

# ROSATOM NEWSLETTER

## 01.

### HISTÓRIAS

Uma geração crescente de unidades de energia  
Rosatom pressiona por operações da NSR durante todo o ano  
Quiz: O que você sabe sobre SMRs?



## 02.

### TENDÊNCIAS

Urânio: escassez ou excedente?



# Uma geração crescente de unidades de energia

No final de abril, começaram os preparativos para alcançar a primeira criticidade na Unidade 1 de Rooppur, em Bangladesh — um evento marcante para o país, para a Rosatom e para a comunidade nuclear global. As unidades de energia da Rosatom estão surgindo em todo o mundo: a corporação nuclear russa mantém sua posição como líder mundial na construção de usinas nucleares no exterior. Aqui está uma visão geral dos últimos desenvolvimentos nos canteiros de obras da Rosatom.



## Usina Nuclear de Rooppur (Bangladesh)

No final de abril, teve início o carregamento de combustível nuclear na Unidade 1, uma das etapas-chave que antecedem a criticidade inicial. “Hoje, Bangladesh juntou-se ao grupo de nações que utilizam a energia nuclear para fins pacíficos como fonte confiável de desenvolvimento sustentável. Sem dúvida, a Usina Nuclear de Rooppur se tornará um elemento crucial do sistema energético do país. Este projeto é mais um passo importante para a Rosatom no desenvolvimento da energia nuclear global e no fortalecimento das relações de amizade com nossos parceiros internacionais”, observou o diretor-geral da Rosatom, Alexey Likhachev.

“O projeto da Usina Nuclear de Rooppur é um símbolo do progresso científico de Bangladesh, demonstrando a prontidão e a capacidade do país de adotar tecnologias avançadas de forma responsável e eficiente”, disse o Ministro da Ciência e Tecnologia de Bangladesh, Fakir Mahbub Anam.

A usina nuclear terá duas unidades de energia equipadas com reatores VVER-1200.

## Usina Nuclear de El Dabaa (Egito)

Em janeiro, uma turbina a vapor para a Unidade 1 e uma ponte de guindaste polar foram entregues ao Egito. Um anel de retenção — a estrutura que fixa o vaso do reator — para a mesma unidade seguiu-se

em março. Um tanque de alívio do pressurizador, parte do sistema de compensação de pressão do reator, também foi instalado. A montagem do edifício do reator continua, com a instalação da quarta camada do invólucro de contenção interno (ICS) e o revestimento do poço do reator em andamento.

Na Unidade 2, a concretagem da laje do piso do edifício do reator na cota +0,100 e da laje de fundação do cavalete da câmara estanque de transporte foi concluída em janeiro. Em fevereiro, foi instalada uma blindagem seca para o poço do reator, e os trabalhadores começaram a concretar a quarta camada do ICS do edifício do reator. Em março, foi instalada uma estrutura de apoio.

Na Unidade 3, a primeira etapa de concretagem da primeira camada do ICS foi concluída em fevereiro.

Quatro unidades com reatores VVER-1200 estão sendo construídas nesta usina nuclear.

## Usina Nuclear de Akkuyu (Turquia)

Na Unidade 1, os preparativos estão quase concluídos para os testes funcionais a frio e a quente utilizando conjuntos de combustível simulados carregados. O principal objetivo para este ano é a transição para a criticidade inicial e as atividades operacionais subsequentes.

Na Unidade 2, os hidroacumuladores para o sistema passivo de inundação do núcleo foram instalados no edifício do reator em abril. Cada acumulador será preenchido com uma solução aquosa de ácido bórico, que será injetada automaticamente no núcleo do reator para resfriá-lo caso haja queda de pressão no circuito de refrigeração primário. Em seguida, terá início a instalação da sexta camada e da cúpula do ICS.

Em março, uma estrutura de retenção foi instalada no poço do reator da Unidade 4. A próxima etapa envolve o preenchimento do poço do reator com concreto de grau especial.

Quatro unidades com reatores VVER-1200 estão sendo construídas nesta usina nuclear.

### Usina Nuclear de Paks (Hungria)

No canteiro de obras da Unidade 5 de Paks II, os trabalhadores iniciaram a concretagem da laje de fundação do edifício do reator em 5 de fevereiro. A partir dessa data, a unidade está oficialmente classificada como “em construção” de acordo com as normas da AIEA. A concretagem prosseguirá continuamente até o final de 2026. A laje de fundação exigirá cerca de 9.000 toneladas de aço para concreto armado e 43.000 metros cúbicos de mistura de concreto. O trabalho será monitorado em todas as etapas para garantir a mais alta qualidade. A próxima etapa será a montagem das estruturas de contenção interna e externa do edifício do reator.



