



BRASIL NUCLEAR

Informativo da Associação Brasileira
de Energia Nuclear

Ano 27 • Número 53 • Novembro de 2021



INAC 2021

Menos impacto do
carbono no planeta e
mais qualidade de vida

Fonte vital para a descarbonização

Energia nuclear é parte da solução
para limitar o aquecimento global

Webconferência 2021

De 29|11 até 02|12



- XXII ENFIR
- XV ENAN
- VII ENIN
- IX JR. POSTER
- X ExpoINAC

Tecnologia **NUCLEAR:** Menos impacto do carbono no planeta e mais qualidade de vida

Site oficial da INAC 2021
www.inac2021.com.br

Promoção



Organização



Energia nuclear é parte da solução global

Entrevista Jonathan Tennebaum, economista e escritor	4
Capa Energia Nuclear é vital para um futuro 'Net Zero'	8
Capa Inac 2021 discute a descarbonização	14
Medicina Nuclear Ipen retoma produção de radiofármacos	16
Universidade MCN amplia atividades de divulgação da energia nuclear	18
Indústria INB inaugura 9ª cascata de enriquecimento de urânio	20
Átomos ANSN será vinculada ao MME	21

No final de 2001, a diretoria da Associação Brasileira de Energia Nuclear (Aben) tomou a ousada decisão de promover um grande evento que divulgasse para a sociedade os diversos usos e benefícios da energia nuclear. A ideia era realizar um evento internacional, que contasse com palestrantes de diversos países e a participação de entidades latino-americanas de energia nuclear. Um desafio inédito para a entidade, cuja experiência, até então, era a promoção de 'Encontros' temáticos voltados para sua comunidade de pesquisadores, profissionais e estudantes de pós-graduação do setor nuclear: o Encontro de Aplicações Nucleares (Enan), o Encontro de Física de Reatores e Termohidráulica (Enfir) e o Congresso Geral de Energia Nuclear (Cgen), que eram realizados em anos alternados.

A ousadia resultou na International Nuclear Atlantic Conference (Inac), cuja primeira edição foi realizada em agosto de 2002, no Rio de Janeiro, com exposição no Forte de Copacabana e palestras em hotel em frente, na praia de Copacabana. O evento foi um grande sucesso, tendo atraído grande público, registrado número recorde de apresentações de trabalhos técnicos e obtido grande divulgação externa, constituindo-se na pedra fundamental das edições seguintes.

Este ano, a 10ª edição da Inac será realizada em formato virtual. Seu tema "Menos Impacto do Carbono no Planeta e mais Qualidade de Vida" aborda uma das principais questões do mundo atual, a preservação do meio ambiente. Esta é uma área em que a energia nuclear oferece uma importante contribuição. Durante a 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, COP26, realizada em Glasgow, na Escócia, a energia nuclear foi reconhecida como alternativa para substituir os combustíveis fósseis e construir uma matriz energética segura. Entre os exemplos estão as iniciativas de países como França e Reino Unido, anunciando a construção de novas usinas, e do presidente norte-americano Joe Biden, cujo projeto de investir no desenvolvimento de tecnologias nucleares avançadas foi anunciado pelo enviado presidencial especial para o clima dos Estados Unidos, John Kerry.

O diretor geral da Agência Internacional de Energia Atômica, Rafael Mariano Grossi, diz que 'Menos impacto de carbono no planeta' e 'Mais qualidade de vida' são temas que realmente importam. Ele aponta como um erro deixar de mencionar o segundo tema ao se falar de soluções para combater as mudanças climáticas. Em sua mensagem na cerimônia de abertura da Inac 2021, Grossi ressaltou que a matriz energética precisa evitar poluentes que causem mudanças climáticas e doenças respiratórias, ao mesmo tempo em que fornece combustível de forma confiável e a custo acessível para impulsionar o crescimento econômico. Menos que isso, advertiu, os objetivos climáticos que estabeleceremos irão faltar. "Existem mais pessoas no mundo sem acesso à eletricidade do que a população total de toda a América Latina. Aliviar a sua pobreza tem que fazer parte do nosso plano. E isso significa que a demanda por energia vai crescer. Quando fazemos as contas, fica claro que a energia nuclear será necessária para satisfazer essa demanda por energia com baixo teor de carbono. A energia nuclear nunca fará parte da matriz elétrica de todos os países, mas fará parte da solução global".

