

## CONTEÚDO

---

### NOTÍCIAS ROSATOM

[Destaques da Atomexpo 2024](#)

[O que foi assinado durante a Atomexpo 2024](#)

### NOVOS NEGÓCIOS

[Cadeia de Terras Raras](#)

### TENDÊNCIAS

[Guia de Usinas De Pequenos Reatores Modulares \(SMR\)](#)



## Todas as bandeiras vieram visitar a Rússia

O fórum Atomexpo 2024 estabeleceu um recorde para o número total de participantes e o número de países que enviaram suas delegações. Foram cerca de 4.500 delegados de 75 países. Pela primeira vez, convidados de Burkina Faso, Mali e Níger participaram da Atomexpo. O tema principal do fórum consistiu nas tecnologias de reatores de Geração 4, mas também

foram discutidos temas de cooperação internacional, usinas nucleares, eletromóvel, ecologia, digitalização, entre outros.

“Nada pode parar o desenvolvimento das tecnologias nucleares, nada pode parar o desenvolvimento da Rosatom, nada pode parar o desenvolvimento do nosso país”, anunciou o diretor-geral da Rosatom, Alexey Likhachev, na abertura do fórum.

O tema principal do fórum foi “Energia Limpa: Criando o Futuro Juntos”. “As duas palavras-chave aqui são ‘futuro’ e ‘juntos’. Juntos, analisaremos a quarta geração de tecnologia nuclear, a fusão termonuclear e

## NOTÍCIAS ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

**outras tecnologias. Somente juntos, com todos os países, seremos capazes de construir um futuro de energia limpa para o nosso planeta”,** enfatizou Alexey Likhachev.

O diretor-geral da AIEA, Rafael Grossi, deu as boas-vindas aos participantes do fórum por videoconferência, observando: **“A Rosatom está desenvolvendo tecnologias inovadoras, como pequenos reatores modulares, reatores de geração 3 e reatores de geração 4. Há três anos, participamos juntos do lançamento do primeiro concreto nas fundações do primeiro reator rápido refrigerado a chumbo do mundo, o BREST-**

**OD-300. A AIEA participará nesses projetos. Destacamos tecnologias que apontam para o futuro e cuja implementação começa agora.”**

A diretora-geral da WNA (Associação Nuclear Mundial), Sama Bilbao y León, observou que cada vez mais figuras-chave estão reconhecendo o papel da comunidade nuclear global na solução de muitos desafios globais. Em primeiro lugar, na luta contra as mudanças climáticas, em segundo lugar, na segurança e independência energéticas e, em terceiro lugar, na igualdade energética e no acesso à energia. **“É muito importante**

### Temas discutidos durante a Atomexpo 2024

#### Tema “Energia”:

- Energia de hidrogênio
- Tecnologias nucleares de Geração 4
- Sinergia da geração renovável e nuclear
- Introdução de usinas de Pequenos Reatores Modulares (SMR)
- Infraestrutura nuclear
- Energia de dois componentes

#### Tema “Ciência”:

- Inovação em Fusão
- Capacidades dos reatores de pesquisa

#### Tema “Ecologia”:

- Ecotecnologias progressivas
- Ecologia da indústria nuclear
- Infraestruturas e tecnologias para o processamento e armazenamento final de resíduos radioativos
- Transformação dos locais de patrimônio nuclear

#### Tema “Logística”:

- O Futuro da Eletromobilidade nas Cidades
- Oportunidades da Rota do Mar do Norte

#### Tema “Educação”:

- Treinamento avançado de pessoal
- Projetos Industriais e Educacionais Internacionais
- Parceria Educacional

#### Tema “Indústria”:

- Produção sem pessoal
- Oportunidades de integração no segmento de lítio
- Inovação Corporativa
- Independência em Engenharia Elétrica
- Cooperação internacional no domínio dos materiais compósitos e das tecnologias aditivas
- Produção de metais de terras raras

#### Tema “Digitalização”:

- Fabricação Digital Inteligente
- Tecnologias para o desenvolvimento da infraestrutura da informação
- Tecnologias Quânticas

#### Tema “Saúde”:

- Aplicações de tecnologias nucleares no segmento de segurança alimentar

## NOTÍCIAS ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

mostrarmos cada vez mais exemplos de sucesso a seguir, quando a indústria nuclear desenvolve seus projetos estritamente de acordo com o cronograma e orçamento estabelecidos. Tais exemplos existem e a Rosatom pode se orgulhar de projetos bem-sucedidos como os de Akkuyu, a usina nuclear de Rooppur, El Dabaa e muitos, muitos outros. É preciso aproveitar este momento para desenvolver a tecnologia nuclear como ela merece, concluiu.

### Geração 4

Muita atenção foi dada às tecnologias da Geração 4 no fórum. Uma das principais afirmações feitas na sessão temática foi que o que deve ser considerado “Geração 4” não é a tecnologia de reatores, mas um sistema integrado que também aborda questões de reprocessamento de combustível e gestão de resíduos.

Um desenvolvimento interessante durante a Atomexpo foi a conexão direta do canteiro de obras do projeto Proryv, onde está sendo construída a usina nuclear BREST-OD-300 Geração 4, bem como o módulo de fabricação-refabricação e o módulo de reprocessamento de combustível irradiado. Durante a teleconferência, a linha de fusão carbotérmica do módulo de fabricação-refabricação foi colocada em modo de teste.

