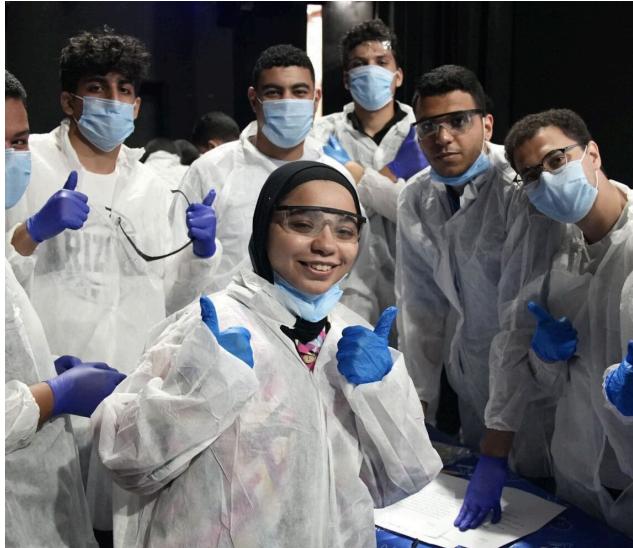


# ROSATOM NEWSLETTER

## 01.

### HISTÓRIAS

O Quebra-gelo do Conhecimento abre novos horizontes  
Compartilhando uma experiência inestimável  
Aniversário de duas unidades



## 02.

### TENDÊNCIAS

Interesse africano

## 03.

### NOTÍCIAS REGIONAIS

**América Latina.** "Eu estudo para ajudar as pessoas"



# O Quebra-gelo do Conhecimento abre novos horizontes

Em agosto, ocorreu a sexta expedição internacional da Rosatom ao Ártico, o "Quebra-gelo do Conhecimento". A bordo do quebra-gelo movido a energia nuclear, os participantes desfrutaram de muitas atividades emocionantes: palestras de cientistas e especialistas das indústrias nuclear e espacial, experimentos científicos possíveis apenas em latitudes setentrionais, passeios de quebra-gelo, vistas deslumbrantes do Ártico e observações de seus habitantes — ursos polares, baleias e aves árticas. E, claro, houve interação entre os participantes — 66 talentosos estudantes de 21 países.



## Grande seleção

O "Quebra-gelo do Conhecimento" está sendo realizado pela sexta vez e pela segunda vez em formato internacional (a primeira foi no ano passado). Mais de 67.000 estudantes de 14 a 16 anos de 21 países competiram pelo direito de participar da expedição, incluindo quase 4.000 participantes internacionais. O maior número de inscrições internacionais veio de Bangladesh (841), Índia (492) e Quirguistão (471). Os vencedores foram selecionados por meio de um processo seletivo em várias etapas, além da competição "Grande Mudança", dos programas educacionais da Sirius, do campeonato russo de jogos intelectuais "Conhecimento. Jogo" e de uma seleção entre membros do movimento "Rosatom Juniors".

## Grande programa

Um dos pontos-chave do programa de expedição a bordo do quebra-gelo nuclear "50 Anos de Vitória" foi o teste conjunto e autônomo de modelos simplificados de plataformas móveis planetárias em desenvolvimento. Elas são enviadas a objetos no sistema solar para estudar sua estrutura geológica. A pesquisa foi conduzida por pesquisadores da Rosatom e da Roscosmos. "A combinação das tecnologias da Roscosmos e da Rosatom se une

simbolicamente aqui no Polo Norte. Usando o polo, simulamos as condições dos satélites dos planetas gigantes, que serão acessíveis no futuro graças à tecnologia nuclear. Os veículos, controlados por operadores remotos ou inteligência artificial, operarão nas superfícies de outros planetas gelados. Isso nos permitirá explorar ativamente o sistema solar e suas fronteiras onde a vida pode existir", explicou Andrei Babkin, cosmonauta de testes e especialista no programa científico e educacional "Quebra-gelo do Conhecimento 2025".



Os especialistas da Rosatom não apenas deram palestras aos participantes, como também interagiram bastante com eles. "Durante a viagem,

falei sobre compósitos – o que são e onde são usados – mas também sobre gestão: como se tornar um líder, como é o dia a dia de um líder. As crianças são incrivelmente talentosas, ativas e inteligentes; foi muito interessante trabalhar com elas. Elas fizeram perguntas profundas e sistemáticas sobre onde estudar e como construir uma carreira. Respondi com cuidado, sem aconselhá-las diretamente a fazerem suas próprias escolhas", compartilhou Alexander Tyunin, Diretor Geral da Divisão de Compósitos da Rosatom.