O projeto da usina prevê duas unidades com reatores VVER-1200.

### Usina Nuclear de Kudankulam (Índia)

Em abril, teve início a lavagem dos sistemas de segurança com o reator aberto na Unidade 3. Esse processo limpa todas as tubulações de quaisquer resíduos remanescentes após a instalação e testa o funcionamento das unidades de bombeamento, dos sistemas de segurança do processo e dos sistemas de operação normal.

A usina nuclear opera atualmente duas unidades, com mais quatro em construção, todas equipadas com reatores VVER-1000.

### Usina Nuclear do Uzbequistão

Foi executada a camada de regularização de concreto para o edifício do reator da unidade de energia RITM-200N a ser construída na região de Jizzakh, no Uzbequistão. Aproximadamente 900 metros cúbicos de mistura de concreto foram lançados, precedidos pelo nivelamento da base da fundação e pela instalação dos sistemas de impermeabilização e aterramento. O próximo marco importante na obra – o lançamento do primeiro concreto da laje de fundação do edifício do reator – está previsto para junho de 2026.

O projeto da usina prevê duas unidades com reatores VVER-1000 e duas unidades com pequenos reatores modulares RITM-200N.

### Usinas nucleares de Tianwan e Xudabao (China)

A construção da Unidade 7 de Tianwan e da Unidade 3 de Xudabao está quase concluída. Engenheiros chineses estão realizando operações de pré-comissionamento nessas unidades. A próxima etapa será o carregamento de combustível nuclear na Unidade 7 de Tianwan.

Cada uma das usinas terá duas unidades com reatores VVER-1200. A Usina Nuclear de Tianwan já opera quatro unidades com reatores VVER-1000.

### Usinas nucleares na Rússia

A Rosatom está construindo duas unidades de energia em cada um dos locais das usinas nucleares de Kursk e Leningrado, bem como uma unidade com um reator de nêutrons rápidos BREST-OD-300 como parte do projeto Proryv (*Avanço*). Estão em andamento os preparativos para o início oficial da construção do reator nos locais das usinas nucleares de Smolensk, Beloyarsk e Primorye, bem como na usina de pequenos reatores modulares da Yakutia.

# Rosatom pressiona por operações da NSR durante todo o ano

Em meio a interrupções nos embarques internacionais de carga pelas rotas do sul, o uso de opções alternativas como a Rota do Mar do Norte (NSR) está se tornando cada vez mais relevante. Um número crescente de atores internacionais está manifestando interesse no transporte marítimo pela NSR. Como operadora da infraestrutura da rota, a Rosatom está intensificando os esforços para garantir viagens durante todo o ano.



O mercado de petróleo — e o mercado de logística de forma mais ampla — tem estado em um estado de turbulência contínua desde fevereiro deste ano. Muitos embarques foram bloqueados, e há riscos significativos associados ao transporte marítimo pelo Estreito de Bab-el-Mandeb. A lembrança do colapso do transporte em 2021, causado por um navio porta-contêineres que encalhou no Canal de Suez, também ainda está viva na memória. Todos esses acontecimentos estão forçando os transportadores e as empresas de logística a buscar rotas alternativas de transporte entre a Europa e a Ásia. As opções incluem contornar a África ou utilizar redes ferroviárias terrestres. Mas há outra alternativa: a Rota do Mar do Norte.

“Cada vez mais nações e empresas começam a pensar além da velocidade e do custo do transporte — a segurança e a resiliência das rotas de transporte e das cadeias logísticas, que são menos suscetíveis a crises, conflitos militares e outros riscos externos, estão se tornando o fator decisivo. A Rússia pode oferecer ao mundo tais soluções”, afirmou o presidente russo Vladimir Putin em um discurso por vídeo no primeiro Fórum Internacional de Transporte e Logística (ITLF), realizado em São Petersburgo no início de abril deste ano.

A principal vantagem da Rota do Mar do Norte é o

tempo de trânsito mais curto (cerca de 20 dias) para as rotas marítimas entre o Leste Asiático e a Europa Ocidental. A título de comparação, a rota pelo Canal de Suez leva de 30 a 35 dias, enquanto contornar a África leva de 40 a 45 dias.