### Cooperação com a Rússia

Durante a sessão plenária, representantes de muitos países expressaram a importância da cooperação com a Rússia na indústria nuclear. Como salientou o Ministro dos Negócios Estrangeiros húngaro, Peter Szijjártó, se a Europa não cooperar com a Rússia no domínio



da energia nuclear, desferirá um golpe na sua própria competitividade. De acordo com suas estimativas, a demanda de eletricidade da economia europeia dobrará até 2030. É impossível alcançar esse tipo de crescimento apenas com fontes renováveis.

**“Se não houver cooperação nuclear com a Rússia, não seremos capazes de alcançar nossos objetivos de desenvolvimento sustentável”,** enfatizou Peter Szijjártó.

A necessidade de expandir a cooperação entre a Turquia e a Rússia foi declarada pelo Ministro da Turquia de Energia e Recursos Naturais, Alparslan Bayraktar, que observou que a Turquia pretende cooperar com a Rosatom no projeto da usina nuclear em Sinop. Além disso, juntamente com a Rosatom, a Turquia planeja construir um ecossistema para a implantação de usinas nucleares, colaborando na formação e desenvolvimento de indústrias correlatas.

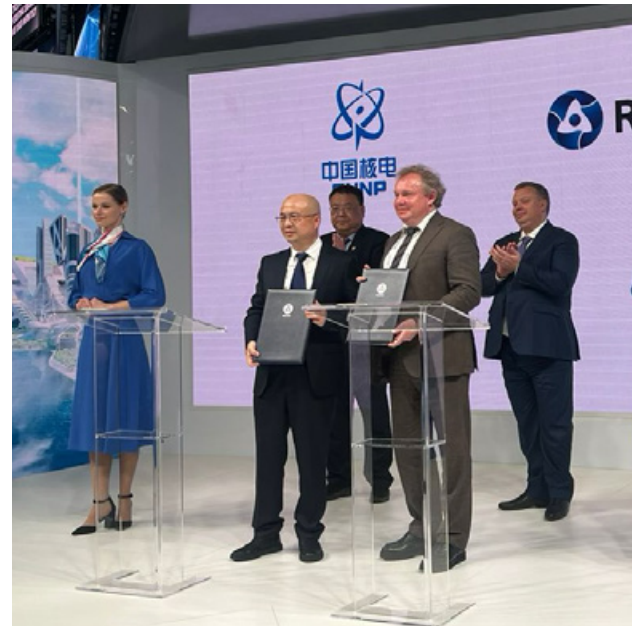
Como observou o ministro de Energia de Belarus, Viktor Karankevich, Belarus coopera com a Rosatom não apenas na construção de usinas nucleares, mas também em tecnologias aditivas, sistemas de armazenamento de

## NOTÍCIAS ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

energia e transporte elétrico, medicina nuclear, simuladores, tecnologias digitais, entre outros.

Alexey Likhachev alertou a comunidade mundial contra a divisão política na indústria nuclear. Ele também lembrou a importância de educar a opinião pública e disseminar o conhecimento sobre as tecnologias nucleares.



## O que foi assinado durante a Atomexpo

Mais de 80 acordos diferentes foram assinados durante a Atomexpo 2024. Isso é quase o dobro do que foi firmado no fórum anterior e um recorde absoluto do evento. A geografia global das partes nos acordos é ampla e as áreas de cooperação são variadas. Vamos contar o que foi assinado durante o fórum.

### China

A TVEL, Divisão de Combustíveis da Rosatom, assinou um memorando de entendimento com as empresas chinesas Limac Company LTD e Dalian Baoyuan Nuclear Equipment Co. LTD. As partes estão debatendo a produção conjunta de equipamento para o processamento e transporte de resíduos radioativos.



## NOTÍCIAS ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

A TVEL, o Operador Nacional de Gestão de Resíduos Radioativos (parte da Rosatom), o Instituto para o Desenvolvimento Seguro da Energia Nuclear da Academia Russa de Ciências e o Instituto de Pesquisa de Geologia de Urânio de Pequim assinaram um Memorando de Entendimento no campo do isolamento final de resíduos. As organizações russas planejam participar do projeto científico internacional MONEH na China, que inclui o monitoramento e avaliação das propriedades hidrogeológicas das rochas durante a construção e operação do complexo de laboratórios subterrâneos de Beishan.

A Rosatom Health Technologies e as empresas chinesas China Isotope & Radiation Corporation e CNNC Medical Industry Co., Ltd. assinaram um memorando de entendimento. Em particular, as partes pretendem desenvolver e produzir conjuntamente radiofármacos, desenvolver equipamentos para medicina nuclear, treinar pessoal e criar instalações de infraestrutura médica, incluindo centros médicos de cooperação russo-chinesa.

A Rusatom Service (parte da Divisão de Energia Elétrica da Rosatom) e a Jiangsu Nuclear Power Corporation (JNPC, China) assinaram dois contratos para fornecer suporte técnico abrangente para a operação das unidades de energia 1, 2, 3 e 4 da usina nuclear de Tianwan, e para realizar o trabalho de corte e extração de amostras de núcleo irradiadas dos vasos do reator das mesmas unidades.