Os especialistas da expedição incluíam Topan Setiadipura, chefe do Centro de Pesquisa em Tecnologia de Reatores da Agência Nacional de Pesquisa e Inovação da Indonésia (BRIN); Le Suang Chung, diretor do Centro de Física Nuclear do Instituto de Física e Tecnologia Nuclear do Instituto de Energia Atômica do Vietnã (VINATOM); Leonid Dedyukha, vencedor do concurso russo "Professor do Ano" de 2024 e embaixador do projeto "Atomic Lesson"; e muitos outros.

Um dos momentos mais espetaculares foi a celebração do Dia da Bandeira Nacional Russa: estudantes e especialistas de 21 países hastearam uma grande bandeira tricolor russa no quebra-gelo. "Foi uma honra hastejar a enorme bandeira russa junto com todos os outros", disse Mahmoud Said Morsi, Diretor da Unidade de Gerenciamento de Emergências Radiológicas do Centro Nacional de Pesquisa e Tecnologia em Radiação (NCRRT) da Autoridade Egípcia de Energia Atômica (EAEA) e especialista da expedição. Este ano, a celebração coincidiu com a chegada da expedição a Murmansk.

## Grandes emoções

Alguns participantes se tornaram os primeiros representantes de seus países a chegar ao topo do planeta, e alguns até viram neve pela primeira vez. Isabella Eileen Nell, da África do Sul, fez uma bola de neve no Polo Norte pela primeira vez: "Foi tão legal! Não consigo descrever, peguei um pouco de neve e moldei. A bola de neve era como uma nuvem, eu a toquei e apertei, adorei tanto o efeito gelado que quero voltar para a neve várias vezes! Estou tão feliz", compartilhou.

"Quando soube que seria o único representante turco na expedição ao Polo Norte, senti uma onda incrível de energia. Era importante para mim discutir questões globais, incluindo o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com pessoas de diferentes países", disse Deniz Arda, um participante turco.

## Grande importância

A expedição faz parte de um esforço amplo para explorar e desenvolver o Ártico e o Oceano Ártico. Este ano marca o 500º aniversário da exploração russa da Rota do Mar do Norte – uma rota da Europa para o Extremo Oriente através dos mares do Ártico. "Continuamos orgulhosos das conquistas dos nossos pioneiros, que destemidamente, passo a passo, percorreram este caminho desafiador rumo a descobertas incríveis. A Rússia é o único país do mundo com uma frota de quebra-gelos movidos a energia nuclear, e estou confiante de que os alunos da viagem "Quebra-gelo do Conhecimento" se inspirarão na vastidão do Ártico e, no futuro, se tornarão novos descobridores, criadores de tecnologias inovadoras das quais também nos orgulharemos", disse Yakov Antonov, Diretor Geral da Atomflot (parte da Rosatom).

# Compartilhando uma experiência inestimável

Este ano, a União Internacional de Veteranos da Energia e Indústria Nuclear (IUVAEI, ou a União) comemora seu 15º aniversário. Pedimos ao presidente da União, Pavel Leonidovich Ipatov, que falasse sobre o trabalho da organização e compartilhasse suas reflexões sobre o desenvolvimento da indústria nuclear.



## **Pavel Leonidovich, você poderia nos contar brevemente sobre sua trajetória profissional na indústria nuclear?**

Formei-me na Faculdade de Engenharia de Energia do Instituto Politécnico dos Urais. Comecei minha carreira na Usina Nuclear do Sul da Ucrânia como supervisor de turno. De 1989 a 2005, trabalhei na Usina Nuclear de Balakovo, onde fui promovido de engenheiro-chefe a diretor da usina. Depois, transferi-me brevemente para o serviço público, mas acabei retornando ao setor.

## **Seu histórico profissional é impressionante. Como você acha que o setor mudou nesse período?**

Muita coisa mudou para melhor, principalmente nas atitudes em relação à segurança. Após o acidente de Chernobyl, a segurança tornou-se uma prioridade máxima para todas as organizações da indústria nuclear. Os requisitos de qualidade dos materiais, suas características e confiabilidade aumentaram. Em geral, todos os aspectos da operação de usinas nucleares agora são avaliados principalmente pelo prisma da segurança.