## A navegação durante todo o ano está prestes a se tornar realidade

A curta temporada de navegação costumava ser um grande desafio para o tráfego da NSR, mas essa questão tem sido ativamente abordada nos últimos anos. Este ano, as condições de gelo no Mar de Kara são mais severas do que há um ano. “Apesar disso, a navegação sazonal no setor ocidental da NSR está

operando quase exatamente dentro do cronograma, de forma muito parecida com um serviço regular de ônibus”, disse Vladimir Panov, Representante Especial da Rosatom para o Desenvolvimento do Ártico, no ITLF.

Viagens experimentais ultraprecoces e ultratardias foram realizadas sob a escolta dos quebra-gelos nucleares da Atomflot. “Ampliamos significativamente o período de navegação no setor oriental da Rota do Mar do Norte, contando com a experiência e as capacidades dos navios de transporte de gás e quebra-gelos da classe Christophe de Margerie”, declarou Sergey Frank, presidente do Conselho de Navegação da Rota do Mar do Norte, no fórum.

“Colocamos quebra-gelos em serviço de prontidão para garantir a passagem segura de embarcações, incluindo navios sem classificação para navegação em gelo. Talvez o desenvolvimento da parte oriental da Rota do Mar do Norte e a transição para a navegação durante todo o ano ocorram ainda mais cedo do que prevemos”, observou Vladimir Panov.

As viagens de teste ocorrerão já neste ano. Em 2026, a Sovcomflot espera receber mais dois navios-tanque de GNL com classificação de gelo Arc7, que operarão durante todo o ano ao longo de toda a Rota do Mar do Norte. “Isso acontecerá pela primeira vez na história da humanidade. Planejamos organizar um serviço durante todo o ano na temporada de navegação de 2026–2027”, afirmou Igor Tonkovidov, CEO da Sovcomflot, no ITLF. Até 2028–2030, o intervalo de trânsito para navios de alta classe de gelo na NSR poderá ser reduzido para 12 horas, acredita Sergey Frank.



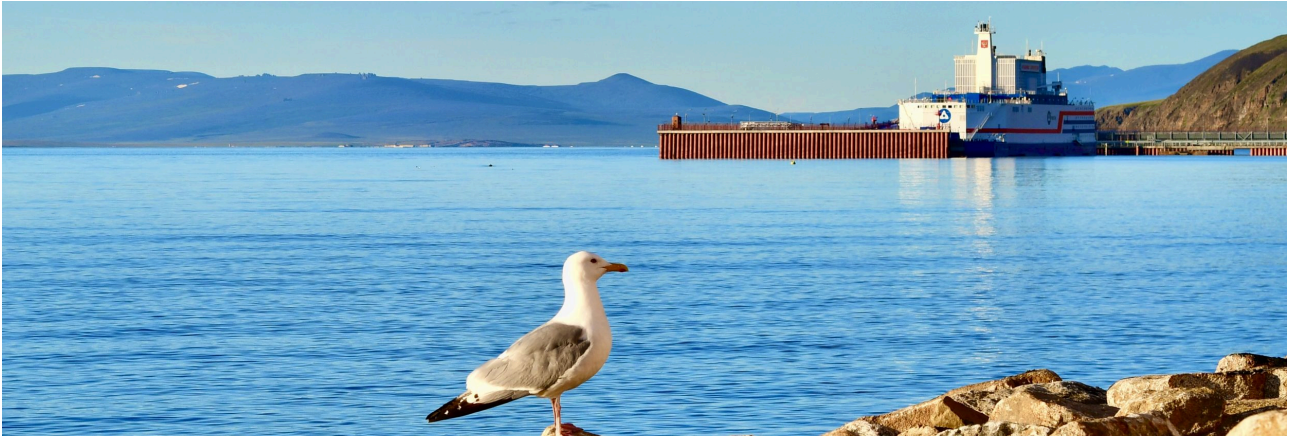
Os quebra-gelos serão a chave para garantir a navegação durante todo o ano. Atualmente, há oito quebra-gelos movidos a energia nuclear operando no Ártico. Quatro deles são novos quebra-gelos multifuncionais do Projeto 22220. Mais três quebra-gelos desse projeto (Chukotka, Leningrado e Stalingrado) estão atualmente em construção. O Rossiya, o quebra-gelo líder da série Projeto 10510, também está sendo construído. Ele foi projetado especificamente para a navegação durante todo o ano na Rota do Mar do Norte e será o quebra-gelo mais potente do mundo.