### Belarus

A Rosatom assinou um programa abrangente de cooperação com o Comitê Estatal de Belarus de Ciência e Tecnologia no campo do desenvolvimento de projetos nucleares não energéticos e não nucleares. O principal

objetivo é assegurar a soberania tecnológica do Estado da União por meio da criação de fortes cadeias de cooperação.

A TVEL assinou um roteiro de cooperação com a Organização de Belarus de Gestão de Resíduos Radioativos (BelRAW). Serão implementados programas de formação e aperfeiçoamento para os especialistas que trabalharão no depósito de resíduos radioativos em Belarus.

Outro acordo de cooperação foi assinado com a Academia Nacional de Ciências de Belarus (NAS) no projeto do Centro Internacional de Pesquisa baseado no Reator Multifuncional de Pesquisa de Nêutrons Rápidos (MCR MBIR). As partes identificarão uma lista de estudos possíveis quanto ao MBIR, desenvolverão conjuntamente programas multilaterais de investigação e participarão nas atividades científicas e organizacionais do consórcio.

Outro acordo com a Academia Nacional de Ciências de Belarus prevê a cooperação



## NOTÍCIAS ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

científica e técnica, como treinamento de pessoal, pesquisa científica avançada e aplicada, trabalho de design e prospecção.

A Rosatom e a Giprosvyaz (empresa de Belarus líder no design de redes e sistemas de comunicação) assinaram um acordo de cooperação estratégica. O documento prevê o desenvolvimento de um programa abrangente de desenvolvimento de equipamentos de telecomunicações para serem levados aos mercados de Belarus e outros, além do projeto, desenvolvimento e teste de novos tipos de equipamentos, etc.

### Quirguistão

Os Governos da Federação Russa e da República do Quirguizistão assinaram um acordo de cooperação para a reabilitação dos territórios do Quirguizistão afetados pelas indústrias mineiras e de extração de urânio.

A Rosatom e o Ministério de Energia do Quirguistão assinaram um acordo para o desenvolvimento e implementação de pequenos

projetos hidrelétricos no Quirguistão, como usinas hidrelétricas com capacidade de até 400 MW em várias regiões.

A Divisão de Energia Eólica da Rosatom e o Ministério de Energia do Quirguistão assinaram um acordo para o desenvolvimento e implementação de um projeto para a construção de instalações de energia renovável com capacidade de até 1 GW. A primeira etapa é a construção de uma usina eólica piloto com capacidade de 100 MW na região de Issyk-Kul. Na segunda etapa, está prevista a avaliação de locais adicionais para as instalações eólicas com capacidade total de até 900 MW.

### Mali e Burkina Faso

O Diretor da Rosatom, Alexey Likhachev, assinou roteiros de cooperação com o Ministro de Energia e Recursos Hídricos da República do Mali, Bintou Kamara, e o Ministro de Energia, Minas e Pedreiras de Burkina Faso, Yacouba Zabre Guba, para estabelecer um diálogo no campo dos usos pacíficos da energia nuclear. Com base nos resultados da



## NOTÍCIAS ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

formação do marco jurídico internacional para a cooperação, as partes têm a intenção de trabalhar na questão da implementação de projetos de produção nuclear e de aplicações não energéticas das tecnologias de radiação na agricultura e na medicina no Mali e em Burkina Faso.

### Sérvia e Cazaquistão

A Rosatom e o Ministério da Saúde da Sérvia assinaram um memorando de entendimento para cooperação no campo da medicina nuclear. As partes acordaram em implementar projetos conjuntos que utilizem tecnologias nucleares não energéticas no domínio da saúde, com ênfase na medicina nuclear, prestando especial atenção ao diagnóstico e tratamento do câncer com a utilização de tecnologias nucleares pacíficas.

A Rosatom Health Technologies e o Departamento de Saúde de Akimat da região de Jambyl, no Cazaquistão, assinaram um memorando semelhante.



### Egito

A Rosatom RDS (parte da Rosatom) e a empresa egípcia Med Pharma Group assinaram um roteiro de cooperação na promoção do dispositivo médico Tianox no Egito. A nova fase de cooperação permitirá que as instituições médicas egípcias atualizem seus equipamentos e melhorem o nível de atendimento médico para a população.

### Hungria

A Rosatom assinou um roteiro de cooperação para as atividades de 2024 com a Organização Pública Húngara de Monitoramento, Informação e Desenvolvimento Regional (TEIT). As partes planejaram projetos nos domínios da cultura, educação, ecologia e esporte no âmbito de um memorando de cooperação em vigor desde 2014.

### Nicarágua

A Rosatom Health Technologies e o Departamento de Saúde do Ministério da Saúde da Nicarágua assinaram um roteiro de cooperação para a implementação de um projeto conjunto para construir um centro de medicina nuclear na Nicarágua com as tecnologias mais modernas.

### Ruanda

A Universidade Politécnica de Tomsk (a principal universidade da Rosatom) e o Conselho Ruandês de Energia Atômica assinaram um memorando de entendimento. As partes acordaram em desenvolver a cooperação no domínio da educação, da formação e da investigação em física nuclear e em outros domínios.