Tenho testemunhado o crescimento e o desenvolvimento da indústria nuclear russa. A Rosatom está cumprindo com eficácia todas as suas responsabilidades, e as responsabilidades da

corporação estatal estão se expandindo. Hoje, a Rosatom abrange não apenas as atividades nucleares tradicionais, mas também uma ampla gama de novos negócios: de supercomputadores e medicina nuclear a projetos ambientais. Este é um trabalho importante. No entanto, na minha opinião, o cerne da Rosatom deve permanecer a tecnologia nuclear.

## **De quais conquistas modernas da indústria nuclear russa você se orgulha particularmente?**

Há muitas coisas das quais podemos nos orgulhar, mas gostaria de destacar duas em particular.

Hoje, a Rosatom é uma empresa global, líder mundial em número de projetos de construção nuclear e a empresa número um em enriquecimento de urânio. Isso inspira um orgulho merecido no setor.

Mas não menos importante, na minha opinião, é a colossal contribuição da Rosatom para o desenvolvimento do capital humano. A indústria nuclear é uma das mais avançadas em tecnologia e requer pessoal altamente qualificado. Hoje, a Rosatom emprega centenas de milhares de pessoas, e a corporação estatal criou um sistema educacional único que permite aos funcionários aprimorar continuamente suas habilidades profissionais e suas qualificações.

Tenho orgulho do meu trabalho meticoloso e focado nas pessoas — nem toda empresa pode se gabar disso.

### **Agora, por favor, conte-nos mais sobre as atividades do Sindicato que você lidera.**

Ocupo este cargo há mais de dez anos e posso dizer honestamente: o Conselho é único, incomparável. É uma organização internacional, pública e independente que atualmente reúne veteranos da indústria nuclear de 14 países. Essas pessoas são cientistas, engenheiros e gestores, que ocupam cargos de liderança há décadas e acumularam uma experiência única que é importante transmitir às futuras gerações de cientistas nucleares.

Conhecimento específico da indústria é adquirido nas universidades. Mas aprender sobre como a indústria se desenvolveu, especialmente com aqueles diretamente envolvidos nesses eventos, em primeira mão, é inestimável. Vejo que os jovens se interessam por isso e por esse motivo nos comunicamos regularmente com os alunos. Não apenas compartilhamos nossa própria experiência, mas também popularizamos o conhecimento sobre os avanços nucleares. Aqui estão alguns exemplos: recentemente, Oleg Muratov, membro do conselho público da Rosatom e especialista da União Internacional de Médicos Nucleares e Usinas Nucleares, deu uma palestra sobre radioecologia e radioatividade natural e artificial para professores e alunos da Universidade Técnica do Tadjiquistão. E Dmitry Astakhov, oncologista cirúrgico e professor associado do Departamento de Oncologia e Radioterapia do Centro Médico e Biofísico Federal A. I. Burnazyan, falou para alunos da Faculdade de Medicina da Universidade Nacional do Tadjiquistão sobre o tratamento do câncer usando tecnologias nucleares.

O segundo aspecto fundamental do trabalho da União é trazer à mesa de discussão questões socialmente importantes. Estas variam de país para país: promover a tecnologia nuclear russa, combater a radiofobia, atrair jovens para o setor, entre muitas outras.

### **Com que frequência ocorrem eventos com a participação do Sindicato?**

Anualmente, realizamos de quatro a cinco conferências e mesas redondas. Por exemplo, este ano, em abril, realizamos uma conferência em Dushanbe para discutir as perspectivas de aplicação de tecnologias nucleares e questões de segurança radiológica nos países da Ásia Central. Em maio, em Minsk, os participantes de uma mesa redonda

avaliaram o papel da energia nuclear nos balanços energéticos de diversas regiões. Em junho, em Bishkek, comemoramos o 15º aniversário da União e o 80º aniversário da indústria nuclear na conferência científica internacional "Consolidando Forças e Conhecimentos no Apoio ao Desenvolvimento da Energia Nuclear e das Tecnologias Nucleares na Região da Ásia Central".