O interesse internacional na NSR está crescendo. Empresas chinesas realizam viagens de contêineres há vários anos e estão aumentando os volumes de carga. No ano passado, foi concluída pela primeira vez uma viagem de trânsito da China para a Europa Ocidental via NSR. Há um enorme interesse na rota também por parte de outros países do Leste e do Sul da Ásia. Atualmente, estão em andamento negociações com um desses países para uma viagem inaugural de contêineres, provisoriamente agendada para setembro deste ano.

O tráfego de carga deste ano está 15% acima dos recordes anteriores, informou o diretor-geral da Rosatom, Alexey Likhachev, no ITLF. Ele também expressou esperança de que o número ultrapasse a marca de 40 milhões de toneladas este ano.

# Quiz: O que você sabe sobre SMRs?

Os pequenos reatores modulares (SMRs) são uma das principais ofertas da Rosatom. Isso não é surpresa, já que a corporação nuclear russa é a primeira e, até agora, a única empresa na história a ter construído uma usina nuclear flutuante. E, é claro, este não é o único projeto de SMR da Rosatom. Vamos testar seus conhecimentos sobre os pequenos reatores modulares russos.



**1. Qual é o nome da única usina nuclear flutuante (FNPP) em operação no mundo?**

- a) Arktika
- b) Sevmorput
- c) Akademik Lomonosov
- d) Círculo Ártico
- e) Vento Norte

**2. Que tipo de reator está instalado nesta usina nuclear flutuante?**

- a) VVER-1000
- b) RBMK-1000
- c) BN-800
- d) KLT-40S
- e) RITM-200

**3. Qual é a potência elétrica nominal dos dois reatores desta usina nuclear flutuante?**

- a) 30 MW
- b) 50 MW
- c) 70 MW
- d) 85 MW
- e) 100 MW

**4. Qual termo geográfico é usado no nome da usina com reator de 10 MW atualmente em desenvolvimento pela Rosatom?**

- a) Recife
- b) Shelf
- c) Ilha
- d) Praia
- e) Cabo

**5. O principal pequeno reator modular da Rosatom é o RITM-200. Onde esses reatores já acumularam mais de 400 anos-reator de operação?**

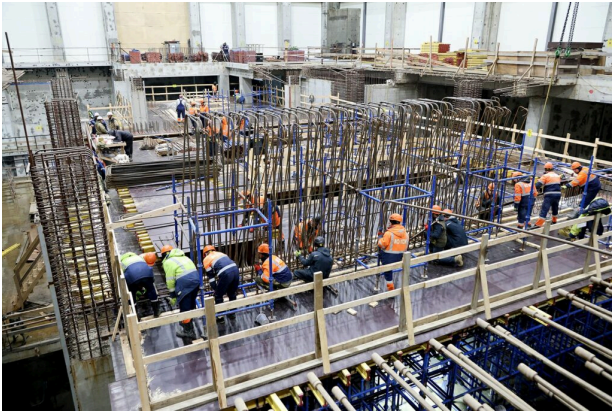
- a) Em centros de pesquisa
- b) Em submarinos nucleares
- c) Na Usina Nuclear de Bilibino
- d) Nos mais recentes quebra-gelos nucleares
- e) Eles ainda não acumularam tanto tempo assim

**6. Quantas unidades do reator RITM-200N a Rosatom construirá no Uzbequistão?**

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 0
- e) 8

**7. Com que frequência os reatores RITM-200S projetados para unidades de energia flutuantes precisam ser reabastecidos?**

- a) Anualmente
- b) Uma vez a cada 2 anos
- c) Uma vez a cada 3 anos
- d) Uma vez a cada 5 anos
- e) Uma vez a cada 10 anos



**8. Qual dos seguintes refrigerantes NÃO está sendo considerado para os projetos de SMR desenvolvidos pela Rosatom?**

- a) Água pesada
- b) Chumbo-bismuto
- c) Hélio
- d) Água leve
- e) Chumbo

**9. Que tipo de reator é utilizado no projeto BREST-OD-300, que se enquadra na classificação da AIEA para pequenos reatores modulares?**

