



# Conexão Nuclear

Ano **03**  
Nº **18**  
Mar. 2024

## **Nuclear Summit**

Evento focado em inovação reúne personalidades do setor nuclear

## **SMRs e NuScale**

Desafios, oportunidades e lições aprendidas

## **Medicina nuclear**

Mudando a realidade de pacientes com doença de Alzheimer e câncer de próstata

# **Entrevista com Celso Pansera, Presidente da Finep**

Bate-papo exclusivo sobre parcerias, pesquisas, investimentos, sustentabilidade e, claro, inovação

**ABDAN**

# ABDAN

## Expediente

### **PRESIDENTE**

Celso Cunha

### **VICE-PRESIDENTE**

Ivan Alexandrovich Dybov

### **VICE-PRESIDENTE**

Paulo Coelho

### **VICE-PRESIDENTE**

Fabrcício Diel

### **VICE-PRESIDENTE**

Alexandre Honaiser

### **DIRETOR TÉCNICO**

Leonam dos Santos Guimarães

### **CONSELHO CONSULTIVO**

#### **PRESIDENTE**

Giacomo Feres Staniscia

#### **VICE-PRESIDENTE**

Rafael Madke

#### **MEMBROS**

Nathanael Robson Albuquerque da Mota

Luiz Celso Oliveira

Carlos Henrique Silva Seixas

Newton Costa

Stephen McKinney

Conexão Nuclear é uma publicação da ABDAN

### **EDITORA**

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**

Gerado com IA

### **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](http://WWW.ABDAN.ORG.BR)

SUGESTÕES E DÚVIDAS

[ABDAN@ABDAN.ORG.BR](mailto:ABDAN@ABDAN.ORG.BR)



## Sumário



### 16 **Inovação na Medicina Nuclear**

Aliados na luta contra Alzheimer e o câncer de próstata

### 18 **Competências para recém-formados na indústria nuclear**

Habilidades de gestão, motivação e engajamento em projetos relevantes são bem-vindos

### 04 **Editorial**

Inteligência Artificial e outras inovações no nuclear

### 05 **Nuclear Summit 2024**

Evento de inovação acontecerá dias 8 e 9 de abril, no Rio de Janeiro

### 07 **Neoindustrialização**

Saiba mais sobre esse conceito e de que forma a energia nuclear está inserida nele

### 09 **Framatome Brasil**

Competência e talentos do nuclear nacional a serviço do mundo

### 10 **Netzero e Missão Bélgica**

Descarbonização é esforço global e tema de eventos, acordos e discussões

### 14 **Baterias nucleares**

Estreia do Brasil e exemplo da China

### 20 **Pequenos Reatores Modulares**

Aprendendo com os desafios do projeto da NuScale

### 23 **Livro Mulheres Nucleares**

Obra destaca determinação e importante contribuição das mulheres no segmento

### 24 **Amazul: inovação tecnológica e política nuclear**

Pilares fundamentais para o sucesso de uma organização inovadora

### 25 **Rosatom**

Tecnologias digitais da Rosatom

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E OUTRAS INOVAÇÕES



Olá, leitores,

Ela veio para ficar. Mas como qualquer novidade, agrada a muitos, mas ainda suscita dúvidas e desperta desconfiança em alguns. Assim é a Inteligência Artificial, a tão falada IA.

Já faz algum tempo que a IA vem sendo incorporada ao nosso dia a dia (assistentes virtuais, simuladores, chatbots, entre outros), nas experiências de marketing, redes sociais, no ambiente corporativo, de indústria, medicina e saúde, direito, educação e por aí vai. Um verdadeiro quem ainda está fora quer entrar – e o fará em breve.

No segmento nuclear, a IA pode colaborar e muito. Além de auxiliar em todos os trâmites administrativos e de gestão de uma empresa, entidade ou mesmo usina, tem um impacto positivo no quesito segurança - prevenindo acidentes, interações materiais perigosas e vazamentos. Além disso, é capaz de simular avanços importantes, substituindo trabalhadores em situações em que o risco à vida hu-

mana seria até então um entrave. Economia de custos é outro ponto positivo a considerar, bem como a mitigação de danos ambientais.

Porém, apesar de estarmos focados nas inovações, não podemos deixar de olhar o presente e o papel responsável que temos dever de desempenhar. Falo aqui especificamente do fato de o Brasil ainda não ser signatário na Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage (CSC) de um seguro global para acidentes e incidentes nucleares. Chega a ser inimaginável pensarmos nos riscos financeiros (além dos humanos e socioambientais) a que estamos expostos quando optamos, até agora, por não aderir a essa iniciativa, que permitiria aos players da cadeia nuclear acesso a uma fonte de recurso que garantiria – ao menos – a sobrevivência do negócio.

Vejam, hoje em dia fazemos seguro para automóveis, casa, equipamentos, empresa... justamente porque temos consciência de que, na ocorrência de um sinistro, o prejuízo material pode representar até uma falência – arrastando famílias, terceiros e tantas outras estruturas num efeito dominó. No segmento nuclear, tudo isso é exponencialmente maior. Além, é claro, do enfraquecimento da reputação e da imagem do país, muitas vezes podendo inibir também novas investidas e interferindo diretamente no interesse acadêmico e profissional.

Ou seja, vamos usar e abusar, sim, dos benefícios que as inovações tecnológicas como a IA nos oferecem, sem, contudo, deixarmos de fazer a nossa lição de casa. Aliás, como tem feito a medicina nuclear, cada vez mais empregando as descobertas advindas das pesquisas a serviço da população. Nesta edição apresentamos duas delas, que estão auxiliando na luta contra o Alzheimer e o câncer de próstata.

Também abordaremos o tema inovação na entrevista com o presidente da Finep, Celso

Pansera, na matéria sobre as competências necessárias para o profissional da indústria nuclear e no convite para o Nuclear Summit 2024, entre outros. Realmente esta edição está um show de inovação!

Boa leitura! ■

# DIRETOR GERAL DA AIEA LIDERA DISCUSSÕES SOBRE TENDÊNCIAS NO NUCLEAR SUMMIT

EVENTO DE INOVAÇÃO ACONTECE NOS DIAS 8 E 9 DE ABRIL, NO RIO DE JANEIRO



Nos dias 8 e 9 de abril, o Rio de Janeiro se tornará o epicentro das discussões mais relevantes do setor nuclear com a realização do Nuclear Summit, um evento de inovação promovido pela Associação Brasileira para Desenvolvimento de Atividades Nucleares (ABDAN). O diretor geral da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), Rafael Grossi, renomado líder no cenário nuclear internacional, será o responsável por inaugurar o evento abordando as “Tendências Nucleares Mundiais”.

Diferentemente de uma feira convencional, o Nuclear Summit propõe uma abordagem única ao debater e analisar as principais tendências no campo nuclear, incluindo um foco especial na comunicação. O presidente da ABDAN, Celso Cunha, ressalta

que o evento não apenas se destaca por seu formato inovador, mas também por sua visão abrangente a diversos temas cruciais para o setor. “Dividido em duas salas de conteúdo e inovações, o Nuclear Summit contará com palestras e painéis que abordarão questões essenciais, como sustentabilidade, desenvolvimento da energia nuclear no Brasil, ciclo do combustível nuclear, segurança, logística, inovação e avanços na medicina nuclear”, explica.

O Ministério de Minas e Energia também estará presente, consolidando o compromisso do governo brasileiro com o desenvolvimento sustentável e seguro da energia nuclear no país. Representantes de grandes empresas do setor participarão ativamente, incluindo ENBPar, INB, EDF, Holtec, Westinhouse

## O NUCLEAR SUMMIT É UM FÓRUM INDISPENSÁVEL PARA IMPULSIONAR A DISCUSSÃO E COLABORAÇÃO NO SETOR NUCLEAR.

e Rosatom, garantindo uma perspectiva diversificada e abrangente sobre os temas em pauta.

Como um evento focado em inovação, haverá a 2ª edição do Hackapower, o Hackathon da Energia Nuclear com a participação de estudantes de todo o país, que será patrocinado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (Mdic). Durante o encontro serão realizadas também gravações ao vivo do Nuclear Cast, podcast com formadores de opinião e autoridades do setor. Outra novidade: o SEBRAE irá apresentar o projeto da cadeia produtiva do Nuclear, em primeira mão.

Com o apoio da FAPERJ, o Nuclear Summit já se consolidou como um ponto de encontro fundamental para especialistas, autoridades e empresas do segmento. Esta não é a primeira edição do evento, que teve sua estreia em 2021, e continua a desempenhar um papel crucial na promoção da discussão e colaboração no setor.

As palestras e painéis do evento oferecerão uma visão ampla e atualizada das tendências nucleares mundiais, abordando desde a sustentabilidade até a segurança nuclear. O painel sobre Sustentabilidade, por exemplo, discutirá a importância da energia nuclear como chave para a solução climática, abordando temas como Transição Energética no Mundo e Descarbonização da Matriz Energética, especialmente relevantes para o Brasil.

Além disso, o evento explorará o ciclo do combustível nuclear, com insights sobre o mercado financeiro do urânio e aspectos globais do ciclo, incluindo discussões sobre o suprimento de combustível das usinas nucleares brasileiras. Já a tecnologia disruptiva do nuclear, conhecida como SMR, será abordada na palestra “SMR: uma tecnologia disruptiva do nuclear”, destacando o potencial das SMRs para a energia nuclear no Brasil.

No painel sobre Segurança Nuclear, especialistas discutirão tecnologias avançadas nesse campo, abordando estudos de cenários e acidentes nucleares, ressaltando a importância da análise de desafios e a relevância da comunicação para garantir a segurança de todos os envolvidos.

Celso Cunha destaca a importância do Nuclear Summit como um fórum indispensável para impulsionar a discussão e colaboração no setor nuclear, promovendo avanços e inovações que moldarão o futuro da energia atômica no Brasil e no mundo.

### INSCRIÇÕES ABERTAS PARA O HACHATHON DE ENERGIA NUCLEAR

Os interessados em se inscreverem para a 2ª edição do Hackapower, Hackathon para o desenvolvimento de soluções práticas nas áreas de energia, sustentabilidade e medicina no setor nuclear, têm até o dia 29 de março para oficializar seu cadastro. Podem participar estudantes de graduação, mestrado e doutorado de todo o país. O evento é organizado pela ABDAN - Associação Brasileira para Desenvolvimento das Atividades Nucleares e terá o apoio do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (Mdic).

“O Hackapower impulsiona a inovação no setor nuclear reforçando as redes de colaboração entre indústria, academia, centros de pesquisa e regulação”, afirma Patrícia Wieland, uma das diretoras do projeto.

“Depois do sucesso do Hackapower 2023 como experiência inédita, esperamos atingir ainda mais universitários abrangendo diversas áreas do conhecimento no Brasil”, revela Eliene Silva, também diretora da iniciativa.