Em setembro, foi realizada em Almaty uma conferência dedicada à digitalização da acumulação, preservação e transferência de conhecimento crítico da indústria. Ao mesmo tempo, os membros da União participaram como observadores da Conferência Geral da AIEA. Paralelamente à Conferência Geral, organizamos mesas redondas, participamos de eventos organizados por outros delegados e estabelecemos contatos com cientistas dos países membros da Agência.

Em outubro, planejamos realizar uma mesa redonda em Tashkent, onde identificaremos e abordaremos questões relacionadas ao desenvolvimento da infraestrutura nuclear, treinamento de pessoal e divulgação para os moradores locais. Especificamente, abordaremos a gestão de resíduos radioativos, a eliminação dos danos ambientais acumulados e a restauração de locais nucleares históricos para condições seguras. Estamos planejando nossa conferência de relatórios e eleições para novembro.

### **Na sua opinião, que qualidades os cientistas nucleares devem ter?**

Primeiro, é a dedicação à indústria, às suas tradições e aos seus valores. Segundo, exige um conhecimento profundo das disciplinas relevantes (e, vale ressaltar, estas estão longe de ser as disciplinas mais fáceis!). Terceiro, um cientista nuclear deve ser um indivíduo completo, com uma ampla gama de interesses profissionais e pessoais.

### **Que conselho você daria aos aspirantes a cientistas nucleares?**

Você decidiu dedicar sua vida à indústria nuclear — e estou profundamente convencido de que é a escolha certa! Agora, sua tarefa é trazer o máximo benefício para a indústria e para o país. Desejo-lhe sucesso neste caminho desafiador, mas gratificante!

# Aniversário de duas unidades

Este ano, duas unidades de reatores rápidos da Usina Nuclear de Beloyarsk comemoram aniversários. A Unidade 3, com seu reator BN-600, foi conectada à rede em 1980. A Unidade 4, com seu reator BN-800, foi conectada à rede em 2015. Essas unidades não apenas operam com sucesso, como também contribuem para a criação de um ciclo fechado de combustível nuclear e para a implementação de sistemas de Geração IV, que preveem o reprocessamento de conjuntos de combustível irradiado, a fabricação de novos lotes de combustível a partir deles, a utilização máxima do potencial energético do urânio extraído e a minimização de resíduos.



O BN-600 e o BN-800 são os maiores reatores de nêutrons rápidos do mundo. Ambas as unidades utilizam refrigerante de sódio. Estão entre os melhores do mundo em termos de confiabilidade e segurança.

## BN-600

O reator BN-600 não apenas gera eletricidade com segurança, mas também testa novos materiais e combustível nuclear para novos reatores.



O conjunto de irradiação OS-4, com elementos combustíveis baseados em combustível misto de nitreto de urânio e plutônio (MNUP), está sendo preparado para testes. Espera-se que a irradiação deste conjunto experimental aumente a queima de

combustível.

Três conjuntos experimentais de combustível KETV-S-MAK com elementos combustíveis do tamanho BN-1200 baseados em combustível MOX com camada axial também aguardam testes. Uma característica distinta do projeto desses elementos combustíveis é a inclusão de um fragmento contendo o chamado material reprodutor na coluna de combustível. Juntos, os fragmentos formam uma camada horizontal dentro do reator, dividindo o núcleo em duas partes. Essa solução reduzirá significativamente os danos causados pela radiação ao revestimento de combustível, mantendo a queima de combustível necessária. Essa solução foi validada teoricamente em vários países, mas pode ser aplicada pela primeira vez na prática no reator rápido russo BN-1200M, de 1200 MW, a ser construído na Usina Nuclear de Beloyarsk.

A Unidade 3, que abriga o BN-600, está atualmente passando por manutenção e modernização programadas. "Recarregaremos 107 conjuntos de combustível no núcleo do BN-600. Entre os conjuntos que serão substituídos, três estão com combustível SNUF. Esses conjuntos de combustível estiveram em operação por até um ano. Estudos adicionais ajudarão a obter informações sobre o comportamento e as condições desse novo tipo de combustível nas unidades de energia avançadas de quarta geração – o BN-1200M e o BREST", observa Ilya Filin, Engenheiro-Chefe Interino da Usina Nuclear

de Beloyarsk.