- a) Reator de água pressurizada (PWR/VVER)
- b) Reator de água fervente (BWR)
- c) Reator refrigerado a gás de alta temperatura (HTGR)
- d) Reator de nêutrons rápidos refrigerado a sódio
- e) Reator de nêutrons rápidos refrigerado a chumbo

**10. Qual vantagem dos SMRs é particularmente importante para os consumidores em áreas isoladas e de difícil acesso?**

- a) Alto grau de pré-fabricação em fábrica
- b) Pegada compacta
- c) Emissões zero
- d) Geração estável e resiliência às flutuações climáticas e meteorológicas
- e) Todas as opções acima

**Respostas corretas:**

1. **Akademik Lomonosov.** A usina nuclear flutuante Akademik Lomonosov é a única usina nuclear flutuante em operação no mundo. Ela está ancorada no porto de Pevek, a cidade mais setentrional da Rússia, localizada acima do Círculo Polar Ártico, em uma zona de permafrost. Batizada em homenagem ao grande cientista russo, o acadêmico Mikhail Lomonosov, a usina foi conectada à rede elétrica pela primeira vez em 19 de dezembro de 2019.

2. **KLT-40S.** Dois reatores de água pressurizada KLT-40S estão instalados a bordo do Akademik Lomonosov. Eles representam a continuação e a evolução da linha de reatores KLT utilizada no navio de transporte LASH Sevmorput e dos reatores KLT-40M instalados nos quebra-gelos nucleares Taymyr e Vaygach.

3. **70 MW.** Em condições nominais, dois reatores KLT-40S podem fornecer 70 MW de eletricidade à rede terrestre e até 50 Gcal/h de energia térmica para o aquecimento urbano. Isso é suficiente para fornecer eletricidade a uma população de cerca de 100.000 pessoas.

4. **Shelf.** A Rosatom está desenvolvendo o projeto Shelf-M, uma usina com reator modular de pequena potência (cerca de 10 MW) destinada ao fornecimento de energia para áreas remotas, incluindo plataformas offshore e instalações costeiras.

5. **Nos mais recentes quebra-gelos movidos a energia nuclear.** Todos os mais recentes quebra-gelos nucleares do Projeto 22220 estão equipados com reatores RITM-200. Seu projeto provou ser altamente eficiente e seguro em todas as fases de seu ciclo de vida.

6. **Dois unidades.** Em março deste ano, a Rosatom e a Uzatom assinaram um adendo ao seu contrato, introduzindo uma nova configuração integrada para a primeira usina nuclear do país. Ela será composta por duas grandes unidades de energia com reatores VVER-1000 e duas unidades de pequenos reatores modulares (SMR) equipadas com reatores RITM-200N, cada uma com capacidade de 55 MW. Quando a usina nuclear operar em plena capacidade, ela gerará cerca de 17,2 bilhões de kWh por ano, cobrindo até 14% do consumo total de energia do Uzbequistão.

7. **Uma vez a cada cinco anos.** O reator poderá operar por até cinco anos sem reabastecimento. Não está previsto o manuseio de combustível nuclear no local da usina; todas essas operações ocorrerão em uma instalação especializada.

8. **Água pesada.** A Rosatom está desenvolvendo SMRs que utilizam água leve, chumbo, chumbo-bismuto e hélio como refrigerantes, mas não água pesada.

9. **Reator de nêutrons rápidos refrigerado a chumbo.** O BREST-OD-300 é um reator de nêutrons rápidos inovador que utiliza chumbo como refrigerante primário. O projeto implementa o conceito de segurança inerente e um ciclo fechado de combustível nuclear.

10. **Todas as opções acima.** Os SMRs oferecem várias vantagens importantes em relação às usinas nucleares convencionais: alto grau de pré-fabricação em fábrica, pegada compacta, zero emissões atmosféricas nocivas e um fornecimento estável de energia. A geração de energia nessas usinas não depende do clima ou da estação do ano.

# Urânio: escassez ou excedente?

A questão fundamental levantada por todas as partes interessadas é se a indústria de mineração de urânio será capaz de atender às necessidades de uma frota crescente de reatores nucleares. Não há uma resposta definitiva no momento: os recursos de urânio são abundantes, mas a produção pode ficar aquém da demanda.



