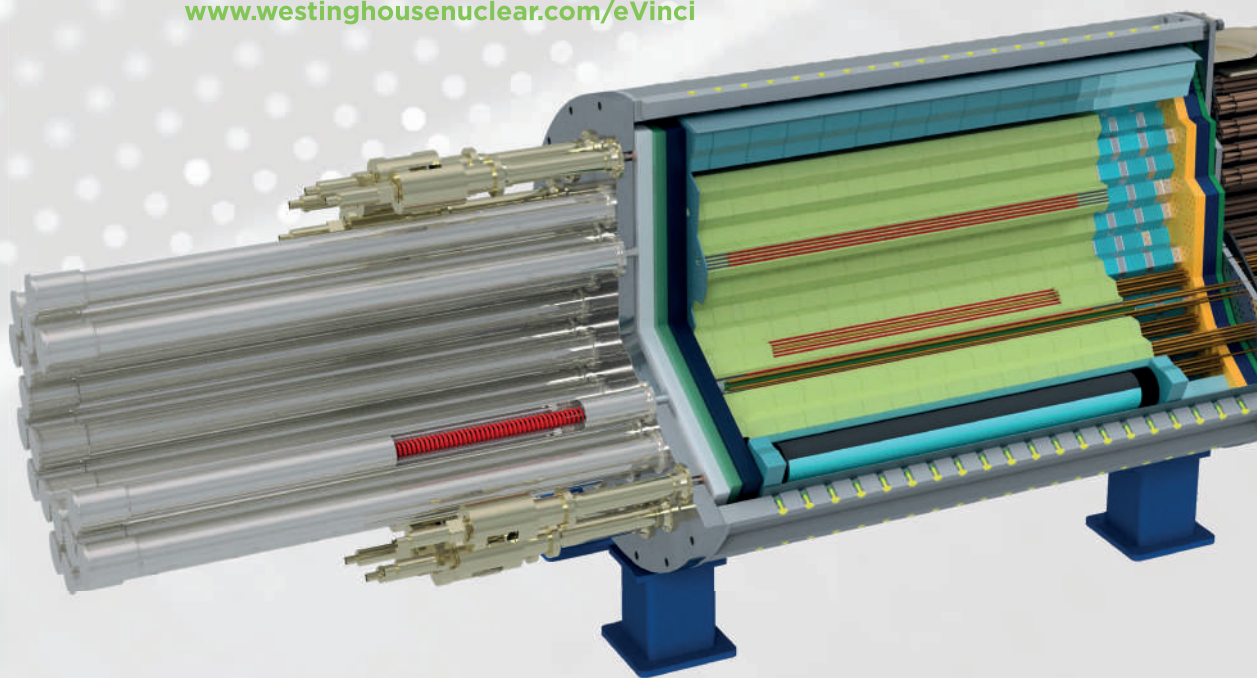
Para Celso Cunha, presidente da ABDAN, a energia nuclear precisa ser vista como um dos pilares da transição energética: “O Brasil tem um papel estratégico nesse debate. Temos expertise, recursos e uma matriz energética que pode servir de modelo. A COP 30 será uma oportunidade histórica para o país reafirmar seu compromisso com o futuro do planeta, utilizando a energia nuclear como aliada indispensável”. ■

Mobile. Flexible. Powerful. Energy Everywhere it's Needed

The eVinci™ microreactor battery is easy to transport, install and operate. That makes it easier for you to bring safe, reliable, affordable and clean energy to even the most remote of locations.

- **Transportable energy generator, targeting 30-day onsite installation**
- **Cost-competitive lifecycle, 100% factory built and assembled**
- **Delivers combined heat and power, 8+ years without refueling**

To learn how we're **shaping tomorrow's energy**, visit:
www.westinghousenuclear.com/eVinci



RUSLAN YUNUSOV: COMO A RÚSSIA SE TORNOU LÍDER EM COMPUTAÇÃO QUÂNTICA

A Rússia acaba de alcançar um marco impressionante no campo das tecnologias quânticas ao lançar, em 2024, um computador de 50 qubits – uma máquina capaz de processar informações em uma escala exponencial, utilizando os princípios da mecânica quântica para resolver problemas complexos que seriam inviáveis para computadores tradicionais em um tempo razoável.

E está se preparando para apresentar outros dois modelos baseados em diferentes plataformas. Segundo, Ruslan Yunusov, conselheiro da diretoria-geral da Rosatom e cofundador do Centro Quântico Russo, três diferenciais competitivos foram fundamentais para essa conquista: a forte escola soviética de física quântica, os jovens especialistas formados pelas principais universidades e os significativos investimentos do governo em infraestrutura científica.