Além do reabastecimento, outra tarefa importante será a substituição de oito módulos evaporativos do gerador de vapor nº 4. Esta é a etapa final do trabalho para estender a vida útil da unidade de energia nº 3 até 2040, de acordo com os requisitos da Rostekhnadzor. A unidade também passará por uma grande reforma da bomba de circulação principal do reator e de 24 válvulas do circuito de sódio. Os dispositivos de proteção e automação de relés no circuito de distribuição de energia do turbogenerator nº 5, que são eletromecânicos, serão substituídos por unidades semelhantes baseadas em microprocessadores. Os reparos estão previstos para serem concluídos no outono de 2025.

## BN-800

A Unidade 4 é de particular importância para o desenvolvimento não apenas da indústria nuclear russa, mas também global: seu reator de nêutrons rápidos é atualmente o único no mundo operando inteiramente com combustível misto de urânio e óxido de plutônio (MOX). A unidade, assim como sua equivalente equipada com o BN-600, está atualmente em manutenção programada, durante a qual os trabalhadores da usina recarregarão 181 conjuntos no núcleo do reator.



Além disso, unidades de bombeamento, tubulações e válvulas adicionais serão instaladas nos sistemas de resfriamento do estator e do rotor do turbogenerator. Após a instalação, cada sistema terá duas bombas de reserva, aumentando a segurança operacional da unidade. Os trabalhadores também substituirão o trocador de calor intermediário e o motor da bomba de circulação principal, além de realizar inspeções operacionais do metal.

O BN-800 também está sendo usado para validar novos tipos de combustível. Em julho passado, três conjuntos de combustível contendo actinídeos menores foram carregados nele. Amerício-241 e neptônio-237 estão entre os isótopos de vida mais longa e mais radiotóxicos encontrados em combustível nuclear irradiado. A operação e as condições dos conjuntos no núcleo do BN-800 devem confirmar experimentalmente a viabilidade da eliminação de actinídeos menores em escala industrial. "Essa vantagem dos reatores de nêutrons rápidos nos permite reduzir o volume de resíduos radioativos", observa Ivan Sidorov, Diretor da Usina Nuclear de Beloyarsk.

## BN-1200

A próxima etapa na vida da Usina Nuclear de Beloyarsk é a construção de uma nova quinta unidade geradora com um reator BN-1200M. Esta será a primeira unidade de produção, parte do sistema energético de quarta geração. Duas opções principais estão sendo desenvolvidas para o BN-1200M, utilizando diferentes tipos de combustível nuclear de urânio-plutônio: um combustível de óxido, semelhante ao usado no BN-800, e um combustível de nitreto, que está previsto para uso no reator BREST-OD-300. Ele está sendo construído em Seversk, na região de Tomsk.

Em julho deste ano, o Diretor Geral da Rosatom, Alexey Likhachev, deu início aos preparativos para a construção da unidade. "Com o início das obras da Unidade 5, a Usina Nuclear de Beloyarsk consolida sua posição de liderança no desenvolvimento de tecnologia de reatores rápidos. Esta área é parte integrante do nosso projeto de ponta para criar um sistema de energia nuclear de dois componentes. Avançar na área de reatores rápidos nos permitirá fortalecer a liderança global da tecnologia nuclear russa", afirmou Alexey Likhachev na ocasião. A primeira concretagem da fundação do edifício principal da Unidade 5 está prevista para 2027.

A operação de unidades resfriadas a sódio é de grande interesse para cientistas nucleares de outros países. Um exemplo recente: em julho deste ano, uma delegação da China visitou a Usina Nuclear de Beloyarsk. Os convidados visitaram o compartimento do reator, a sala de turbinas e a sala de controle da Unidade 4, bem como o centro de treinamento, e discutiram possíveis cooperações.

# Interesse africano

Em agosto, a AIEA divulgou sua publicação "Perspectivas de Energia Nuclear na África". No relatório, os especialistas da agência descreveram o estado do setor energético do continente (incluindo o nuclear), avaliaram a contribuição dos países africanos para a produção global de urânio, descreveram os principais desafios enfrentados pelos planos de implantação de capacidade nuclear, recomendaram mecanismos que poderiam contribuir para esse desenvolvimento e citaram um exemplo positivo: a Usina Nuclear de El Dabaa, que a Rosatom está construindo no Egito.



## Escassez de energia e presença de urânio

Na maioria dos países africanos, a eletricidade é extremamente escassa. Cerca de meio bilhão de pessoas não têm acesso a ela. A eletricidade é gerada principalmente por combustíveis fósseis.