O cenário de referência publicado pela World Nuclear Association (WNA) para o crescimento da frota de reatores pressupõe uma duplicação da capacidade, passando dos atuais 372 GW para 449 GW até 2030 e para 746 GW até 2040, representando uma taxa média de crescimento anual de 5,3%. Em comparação com a previsão de 2023, espera-se uma construção adicional de 60 GW até 2040, principalmente no Leste e no Sul da Ásia e em países recém-chegados ao setor. O crescimento da frota de reatores provocará um aumento na demanda por urânio natural como principal matéria-prima para combustível nuclear. No cenário de referência da WNA, essa demanda passa das atuais 67.000 toneladas para mais de 150.000 toneladas por ano até 2040. Para avaliar o equilíbrio entre oferta e demanda de urânio natural, vários fatores do lado da demanda devem ser considerados.

## Os recursos permanecem estagnados

De acordo com a edição de 2024 do *Uranium: Resources, Production and Demand* (o Livro Vermelho, publicado bianualmente pela AIEA e pela OCDE/NEA), os recursos de urânio in situ identificados totalizam mais de 10,7 milhões de toneladas. Os recursos recuperáveis, levando em conta as perdas de mineração e processamento, ultrapassam 7,9 milhões de toneladas.

## Os recursos de urânio in situ identificados totalizam mais de 10,7 milhões de toneladas.

À primeira vista, esses recursos são suficientes para as necessidades futuras das usinas nucleares nos próximos 50 anos. No entanto, os recursos de urânio com custo de recuperação inferior a US\$ 80/kg estão diminuindo, representando atualmente apenas cerca de um quarto do total de recursos. E enquanto as reservas globais de urânio cresceram 28%, os recursos na categoria

## Os recursos na categoria

Entre as empresas de mineração de urânio, a Rosatom lidera em recursos explorados totais graças aos ativos na Rússia, Cazaquistão, Tanzânia e Namíbia. Em seguida vêm a Kazatomprom do Cazaquistão, a Orano da França, a Cameco do Canadá e a CNNC e a CGN da China. A Kazatomprom possui os maiores recursos com um custo de recuperação inferior a US\$ 80/kgU. A Rosatom ocupa o segundo lugar, seguida pela Cameco, CNNC, CGN e Orano.

## Entre as empresas de mineração de urânio, a Rosatom lidera em recursos explorados totais.

### Produção em alta

Mantendo-se como líder mundial na produção de urânio, a Kazatomprom está aumentando sua produção. Enquanto o Cazaquistão produziu 21.109 toneladas de urânio em 2023, o número atingiu um recorde de 25.839 toneladas em 2025, um aumento de 11% em relação a 2024. Em 2026, a meta de produção é de 27.500–29.000 toneladas de urânio.

Esse crescimento da produção está ligado ao fato de a jazida de Budenovskoye (blocos 6 e 7) atingir sua capacidade projetada de 6.000 toneladas por ano. Em 2025, a Kazatomprom iniciou operações-piloto no projeto Inkai-3, que possui 83.100 toneladas de reservas de urânio. A fase-piloto está prevista para durar quatro anos. A operação comercial está programada para começar em 2030–2032, atingindo uma capacidade projetada de 4.000 toneladas de urânio por ano.

Em 2025, foram adotadas emendas ao Código do Subsolo, garantindo que a participação da Kazatomprom em novos contratos de uso do subsolo seja de pelo menos 75%, e de 90% para prorrogações de contratos. A partir de 2026, as alíquotas do imposto sobre a extração mineral variarão de acordo com a produção anual real apurada no âmbito de cada contrato de uso do subsolo e com o preço spot vigente do urânio.

No Canadá, duas minas subterrâneas — McArthur River e Cigar Lake — estavam em operação em 2025. Em meados de 2025, a subsidiária canadense da Orano começou a extrair urânio na mina de McClean Lake utilizando a tecnologia SABRE (Surface Access Borehole Resource Extraction). De acordo com a Denison Mines, coproprietária de McClean Lake, foram produzidas 250 toneladas de urânio em 2025.