## NOTÍCIAS ROSATOM

---

[Voltar para o índice](#)

### Síria

A Rosatom e a Comissão de Energia Atômica da Síria assinaram um plano de implementação do memorando de entendimento assinado em julho de 2020, que envolve o estabelecimento de suprimentos de radioisótopos médicos, tecnologias de radiação industrial, treinamento de pessoal, entre outros.

### Armênia

A Rusatom Service e a Haykakan Atomayin Elektrokayan (Usina Nuclear da Armênia) celebraram um contrato para o fornecimento de equipamentos e modernização do sistema

de resfriamento de consumidores críticos do compartimento do reator da unidade de potência nº. 2 da Usina Nuclear da Armênia.

### Argélia

A Rosatom e o Ministério de Minas e Energia da Argélia assinaram um roteiro de cooperação no campo dos usos pacíficos da energia nuclear, que inclui atividades para o desenvolvimento da cooperação científica e técnica e treinamento de pessoal, reuniões de grupos de trabalho e visitas técnicas. [NL](#)

[Ao início da seção](#)



## Cadeia de Terras Raras

**A Rosatom está construindo uma cadeia tecnológica completa no segmento de metais de terras raras, desde a extração mineral até produtos finais, turbinas eólicas e veículos elétricos. Vamos te contar como essa cadeia é organizada.**

Na região de Murmansk, no noroeste da Rússia, a planta de mineração e processamento Lovozersky (parte da Divisão de Mineração

da Rosatom) extrai minerais loparíticos. Loparite é um mineral que contém titânio, tântalo, nióbio e metais de terras raras. A Lovozersky GOK é a única empresa na Rússia que produz concentrado de minério contendo metais de terras raras.

Esses concentrados são então enviados para os Urais, para a Usina de Magnésio Solikamsk (SMZ). Seu esquema tecnológico é organizado para que todos os componentes da matéria-prima sejam aproveitados ao máximo. Assim, durante a produção do principal produto da empresa, que é o magnésio, é produzido o cloro, que é usado para processar o

## NOVOS NEGÓCIOS

[Voltar para o índice](#)

concentrado de loparite e para a separação dos componentes úteis. Em particular, os cloretos de terras raras, depois de passarem por várias operações tecnológicas, são convertidos em carbonato coletivo. Este material é atualmente exportado, mas a SMZ já tomou medidas para criar sua própria produção de separação para produzir compostos individuais de cério, lantânio, neodímio, praseodímio e um concentrado do grupo das terras raras semipesadas (samário, gadolínio, európio).

Em São Petersburgo, a pedido da SMZ, a empresa Rusredmet montou uma planta-piloto para separar concentrados coletivos de metais de terras raras. O processo tecnológico é o seguinte: o concentrado coletivo é dissolvido em ácido nítrico. O cério e, em seguida, outros elementos são extraídos da solução de nitrato resultante por eletro-oxidação seguida de extração. Em seguida, sedimentação, secagem e calcinação. Presume-se que o complexo de separação seja lançado em 2026.

O volume total de produção é de 2.500 toneladas por ano de compostos de cério, lantânio, neodímio e praseodímio, dos quais 18% (450 toneladas) serão óxidos de neodímio e praseodímio, o equivalente a cerca de

370 toneladas de metais. Os compostos individuais resultantes serão utilizados em várias indústrias, em particular, vidro, metalurgia e produção de catalisadores.

Em um futuro próximo, graças à Rosatom, outra indústria deve aparecer na Rússia, que será a consumidora de metais de terras raras. Trata-se da produção de ímãs permanentes de neodímio, ferro e boro de terras raras, onde cerca de metade da massa é de neodímio e boro. Na estrutura do consumo global de metais de terras raras, de acordo com a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA) para 2022, os ímãs de terras raras representam 29%.

A Rusatom MetalTech (parte da Divisão de Combustíveis da Rosatom) está preparando a documentação de projeto para a primeira etapa da planta com capacidade para 1.000 toneladas. A empresa será lançada em Glazov em 2028. A divisão de combustíveis planeja então construir a segunda etapa da usina, aumentando a capacidade para 3.000 toneladas de ímãs permanentes por ano. Este volume permitirá satisfazer quase completamente as necessidades destes produtos das principais indústrias russas.

De acordo com dados de vários órgãos de análise, a China atualmente domina o mercado de produção de ímãs de terras raras, com uma participação próxima a 90%. A capacidade de produção de ímãs de boro, ferro e neodímio na China é estimada em 300 mil toneladas anuais.

Os maiores consumidores de ímãs permanentes de terras raras são fabricantes de eletrônicos de consumo, veículos elétricos (carros, scooters elétricas, etc.) e energia eólica. Especialistas de várias estruturas concordam que o maior aumento na demanda será





## NOVOS NEGÓCIOS

[Voltar para o índice](#)

proporcionado pelo transporte elétrico e pela energia eólica.

**“O objetivo do projeto de instalação de uma planta de produção em larga escala de ímãs permanentes de terras raras é fornecer às empresas nacionais de alta tecnologia um suprimento completo e ininterrupto de produtos magnéticos de alta qualidade para atender às tarefas de desenvolvimento das indústrias russas de energia eólica e engenharia mecânica, incluindo a indústria automotiva”**, disse Andrey Andrianov, Diretor Geral da Rusatom MetalTech, no fórum Atomexpo 2024.