A principal contribuição da África para a energia nuclear é a mineração de urânio. A Namíbia responde por 11,34% da produção global de concentrado de urânio natural, o Níger por 4,08% e a África do Sul por 0,4% (a AIEA citou dados de 2022).

Um exemplo citado no relatório é um projeto da Mantra Resources (controlada pela Rosatom). O projeto do Rio Mkuju está localizado na Tanzânia, com recursos identificados de 58.500 toneladas de urânio. Em 2020, a empresa decidiu construir uma planta piloto de processamento para iniciar a operação experimental da mina usando métodos de mineração a céu aberto e lixiviação in situ. Em 2022, a Mantra Resources recebeu todas as licenças de construção necessárias e, em 2023, a construção foi concluída com os equipamentos instalados.

Aqui estão algumas notícias que provavelmente não foram incluídas no relatório: no final de julho deste ano, a Mantra Resources comissionou uma planta piloto. A planta será usada para testar métodos de processamento de urânio e, quando necessário, desenvolver soluções de otimização. Os dados coletados formarão a base para as decisões de

projeto do principal complexo de processamento, com capacidade de produção de até 3.000 toneladas de urânio por ano. A construção está programada para começar no primeiro trimestre de 2026, com comissionamento previsto para 2029. O projeto criará mais de 4.000 novos empregos no setor de mineração e indústrias relacionadas durante as fases de construção e operação. Espera-se também que o projeto contribua para o desenvolvimento da infraestrutura regional, incluindo a rede rodoviária da região de Namtumbo.



## Usinas nucleares: realidade e perspectivas

A África do Sul é atualmente o único país do continente a gerar eletricidade nuclear. As unidades 1 e 2 da Usina Nuclear de Koeberg, com capacidade combinada de 1.854 MW, foram comissionadas em 1984 e 1985, respectivamente.

Muitos países africanos manifestaram interesse em desenvolver a geração de energia nuclear, mas esses planos encontram-se em diferentes estágios de implementação. Namíbia, Togo, Burkina Faso e outros países – um total de nove – encontram-se no estágio inicial, a pré-fase 1.

Argélia, Etiópia, Marrocos, Níger e vários outros países – dez no total – iniciaram as discussões necessárias antes de decidirem lançar um programa de implantação de energia nuclear. Especialistas da AIEA designaram esta etapa como Fase 1. Gana, Quênia e Nigéria estão na Fase 2, preparando-se para a contratação e construção após a tomada de decisões importantes.



A Fase 3 pressupõe a conclusão da implementação da primeira usina nuclear. Apenas um país – o Egito – se encontra nesta fase. Suas atividades nucleares são citadas como um caso de sucesso no relatório da AIEA.

O Egito é atualmente o único país da África onde uma usina nuclear está em construção. Trata-se da Usina Nuclear El Dabaa, com quatro unidades e reatores VVER-1200, construída pela Rosatom. Uma vez concluída, será a maior e mais potente usina nuclear da África, com capacidade total de 4,8 GW. Espera-se que ela atenda aproximadamente 10% das necessidades energéticas do país. O projeto criou milhares de empregos, contribuindo para o desenvolvimento da ciência nuclear, do conhecimento em engenharia e das habilidades no país.

O Egito está cooperando com a AIEA no projeto de construção de El Dabaa. O país sediou diversas missões de revisão por pares da AIEA, incluindo uma missão de Revisão Integrada da Infraestrutura Nuclear, uma missão de avaliação do projeto do local e de eventos externos, e uma avaliação técnica de segurança. As partes pretendem realizar missões e atividades adicionais antes que a primeira unidade entre em operação comercial.

No geral, de acordo com o relatório, a capacidade total projetada de geração de eletricidade nos países africanos aumentará 47% até 2030 e quase sete vezes até 2050. No cenário otimista, espera-se que a capacidade de geração nuclear mais que triplique até 2030 e mais que dez vezes até 2050, em comparação com a capacidade nuclear total em 2022. No cenário pessimista, a capacidade nuclear aproximadamente dobrará até 2030 e quintuplicará até 2050, em comparação com os níveis de 2022. No entanto, deve-se entender que esses números elevados se devem ao efeito de uma base baixa.