Na Namíbia, a produção de três minas (Husab, Rössing e Langer Heinrich) atingiu 7.332 toneladas em 2024 (12% da produção global). Nos últimos sete anos, Husab e Rössing mantiveram níveis de produção estáveis, produzindo 4.437 toneladas e 2.205 toneladas de urânio, respectivamente, em

2024. A mina Langer Heinrich produziu 690 toneladas de urânio em 2024 e cerca de 1.540 toneladas em 2025.

O Uzbequistão vem aumentando sua produção nos últimos anos. A meta preliminar para 2025 é de 6.000 toneladas de urânio. Até 2030, o país planeja produzir mais de 7.000 toneladas por ano. De acordo com um relatório da SRK Consulting, a base de recursos minerais da Navoiuran em 1º de janeiro de 2025 era de cerca de 116.000 toneladas de urânio. No entanto, nenhuma de suas 40 jazidas possui recursos superiores a 10.000 toneladas de urânio, com as maiores jazidas variando de 4.000 a 9.000 toneladas em recursos.



Na Austrália, espera-se que a produção em 2025 seja ligeiramente superior à de 2024. A mina Olympic Dam da BHP produz de forma constante cerca de 3.000–3.400 toneladas de urânio por ano. O ano civil de 2025 não foi exceção, com a produção atingindo 3.479 toneladas.

Na Rússia, a produção de urânio em 2024 totalizou 2.738 toneladas. As subsidiárias de mineração da Rosatom cumpriram suas metas de produção em 100%. “A Rosatom dispõe de uma base própria de recursos minerais suficiente para as próximas décadas e detém posições de liderança no mercado global de urânio”, disse o diretor-geral da Rosatom, Alexey Likhachev, ao jornal *Strana Rosatom*.

Na China, dados preliminares indicam uma produção de urânio de cerca de 2.200 toneladas. Em 2025, a China extraiu urânio em quatro locais (três utilizando recuperação in situ e uma mina subterrânea). As operações em três minas subterrâneas foram suspensas devido aos altos custos de produção. De acordo com a China National Nuclear Corp. (CNNC), a produção piloto de urânio começou em 2025 na nova mina National Uranium No. 1, na Bacia de Ordos. A capacidade projetada da instalação é de 1.000 toneladas de urânio por ano.

## Fechamentos iminentes

O crescimento da produção sem uma exploração bem-sucedida e a expansão da base de recursos levarão ao fechamento de minas em operação entre 2030 e o final da década de 2040. Isso se aplica principalmente às jazidas que entraram em operação no início dos anos 2000.

Diante dessa perspectiva, os produtores de urânio tomaram recentemente medidas para desenvolver novos recursos. A Rosatom é um deles. “Nossa principal tarefa é ampliar a base de recursos de urânio para atender às necessidades do setor de energia nuclear russo. Já chegamos a um acordo com a Agência Federal de Recursos Minerais e o Ministério de Recursos Naturais e Meio Ambiente para criar um grupo de trabalho dedicado ao desenvolvimento da base de recursos. Em 2026, concluiremos a maior parte das obras de capital na jazida de Shirondukuyskoye, permitindo a extração de cerca de 400 toneladas de urânio a partir de 2028. Iniciaremos os trabalhos de escavação de túneis na Mina nº 6 da União Industrial de Mineração e Química de Priargunsky (PIMCU). Faremos todos os esforços para tirar o projeto Elkon da hibernação”, disse Victor Svyatetsky, primeiro vice-diretor executivo e diretor administrativo da Rosatom Nedra, à revista *Vestnik Atomprora*.

A Kazatomprom é outro exemplo. Em janeiro de 2025, a empresa anunciou em sua estratégia de desenvolvimento atualizada para 2025–2034 que pretende reabastecer e utilizar de forma eficiente sua base de recursos minerais por meio de exploração e otimização operacional.

Assim, a longo prazo, as vencedoras serão as empresas de mineração de urânio que melhor garantirem reservas para suas minas.



## Desafios do setor

O crescimento da produção, o comissionamento de novas capacidades e até mesmo as atividades de exploração são frequentemente prejudicados por questões econômicas, regulatórias, sociais e outras. Isso aumenta o tempo e os custos necessários para preparar novos locais.

Um dos principais problemas é a inflação. Os preços de equipamentos, diesel, eletricidade e ácido sulfúrico estão subindo, assim como os custos com pessoal. Além disso, as taxas de juros aumentaram, tornando o financiamento bancário mais difícil e caro de se obter.

Às vezes, a falta de trabalhadores, equipamentos ou produtos químicos se torna um problema. Por exemplo, o reinício das operações da mina McArthur River, no Canadá, foi retardado por dificuldades em contratar pessoal qualificado e reativar equipamentos após anos de inatividade. No Cazaquistão, a produção caiu devido à escassez de ácido sulfúrico e a atrasos na construção de infraestrutura auxiliar.