### CRONOGRAMA:

- **ATÉ 29/03:** inscrições
- **08 E 09 DE ABRIL:** lançamento no Nuclear Summit
- **09/04 A 05/11:** período da competição
- **05/11:** premiação no Nuclear Legacy

### RIO DE JANEIRO: PALCO DO NUCLEAR

A cidade do Rio de Janeiro vem consolidando sua posição como um centro de excelência no setor nuclear, e o Nuclear Summit emerge como um prelúdio significativo para o World Nuclear University Summer Institute. Este evento internacional, que ocorrerá de 02 de junho a 06 de julho ao longo de cinco semanas, desempenha um papel crucial na formação de novos líderes no cenário nuclear global.

Destacando-se como palestrante, Celso Cunha contribuirá com sua expertise no evento. O World Nuclear University Summer Institute, reconhecido por sua relevância, reúne jovens profissionais altamente promissores do setor nuclear, provenientes de diversas partes do mundo. O programa oferece uma oportunidade única para explorar os mais recentes desenvolvimentos na indústria nuclear, promovendo a troca de conhecimentos e a construção de uma rede global de futuros líderes. ■

# NEOINDUSTRIALIZAÇÃO NO BRASIL: EM QUE PASSO ESTAMOS?

## MOMENTO É PROPÍCIO PARA INVESTIR EM OPORTUNIDADES DE MODERNIZAÇÃO NO NUCLEAR

A neointustrialização é um conceito que se refere a um processo de reestruturação e renovação da base industrial de uma economia. Geralmente, esse termo é aplicado a países que passaram por uma fase de desindustrialização, em que a produção industrial diminuiu em relação a outros setores da economia, como serviços e tecnologia. Envolve a adoção de novas tecnologias, métodos de produção mais eficientes e uma abordagem mais voltada para a inovação. Isso pode incluir a incorporação de inteligência artificial, tecnologias digitais, automação, robótica e outras formas de modernização da indústria.

O objetivo da neointustrialização é revitalizar o setor industrial de um país, tornando-o mais competitivo globalmente, gerando empregos de alta qualidade, aumentando a produtividade e impulsionando o crescimento econômico de forma sustentável. Este processo geralmente é acompanhado por políticas governamentais e estratégias de desenvolvimento industrial.

### CENÁRIO BRASILEIRO

No Brasil, o presidente da CNI, Ricardo Alban tem destacado a importância de uma nova industrialização para o país, sugerindo que a neointustrialização pode incluir a transição para uma economia verde e a adoção de práticas da indústria 4.0.

É possível conjecturar que o Brasil pode buscar modernizar e revitalizar sua indústria nuclear para torná-la mais eficiente, competitiva e alinhada com as demandas atuais e futuras. Isso pode incluir a adoção de tecnologias mais avançadas, aprimoramento de processos de produção, investimento em pesquisa e desenvolvimento, entre outras medidas.

Estudiosos já validam a importância da neointustrialização para o Brasil, argumentando que o país está em um momento propício para impulsionar sua base industrial. Entre as vantagens, estão a

modernização do parque fabril, investimentos em tecnologia e inovação e uma abordagem mais estratégica para o desenvolvimento industrial. O Brasil possui os recursos e o potencial necessário para se tornar um protagonista na nova era industrial, mas é crucial que haja políticas públicas adequadas e um ambiente favorável aos negócios para aproveitar essa oportunidade.

Para Leonam Guimarães, diretor técnico da ABDAN, a inserção da indústria nuclear no conceito de neointustrialização pode ser compreendida através de várias perspectivas, considerando os avanços tecnológicos, as demandas por energia limpa e segura, e os desafios associados à sustentabilidade e ao desenvolvimento econômico. Confira:

**Inovação Tecnológica:** A pesquisa e desenvolvimento contínuos na área nuclear visam melhorar a eficiência e a segurança das usinas nucleares. Isso inclui o desenvolvimento de reatores mais avançados, como reatores de quarta geração, que prometem maior segurança, menor produção de resíduos e maior eficiência energética.

**Sustentabilidade:** Embora a energia nuclear ainda esteja sujeita a debates sobre seus impactos ambientais e questões de segurança, muitos argumentam que ela pode desempenhar um papel importante na transição para uma matriz energética mais limpa e de baixo carbono. A neointustrialização busca formas de integrar a energia nuclear de maneira sustentável, considerando não apenas a geração de energia, mas também a gestão segura de resíduos nucleares e a minimização dos riscos ambientais.

**Eficiência Energética:** As usinas nucleares são conhecidas por sua alta capacidade de geração de energia contínua e confiável. Na perspectiva da neointustrialização, isso pode ser considerado como um ativo importante para garantir o fornecimento estável de energia elétrica para suportar o



## TANTO GLOBALMENTE QUANTO NO BRASIL, A INDÚSTRIA NUCLEAR ESTÁ INSERIDA NO CONTEXTO DA NEOINDUSTRIALIZAÇÃO.

crescimento econômico e industrial, sem depender exclusivamente de fontes intermitentes, como solar e eólica.

**Emprego de Alta Tecnologia:** A indústria nuclear emprega uma variedade de tecnologias de ponta, desde a engenharia de reatores até sistemas de monitoramento e controle. Isso não apenas impulsiona a inovação no setor nuclear, mas também contribui para o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos em áreas relacionadas à ciência e engenharia, promovendo a competitividade tecnológica e a capacitação da força de trabalho.

**Desafios e Oportunidades Globais:** A neoindustrialização na indústria nuclear enfrenta desafios significativos, incluindo questões de segurança, proliferação nuclear e gestão de resíduos. No entanto, também oferece oportunidades para cooperação internacional, compartilhamento de melhores práticas e desenvolvimento de padrões globais de segurança e sustentabilidade.

Ou seja, a indústria nuclear está inserida no conceito de neoindustrialização ao abraçar a inovação tecnológica, promover a sustentabilidade energética, contribuir para a eficiência industrial e enfrentar os desafios globais com uma abordagem orientada para o futuro e baseada em princípios de desenvolvimento sustentável.

Há uma série de iniciativas e desenvolvimentos que refletem a inserção da indústria nuclear no contexto da neoindustrialização. Entre os exemplos re-

levantes no mundo está o desenvolvimento de novos reatores, a modernização das usinas nucleares existentes, a cooperação internacional e os investimentos em segurança e gestão de resíduos.

Leonam destaca ainda avanços como o Programa Nuclear Brasileiro, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, cooperação internacional e potencial de expansão, já que o país possui um grande potencial para expandir seu programa nuclear, tanto para geração de energia quanto para outras aplicações, como medicina, agricultura e indústria.

Em resumo, tanto globalmente quanto no Brasil, a indústria nuclear está inserida no contexto da neoindustrialização por meio de esforços contínuos para inovação tecnológica, cooperação internacional, investimentos em segurança e gestão de resíduos, e exploração de novas oportunidades de aplicação da energia nuclear para impulsionar o desenvolvimento econômico e sustentável.

### IA E SEGURANÇA NUCLEAR

O processo de neoindustrialização também é colaborativo, com as inovações compartilhando boas práticas e aprendendo entre si. Recentemente, por exemplo, um artigo publicado pelo portal MIT Technology Review, destacou a importância de aprender com a segurança nuclear para evitar possíveis catástrofes relacionadas à inteligência artificial (IA). Ele argumenta que assim como a segurança nuclear desenvolveu protocolos rigorosos para lidar com riscos potenciais, a IA também precisa de uma abordagem semelhante para garantir que seja desenvolvida e implantada de forma segura e ética.

O conceito principal é que lições e práticas da segurança nuclear, como a ênfase na redundância, transparência e cooperação internacional, podem ser aplicadas no campo da IA para mitigar possíveis consequências negativas e garantir seu uso seguro e benéfico. ■

# FRAMATOME BRASIL: ESPECIALISTAS BRASILEIROS DARÃO SUPPORTO À USINA DE OKILUOTO NA FINLÂNDIA

## COMPETÊNCIA E TALENTOS DO NUCLEAR NACIONAL A SERVIÇO DO MUNDO

A Framatome, líder francesa da indústria nuclear, conhecida por sua expertise em soluções e serviços inovadores, está se preparando para fazer história. Em março de 2024, dois técnicos brasileiros da Framatome Brasil terão a oportunidade de participar da parada de manutenção da usina de Okiluoto, na Finlândia. Será a primeira vez que especialistas brasileiros colaborarão nesta usina, em uma demonstração clara da parceria estabelecida entre a Framatome Brasil e outras empresas envolvidas no projeto.

Os técnicos selecionados são jovens e possuem uma ampla experiência, graças à sua participação na última parada de Angra 1 e ao trabalho em equipe com especialistas internacionais na Alemanha. A expectativa é de que eles levem suas habilidades e conhecimento adquiridos em solo brasileiro para contribuir com o sucesso da manutenção da usina de Okiluoto.

Em uma entrevista exclusiva para a revista Conexão Nuclear, Holger Ludwig, Diretor Técnico da Framatome Brasil, expressou sua confiança no mercado brasileiro e elogiou o momento atual, destacando o apoio e cooperação existentes. “Eu acredito no potencial industrial do país e em suas usinas. De fato, recentemente contratamos engenheiros e técnicos brasileiros para atuar na Framatome”, afirmou.

Ludwig trabalha no mercado nuclear há quase 30 anos, tendo passado pela Siemens KWU, Areva e Framatome. Como engenheiro nuclear, trabalhou no comissionamento de Angra 2 e foi engenheiro residente desta Usina.

Nos últimos anos, a Framatome Brasil tem direcionado seus esforços para formar uma equipe técnica nacional, com a contratação de técnicos e engenheiros para atuar em contratos com a Eletronuclear. Para 2024, a empresa planeja continuar expandindo sua presença no mercado

brasileiro por meio de novas contratações, pretendendo aumentar o número de profissionais brasileiros em sua equipe técnica.

Dessa forma, a Framatome Brasil fortalecerá sua base de conhecimento e competência local, beneficiando tanto o mercado nuclear brasileiro quanto os projetos internacionais em que a empresa se envolve. Além disso, a companhia reconhece a importância do relacionamento político da Associação Brasileira para Desenvolvimento de Atividades Nucleares (ABDAN) com os parlamentares, atuando como uma facilitadora e representante das empresas privadas do setor.

Com mais uma oportunidade de se firmar no cenário internacional, a Framatome Brasil está pronta para demonstrar seu talento e mostrar ao mundo o potencial dos profissionais brasileiros no campo da energia nuclear. ■

---

**SERÁ A PRIMEIRA VEZ QUE  
ESPECIALISTAS BRASILEIROS  
COLABORARÃO NESTA  
USINA FINLANDESA, EM UMA  
DEMONSTRAÇÃO CLARA DA  
PARCERIA ESTABELECIDADA  
ENTRE A FRAMATOME BRASIL E  
OUTRAS EMPRESAS.**

---

# NUCLEAR: UM ALIADO INDISPENSÁVEL NA DESCARBONIZAÇÃO

**NET ZERO É TEMA EM EVENTOS COMO COP 28, MISSÃO BÉLGICA E CLEAN ENERGY MINISTERIAL**

O setor nuclear há muito tempo tem desempenhado um papel crucial no panorama energético global, e à medida que o mundo se volta para a busca da neutralidade de carbono, surge como uma peça-chave nesse quebra-cabeça ambiental. Nesta edição da Conexão Nuclear, exploramos o tema “Net Zero” através das lentes de Carlos Leipner, respeitado membro do Conselho da Associação Brasileira para o Desenvolvimento das Atividades Nucleares (ABDAN).