**Até 2050, a capacidade de geração de eletricidade da África poderá aumentar quase sete vezes, e a geração nuclear mais de dez vezes, de acordo com um relatório da AIEA.**

## Desafios e soluções

O desejo dos governos africanos de implantar capacidade de energia nuclear em seus países enfrenta uma série de desafios diferentes.

Um desafio técnico é o despreparo dos sistemas elétricos locais para a implantação de usinas nucleares de grande porte. No relatório, os especialistas da agência sugerem considerar pequenas usinas nucleares modulares (SMNPPs). “À medida que a tecnologia nuclear avança, os países africanos com redes limitadas ou economias em desenvolvimento podem considerar pequenos reatores modulares (SMRs), pois essa tecnologia exige menor investimento inicial de capital, menor produção de energia e implantação mais rápida, tornando-a ideal para a maioria desses países”, afirma o relatório.

Os autores do relatório, no entanto, acreditam que atualmente não há propostas comerciais no segmento de pequenas usinas nucleares (SNPPs). Vale ressaltar, porém, que o primeiro contrato de exportação do mundo para a construção de SNPPs com reatores RITM-200 já foi concluído: a Rosatom o assinou com o Uzbequistão em maio de 2024. Além disso, a Rosatom está discutindo ativamente a

construção de SNPPs com vários países, incluindo países africanos.

O maior desafio enfrentado pela construção de usinas nucleares, mesmo as de pequeno porte, em países africanos é a falta de financiamento. Segundo especialistas da AIEA, mesmo o pior cenário exigirá mais de US\$ 100 bilhões. Um exemplo bem-sucedido de financiamento de usinas nucleares em um país africano é a usina nuclear de El Dabaa, no Egito. "Assim como outros projetos de energia nuclear em outros mercados emergentes e países de baixa e média renda, o projeto de El Dabaa, no Egito, recebe empréstimos preferenciais significativos de seu fornecedor, a Federação Russa, com taxas de juros e condições de pagamento favoráveis. Esse financiamento do fornecedor, se disponível, facilitará o desenvolvimento da energia nuclear em países africanos, onde tanto investimentos em energia limpa quanto em proteção climática são urgentemente necessários", afirma o relatório.

A AIEA também deposita grandes esperanças em sua colaboração com o Banco Mundial. Em 26 de junho de 2025, a agência e o Grupo Banco Mundial formalizaram uma parceria para apoiar o uso seguro, protegido e responsável da energia nuclear. Como parte da parceria, o Banco Mundial pretende contribuir para a extensão da vida útil das unidades nucleares existentes e apoiar a modernização dos sistemas energéticos e da infraestrutura relacionada. Também trabalhará para aumentar a capacidade de reatores de pequeno e médio porte. "O acordo mudará e influenciará o fluxo de recursos financeiros diretos para a energia nuclear. Também poderá servir como catalisador para uma maior participação de outros bancos multilaterais, abrindo novas oportunidades para os países africanos obterem financiamento para seus programas nucleares. Isso disponibilizará mais recursos para os países africanos com orçamentos limitados para financiar seus programas nucleares", observa o relatório.

A AIEA também propõe diversas maneiras de reduzir custos e compartilhar riscos. Uma delas é a criação de um "livro de pedidos" para SMRs. Essa solução envolve a criação de um consórcio de potenciais consumidores que realizarão as vendas de eletricidade. Vendas confiáveis melhorarão a viabilidade dos projetos, atrairão financiamento e especialistas de diversas fontes e compartilharão os riscos entre os participantes.

O segundo método é atrair financiamento de empresas de mineração, que tradicionalmente são grandes consumidoras de eletricidade e estão interessadas em um fornecimento de energia confiável para suas instalações.

"À medida que os países africanos vivenciam rápido crescimento populacional e industrialização, a energia nuclear é cada vez mais vista não apenas como uma solução confiável e de baixo carbono, mas também como um meio de apoiar o desenvolvimento socioeconômico e a independência energética a longo prazo", concluem os autores do relatório. A AIEA oferece uma variedade de opções de apoio especializado para facilitar a rápida implementação de projetos de energia nuclear em países africanos.