“Quando iniciamos o roteiro para computação quântica em 2020, identificamos várias plataformas disponíveis no mundo para construir computadores quânticos: supercondutores, átomos, íons e fótons”, diz Yunusov. «Ainda não sabemos qual será a melhor. Por isso, desenvolvemos múltiplas plataformas simultaneamente. O primeiro computador que ultrapassou a marca de 50 qubits foi o de íons, mas, durante todos esses anos, trabalhamos não apenas com essa tecnologia, mas em várias direções ao mesmo tempo.”

Esse novo computador com processador baseado em íons – e com capacidade de processamento de 50 qubits – foi produzido sob gestão organizacional da Rosatom que, em parceria com o governo russo, financia o desenvolvimento da área de computação quântica, de 2020-2024, com um orçamento aproximado de 24 bilhões de rublos (R\$ 1,45 trilhão).

Qubits (abreviação de quantum bits) são a unidade básica de informação na computação quântica.

Eles desempenham um papel semelhante ao dos bits nos computadores clássicos, mas com capacidades muito mais avançadas, baseadas nos princípios da mecânica quântica.

PIONEIRISMO

O equipamento recém-lançado é acessível por uma plataforma em nuvem, permitindo a execução de algoritmos quânticos básicos. A tecnologia russa de qubits está entre as pioneiras, ao lado do desenvolvimento na Áustria e nos EUA.

O marco de 50 qubits foi alcançado em apenas quatro anos, um tempo inferior à média mundial de 15 anos, evidenciando a velocidade do desenvolvimento russo.

O plano do Centro Quântico Russo inclui agora alcançar os mesmo 50 qubits em uma plataforma atômica e, possivelmente, desenvolver um outro computador de íons com a mesma capacidade.

A comparação entre plataformas revelou que elas apresentam níveis variados de precisão, o que pode tornar cada uma delas vantajosa para um determinado tipo de tarefa. Isso justifica o investimento e prioridade na melhoria contínua da qualidade das plataformas.

Yunusov acredita que atingir 50 qubits foi um marco psicológico importante, que colocou a Rússia no clube dos países que desenvolvem com sucesso a computação quântica. “Uma escola científica de primeira classe, o alto nível dos formandos e a infraestrutura criada – nos permitiu dar um salto rápido”, comenta.

Yunusov enfatiza que embora os computadores quânticos universais sejam projetados para executar qualquer tipo de algoritmo quântico de forma semelhante, a eficiência e a eficácia com que resolvem problemas específicos dependem de dois fatores principais: alta precisão e um grande número de qubits.

FUTURO

Falando sobre perspectivas, Yunusov menciona um novo roteiro de desenvolvimento previsto para ser concluído até 2030, que inclui aumentar a capacidade de processamento em qubits e promover a melhoria radical de sua qualidade. A meta do Centro para 2025 é alcançar 75 qubits.

Para desenvolver computadores quânticos cada vez mais poderosos, chegando a milhares de qubits, será necessário adotar uma abordagem chamada de clusterização. Esse conceito envolve conectar múltiplos grupos menores de qubits (clusters) por meio de interconexões quânticas, criando um sistema integrado e funcional como se fosse uma única máquina.

“Resolver problemas industriais reais exige mais que apenas aumentar o número de qubits ou aprimorar sua qualidade – é fundamental otimizar os algoritmos para que operem com máxima eficiência”, afirma Yunusov. “Se pelo menos um computador quântico conseguir realizar uma tarefa melhor do que um supercomputador, isso já representará uma conquista extraordinária.” Segundo ele, não se trata de um objetivo simples.

“Para resolver tais problemas, será necessário dispor de 300 a 1.000 qubits, dependendo da especificidade das tarefas. Além disso, o nível de erros deve ser inferior a 1%, e a precisão das operações deve alcançar entre 99,7% e 99,9%. Somente com esses indicadores será possível atingir resultados significativos.”

DESAFIOS

Entre os desafios, Yunusov inclui a necessidade de pesquisa de novos materiais. “Hoje, dizem que vivemos em uma era informacional, mas, do ponto de vista dos materiais, ela é chamada de era do silício. No entanto, as possibilidades do silício estão quase esgotadas, enquanto as necessidades de computação continuam crescendo, e as capacidades para atendê-las estão limitadas”, detalha.

Outro gargalo diz respeito à busca por eficiência energética. Segundo Yunusov, supercomputadores consomem dezenas de megawatts de energia, e o crescimento da capacidade de computação exige soluções radicalmente novas, além da substituição do silício por outros materiais.

“Cerca de 1% de toda a energia mundial é usada para cálculos”, diz. “Mesmo que utilizemos toda a energia disponível hoje, o poder de cálculo

aumentaria apenas 100 vezes, mas precisamos de muito mais. Existe uma demanda urgente para a qual ainda não há resposta.”