Em uma entrevista exclusiva, Leipner compartilhou sua visão sobre o papel proeminente do setor nuclear na busca pela neutralidade de carbono. Ele destaca o marco significativo que foi a COP 28, onde o tema nuclear foi reconhecido e discutido em um fórum internacional de grande relevância, e fala do que está por vir, como a Missão Bêgica.

“Estamos vivendo um momento crucial na transição energética global, e a energia nuclear emerge como uma solução viável e sustentável. A COP 28 foi um ponto de virada, destacando o papel fundamental que a nuclear desempenha na redução das emissões de carbono”, afirma Leipner.

Ao discutir a evolução do papel da energia nuclear nas conferências climáticas, Leipner faz uma retrospectiva até a COP 26 na Escócia, onde o tema nuclear começou a aparecer de maneira mais proeminente, e a COP 27 no Egito, que testemunhou a presença mais expressiva do setor. Ele sublinha o papel fundamental desempenhado por países como os Emirados Árabes, que recentemente construíram quatro reatores - exemplo inspirador de como a energia nuclear pode ser implementada com sucesso.

“Ao observarmos esses casos, percebemos que a energia nuclear não é apenas uma solução teórica, mas uma realidade tangível. Esses países demonstram que, com investimento e cooperação internacional, é possível construir uma matriz energética limpa e eficiente”, enfatiza Leipner.

## **ENERGIA NUCLEAR É CAMINHO PARA “NET ZERO”: 22 PAÍSES CONCORDAM**

Durante a COP28 em Dubai, um grupo de 22 nações, incluindo Estados Unidos, Reino Unido e França, uniu forças para endossar uma proposta ousada: triplicar a capa-

cidade global de produção de energia nuclear até 2050. A declaração conjunta visa reduzir as emissões de carbono nas próximas décadas, em resposta às crescentes preocupações sobre as mudanças climáticas. Apesar da queda recente nos investimentos, a energia nuclear persiste como a segunda principal fonte internacional de energia limpa.

A iniciativa ganhou destaque como parte do cenário apresentado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) para evitar que o aumento da temperatura global ultrapasse 1,5°C. Emmanuel Macron, presidente francês, expressou seu apoio durante o evento, afirmando que os pequenos reatores modulares são “uma solução indispensável”.

Apoiando essa abordagem, o enviado dos EUA para o Clima, John Kerry, afirmou que “não é possível atingir a meta de net zero até 2050 sem a energia nuclear”. A flexibilidade e a capacidade de instalação próxima às áreas de consumo são apontadas como vantagens adicionais das usinas nucleares, tornando-as mais práticas e ocupando menos espaço em comparação às alternativas, como hidrelétricas.

Segundo estudo da International Energy Agency (IEA), a redução da oferta de energia nuclear dificultará e encarecerá a transição para uma matriz limpa. Para Wille McGwood, diretor-geral da Nuclear Energy Agency, triplicar a capacidade de energia nuclear até 2050 é um caminho realista para atingir metas de emissão zero de carbono. Atualmente, a capacidade nuclear instalada globalmente é de cerca de 375 GW, projetando-se alcançar 631 GW até 2050.

De acordo com dados da S&P Global Commodities Insights, em 2022, seis novos reatores foram acionados em países como China, Finlândia, Paquistão, Coreia do Sul e Emirados Árabes Unidos. Adicionalmente, oito novos projetos foram iniciados em nações como China, Egito e Turquia. Até 2030, a China deve ultrapassar os EUA como o país com a maior capacidade de geração nuclear, enquanto a Alemanha encerra suas operações nucleares, fechando seus três últimos reatores ativos.

“A declaração destaca a crescente aceitação desse setor como uma peça fundamental na jornada rumo à



neutralidade de carbono”, afirma o especialista. Leipner destaca a importância dos fóruns internacionais, como a COP, para promover o diálogo e a cooperação entre os setores governamentais, privados e civis. Ele também menciona a próxima COP 30 no Brasil como uma oportunidade ímpar para o país mostrar sua matriz energética, incluindo a contribuição nuclear.

“A ABDAN está comprometida em liderar discussões sobre o papel da energia nuclear na transição para uma economia neutra em carbono. Temos uma oportunidade única com a COP 30 no Brasil, e esperamos poder demonstrar o potencial significativo que a nuclear possui”, destaca.

Além disso, Leipner destaca a importância de outras iniciativas, como a Missão Bélgica e o Clean Energy Ministerial (CEM), que reunirá líderes em Foz do Iguaçu, em setembro, para discutir questões relacionadas à energia limpa em nível ministerial.

## MISSÃO BÉLGICA

Em um esforço global para impulsionar a descarbonização e enfrentar as mudanças climáticas, a ABDAN está embarcando em uma jornada até a Bélgica para participar do tratado internacional que visa triplicar o uso da energia nuclear. A iniciativa conjunta entre a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e associações de diversos países ganha destaque, reunindo líderes mundiais no Nuclear Energy Summit, agendado para 21 de março de 2024.

Co-presidindo o evento, estarão Rafael Mariano Grossi,

Diretor-Geral da AIEA, e Alexander De Croo, Primeiro-Ministro belga. Este promete ser o encontro de mais alto nível até o momento e concentra-se exclusivamente na discussão do papel crucial que a tecnologia nuclear desempenha na luta contra as alterações climáticas.

O presidente ABDAN, Celso Cunha, acredita que a reunião se torna um marco para promover a conscientização e a cooperação internacional no setor nuclear. “O Brasil, reconhecendo a importância estratégica da energia nuclear, participa ativamente das discussões e busca ampliar sua participação nesse cenário. A expectativa é que a colaboração entre nações e organizações represente um passo crucial na direção de um futuro mais sustentável e livre de emissões excessivas de carbono”.

Para Leipner, o evento, que irá reunir a alta liderança de vários países, reafirmará o comprometimento com a energia nuclear e o crescimento dela. Além de discutir o que pode ser feito para realmente atingir essa meta de triplicar o setor nuclear” explica. Ele reconhece que é um ato muito ambicioso e que, de qualquer forma, será preciso apoio, não só de organizações governamentais, mas de toda a indústria, setor, atores, e até da sociedade civil, como organizações não-governamentais, associações e academia. “Vai ser um evento muito importante para o setor nuclear que vai desdobrar muitas ações a âmbito global e que, eu acho, o Brasil participando, mais uma vez, reforça a sua importância dentro do setor nuclear mundial”, finaliza. ■

# CELSO PANSERA, PRESIDENTE DA FINEP

*Conexão Nuclear traz nesta edição um bate-papo bastante inspirador com Celso Pansera, presidente da Finep, entidade que tem como missão promover o desenvolvimento econômico e social do Brasil por meio do fomento público à ciência, tecnologia e inovação em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas. Abordando a setor nuclear, nosso entrevistado comenta sobre parcerias, pesquisas, investimentos, sustentabilidade e, claro, inovação.*

## **1 – A inovação é essencial para o avanço da indústria nuclear. Como a Finep está promovendo isso no setor, e quais estratégias a entidade adota para estabelecer parcerias estratégicas que impulsionem o desenvolvimento de tecnologias nucleares no Brasil?**

Um dos principais projetos que a Finep apoia é do setor nuclear. O financiamento mais importante e que envolve o maior aporte de recursos no momento é o projeto do Reator Multipropósito Brasileiro - RMB, que irá beneficiar milhões de brasileiros. Apenas em dezembro de 2022, a Finep aportou R\$ 172 milhões de recursos não-reembolsáveis do FNDCT (Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) para a elaboração do projeto detalhado de engenharia do Laboratório de Processamento e Manuseio de Radioisótopos do Reator. Esse é um reator destinado à produção de radioisótopos e serve tanto para a produção de radiofármacos, quanto para a utilização em medicina nuclear para diagnósticos e tratamentos. Além disso, todo o processo de qualificação de combustível nuclear poderá ser feito com o reator multipropósito. Há também um projeto que vem de muitos anos, um programa nuclear da Marinha que a Finep apoia diretamente. Já há mesmo uma tradição, digamos, de interação da Finep com o setor nuclear, de apoio às iniciativas dos institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Espera-se que ainda venha a surgir novos projetos, especialmente, na área de pequenos reatores modulares. A Finep estará sempre pronta para apoiar a infraestrutura de pesquisas que levarão ao desenvolvimento tecnológico no setor.



## **2 – Como a Finep está direcionando investimentos para impulsionar a pesquisa nuclear no Brasil? Quais são os principais projetos e iniciativas em andamento para fortalecer o desenvolvimento tecnológico nesse setor?**

Com relação a investimentos em inovação e parcerias estratégicas, existe uma tradição de apoio a iniciativas inovadoras na área nuclear, com especial destaque – justamente – para o programa nuclear da Marinha, que nos levou ao domínio do ciclo do combustível nuclear. Como já foi dito anteriormente, os diversos institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear têm sido, ao longo dos anos, clientes da Finep e, nesses institutos, o que se faz é justamente buscar avançar na aplicação de tecnologias nucleares nas mais diversas áreas – agricultura, medicina, indústria, entre outras. Essas aplicações, obviamente, estão se tornando cada vez mais interessantes, por conta das diversas inovações que têm surgido no setor. Uma área que também vale a pena mencionar é a de alimentos. Técnicas nucleares são atualmente utilizadas amplamente em todo o mun-

do para a preservação de alimentos e para controle de pragas, dentre outras aplicações.

**3 – Em meio à crescente busca por fontes de energia mais sustentáveis, como a Finep está contribuindo para tornar a energia nuclear uma opção mais viável e sustentável no cenário energético brasileiro?**

Quanto à sustentabilidade da energia nuclear, isso já é algo bastante aceito. É uma energia limpa no sentido de que ela, efetivamente, não contribui para a emissão de gases de efeito estufa e agora parece haver uma tendência internacional de integrá-la ao leque de energias consideradas sustentáveis. E o desenvolvimento, que é internacionalmente aceito como bastante promissor nessa área, é justamente o de pequenos reatores modulares. Como o nome já diz, têm uma construção modular, são reatores mais seguros e que podem ser usados para formar conjuntos, clusters, provendo energia não apenas para a conversão em energia elétrica, mas em múltiplas aplicações, como dessalinização e utilização na parte industrial. O domínio da técnica de enriquecimento do urânio é mais um elemento nesse contexto.