# “Eu estudo para ajudar as pessoas”

Wanda Natalia Camacho Vasquez participa do projeto "Embaixadores da Educação Nuclear Russa". Os embaixadores são estudantes estrangeiros de universidades russas que promovem o conhecimento sobre a indústria nuclear. Nesta entrevista, Wanda fala sobre como escolheu sua profissão, seus estudos na Universidade Nacional de Pesquisa Nuclear da Rússia (a principal universidade da Rosatom) e as perspectivas de desenvolvimento da energia nuclear na Bolívia, seu país natal.



Nasci em La Paz, Bolívia, no coração do continente sul-americano. Sou engenheira nuclear de profissão e, há um ano, concluí meu bacharelado em física e tecnologia nuclear na principal universidade da Rosatom, a Universidade Nacional de Pesquisa Nuclear. Atualmente, estou no primeiro ano do mestrado em medicina nuclear.

Desde criança, sempre me interessei por tudo ao meu redor. Infelizmente, no meu país, é impossível obter uma educação em física nuclear. Mas na Rússia, é possível. Conseguí uma bolsa para estudar no Instituto de Engenharia Física de Moscou.

Para realizar meu sonho, tive que aprender uma língua completamente diferente da minha língua nativa. Também enfrentei outros desafios: por exemplo, um clima completamente diferente, onde a temperatura externa às vezes chega a -15°C.

Em outubro de 2018, voei para a Rússia e, em julho de 2023, recebi meu diploma de bacharel em engenharia nuclear.

Adoro ajudar as pessoas. Por isso, decidi continuar meus estudos e fazer um mestrado em medicina nuclear. Quero trabalhar em oncologia para que doenças como o câncer não sejam mais sinônimo de morte. Minha mãe é um grande exemplo para mim. Ela sobreviveu ao câncer e, posteriormente, usou seu conhecimento para ajudar outros pacientes com câncer. Ela começou a trabalhar em oncologia, o que me inspirou a seguir esse caminho.

Gostaria de contribuir para o desenvolvimento de novas tecnologias que tornarão a medicina nuclear ainda mais precisa e eficaz no diagnóstico e tratamento de doenças.

## Estudar na Rússia

A educação russa dá grande ênfase ao conhecimento teórico e à formação completa em áreas técnicas e científicas. Além disso, a educação na Rússia é muito mais acessível do que em muitos outros países renomados por seus altos níveis de educação, criando um ambiente mais confortável para os jovens durante seus estudos.

A admissão ao programa de mestrado em medicina nuclear foi muito concorrida, mas eu tinha vantagens: um histórico acadêmico sólido na graduação, grande interesse e motivação. Meus estudos estão indo bem agora. Já concluí vários cursos teóricos e fui apresentada às aplicações práticas da medicina nuclear.

## Língua e características do país

Russo é uma língua difícil, especialmente em termos de gramática e conjugações. Mas eu gosto de aprender. Fiquei surpresa com a riqueza e a poesia da língua russa.

Na Rússia, fiquei impressionada com o profundo respeito pelas tradições e pela história. Por exemplo, as celebrações de Ano Novo na Rússia são uma

ocasião especial em que as pessoas se reúnem com a família e os amigos, fazem grandes festas e trocam presentes. Fiquei agradavelmente surpresa com a hospitalidade e o calor humano do povo, apesar dos invernos rigorosos.

### A indústria nuclear na Bolívia

O desenvolvimento da tecnologia nuclear no meu país pode trazer benefícios significativos, como melhor acesso a métodos avançados de diagnóstico, tratamentos mais eficazes contra o câncer e novos métodos terapêuticos.

A indústria nuclear da Bolívia ainda está em seus primórdios, mas avanços significativos foram feitos nos últimos anos. O governo está investindo em tecnologia nuclear. Em 2010, a Agência Boliviana de Energia Atômica (ABEN) foi criada para promover o uso pacífico da energia nuclear, especialmente na saúde, agricultura e indústria. O país está dando ênfase especial ao uso da medicina nuclear, estabelecendo novos centros de diagnóstico e tratamento nuclear.

Acredito que as perspectivas para o desenvolvimento da medicina nuclear no meu país são muito promissoras. À medida que as tecnologias de saúde avançam, a demanda por especialistas qualificados em medicina nuclear aumentará. O país precisará de profissionais especializados no desenvolvimento de radiofármacos, imagens médicas e radiologia. Há uma necessidade crescente de tecnólogos em medicina nuclear e especialistas em regulamentação para garantir o uso seguro da tecnologia nuclear.