Ele continua: “Podemos projetar um chip quântico que funcione perfeitamente, mas corremos o risco de não poder produzi-lo por limitações dos materiais disponíveis”, afirma. Ele cita como exemplo a biomedicina. “A Neuralink, empresa de Elon Musk, enfrenta um problema semelhante. Não há materiais que possam ser implantados no corpo humano de maneira funcional sem causar inflamações ou rejeição. É por isso que as tecnologias futuras dependem do desenvolvimento dessa nova matéria-prima.”

Essa busca tem unido especialistas de diversas áreas em uma pesquisa multidisciplinar. “Será necessário usar cálculos quânticos, matemática avançada, química tradicional e biologia, pois a busca por materiais compatíveis é, em essência, uma tarefa biológica.”

MATERIAIS CULTIVADOS

Yunusov também considera promissora a ideia de “cultivar” materiais. “Uma saída seria criar micro-organismos capazes de produzir o material necessário. Esses organismos seriam codificados para esse fim, e o resto acontece naturalmente. Claro que se trata de uma simplificação, mas não há limitações intrínsecas para isso.”

Ele usa como exemplo a estrutura complexa das árvores, que depende de diferentes regiões especializadas. “Se adicionarmos à árvore a capacidade de absorver metais e passarmos a usá-los em sua estrutura, poderíamos criar algo totalmente novo. No futuro, em vez de construir casas, poderemos cultivá-las”, explica.

Yunusov também destaca a importância da regeneração e da autocura, características dos materiais biológicos. “Todos gostariam que as telas dos smartphones se recuperassem de arranhões. Hoje, muitos esforços estão sendo dedicados à eliminação de microfissuras, mas a natureza está muito à frente nesse aspecto.”

“Os séculos 19 e 20 foram marcados pela ideia de dominação do homem sobre a natureza, mas essa visão se mostrou equivocada. Agora é essencial evoluir junto com a natureza, criando em harmonia com ela”, conclui. ■

Texto produzido com base em informação da RIA NOVOSTI



central elétrica
FLUTUANTE



central elétrica
FIXA



Reatores nucleares de pequeno porte

100 MW

de capacidade
elétrica total

2 reatores de

50MWe

cada

ciclo de
combustível de até
10 anos

vida útil
de projeto
60 ANOS



110 MW

de capacidade
elétrica total

2 reatores de

55MWe

cada

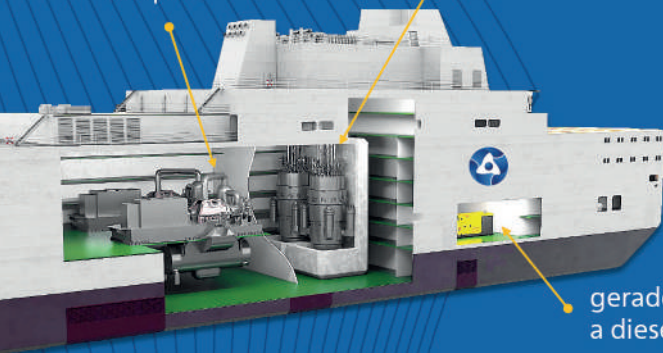
ciclo de
combustível de até
6 anos

Unidades flutuantes podem
fornecer energia para áreas
remotas, portos, áreas
costeiras, ilhas, instalações
offshore, áreas de
mineração, entre outros.

A abordagem modular
possibilita expandir a
capacidade elétrica com a
construção de novos
edifícios principais e novas
torres de resfriamento,
com uso compartilhado
de edifícios auxiliares

turbinas
a vapor

2 reatores
RITM-200M



unidades
expansíveis



edifício original

geradores
a diesel



Um parceiro sustentável que atende a indústria nuclear brasileira há mais de 40 anos

Framatome é uma líder internacional em energia nuclear, reconhecida por suas soluções inovadoras e digitais, tecnologias de alto valor agregado para o parque nuclear global.

Com experiência mundial e fortes referências em confiabilidade e desempenho, a empresa projeta, mantém e instala componentes e combustíveis, bem como sistemas de instrumentação e controle para usinas nucleares.

Os seus cerca de 18.000 colaboradores permitem que os clientes da Framatome forneçam um mix energético de baixo carbono cada vez mais limpo, seguro e econômico.

As aquisições recentes fazem parte da sua estratégia de crescimento, atendendo às necessidades de segurança reforçada e cadeia de suprimentos robusta e para melhor atender aos desafios dos nossos clientes.

Pode confiar.



NÓS SOMOS A **ABDAN**

37 anos promovendo o

DESENVOLVIMENTO DO SETOR NUCLEAR!