**4 – A formação de profissionais capacitados é crucial para o sucesso da indústria nuclear. A Finep está apoiando projetos para capacitação e formação de recursos humanos especializados no setor nuclear, considerando as demandas futuras?**

Quanto à capacitação de recursos humanos, há algumas universidades do país, a exemplo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que oferecem cursos de graduação em engenharia nuclear, além da pós-graduação na Coppe. Podemos encontrar formação de muito boa qualidade na área nuclear em universidades, como a Federal do ABC, Federal de São Carlos e Unicamp. E a Finep, obviamente, tem tradição de apoiar as instituições científico-tecnológicas. Não podemos nos esquecer também das citadas instituições de pesquisa da Marinha que atuam na área nuclear, no Centro Tecnológico da Marinha, em São Paulo. Sem falar nos institutos da Comissão Nacional de Engenharia Nuclear, por exemplo, o Ipem, o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (São Paulo), que formam profissionais nessa área há muitos anos, inclusive, em parceria com a Universidade de São Paulo. Há, ainda, o Centro de Desenvolvimento de Tecnologias Nucleares, em Belo Horizonte, no campus da Federal de Minas Gerais.

**“  
A FINEP ESTARÁ  
SEMPRE PRONTA  
PARA APOIAR A  
INFRAESTRUTURA  
DE PESQUISAS  
QUE LEVARÃO AO  
DESENVOLVIMENTO  
TECNOLÓGICO NO  
SETOR NUCLEAR.  
”**

**5 – Olhando para o futuro, quais são as perspectivas da Finep para o crescimento e a expansão da indústria nuclear brasileira?**

É olhando para o futuro que a energia nuclear deve cada vez mais fazer parte da matriz energética brasileira, na medida em que ela é uma energia considerada limpa. Na Europa, ela já está sendo considerada energia verde. E há todo esse movimento de diversificação das matrizes energéticas, com um aumento da participação nuclear. Mas, para além disso, a área nuclear tende a ser cada vez mais importante na medicina. E com o apoio ao reator multipropósito brasileiro, vamos resolver um problema sério, que é a nossa dependência de radioisótopos – tanto para tratamento, quanto para diagnóstico, e para a medicina nuclear. Vamos ter também linhas de nêutrons para fazer pesquisa em materiais, um importante impacto em todo o setor nuclear. Nas técnicas para a preservação de alimentos, para o controle de pragas, também vem tendo cada vez mais utilização. E existe o atual desafio da produção de pequenos reatores modulares, mais seguros, que já atendem às exigências oriundas do último acidente que houve em Fukushima, que demandou a incorporação de muitas medidas de segurança. Esses reatores levam isso em consideração. Eles têm um custo menor, podem ser utilizados em áreas remotas não apenas para energia, mas também – como dito – para dessalinização de água, de forma que as perspectivas de futuro são muito boas. A sociedade precisa entender que é extremamente benéfico o setor nuclear. ■

# BATERIAS NUCLEARES: A PROMESSA DE ENERGIA DURADOURA

## EFICIÊNCIA E ENERGIA SÃO DESTAQUES DO IPEN-CNEN E DA BETAVOLT

As recentes inovações na tecnologia de baterias nucleares estão impulsionando a promessa de energia duradoura e confiável por períodos estendidos. Com estudos liderados pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN) no Brasil e avanços notáveis da startup chinesa Betavolt, a perspectiva de dispositivos energéticos com autonomia exponencial está mais próxima do que nunca.

### O AVANÇO BRASILEIRO: BATERIA NUCLEAR DO IPEN-CNEN

No Brasil, cientistas do IPEN-CNEN desenvolveram a primeira bateria nuclear nacional, utilizando o isótopo amerício-241. Essa bateria termoeétrica, também conhecida como gerador termoeétrico radioisotópico (RTG), tem potencial para fornecer energia por mais de 200 anos sem a necessidade de recargas, sendo uma opção promissora para aplicações em locais remotos ou de difícil acesso.

No centro desse avanço está o amerício, um metal radioativo, cujo calor de decaimento natural é aproveitado para gerar energia elétrica. As baterias nucleares operam utilizando pastilhas termoeétricas geradoras de energia elétrica (TEGs), que captam o calor do amerício em decomposição para produzir eletricidade.

Embora atualmente essas baterias ofereçam uma ten-

são de saída modesta de 20 milivolts (mV), o verdadeiro delas é sua incrível longevidade. Com uma meia-vida de 432,6 anos, o amerício permite estimar uma durabilidade de até 200 anos para cada bateria.

Esse fenômeno é resultado da diferença de temperatura entre o lado quente, onde está a fonte de amerício, e o lado frio das pastilhas. A tensão alimenta um circuito coletor, que armazena energia suficiente para fornecer pequenas cargas periodicamente. No entanto, devido à capacidade limitada de geração de energia do modelo atual, uma fonte com maior atividade é necessária apenas para acender um simples LED.

Maria Alice Morato Ribeiro, pesquisadora do Centro de Engenharia Nuclear do IPEN e coordenadora do projeto, explica como ocorre toda a execução. Nas entranhas de uma bateria nuclear, a energia surge de um processo fascinante. O calor gerado pelo decaimento natural de um radioisótopo é o motor por trás dessa inovação energética. A energia térmica, então, é canalizada através de pequenas pastilhas termoeétricas geradoras de energia elétrica (TEGs), dando vida ao potencial elétrico da bateria.

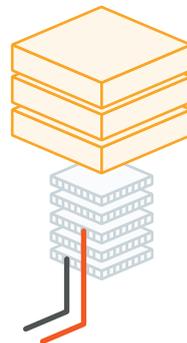
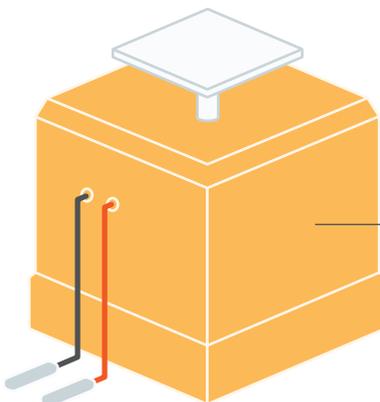
Apesar desse potencial, desafios técnicos ainda persistem, especialmente relacionados à confiabilidade das pastilhas termoeétricas, que devem operar por um perí-

### A BATERIA NUCLEAR BRASILEIRA



#### 200 anos

é o potencial para fornecer energia sem a necessidade de recargas



#### AMERÍCIO-241

Metal radioativo, cujo calor de decaimento natural é aproveitado nas TEGs

#### TEGs

Pastilhas termoeétricas geradoras de energia elétrica. Elas captam o calor do amerício em decomposição para produzir eletricidade

Fonte: ABDAN

## COM UMA MEIA-VIDA DE 432,6 ANOS, O AMERÍCIO PERMITE ESTIMAR UMA DURABILIDADE DE ATÉ 200 ANOS PARA ESSAS BATERIAS.



A pesquisadora Maria Alice Morato Ribeiro, do CEENG, coordenadora do projeto para desenvolvimento de uma bateria nuclear

do equivalente. Segundo Maria Alice, essa primeira bateria foi desenvolvida principalmente para validar o conceito. O próximo passo é a construção de uma versão aprimorada, com uma potência aumentada para 100 mW.

Vale destacar que se trata de uma conquista multidisciplinar do INPE-CNEN. O projeto foi desenvolvido pelo Centro de Engenharia Nuclear (CEENG) e a bateria foi montada pelos pesquisadores do Centro de Tecnologia das Radiações (CETER), usando como combustível pastilhas de Amerício-241 que se encontravam no Serviço de Gestão de Rejeitos Radioativos (SEGRR).

### A REVOLUÇÃO DA BETAVOLT: BATERIAS NUCLEARES EM MINIATURA

Enquanto isso, a startup chinesa Betavolt alcançou um marco ao desenvolver uma pequena bateria nuclear do tamanho de uma moeda. Esta inovação, batizada de BV100, promete uma autonomia de 50 anos sem a necessidade de recargas. Com uma potência de 100 microwatts e dimensões compactas de 15 x 15 x 5 milímetros cúbicos, esta bateria representa uma verdadeira revolução na miniaturização da energia nuclear.

A empresa sediada em Pequim está fazendo história. Imagine 63 isótopos nucleares compactados em um módulo menor que uma moeda - é uma verdadeira proeza tecnológica!

Mas como isso é possível? A funcionalidade dessa bateria é baseada na conversão da energia liberada durante a decomposição dos isótopos em eletricidade. Esse processo, que remonta ao século XX, foi refinado e otimizado pela Betavolt, resultando em uma bateria eficiente e poderosa.

De acordo com a empresa, a conquista não se limita apenas à miniaturização, mas também envolve a modularização e eficiência na produção de baterias

de energia atômica. Em outras palavras, a Betavolt não apenas compactou a energia nuclear, mas também a tornou aplicável para diversas utilidades práticas.

Com planos para expandir seu portfólio, de acordo com Zhang Wei, presidente e CEO da Betavolt, a empresa planeja lançar uma bateria de 1 watt até 2025. Essa iniciativa promete abrir as portas para uma variedade de aplicações inovadoras. Wei enxerga um futuro no qual, se as regulamentações permitirem, as baterias nucleares poderiam alimentar telefones celulares indefinidamente. Além disso, ele sugere a transformação de drones de voo curto em voadores contínuos, graças ao potencial das baterias atômicas. A empresa também considera essas baterias seguras para dispositivos médicos dentro do corpo humano, como marca-passos e implantes cocleares, sem radiação externa.

Esses avanços indicam uma mudança significativa no panorama da energia portátil, com implicações profundas em diversas áreas, desde a tecnologia de consumo até usos industriais.

### O FUTURO DA ENERGIA NUCLEAR EM NOSSAS MÃOS

As inovações apresentadas nesta matéria têm o potencial de transformar uma variedade de setores, desde o emprego em espaçonaves até em dispositivos remotos de vigilância. Atualmente, as baterias nucleares já são utilizadas em faróis de ilhas remotas, satélites e rovers espaciais, como o Curiosity e o Perseverance, da NASA.

Com o desenvolvimento contínuo dessa tecnologia, a energia nuclear está se tornando uma opção cada vez mais viável e duradoura para atender às crescentes demandas por energia, oferecendo uma alternativa confiável e sustentável para o futuro. ■

# INOVAÇÕES NA MEDICINA NUCLEAR: CONHEÇA OS ALIADOS NA LUTA CONTRA ALZHEIMER E O CÂNCER DE PRÓSTATA

## ACOMPANHE O QUE ESTÁ ACONTECENDO NA VANGUARDA DESSA ESPECIALIDADE

A medicina nuclear tem se destacado no diagnóstico e tratamento de várias doenças que assolam a humanidade há anos, trazendo benefícios para pacientes e profissionais da saúde. Há países bastante avançados nessa área e na democratização do acesso das inovações para grande parte da população.