A Rosatom está representada em ambos os segmentos. A divisão de energia eólica da Corporação Estatal está construindo parques eólicos na Rússia. Em março deste ano, a segunda etapa do parque eólico Trunovskaya da Rosatom, no território de Stavropol, com uma capacidade instalada de 35 MW, começou a fornecer eletricidade à rede unificada da Rússia. A capacidade instalada total do parque eólico Trunovskaya é de 95 MW e consiste em 38 geradores eólicos. Este é o nono parque eólico construído pela Rosatom, com capacidade total de mais de 1 GW.

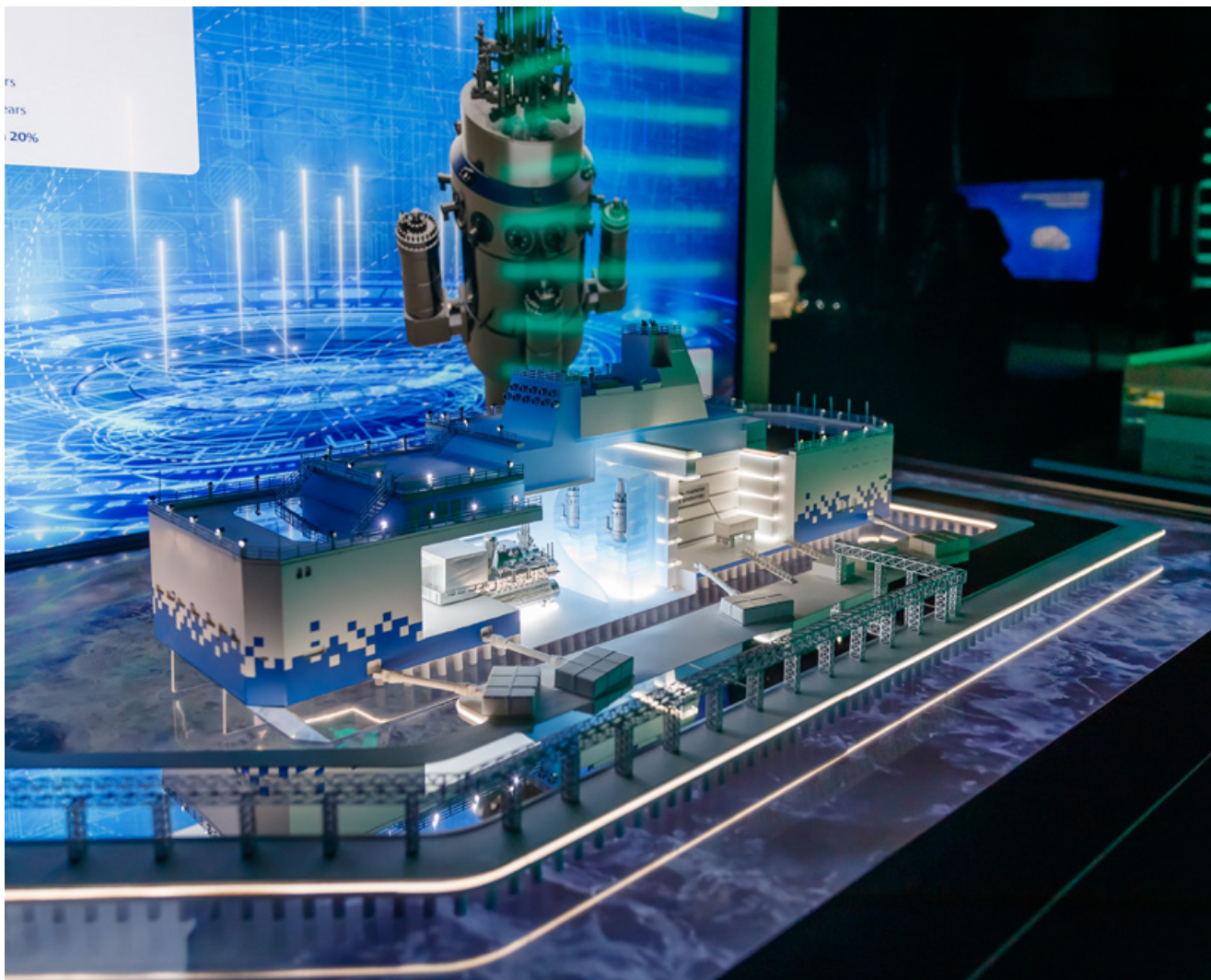
Além disso, a Rosatom está desenvolvendo a indústria de veículos elétricos. E, em particular, está desenvolvendo um sistema de propulsão elétrica completo, incluindo um motor elétrico, caixa de engrenagens e inver-



sor, montado em um monobloco. **“Estamos desenvolvendo tanto o processamento químico da produção de lítio quanto o desenvolvimento de nossas próprias baterias, motores elétricos e outros componentes. Tendo dominado a produção de todos os componentes-chave, a Rosatom atualmente não tem intenção de se tornar uma fabricante de veículos elétricos. E pedimos a todas as montadoras que consolidem seus esforços para abastecer conjuntamente o mercado nacional com volumes que permitam que os veículos elétricos nacionais sejam competitivos em preço”**, disse a presidente da TVEL, Natalya Nikipelova, durante o fórum Atomexpo 2024. <sup>NL</sup>