Procedimentos regulatórios complexos também representam obstáculos para o início das operações. Em alguns países, o processo de licenciamento pode levar mais de uma década. As empresas são forçadas a atualizar estudos de viabilidade e adiar decisões finais de investimento. A oposição das comunidades locais pode levar ao cancelamento de um projeto de mina, como aconteceu com a jazida de Jabiluka, na Austrália.

A política também desempenha um papel. O exemplo mais marcante aqui é a transição das minas no Níger para o controle estatal e as disputas subsequentes com a francesa Orano.

## Algumas conclusões

Nas próximas décadas, a maior parte das necessidades de matéria-prima da indústria nuclear global será atendida pela mineração de urânio natural primário. De acordo com estimativas da WNA, essa demanda chegará a 150.000 toneladas até 2040. No entanto, a produção de todas as fontes identificadas atingirá, no máximo, 70.000 toneladas até lá. Nas minas em operação, a produção será reduzida pela metade devido ao esgotamento dos recursos, caindo das atuais 60.200 toneladas para 29.500 toneladas. A entrada em operação de minas anteriormente paralisadas, bem como de novas minas em construção e planejadas, compensará as capacidades que serão retiradas de operação, mas apenas parcialmente – até 50.000 toneladas. A

entrada em operação de minas prospectivas a partir de 2030 poderia adicionar mais 20.000 toneladas até 2040, mas seu futuro permanece arriscado e incerto. Os suprimentos de fontes secundárias identificadas entre 2024 e 2040 adicionarão aproximadamente mais 5.000 toneladas de urânio.

Assim, apesar de haver recursos suficientes de urânio “no solo”, a demanda por urânio poderá exceder a oferta proveniente de fontes identificadas em 75.000 toneladas em 2040. Espera-se que essa demanda seja atendida por suprimentos provenientes das chamadas “fontes não especificadas”. Estas incluem fontes secundárias não contabilizadas, bem como minas ociosas e jazidas não desenvolvidas para as quais as empresas ainda não têm planos definidos.

Diante dessa situação, serão necessários enormes esforços em exploração geológica, a implantação de tecnologias de mineração de ponta, maior investimento e um ambiente regulatório aprimorado para trazer novos ativos de urânio para o ciclo do combustível nuclear.

### **A posição da Rosatom**

A evolução da base de recursos mostra que o urânio barato no mercado global está se esgotando. O crescimento da frota global de reatores ocorrerá em um contexto de desativação de grandes projetos de urânio de baixo custo e redução das fontes secundárias. Nesse cenário, a Rosatom encontra-se em uma posição altamente vantajosa: a corporação nuclear russa possui uma base de recursos de urânio de alta qualidade tanto na Rússia quanto no exterior. Ela é capaz de garantir o crescimento da produção de urânio a longo prazo e atender às necessidades do ciclo do combustível nuclear da corporação.

Ao mesmo tempo, a Rosatom está desenvolvendo sistemas de energia de Quarta Geração que não exigirão urânio natural. A coordenação de todas as áreas de atividade relacionadas ao ciclo do combustível nuclear é agora supervisionada pelo “Conselho do Urânio”, disse o diretor-geral da Rosatom, Alexey Likhachev, ao jornal *Strana Rosatom*. “A expansão de nossa linha de produtos, a criação de sistemas de energia de Quarta Geração independentes da base de recursos e a realização de construções em grande escala de unidades de energia no país e no exterior exigirão novas abordagens para gerenciar todo o ciclo do combustível nuclear de um sistema de energia nuclear de dois componentes, que inclui reatores térmicos e de nêutrons rápidos. Foi criado um Comitê do Ciclo do Combustível Nuclear para coordenar esse trabalho. Ele inclui praticamente todos os executivos de alto escalão da corporação nuclear. O comitê atuará como uma espécie de ‘Conselho do Urânio’, determinando a estratégia e as táticas nessa área crucial”, enfatizou Alexey Likhachev. A Rosatom ampliará suas capacidades em enriquecimento, fabricação de combustível e reprocessamento de combustível usado, e formulará um programa nacional de urânio. Esse programa visa reduzir o consumo específico de urânio natural por meio de tecnologias de ciclo fechado de combustível nuclear, ao mesmo tempo em que expande a base de recursos para aumentar a participação da geração nuclear.