No Brasil o cenário caminha a passos talvez ainda lentos para quem sofre de algum mal, porém avança, sim, com a força e a determinação daqueles que se dedicam ao estudo e às pesquisas, garantindo que estejamos acompanhando de perto tudo que acontece no mundo. O objetivo é desafiador, mas a vontade de melhorar o prognóstico e a qualidade de vida de mais de 200 milhões de habitantes é fator que motiva e convida à geração de parcerias e negócios.

Nesta matéria, vamos tratar especificamente de como a medicina nuclear pode mudar a realidade de pacientes com a doença de Alzheimer (DA) e com câncer de próstata (CaP).

### DOENÇA DE ALZHEIMER: DETECTANDO PRECOCAMENTE, TRATANDO EFICIENTEMENTE

A Doença de Alzheimer (DA) é uma preocupação crescente em todo o mundo, afetando milhões de pessoas, principalmente a população idosa. Segundo a Organização Mundial da Saúde, estima-se, atualmente, que existam 35,6 milhões de pessoas com a enfermidade, com perspectiva desse número duplicar em 2030 e triplicar em 2050. No Brasil, cerca de 1,2 milhões de pessoas convivem com DA. É importante destacar que o aumento da expectativa de vida incrementa a incidência da enfermidade, im-

pactando o mundo socioeconomicamente.

A doença de Alzheimer é um transtorno neurodegenerativo progressivo e incurável, que se manifesta com a deterioração das funções cognitivas, bem como com o surgimento de alterações neuropsiquiátricas e comportamentais, resultando no comprometimento das atividades da vida diária (AVD). Com a progressão do acometimento cerebral pela enfermidade, o paciente progride da perda da memória recente ao não reconhecimento de pessoas próximas, assim como da incapacidade em realizar o autocuidado, chegando ao estado de imobilidade, perda completa da independência e, por fim, morte, que ocorre invariavelmente em 7 a 10 anos após o diagnóstico.

O diagnóstico da DA costumava ser post mortem, mas avanços na Medicina Nuclear permitiram a detecção precoce das proteínas cerebrais associadas à doença em vida, através da Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) com marcadores  $\beta$ -amiloides.

“Esse exame não invasivo tem o potencial de identificar a presença das proteínas em estágios iniciais da doença, antes mesmo de sintomas clínicos

## A MEDICINA NUCLEAR ESTÁ TRANSFORMANDO A MANEIRA COMO DIAGNOSTICAMOS E TRATAMOS VÁRIAS DOENÇAS.

se manifestarem. No Brasil, o marcador amiloide com flúor-18 (18F), como o Florbetaben (FBB), destaca-se como uma ferramenta promissora, embora sua disponibilidade ainda seja limitada. Essa inovação não apenas confirma o diagnóstico de DA, mas também abre portas para tratamentos em fases mais precoces”, explica Flávia Dornelas Kurkowski, médica nuclear do Instituto do Cérebro do Rio Grande do Sul (InsCer).

A Medicina Nuclear tem outros exames já bem estabelecidos no diagnóstico da DA, como a Cintilografia de Perfusão Cerebral e o 18F-FDG-PET/CT. O primeiro utiliza o traçador 99Tc-ECD, capaz de avaliar a perfusão cerebral. O segundo utiliza a fluorodeoxiglicose (18F-FDG), um análogo da glicose que permite observar o metabolismo cerebral. Na DA, tanto o fluxo sanguíneo como o metabolismo cerebral estão acometidos e podem ser detectados pelo PET.

Os exames da Medicina Nuclear são ferramentas de extrema relevância na doença de Alzheimer, capazes de auxiliar no diagnóstico, portanto, no manejo clínico, proporcionando uma melhor qualidade de vida destes pacientes. A inclusão do PET com marcador  $\beta$ -amiloide atualmente permite a confirmação do diagnóstico de DA e a sua identificação em fases iniciais e certamente será uma ferramenta fundamental no tratamento, abrindo caminho para a utilização de terapias quando os sintomas clínicos ainda estejam ausentes. Trata-se de grandes avanços proporcionados pela especialidade médica da Medicina Nuclear.

## **CÂNCER DE PRÓSTATA: PRECISÃO NO DIAGNÓSTICO, ESPERANÇA NO TRATAMENTO**

O câncer de próstata (CaP) é um dos maiores problemas de saúde pública mundial, ocupando a segunda posição em mortalidade masculina no Brasil - atrás apenas do câncer de pulmão - e a sexta posição no mundo, de acordo com dados do INCA (Instituto Nacional de Câncer) e da OMS (Organização Mundial da Saúde). Estima-se que, para o biênio 2023-2025, serão diagnosticados aproximadamente 72 mil novos casos no país.

O câncer de próstata (CaP) é uma doença caracterizada pelo crescimento anormal e descontrolado das células da próstata, glândula sexual masculina responsável pela produção de parte do fluido seminal. Esse crescimento anormal pode levar à formação de um tumor, que pode se es-

palhar para outras partes do corpo, como ossos, gânglios linfáticos e outros órgãos. A idade é um fator de risco importante, sendo a doença mais comum em homens acima de 50 anos, especialmente após os 60 anos.

O câncer de próstata apresenta desafios para os médicos no diagnóstico e tratamento.

A fase inicial é assintomática, dificultando a detecção precoce. O diagnóstico do CaP pode ser realizado por meio de diferentes exames, como toque retal, dosagem do PSA (Antígeno Prostático Específico), ultrassonografia abdominal e transretal, biópsia, tomografia computadorizada, ressonância magnética da pélvis e exames de medicina nuclear. O exame de PSA pode ter resultados falso-negativos ou levar a biópsias desnecessárias. A biópsia é invasiva e pode ter complicações. A resistência ao tratamento e as metástases são obstáculos adicionais. A pesquisa busca melhorar o diagnóstico, reduzir os efeitos colaterais e desenvolver novos tratamentos mais eficazes.

A Medicina Nuclear tem desempenhado um papel crucial nesse cenário, oferecendo tecnologias avançadas para diagnóstico e tratamento, é o que explica Josíno Garcia, gerente geral da Medical. Principalmente com o uso da tecnologia PET/CT (Tomografia por Emissão de Pósitrons associada à Tomografia Computadorizada) e, mais recentemente, do PET/RM (Tomografia por Emissão de Pósitrons associada à Ressonância Magnética). Essa tecnologia permite a visualização de células tumorais com alta precisão, possibilitando um diagnóstico mais preciso e precoce da doença, além de auxiliar no estadiamento e na avaliação da resposta ao tratamento.

Além disso, novos radiofármacos, como o Xofigo (Ra-223) e o 177Lu-PSMA, têm sido aprovados para uso terapêutico, oferecendo esperança para pacientes com tumores resistentes. Apesar dos desafios, como a produção em escala industrial do radioisótopo 225Ac, a pesquisa continua avançando, com estudos clínicos promissores em andamento. A Medicina Nuclear está na vanguarda do combate ao CaP, oferecendo soluções cada vez mais precisas e eficazes.

“Em resumo, as inovações na Medicina Nuclear estão transformando a maneira como diagnosticamos e tratamos o câncer de próstata. O desenvolvimento de novos radiofármacos e técnicas terapêuticas é um campo promissor que oferece esperança para os pacientes”, finaliza Josíno. ■

# COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS PARA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA NUCLEAR

**PROFISSIONAIS PRECISAM TER COMPETÊNCIAS TÉCNICAS, MAS TAMBÉM HABILIDADES DE GESTÃO, MOTIVAÇÃO E ENGAJAMENTO EM PROJETOS RELEVANTES**

A indústria nuclear desempenha um papel crucial em diversas áreas, desde a produção de eletricidade até aplicações em medicina e agricultura. No entanto, enfrenta desafios complexos em um ambiente marcado pela volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade. A inovação é fundamental para sua relevância e sustentabilidade, mas muitas barreiras dificultam seu desenvolvimento, como o longo tempo de maturação de projetos e a falta de integração entre academia e empresas.

Estudiosos categorizam o ambiente em que vivemos hoje com a nomenclatura VUCA (de Volatilidade, Incerteza, Complexidade e Ambiguidade). Detalhando um pouco mais: as mudanças são mais dinâmicas, a incerteza sobre o cenário e o futuro nunca esteve tão presente e a análise para tomada de decisões se apresenta em múltiplas perspectivas. Em termos gerais, há a necessidade de identificação de prioridades, e a inovação é peça necessária sendo causa e efeito desse processo.

Segundo a Dra. Patricia Wieland (Conselheira da ABDAN e Amazul e diretora da World Nuclear University de 2014 a 2020), existe a necessidade de inovar para se manter útil, relevante, economicamente viável e em atendimentos aos objetivos de desenvolvimento sustentável. Inovação não termina na publicação de artigo científico em revista. Para ela, é preciso identificar de antemão ideias e projetos inovadores que sejam relevantes para a indústria e que mereçam receber incentivos para sua implementação operacional. Qualquer que seja o portfólio de inovações e suas escolhas, a base principal são os recursos humanos, tanto colaboradores, como gestores e tomadores de decisão.

Para Dra. Eliene Silva (Especialista em Ciências

da equipe de engenharia da Framatome), a inovação é parte fundamental da indústria nuclear dadas as demandas peculiares de desse setor que é tão específico, necessitando estar presente e ativa. Há muito o que se desenvolver em termos de cadeia produtiva do setor no Brasil.

## **CONSTRUINDO COMPETÊNCIAS PARA A INOVAÇÃO**

A inovação deve ser contemplada, portanto, em toda a cadeia, na parte física e humana, desde os projetos, as ideias, análises, pesquisas, até a execução de fato e os passos seguintes. Não há como pensar no nuclear sem considerar a inovação como elemento essencial.

E como é possível fomentar uma postura de inovação? Abaixo compartilhamos as sugestões das Drs Patrícia e Eliene sobre o assunto:

**GESTÃO EFICIENTE:** Gestores habilidosos são essenciais para liderar equipes dinâmicas, promover a aprendizagem contínua e estimular a inovação. Eles devem criar um ambiente propício à expressão de

---

**QUALQUER QUE SEJA O PORTFÓLIO DE INOVAÇÕES E SUAS ESCOLHAS, A BASE PRINCIPAL SÃO OS RECURSOS HUMANOS, TANTO COLABORADORES, COMO GESTORES E TOMADORES DE DECISÃO.**

---

novas ideias e ao desenvolvimento de soluções eficientes, evitando a desmotivação e a estagnação. De acordo com Patrícia Wieland, a formação de gestores para inovação é um tema crítico e urgente: os gestores devem ter a capacidade de liderar grupos dinâmicos e diversos e estimular a si e a seus colaboradores à aprendizagem e compartilhamento de conhecimentos continuamente, mantendo uma visão global dos objetivos a serem alcançados.

A profissional reforça que os gerentes que ajudam seus funcionários a desenvolver suas carreiras também crescem e se preparam para ocupar cargos mais altos, às vezes em setores diferentes. Embora a ascensão profissional possa ser desafiadora, aqueles que já fizeram essa jornada podem estar prontos para atuar como “coach executivo”. Isso acelerará o processo de aprendizado, priorizando as questões mais importantes, apresentando a rede, fornecendo informações e respondendo às preocupações.