[Ao início da seção](#)





## Guia de Usinas de Pequenos Reatores Modulares (SMR)

A Agência de Energia Nuclear da OCDE (NEA) publicou um relatório “Pequenos Reatores Modulares — Segunda Edição”, onde descreve a situação atual do segmento de usinas de Pequenos Reatores Modulares. Os dados publicados são estruturados de acordo com vários parâmetros. A avaliação

poderia ser recomendada como um livro de referência para os líderes de empresas de investimento, se não contivesse imprecisões significativas, pelo menos nas informações sobre os projetos e tecnologias de usinas de Pequenos Reatores Modulares (SMR) na Rússia, que ocupam posições de liderança nesse segmento.

Para a segunda edição, os especialistas da NEA identificaram 98 projetos de usinas de Pequenos Reatores Modulares (SMR) em todo o mundo, mas analisaram apenas 56: **“Estes são aqueles pequenos reatores modulares**

## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

**para os quais as informações necessárias estão disponíveis gratuitamente e podem ser avaliadas, e cujos desenvolvedores estavam dispostos a participar da avaliação”.**

Outros incluem as tecnologias de usinas de Pequenos Reatores Modulares (SMR) para as quais não há desenvolvimento ativo, não há recursos humanos e financeiros ou o trabalho foi cancelado ou suspenso indefinidamente. As estimativas apresentadas nesta edição da Revisão Tecnológica de Usinas De Pequenos Reatores Modulares (SMR) são baseadas em resultados obtidos até 10 de novembro de 2023.

Os dados sobre usinas nucleares são estruturados em várias bases: o grau de prontidão do projeto desde o conceito até a operação, geografia por país, proprietários das instalações, nível de enriquecimento de combustível para diferentes tipos de reatores, classes de refrigerantes, métodos de aplicação e possibilidades adicionais de uso.

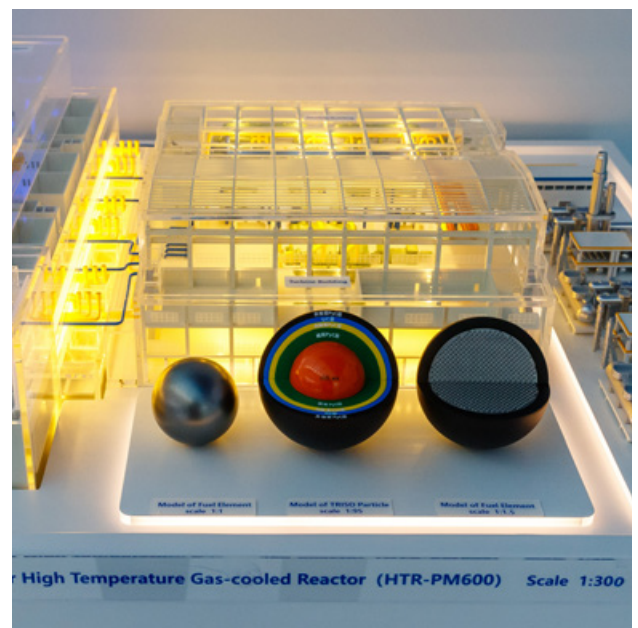
### Particularidades da metodologia

Em primeiro lugar, a declaração sobre o número de reatores nucleares já em operação é surpreendente: **“Três pequenos reatores modulares foram construídos e estão atualmente em operação: um de volume núcleo HTGR (HTR-PM) na China, um reator flutuante KLT-40S na Rússia e um reator de teste de alta temperatura (HTTR) no Japão”.** Este último refere-se a reatores de pesquisa. No entanto, os reatores de pesquisa não estão incluídos no número de reatores nucleares; eles incluem apenas reatores de potência, incluindo reatores de demonstração. Se os autores do relatório tivessem tomado a liberdade de incluí-los na classificação geral, então o estudo deveria ter levado em conta, pelo menos, o reator rápido

de pesquisa multiuso (MBIR), que está sendo construído pela Rosatom em Dimitrovgrad e convida as partes interessadas a participar de pesquisas sobre o assunto.

Também há dúvidas sobre a menção aos navios mercantes como uma possível aplicação de tecnologias de reatores pequenos. Neste contexto, deve-se pelo menos levar em conta o único porta-aviões mais leve do mundo, o Sevmorput, de propriedade da Rosatom, equipado com uma usina nuclear. O cargueiro faz com sucesso viagens ao longo da Rota do Mar do Norte e entrega a carga nos portos de destino.

O relatório também não menciona a usina de reatores RITM-400. Os primeiros reatores serão instalados no quebra-gelo Rossiya (líder do projeto) e a produção de equipamentos-chave e sistemas de controle do reator já está em andamento. Opções para a criação de uma usina nuclear terrestre com um reator RITM-400 também estão sendo discutidas com a Norilsk Nickel, e as partes assinaram um acordo de intenções e cooperação.





## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

Por último, e mais importante, o relatório não menciona o projeto da central nuclear terrestre do reator Shelf-M, que está a ser desenvolvido pelo Instituto Dollezhal de Investigação e Concepção em Engenharia de Energia (NIKIET). Como afirmou Evgeny Pakermanov, Diretor Geral da Rosatom Overseas no fórum Atomexpo 2024, para o projeto Shelf, o projeto técnico da planta do reator e muitos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento relacionados ao uso dessa tecnologia já foram concluídos. A decisão de iniciar o projeto deve ser tomada ainda este ano. A região de localização, Chukotka, e os maiores consumidores já foram determinados. A usina Shelf-M fornecerá eletricidade para a mina de ouro de Sovinoe e áreas prospectivas adjacentes.

Deve-se notar aqui que, no relatório da NEA, por alguma razão, o NIKIET é designado como uma estrutura independente, o desenvolvedor da usina de reator BREST-OD-300, NIKIET, lembramos, faz parte da Rosatom.

No total, a Rosatom está desenvolvendo pelo menos dez projetos de usinas de Pequenos Reactores Modulares (SMR) em vários estágios de implementação.

### Círculo de Avaliação

Para caracterizar os projetos, os autores do relatório propuseram a utilização de um círculo dividido em seis anéis concêntricos e seis setores. Cada setor caracteriza um determinado parâmetro do projeto.

O primeiro são as licenças concedidas: **“Os critérios para avaliar o progresso na obtenção de licenças são estritamente consistentes com os padrões internacionais de licenciamento, incluindo a interação com**



**as autoridades reguladoras na fase anterior ao licenciamento, aprovação do projeto, construção e licenças de operação. Pontos adicionais são concedidos a projetos SMR que passam por licenciamento simultaneamente em vários países (independentemente do estágio em que se encontrem).”**

O segundo é o local: **“Os critérios de avaliação da disponibilidade de um local têm em conta as decisões tomadas pelos proprietários do local e a disponibilidade de autorizações de terreno para a construção do SMR. Pontos adicionais são concedidos a projetos SMR que progrediram simultaneamente em vários locais (independentemente do estágio em que se encontram).”**

O terceiro é o financiamento: **“Os critérios para avaliar o financiamento levam em conta tanto declarações públicas de desenvolvedores de reatores quanto relatórios de financiamento disponíveis publicamente.”**

O quarto é a cadeia de suprimentos: **“Os critérios para avaliar a prontidão da cadeia de suprimentos levam em conta o crescimento dos compromissos refletidos**

## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

**em memorandos de entendimento, contratos negociados e acordos formais de parceria, joint ventures ou consórcios com fornecedores ou empresas de engenharia, suprimentos e construção”.**

O quinto é o compromisso: **“Os critérios de compromisso refletem o número de interações com as pessoas e comunidades associadas ao projeto SMR, que devem ser evidenciadas por meio de memorandos de entendimento, declarações públicas de apoio ao projeto, reuniões comunitárias ou acordos de repartição de benefícios.”**

O sexto é o combustível: **“Os critérios para avaliar o sucesso nesta área baseiam-se nos progressos realizados no fornecimento comercial do combustível necessário. Quando uma planta de produção de combustível está disponível com uma licença de operação, ela é comparada com outras já em uso em plantas em operação. Para SMRs nesse nível de maturidade, os próximos passos seriam concluir contratos de fornecimento de combustível e obter uma licença para operar um reator com um combustível específico.”**

A lista de critérios de avaliação abrange, na realidade, as questões-chave que afetam o sucesso de uma usina nuclear de Pequenos Reatores Modulares (SMR). No entanto, o conteúdo dos critérios suscita dúvidas. Por exemplo, os acordos de localização em diferentes locais podem realmente ser considerados uma vantagem definitiva e em qualquer fase? Aqui podemos recordar o exemplo da Westinghouse, quando a empresa não conseguiu lidar com a construção de grandes unidades em dois locais, pelo que o projeto Virgil C Summer foi forçado a parar.

A tese sobre os prêmios de licenciamento em diferentes países também parece ambígua se lembrarmos o escândalo NuScale. A empresa apresentou um projeto para obter a licença, mas propôs construir outro, que planejava licenciar em uma data posterior. No entanto, em novembro do ano passado, o projeto para a criação de uma usina nuclear de Pequenos Reatores Modulares (SMR) nos EUA no laboratório de Idaho foi interrompido, e os participantes acusaram a NuScale de engano. Nesse contexto, a ética das propostas da NuScale de estabelecer usinas de Pequenos Reatores Modulares (SMR) em outros países parece, no mínimo, controversa.

Os critérios para o grau de participação também levantam dúvidas. Um projeto recebe a pontuação mais alta se houver “dez ou mais casos de envolvimento da sociedade civil”. Primeiro, não está claro por que dez e, segundo, não está claro o que é considerado uma unidade de compromisso. O relatório afirma: **“Menções (vídeos, podcasts ou entrevistas) nos principais meios de comunicação não nucleares, bem como memorandos de entendimento, declarações públicas de apoio ao projeto, reuniões comunitárias e acordos de compartilhamento de benefícios dos seguintes grupos de partes interessadas:**



## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

governos nacionais, governos regionais, governos indígenas, sindicatos, organizações não governamentais, organizações da sociedade civil, organizações comunitárias, universidades, usuários finais e consumidores, conselhos consultivos.”