A energia nuclear é parte da solução do Brasil para consolidar sua posição como uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo – hoje com 85% de fontes renováveis. Na cerimônia de abertura da Inac 2021, o ministro de Minas e Energia, Bento Albuquerque, elencou as iniciativas de seu ministério, em coordenação com outros órgãos de governo, para promover a expansão da tecnologia nuclear. A mais recente é a criação da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear, ANSN, que permitirá ao país iniciar uma nova etapa das atividades de regulação, fiscalização e licenciamento, de forma independente. Ele anunciou que o MME está avançando na retomada dos estudos de localização de novos sítios nucleares, em parceria com o Cepel. "A nossa meta é intensificar esse trabalho, para que tenhamos a identificação de áreas preferenciais, que permitam ao Governo propor para o Congresso Nacional a implantação de novas centrais nucleares. Reputo de importância para o desenvolvimento e segurança do sistema de energia elétrica do Brasil", afirmou.

Boa leitura.

Presidente da Aben
Carlos Henrique C. Mariz

Conselho Editorial
Alexandre Gromman – Aben
Cláudio Almeida – Aben
Edson Kuramoto – Aben
Francisco Rondinelli – Cnen
Márcia Flores – Aben

Editora
Vera Dantas

Colaborador
Bernardo Barata

Produção Editorial
Inventhar Comunicação

Edição de Arte
IG+ Comunicação Integrada

Brasil Nuclear é uma publicação da Associação Brasileira de Energia Nuclear - Aben
Rua Candelária, 65 • 14º andar • Centro Rio de Janeiro • RJ • CEP: 20091-906
Tel: (55 21) 2266 0480 • 2588 7000 • Ramal 4721
aben@aben.com.br • www.aben.com.br

Ainda estamos no início, não no fim do desenvolvimento da energia nuclear

Jonathan Tennenbaum

O economista e escritor norte-americano Jonathan Tennenbaum tem acompanhado de perto as dificuldades enfrentadas pela Alemanha, desde que o país europeu começou a desativar suas usinas nucleares – as últimas em operação serão fechadas em 2022 – e investir fortemente na geração eólica e solar. Morador de Berlim, ele constata que a implantação maciça de turbinas de energia eólica e painéis solares encontra resistência por parte da população que reside nas localidades que estão recebendo esses equipamentos. Uma reação que, paradoxalmente, encontra apoio em grupos ambientais regionais. Além disso, há temor que a chegada do inverno provoque um aumento ainda maior do preço da energia elétrica alemã, o mais alto da Europa.

Tennenbaum é um antigo conhecido do setor nuclear brasileiro, tendo participado, como palestrante convidado, de duas edições da Inac. Além disso, ele publicou no Brasil os livros “Energia Nuclear: Tecnologia Feminina”, “A Economia dos Radioisótopos” e “Energia Nuclear: Dínamo da Reconstrução Econômica Mundial”. Em sua entrevista a Vera Dantas, **da Brasil Nuclear**, ele diz não ter dúvida em relação à volta da energia nuclear ao centro do cenário energético. “Não se trata de especulação, é só vermos as atividades nessa direção”, garante, destacando também o investimento da iniciativa privada no setor. Em sua opinião, a energia nuclear ainda está num estágio muito primitivo, “uma espécie de Stonehenge”, brinca. E tem, portanto, um longo futuro pela frente.

Qual a sua avaliação sobre a COP26? Quais os seus pontos positivos e negativos?

A COP26 foi muito positiva para a energia nuclear. A Secretária de Energia dos Estados Unidos, Jennifer Granholm, disse ser a energia nuclear extremamente importante para a solução do problema climático. E anunciou um programa de cooperação do governo americano com diversos países, denominado *Nuclear Future Package*, para desenvolver e utilizar a energia nuclear. Outro ponto positivo, a meu ver, é ter ficado muito claro que os países em desenvolvimento, por exemplo Índia e China, precisam de energia fóssil, ou seja, carvão, petróleo e gás. Não se pode simplesmente dizer para esses países que parem de usar carvão e gás, pois não é realista.

O imperialismo verde, que é como eu chamo esse de tipo de política ambiental, pode causar mais pobreza às nações em desenvolvimento.

Em sua opinião, os países desenvolvidos estão realmente comprometidos em reduzir as emissões de CO₂?

Acho que a maioria dos governos está convencida que é importante, necessário, urgente reduzir as emissões de CO₂.

As energias renováveis têm sido apontadas como a solução para se reduzir as emissões de CO₂. Mas até que ponto elas podem substituir os combustíveis fósseis?

A energia eólica e a solar, que são as grandes energias renováveis, têm como grande vantagem a rapidez de constru-



A política ambiental do imperialismo verde pode causar mais pobreza às nações em desenvolvimento

Jonathan Tennenbaum

ção e o baixo custo de capital por unidade. Elas são atraentes porque podem se expandir muito rápido. O grande problema é a instabilidade no fornecimento de energia, uma vez que são altamente dependentes das condições ambientais, ou seja, da quantidade de vento existente e dias ensolarados. Em 2016, por exemplo, houve 50 dias de pouquíssimo vento na Alemanha, o que causou um

aumento no uso de carvão e a emissão de mais carbono. E isso irá piorar, caso a Alemanha venha a fechar as usinas nucleares hoje em operação.