“Ao desenvolver as habilidades específicas necessárias para atender ao aumento pretendido na geração de eletricidade a partir da geração nuclear, por exemplo, devemos ter como alvo os gerentes de hoje e os líderes de amanhã. Precisamos pensar no legado que nós mesmos herdamos e também no que estamos deixando para a próxima geração. O que me vem à mente aqui é a comunicação. Precisamos abandonar a expectativa de que os líderes do futuro farão melhor do que nós podemos fazer agora; devemos fazer todos os esforços para melhorar o planeta que estamos passando para a próxima geração”, afirma.

**MOTIVAÇÃO INDIVIDUAL:** Reconhecimento, autoconfiança e um ambiente saudável são fundamentais para estimular a aplicação de competências técnicas e a criatividade dos profissionais. A motivação individual impulsiona o progresso e a inovação.

**PROGRAMAS DE MENTORIA:** Pode ser para qualquer etapa da vida profissional, desde jovem recém-formados até executivos de outros segmentos que ingressam na área nuclear como diretores, assessores e presidentes. O programa de mentoria deve ter foco em evolução contínua e cultura da inovação. Os mentores são especialistas sênior da área nuclear que dedicam parte do seu tempo a apoiar e motivar outros profissionais com seu conhecimento histórico e com as tendências da área nuclear do mundo.

**ENGAJAMENTO EM PROJETOS RELEVANTES:** Participação em eventos técnicos, workshops focais e redes de colaboração multidisciplinares promove

## COM UMA ABORDAGEM FOCADA NO DESENVOLVIMENTO HUMANO E NA PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO, PODEMOS ENFRENTAR OS DESAFIOS DO SETOR NUCLEAR E CONSTRUIR UM FUTURO SUSTENTÁVEL E PRÓSPERO.

o compartilhamento de conhecimentos e a resolução de desafios tecnológicos. Competições tecnológicas e programas de mentoria também são ferramentas poderosas para desenvolver habilidades e impulsionar a inovação. Como exemplo, citamos as Olimpíadas Nucleares Brasileiras (ONB), organizadas pela ABDAN e inauguradas em 2023, que além de contribuir para a formação de futuros líderes para o setor nuclear do Brasil também abrem caminho para uma rede de troca de conhecimentos entre alunos e professores da academia e centros de pesquisa, com especialistas da indústria nuclear e reguladores, trazendo a necessária visão estratégica ao contexto específico de cada projeto.

**OPORTUNIDADES DE ESTÁGIO E EMPREGO:** Estágios nos últimos períodos de formação são cruciais para a absorção de talentos pela indústria nuclear. A falta de oportunidades no setor privado pode levar à perda de profissionais qualificados, prejudicando o desenvolvimento da indústria.

**CULTURA ORGANIZACIONAL DE INOVAÇÃO:** Estabelecer unidades dedicadas à inovação e incentivar o surgimento de start-ups e aceleradoras de start-ups são medidas importantes para promover uma cultura de inovação e garantir a continuidade das iniciativas inovadoras.

Em resumo, as competências essenciais para recém-formados na indústria nuclear incluem não apenas competências técnicas, mas também habilidades de gestão, motivação e engajamento em projetos relevantes. Com uma abordagem focada no desenvolvimento humano e na promoção da inovação, podemos enfrentar os desafios do setor nuclear e construir um futuro sustentável e próspero. ■

# SMRS: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA TRANSFORMAÇÃO DO SETOR NUCLEAR

## APRENDENDO COM OS DESAFIOS DO PROJETO DA NUSCALE

O setor nuclear está diante de uma revolução com a ascensão dos Pequenos Reatores Modulares (SMRs), uma inovação que promete moldar o futuro da indústria, de acordo com especialistas no setor. Nesta matéria, exploraremos, com insights de Carlos Leipner, membro do Conselho da Associação Brasileira para o Desenvolvimento das Atividades Nucleares (ABDAN), os desafios e oportunidades que circundam esse avanço tecnológico.

“Os SMRs representam uma mudança de paradigma na geração de energia nuclear. Proporcionando maior segurança, custos mais baixos, financiamento facilitado e melhor compatibilidade com redes elétricas nacionais de menor porte, essa nova geração de reatores busca reduzir riscos de projeto, melhorar a aceitação social e atrair investimento privado. Um verdadeiro potencial para um tão aguardado ‘renascimento nuclear’”, afirma Leipner.

## APRENDER COM OS ERROS DO PASSADO

No entanto, para compreender plenamente esse cenário em evolução, é essencial analisar os acontecimentos recentes que moldam o futuro dos SMRs. “O cancelamento do projeto da NuScale nos Estados Unidos e os avanços do BWRX300 da GE no Canadá e EUA são indicadores das complexidades envolvidas”, diz. Carlos Leipner ressalta ainda que, para garantir o sucesso, é crucial aprender com os erros do passado.

A promessa de custos baixos é destacada como uma questão crítica. Leipner adverte sobre o perigo do excesso de promessas, lembrando os primeiros dias da eletricidade nuclear, quando acreditava-se que seria “barata demais para ser medida”. A economia de escala que impulsionou o crescimento das centrais nucleares maiores no passado agora precisa ser avaliada sob a ótica dos SMRs, onde mais de 80 projetos estão em desenvolvimento. Surge a pergunta: há um mercado substancial o suficiente para alimentar a produção em fábrica por linha de montagem?

## O DESAFIO DAS REGULAMENTAÇÕES

A gestão eficiente do tempo é outro desafio abordado por Leipner. “Os longos prazos necessários para a implementação de centrais nucleares, muitas vezes decorrentes de regulamentações demoradas, precisam ser superados. O desenvolvimento de regulamentações ‘risk informed’ adaptadas a projetos de SMR é crucial, e a harmonização dessas regulamentações globalmente pode ser inspirada no modelo da Administração Federal de Aviação dos EUA”, revela o especialista.

## GESTÃO DE RESÍDUOS

Leipner também destaca a necessidade de uma abordagem proativa na gestão de resíduos nucleares. “Antecipar questões relacionadas à eliminação segura do combustível irradiado e/ou dos resíduos radioativos de alta atividade desde as fases iniciais de concepção é essencial. Essa abordagem preventiva pode mitigar objeções à expansão da energia nuclear, considerando o ‘problema dos resíduos não resolvidos’”, ressalta.

## CENÁRIO GLOBAL E DESAFIOS ASSOCIADOS A PROJETOS PIONEIROS

No contexto global, a energia nuclear é uma opção importante para implementar em um sistema energético global descarbonizado. No entanto, notícias recentes, como a mencionada extinção do Projeto Carbon Free Power (CFPP) da NuScale, geram preocupação. “Esse cancelamento representa um revés significativo para a empresa, mas não reflete necessariamente as perspectivas do mercado mais amplo de SMRs e reatores avançados nos Estados Unidos ou globalmente”, comenta Leipner.

Projetos pioneiros, como o CFPP, enfrentam riscos e despesas inerentes, independentemente da tecnologia. No caso do CFPP, os riscos do projeto estenderam-se além da tecnologia em si. Lançado em 2015, antes mesmo de a NuScale apresentar sua candidatura para certificação de design

## VANTAGENS E SIMPLIFICAÇÕES DO SMRS



Fonte: ABDAN

padrão junto à Comissão Reguladora Nuclear (NRC), o momento do projeto refletia a necessidade da empresa de um cliente para instilar confiança dos investidores.

No entanto, a escolha da Utah Associated Municipal Power Systems (UAMPS) como primeiro cliente agravou os desafios da NuScale. A UAMPS, uma coletiva de empresas municipais próxima a um local disponível no Idaho National Labs, tinha pouca experiência em tecnologia nuclear. A empresa não podia assumir riscos de custos em nome de seus clientes e operava em um mercado com gás natural barato e crescente implantação de energia eólica. Consequentemente, o projeto não estava posicionado para o sucesso comercial desde o início, com os números de assinaturas não alcançando os níveis necessários para sustentar o design original de 12 reatores do modelo VOYAGR da NuScale.

Como resultado, a NuScale reduziu o tamanho do projeto para um conjunto de seis reatores para contrabalançar o custo e tentou ainda compensar o aumento do custo marginal, elevando a capacidade de 50 MWe para 77 MWe por reator. No entanto, esse ajuste foi insuficiente para esse design específico.

As complexidades de design do VOYAGR, embora inovadoras, exigem trabalhos civis significativos no local. Notavelmente, a construção de uma grande piscina, na qual os reatores ficavam submersos, incorreu em um custo fixo considerável, independentemente do número de módulos. Essa falta de modularidade tornou o design mais caro e menos adaptável do que outras alternativas de SMR, contribuindo para seus desafios comerciais. O design VOYAGR é também uma usina nuclear relativamente grande e complexa, capaz de gerar até 924 MWe com módulos de 77 MWe. Outros desenvolvedores de SMR estão buscando

designs mais modulares e menores, que podem estar melhor posicionados para mercados competitivos de energia.

### AVANÇANDO NA INDÚSTRIA DE SMR

“Apesar desses desafios e da incapacidade do projeto de prosseguir conforme inicialmente estruturado, a iniciativa CFPP desempenhou um papel crucial no avanço da tecnologia da NuScale e conquistou vitórias com implicações para toda a indústria de reatores avançados e SMRs. Embora tenha sido dispendioso e demorado, ao longo da obtenção da primeira certificação de design para um SMR, a NuScale também garantiu limitações nas Zonas de Planejamento de Emergência (EPZ) e reduções nos requisitos de pessoal e segurança da sala de controle. A empresa suportou o custo dessas conquistas para toda a indústria”, reconhece o profissional.

O processo de licenciamento resultou ainda em muitas lições aprendidas tanto para os desenvolvedores quanto para a NRC, como prontidão de design, necessidade de tomada de decisões informadas por riscos, reforma do Comitê Consultivo de Salvaguardas de Reatores (ACRS) e outros. Por fim, permitiu à NuScale garantir projetos melhor posicionados para o sucesso, como aqueles com a Nuclearelectrica na Romênia (uma empresa de serviços públicos nuclear experiente bem posicionada para desenvolver SMRs em um mercado que precisa de tecnologia nuclear ocidental para garantir segurança energética e descarbonização) e a Standard Power, uma desenvolvedora de centros de dados cujo modelo financeiro requer energia em grande escala, livre de carbono, 24/7.

Dado esse contexto, o término do CFPP deve servir como um sinal para governos, partes interessadas da indústria e o setor nuclear em geral reconsiderarem a estra-

tégia de implantação de FOAK para SMRs. A abordagem tradicional de licenciar um design e prosseguir com a construção é muito lenta e cara para o mercado dinâmico de hoje.