Mas há um exemplo: com o apoio da usina nuclear flutuante de Pevek, foi construído um templo ortodoxo. Deve ser contabilizado como uma unidade de compromisso ou como várias?

Também seria bom ressaltar que a afirmação sobre a “falta de informações recentes verificáveis de código aberto sobre a participação” do projeto BREST-OD-300 não reflete a situação real. O BREST-OD-300 está sendo construído nas instalações da planta química Seversky Chemical Combine (SKhK), que faz parte da Divisão de Combustível da Rosatom, portanto, é necessário determinar a profundidade da intervenção levando em conta as atividades de ambas as organizações, pelo menos em Seversk. Considerar o BREST-OD-300 separadamente da Siberian Chemical Combine e da Divisão de Combustíveis no contexto da participação é tão inútil quanto tentar determiná-lo para cada unidade de uma usina nuclear de várias unidades. Vamos ter em mente que a SKhK é uma empresa municipal de uma cidade empresarial, então seu grau de envolvimento na vida da cidade tem sido o mais alto por muitas décadas.

### Projeto para combustível nuclear irradiado

A NEA propôs um projeto conjunto sobre “Gestão Integrada de Combustível Nuclear Irradiado de Reatores Pequenos e Avançados”: [“O projeto conjunto NEA Small and Advanced Reactor Integrated Waste Management \(WISARD\) visa aproveitar a oportuni-](#)

[dade única de desenvolver uma abordagem integrada para a gestão de combustível nuclear irradiado desde o início do ciclo de vida de tais reatores. <... > A plataforma alvo WISARD promoverá a cooperação e o entendimento entre as partes interessadas durante todo o ciclo de vida de uma usina nuclear, o que será fundamental para o desenvolvimento de um programa bem-sucedido e sustentável.”](#) A ideia de criar essa plataforma é certamente interessante, útil e promissora. Mas, se a participação na plataforma for limitada apenas aos países da OCDE, parece provável que outros países desenvolvam de forma independente sistemas de gestão de combustível irradiado para pequenos reatores ou organizem uma plataforma semelhante sob outra parceria. Os Brics, por exemplo.

Enquanto isso, a gestão de combustível irradiado no segmento de pequenos reatores está em um estágio inicial de desenvolvimento, como observado no estudo: [“Para a avaliação de projetos de usinas de Pequenos Reatores Modulares \(SMR\) em termos de planejamento do trabalho de combustível irradiado e sua preparação para o descarte de combustível irradiado após o fim de sua vida útil, não havia informações de código aberto verificáveis suficientes. Espera-se que futuras edições dos relatórios da NEA sobre pequenos reatores modulares desenvolvam metodologias e critérios para avaliar o progresso nesta área.”](#)

### Introdução às Usinas de Pequenos Reatores Modulares (SMR)

Em geral, se as informações sobre os projetos russos estivessem corretas, o relatório poderia ser recomendado a organizações financeiras que precisam se familiarizar com

## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

o contexto do desenvolvimento de usinas de Pequenos Reatores Modulares (SMR), dos projetos no segmento e compará-los de acordo com várias características significativas e, em primeiro lugar, responder à pergunta se vale a pena investir nesta ou naquela tecnologia ou projeto. O relatório aponta três vantagens principais da geração nuclear, sobre as quais os representantes da Rosatom falam há anos em várias plataformas: contribuição para a descarbonização, estabilidade de preços e geração de energia. **“Pequenos reatores modulares desempenharão um papel fundamental no alcance das metas de descarbonização, e sua importância só aumentará”**, escrevem os autores do relatório.

Eles também apontam para os desafios enfrentados pela indústria nuclear, que são: entregar projetos nucleares no prazo e no orçamento, acessar quantidades significativas de financiamento a taxas competitivas, garantir uma cadeia de suprimentos saudável e sustentável e garantir uma força de trabalho qualificada.

Mas as usinas de Pequenos Reatores Modulares (SMR) também têm vantagens: devido ao seu tamanho menor, são mais seguras,

mais fáceis de construir e, em termos absolutos, mais baratas. Além disso, são mais fáceis de integrar à rede elétrica, têm mais opções de implantação e, muitas vezes, têm potencial para aplicações adicionais: geração de calor (essa opção é implementada em usinas nucleares flutuantes) e produção de isótopos.

Os autores estão confiantes de que as usinas de Pequenos Reatores Modulares (SMR) têm duas janelas de oportunidade: **“Reatores pequenos, modulares e avançados com alta disponibilidade desempenharão um papel central para alcançar a neutralidade de carbono até 2050, apoiando os esforços de descarbonização que devem ganhar impulso nas décadas de 2030 e 2040”**. É a primeira janela de oportunidade. **“A construção maciça de reatores pequenos, modulares e avançados, atualmente em um nível mais baixo de prontidão e projetados para produzir eletricidade, calor e hidrogênio, pode começar na década de 2040, contribuindo para a sustentabilidade de longo prazo por meio de melhorias no ciclo do combustível nuclear”**, que é a segunda janela. <sup>NL</sup>

[Ao início da seção](#)