Como o sr. vê a situação da Alemanha?

Uma consequência da política energética adotada pela Alemanha, abandonando a energia nuclear, é que o preço da eletricidade naquele país é o mais alto da Europa. É 40% maior que na França. Embora reconhecendo ser difícil comparar os dois países, uma vez que na Alemanha há muitos impostos para financiar as energias alternativas, eu acredito que os problemas da energia eólica e solar ficarão cada vez mais claros. Além disso, a ideia de que elas realmente são baratas é muito muito duvidosa, se levarmos em conta todo o custo das mudanças na rede. Uma turbina eólica, por exemplo, requer entre 30 e 100 vezes mais materiais que outras fontes se comparado à energia produzida. Requer mais aço ou cimento do que uma usina nuclear, por exemplo, uma vez que suas estruturas são enormes e é preciso construir muitas dessas turbinas. Há também a questão de segurança: são de 20 mil a 100 mil turbinas que precisam ser mantidas. Tem havido diversos acidentes com quedas. Eu penso que as pessoas vão perceber que é preciso ter uma visão balanceada.

Outro problema é que as populações de diversas áreas resistem à energia eólica e solar, com o apoio de grupos ambientais locais. Na verdade a implantação de rotas de turbinas foi interrompida na Alemanha, devido a essa resistência. Há projetos de implantação de turbinas *offshore* no Mar do Norte, para aproveitar a maior incidência de vento existente no norte. Mas, para levar essa eletricidade a outras regiões do país, será preciso que a população aprove. E há uma carga ambientalista contrária, devido à necessidade da implantação de linhas de transmissão, passando por florestas. É uma situação muito interessante, em que os ambientalistas do governo estão lutando contra os ambientalistas locais. E isso não é uma piada.

Em seu artigo “No le Gusta el CO2?”, publicado na revista *Página Iberoamericana*, o sr. afirma que a energia nuclear voltou à agenda mundial. O que o leva a fazer essa afirmação?

Eu não tenho dúvidas de que a energia nuclear está voltando. Não se trata de especulação, é só vermos as atividades nessa direção. Recentemente foi divulgado que a China planeja construir 150 novas usinas de energia nuclear durante os próximos 12 anos. Não tenho dúvidas em relação a isso. Se você olhar para o programa nuclear chinês, verá que o país já está construindo e operando reatores nucleares de diferentes tecnologias: está construindo o primeiro reator rápido de alta temperatura resfriado a gás do mundo, além de outro reator *fast breeder* refrigerado a

Empresas privadas como a britânica Rolls Royce e a americana NuScale estão investindo no desenvolvimento de reatores modulares de pequeno porte

sódio; e começou este ano a construção do primeiro reator modular de pequeno porte do mundo. A China importou muita tecnologia, como a do reator Westinghouse AP1000 e de reatores franceses de terceira geração, do reator Camdu. Numa estratégia típica, os chineses absorvem toda a tecnologia e agora estão fazendo a sua própria.

Também considero muito importante o entusiasmo do presidente norte-americano Joe Biden com a energia nuclear. Uma demonstração disso é o programa *Nuclear Future Packages*, anunciado pela secretária de Energia dos EUA Jennifer Granholm durante a COP26. Os Estados Unidos querem criar projetos de desenvolvimento com a Polônia, Brasil, Indonésia, Romênia e Quênia e outros países. E, claro, querem exportar tecnologia nuclear, como Rússia e China. Os EUA precisam de energia, pois grande parte de sua infraestrutura é antiga.

Em 12 de outubro, o presidente Emmanuel Macron anunciou que a França vai reinventar a energia nuclear, com projetos de reatores SMR e a produção em larga escala de hidrogênio a partir da eletricidade de usinas nucleares. Com mais de 70% baseada em geração nuclear, a França tem um dos preços mais baixos da eletricidade da Europa. A Rússia está construindo usinas nucleares na Índia, Bangladesh, Egito, Turquia e Finlândia. A exportação de alta tecnologia, como usinas nucleares, é uma importante fonte de receita para o país. Também é interessante saber que a Rússia está desenvolvendo intensamente usinas nucleares flutuantes. Uma delas já está em serviço na superfície no norte da Rússia e mais três deverão estar concluídas até o final de 2026.

Um último ponto que eu gostaria de abordar é o investimento que vem sendo feito por empresas privadas no campo dos reatores nucleares inovadores, como a Rolls Royce, na Inglaterra, e a NuScale, nos Estados Unidos, que estão desenvolvendo reatores modulares de pequeno porte.