## LIÇÕES APRENDIDAS

“As perspectivas do CFPP poderiam ter sido diferentes, por exemplo, se os governos disponibilizassem locais de reatores onde as empresas conseguissem implantar, por meio de um processo significativamente simplificado, reatores de protótipos/demonstração para testes e operação orientados para a licença regulatória, com aquisição governamental ou seguro fornecido a um desenvolvedor e proprietário do projeto que cobriria custos além de um determinado limite. Desta forma, teriam evitado tentar transformar um reator de demonstração em um modelo comercial. Claro, isso não significa dar um cheque em branco a um fornecedor de reatores; os fornecedores devem ser incentivados com pagamentos baseados em metas (por exemplo, ao atingir a conclusão total do design ou alcançar marcos regulatórios bem-sucedidos)”, observa Carlos Leipner.

Para transformar a trajetória da implantação de FOAK SMR, várias mudanças são imperativas. Isso inclui tratar os projetos de protótipos como demonstrações, em vez de empreendimentos comerciais completos, o que implica estabelecer expectativas realistas, especialmente para projetos em estágios muito iniciais, como o CFPP.

Mais de 50 SMRs existem no mundo hoje. É simplesmente irrealista acreditar que todos terão sucesso, ou que todo projeto realizado por um desenvolvedor (especialmente antes de iniciar a construção) avançará. Falhas são esperadas em uma sociedade de livre mercado e têm sido notáveis no setor de tecnologia climática. Isso não significa que os Estados Unidos abandonarão ambiciosos planos de implementação solar, eólica offshore ou de veículos elétricos. Isso quer dizer simplesmente que o mercado se ajustará e, entre algumas perdas, vencedores surgirão.

“O mesmo é esperado na energia nuclear avançada. Não basta estabelecer expectativas, são necessários os incentivos e o suporte certos para demonstrações FOAK (por exemplo, seguro contra estouro de custos), além de reconhecer que as empresas de serviços públicos com fins lucrativos podem não ser clientes ideais para esse modelo. Indústrias pesadas e de centros de dados, inteligência artificial e serviços públicos com metas estratégicas e forte demanda por energia confiável com zero emissões podem ser mais adequadas para assumir tais riscos tecnológicos e de implementação”, alerta.

Os governos também devem se concentrar em incentivar grandes carteiras de pedidos e fomentar parcerias entre indústrias para apoiar a expansão do segmento nuclear,



inspirando-se em modelos bem-sucedidos como o programa U.S. Department of Energy’s Regional Clean Hydrogen Hubs para o mercado de hidrogênio. Reformular os casos de negócios nucleares, enfatizar a conclusão de design e promover novos projetos de SMR mais modulares e menos complexos e simplificar o processo regulatório nuclear são passos essenciais em direção a um futuro mais bem-sucedido e sustentável para as tecnologias nucleares avançadas.

Enquanto todos esses passos são necessários para melhorar as chances de sucesso da energia nuclear, uma nota final deve ser feita em relação às comparações de custos entre tecnologias. Embora o “custo nivelado da energia” (LCOE) projetado para o VOYAGR tenha aumentado ao longo do tempo para \$89/MWH, agora é amplamente entendido que o LCOE não é a avaliação adequada de uma unidade de eletricidade, porque não considera seu valor para o sistema. Esse valor precisa considerar características tecnológicas além do custo nivelado, como capacidade de despacho 24/7/365 e seu impacto no sistema total (por exemplo, transmissão evitada, contribuição de reserva, etc.). Estudos de descarbonização do sistema elétrico continuam a apoiar esmagadoramente a conclusão de que recursos de despacho limpo, como a energia nuclear, reduzem o custo total da descarbonização. Isso não sugere que os pontos de preço FOAK como os do VOYAGR são desejáveis, mas mesmo esses custos elevados precisam ser colocados em perspectiva considerando o valor para a rede.

Com todo esse contexto, enquanto a NuScale pode ser vista como uma nova vítima de um cenário desafiador de energia, as lições aprendidas com o término do CFPP destacam os desafios mais amplos dentro do ecossistema nuclear tradicional. Isso provoca uma reflexão crítica sobre como os designs inovadores podem prosperar dentro desse quadro. A experiência do CFPP, em vez de destacar uma falha no conceito de SMR, apresenta uma oportunidade de remodelar estratégias, redefinir parcerias e revitalizar a trajetória das tecnologias nucleares avançadas em um cenário de energia em evolução. ■

# LIVRO CONTA HISTÓRIAS INÉDITAS DE MULHERES NO NUCLEAR

**O PRIMEIRO VOLUME SERÁ LANÇADO PELA EDITORA LEADER NO RIO DE JANEIRO EM MARÇO, MÊS DAS MULHERES**

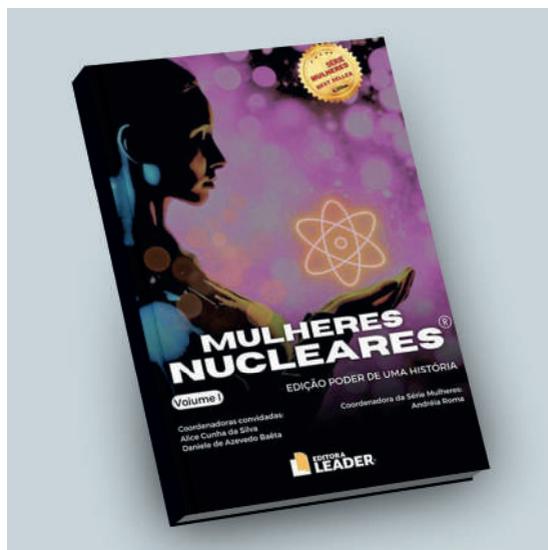
No mês mais feminino do ano, acontecerá o lançamento do livro “Mulheres Nucleares - Volume 1”, da Editora Leader. As sessões de autógrafos ocorrerão em São Paulo, no dia 20 de março, na Livraria Cultura Paulista, e no Rio de Janeiro, dia 22, na Livraria Travessa Leblon. Nas páginas da obra são contadas histórias de resiliência, expertise e brilho das mulheres que moldam o futuro da energia nuclear.

De acordo com a CEO da Editora Leader, Andréia Roma, o livro emerge como uma obra pioneira, dedicada a enaltecer o papel fundamental das mulheres na área nuclear. “Sob a idealização do selo editorial Série Mulheres, este projeto destaca-se ao oferecer uma visão única e essencial sobre a interseção da mulher com a significativa área nuclear. Cada página deste livro é um testemunho do comprometimento da Editora Leader em ampliar o alcance das vozes femininas, agora abrangendo também a área nuclear”, diz.

O livro contou com as coordenadoras convidadas Alice Cunha da Silva e Daniele de Azevedo Baêta, responsáveis pela curadoria e seleção das mulheres convidadas e que conversaram exclusivamente com a nossa reportagem. Elas ressaltam que a diversidade é amplamente explorada no livro. “São histórias de mulheres que atuam em diversas frentes do setor nuclear, desde as que estão começando até as que acumulam anos de experiência. Em cada capítulo uma mulher conta sua trajetória profissional, mas também tem o lado pessoal, obstáculos, superação, que dão visibilidade ao papel que a mulher vem construindo nesse setor”, explica Alice.

Daniela complementa reforçando que o livro será uma inspiração para que outras mulheres não se sintam sozinhas em um setor tão masculino. “Nós esperamos ser gigantes para outras pessoas, abrindo caminhos. Acreditamos que as dificuldades de hoje serão vencidas e vão permitir que as próximas gerações alcancem muito mais do que nós alcançamos.”

As mulheres, como representantes e líderes nesse campo crucial, compartilham suas histórias, aprendizados, conquistas e conselhos valiosos durante toda a obra. “Este livro não apenas celebra o presente, mas também serve como guia inspirador para as mulheres que estão moldan-



do do futuro desta área em constante crescimento. Ao trazer à tona essas narrativas autênticas, ‘Mulheres Nucleares’, destaca-se como uma contribuição significativa, promovendo a diversidade e a igualdade de gênero. Uma leitura essencial para quem busca inspiração e insights preciosos no universo fascinante da energia nuclear sob a perspectiva única e poderosa das mulheres”, afirma Andréia Roma.

A capa merece destaque também Um mosaico de cores que se entrelaçam, formando um fundo dinâmico que traz ao centro uma mulher que em suas mãos segura o símbolo da área nuclear, um desenho que não só simboliza o campo de atuação, mas também reflete a grandeza, a dedicação e o comprometimento de cada uma das mulheres nesta área.

O livro é co-escrito por Adelia Sahyun, Ana Beatriz Julião, Ana Celia Freitas Sobreira, Ana Cristina Lourenço da Silva, Andreia Pontelo, Angélica Kiepper, Beatriz Leme, Bruna Oliveira do Nascimento, Clédola Cássia O. Tello, Cristiana Altino de Almeida, Divanizia N. Souza, Inayá Lima, Juliana Pacheco Duarte, Karla Kwiatkowski Lepetigalant, Kátia Costa, Mércia Assis, Rejane de S. H. Spiegelberg Planer. ■

# A GESTÃO DO CONHECIMENTO É O COMBUSTÍVEL DA INOVAÇÃO

**AMBAS SÃO PILARES FUNDAMENTAIS PARA O SUCESSO DE UMA ORGANIZAÇÃO INOVADORA E ESTÃO MAIS INTERLIGADAS DO QUE PARECEM À PRIMEIRA VISTA**

Em um mundo altamente competitivo, as organizações passaram a enxergar a gestão do conhecimento como forma de se destacar e agregar valor a seus produtos e serviços. A gestão do conhecimento tem sido aplicada para otimizar processos e dinamizar atividades. Ao mesmo tempo em que se busca a inovação para atingir o sucesso e se diferenciar. Como a inovação e a gestão do conhecimento estão interligadas?

De acordo com o Manual de Oslo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a inovação deve ser vista como um processo de implementação de um novo produto, processo ou modelo organizacional nos negócios, na empresa ou nas relações comerciais. Pode-se classificar a inovação como incremental (quando são propostas melhorias ao produto), semirradical (algumas mudanças no produto são implementadas, mas mantendo-se os padrões básicos existentes) e radical (o produto é descontinuado em favor de outro completamente novo). Mas para inovar, é preciso saber como esse produto ou serviço é feito e como se chegou ao estado da arte. Muitas organizações falham ao tentar inovar porque as ações são implementadas sem que se domine completamente os conceitos básicos para desenvolvê-las, ou seja, falta conhecimento (ou se existe, está disperso e não foi corretamente mapeado).

O conhecimento é de grande importância para as organizações pois dá subsídios para a inovação, atualmente peça-chave para ser competitivo. Para o consultor Valter Pieracciani, gestão do conhecimento e inovação se relacionam. Durante a 5ª Jornada do Conhecimento, organizada pela AMAZUL em 2023, Pieracciani afirma que a gestão do conhecimento é “irmã gêmea da inovação, ambas crescem juntas e dependem uma da outra”.

A metodologia de gestão do conhecimento da

AMAZUL foi homologada como Produto Estratégico de Defesa em 2021 e é fruto de um grande trabalho que começou a partir do projeto piloto desenvolvido em 2017 na Unidade Piloto de Produção de Hexafluoreto de Urânio (USEXA), situada no Complexo Industrial Nuclear de Aramar (CINA), em Iperó (SP). Desde então, a metodologia de gestão do conhecimento da AMAZUL foi implementada em várias Organizações Militares (OMs) ligadas às atividades nucleares e também na iniciativa privada, com o case da INBRA em 2020.

Um dos pontos fortes da metodologia de gestão do conhecimento da AMAZUL é que ela traz a inovação como um de seus componentes primários. Ela estimula e aprimora a geração de ideias, facilita a troca de conhecimento com outros colaboradores, fornece orientações estratégicas para projetos com conhecimento especializado, produz recursos de conhecimento durante todo o ciclo de inovação e integra lições aprendidas ao longo do tempo, entre outros pontos. Os colaboradores são instados a compartilhar seus conhecimentos com os colegas e ajudam na elaboração de novos produtos, buscando soluções inovadoras para os problemas atuais, contribuindo assim para o avanço dos programas estratégicos dos quais a AMAZUL participa ativamente: o Programa Nuclear da Marinha (PNM), o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) e o Programa Nuclear Brasileiro (PNB).

Inovação e gestão do conhecimento andam juntas. Podemos dizer que a própria GC pode ser considerada uma inovação uma vez que introduziu novas ferramentas para captura e difusão de conhecimento dos colaboradores nas corporações, fazendo com que seus processos internos ocorram com maior eficiência e as informações estejam mais acessíveis a todos. ■

# TECNOLOGIAS DIGITAIS DA ROSATOM: TRANSFORMANDO O PRESENTE E MOLDANDO O FUTURO

A transformação digital está se espalhando para cada vez mais setores da indústria e, em particular, está sendo ativamente aplicada no setor nuclear. A chave para a expansão digital bem-sucedida da Rosatom é o potencial científico e técnico acumulado ao longo de quase 80 anos.

As empresas do setor nuclear na Rússia sempre trabalharam em condições de desafios tecnológicos sem precedentes, além de conviverem com exigências de qualidade e segurança no trabalho. Já durante a implementação do “projeto nuclear” soviético, foi necessário um enorme volume de cálculos matemáticos. Mais tarde, surgiu a questão da sua automação. Foi assim que gradualmente as competências de TI necessárias foram desenvolvidas.

## TRAJETÓRIA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

A Corporação Estatal de Energia Atômica ROSATOM dedica grande atenção à digitalização, ao lançamento de softwares, ao desenvolvimento da infraestrutura de TI necessária e à implementação de outras soluções inovadoras no trabalho de suas empresas.

Agora temos diante de nós uma tarefa ambiciosa – alcançar a liderança em várias tecnologias no mercado global de soluções digitais até 2030. A receita da Corporação Estatal com a área digital em 2022 ultrapassou US\$300 milhões, um crescimento de mais de sete vezes em comparação com 2021. Ao mesmo tempo, o lucro com a implementação de projetos digitais aumentou e seu portfólio se expandiu.

A proibição de testes nucleares em campo, que foi apoiada pela Federação da Rússia, impulsionou o desenvolvimento da modelagem computacional e da criação de software próprio. No Instituto de Pesquisa Científica de Física Experimental Panrusso do Centro Nuclear Federal da Rússia (RFNC-VNIIEF) localizado na cidade de Sarov, região de Nizhny Novgorod, foi organizada a produção em série de supercomputadores compactos – tanto superpotentes quanto de classe pequena. Eles foram usados para resolver problemas de setores de alta tecnologia da indústria em empresas de energia nuclear, Roscosmos, no

Sukhoi Design Bureau e outras grandes companhias. Junto com o RFNC-VNIIEF, outra empresa do setor, o VNIITF E.I. Zababakhin (cidade de Snezhinsk, Região de Chelyabinsk) conseguiu alcançar posições de liderança na criação de soluções de supercomputação nacionais. Assim, nos últimos 30 anos, desenvolvimentos na área de tecnologia da informação foram criados e aprimorados, e hoje se tornam a base para soluções e produtos digitais da Rosatom.

## INOVANDO A PRODUÇÃO: A ESTRATÉGIA DIGITAL UNIFICADA DA ROSATOM

Uma abordagem mais ampla e estruturada para as tarefas de digitalização começou após a aprovação da Estratégia Digital Unificada da Rosatom, em 2018. Ela prevê a digitalização de processos internos, o desenvolvimento de tecnologias digitais e o lançamento de produtos digitais no mercado, a participação na digitalização da Rússia e o desenvolvimento de competências e cultura digitais.

Um dos principais focos do trabalho no desenvolvimento do portfólio digital da Corporação Estatal hoje é desenvolver e implantar soluções digitais complexas, com a prestação de serviços digitais, além de promover uma abordagem centrada no cliente para a formação do portfólio digital, visando solucionar as tarefas de negócios dos clientes e atender às tendências do mercado.

Um dos líderes da transformação digital da Rosatom é a Fábrica Mecânica de Chepetsk, que faz parte da Divisão de Combustível da Rosatom TVEL e se especializa na produção de metais e ligas para a indústria nuclear. É a única fábrica desse tipo na Rússia e um dos líderes mundiais na criação de produtos de zircônio e suas ligas.

Considerando que a maior parte da produção da Fábrica Mecânica de Chepetsk é destinada às produções de alta tecnologia da indústria nuclear, foi decidido implementar tecnologias digitais nos processos da planta.

Para isso, em 2018, a empresa começou a implementar um sistema de gestão da produção (MES), que permite aumentar a velocidade e a precisão do planejamento da pro-

dução e fornece informações objetivas para a tomada de decisões de gestão em tempo hábil.

A empresa também implementou um sistema de gerenciamento de laboratório (LIMS), que permite armazenar e processar dados de laboratório de forma centralizada, acelerando significativamente o fluxo de informações entre as divisões, automatizando a obtenção de resultados e sua transferência para especialistas para processamento posterior.

Outra tecnologia aplicada é o sistema de gestão de manutenção e reparo de equipamentos (TORO), que possibilita planejar e executar a manutenção dos equipamentos conforme necessário, sem esperar por avarias e paradas de emergência. Isso permite evitar tempos de inatividade desnecessários do equipamento e, como resultado, aumentar a intensidade do uso do equipamento e do trabalho do pessoal.

## ATOMMIND: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ROSATOM

A solução digital AtomMind é o carro-chefe da Fábrica Mecânica de Chepetsk para a gestão da qualidade e do estado dos seus equipamentos. Essa ferramenta de análise preditiva foi implementada levando em conta a escala de produção dessa fábrica, onde mais de dois milhões de parâmetros precisam ser coletados e analisados mensalmente para garantir a qualidade, controlar a disciplina tecnológica e aprimorar as técnicas de produção.

A AtomMind coleta os dados confiáveis sobre os processos e o estado dos equipamentos em tempo real e analisa os dados coletados utilizando os algoritmos de inteligência artificial. Com base nos resultados dessa análise, o sistema fornece sugestões para os parâmetros otimizados e modos de operação ideais dos equipamentos contribuindo para diminuir o índice de falhas na produção.

A AtomMind se integra a todos os sistemas de informação relevantes da Fábrica Mecânica de Chepetsk, incluindo ERP (Enterprise Resource Planning), MES (Manufacturing Execution System), LIMS (Laboratory Information Management System), bem como com os sistemas de controle de qualidade e com os sensores e controladores de equipamentos.

“Para a corporação, a inteligência artificial já deixou de ser um futuro distante e se tornou uma realidade presente, um instrumento concreto que permite aumentar a eficiência dos processos dia após dia. Na Rosatom, ela encontrou aplicação em diversas áreas: há um grande bloco relacionado à análise de vídeos, monitoramento de equipamentos, análise preditiva e análise de texto não estruturado. O projeto principal da Empresa de Combustível Nuclear da Rosatom (TVEL) é a plataforma tecnológica de produção Atom-

Mind, criada para análise preditiva em qualquer processo industrial e para gerenciamento da qualidade da produção. Um grande avanço no desenvolvimento da inteligência artificial industrial para nós será o momento em que a AtomMind for fornecida com produtos clássicos: com combustíveis e equipamentos. Assim, poderemos melhorar seu design e ser ainda mais centrados no cliente, utilizando o feedback recebido dos equipamentos em tempo real. Além disso, teremos a oportunidade de influenciar a qualidade dos produtos fabricados por meio da análise preditiva e aumentar significativamente a velocidade de lançamento de produtos no mercado”, comentou o Diretor de Digitalização da TVEL, Evgueny Garanin.

O sistema AtomMind se destaca por sua capacidade de integração flexível à infraestrutura digital existente de qualquer empresa, permitindo sua rápida implementação em diferentes segmentos da indústria. Essa flexibilidade garante uma adaptação eficiente às necessidades específicas de cada organização, otimizando os processos e gerando resultados expressivos. Por exemplo, através da implementação do sistema AtomMind na Fábrica Mecânica Chepetsky, a empresa obteve uma notável redução de 30% nos custos de manutenção, além de diminuir a taxa de produtos com defeito em 0,5%.

Ainda no caso da Fábrica Mecânica Chepetsky, a implementação do sistema MES (Manufacturing Execution System) em conjunto com o AtomMind gerou resultados excepcionais. O índice de “entrega no prazo” da oficina de laminação foi elevado de 26% para 100%, enquanto o volume de produção em andamento no fluxo da oficina foi reduzido em 30%.

## PERSPECTIVAS DA DIGITALIZAÇÃO DO SETOR NUCLEAR

A Estratégia Digital Unificada da Rosatom se configura como um projeto pioneiro no cenário nacional, representando a primeira iniciativa de transformação digital em escala de toda uma indústria na Rússia. Essa visão estratégica ambiciosa visa impulsionar um decréscimo de dez vezes nos custos de TI da Corporação Estatal, ao mesmo tempo em que garante a qualidade impecável dos serviços digitais e a completa erradicação de tarefas rotineiras no setor.

A Rosatom se destaca no mercado nacional como um importante fornecedor de soluções de TI para empresas líderes nos segmentos industrial, energético e de petróleo e gás, atuando como um agente fundamental no desenvolvimento estratégico da economia russa. Atualmente, o portfólio da Corporação Estatal conta com mais de 60 produtos digitais, e essa quantidade tende a crescer continuamente, acompanhando as tendências globais e atendendo às demandas específicas do mercado. ■



# ISÓTOPOS PARA UMA VIDA MELHOR

**65 ANOS** de experiência na área de fornecimento de produtos isotópicos

Os produtos da **ROSATOM** permitem tratar e diagnosticar cerca de **2,5 MILHÕES** de pacientes por ano

Ampla gama de isótopos **PARA MEDICINA NUCLEAR,** indústria, ciência



# NÓS SOMOS A **ABDAN**

**36 anos** promovendo o

**DESENVOLVIMENTO DO SETOR NUCLEAR!**