Uma usina nuclear leva cerca de oito a dez anos para ser construída e entrar em operação. Em quanto tempo o sr. prevê que a expansão da energia nuclear possa acontecer?

Eu sempre uso o exemplo da França, que, em 15 anos, construiu tantas usinas nucleares que a eletricidade de fonte nu-

No começo, a energia nuclear era militar. Portanto, era natural que, no passado, o setor nuclear tivesse uma conexão muito forte com o governo. Isso pode mudar

clear aumentou de 7% em 1975 para mais de 75% em 1990. Foi um processo muito rápido, resultante da alta prioridade dada pelo governo e, também do planejamento sistemático, da padronização, e de uma boa logística.

Geralmente, as plantas nucleares são construídas uma de cada vez, e durante a obra, podem ocorrer mudanças regulatórias e muitos outros fatores que diminuem a velocidade e aumentam os custos. Mas é possível reduzir o tempo e o custo de construção, como no caso dos reatores Shin Kory 3 e 4, da Coreia do Sul, com um quarto do custo dos reatores americanos.

O desenvolvimento dos reatores modulares tem sido apontado como um dos fatores mais importantes para a adoção da energia nuclear, justamente porque reduzem o tempo de construção. Quais são suas vantagens em relação à tecnologia atual e quando se espera que estejam disponíveis comercialmente?

Os reatores modulares podem ser produzidos em série, como automóveis. Há um grande mercado para esse produto, principalmente se considerarmos as necessidades dos países em desenvolvimento. A empresa dinamarquesa Seaborg, por exemplo, tem uma estratégia muito interessante que é a construção de reatores baseados em plataformas flutuantes. Dezenas

de reatores são construídos em uma única unidade de produção e, uma vez concluídos, são levados para montagem no site. Uma das vantagens é poder trabalhar com a indústria de construção naval, altamente organizada e com uma estrutura regulatória diferenciada. A ideia é ter reatores em operação dentro de cinco anos.

O Brasil pretende construir 10 usinas nucleares em 30 anos. Isso não é pouco para um país como o nosso, que tem um baixo consumo per capita de eletricidade, 2500kWh/hab/ano, e precisa se desenvolver?

Eu acho que é pouco, se considerarmos o aumento da demanda por energia e principalmente por eletricidade que vai acontecer nos próximos 10, 20 e 30 anos no Brasil. De onde virá a energia para sustentar esses crescimento? O uso de combustíveis fósseis, altamente poluentes, é uma alternativa? Como as fontes eólica e solar são altamente instáveis, será preciso produzir mais eletricidade na base. O contexto de avivamento da energia nuclear em países como China, Estados Unidos e França cria uma nova atmosfera para melhorar as condições políticas industriais da energia nuclear no Brasil. Estou otimista de que o setor nuclear no Brasil terá um futuro brilhante, depois de passar por um período muito difícil.

Eu acho que algum benefício pode vir das empresas privadas. Você vê, por exemplo, nos Estados Unidos, como as empresas privadas. SpaceX começou como um grande programa governamental. A energia nuclear não veio de empresas privadas, no começo, porque era militar. Portanto, é natural que, no passado, o setor nuclear tivesse uma conexão muito próxima com o governo. Isso pode mudar, como aconteceu com a tecnologia do programa espacial. Hoje, nos Estados Unidos, as empresas privadas têm seus próprios foguetes e lançaram astronautas ao espaço, comercialmente. É claro que essas companhias obtiveram tecnologia da Nasa,

a agência espacial do governo, mas isso foi necessário. Agora, elas fazem.

A atividade de P&D básico foi criada e desenvolvida pelo governo. Mas agora há muito P&D feito por empresas privadas. E, como há uma base, financiada pelo governo, os investidores não correm grande risco. No início, investir em energia nuclear era um grande risco. Hoje, no entanto, há muitos reatores nucleares em operação. As enormes demandas de P&D exigidas pela área militar não são mais necessárias em algumas áreas da tecnologia nuclear. As empresas privadas - e cito o exemplo da Seaboard Company, que conheço - obtiveram investimentos de muitos investidores e pessoas muito ricas. Claro, eles trabalham juntos para obter informações dos laboratórios nacionais. Porque tem muita informação. Mas não há projetos suficientes. Essa é a razão pela qual você tem que construir mais coisas. Você não precisa de um grande P&D agora, em comparação com o anterior.

O Brasil tem que importar pequenos reatores? Por que não construí-los internamente? O Brasil tem uma base industrial de peso, que faz aviões, foguetes. Acho que seria bom para o Brasil fazer com que as empresas brasileiras se engajassem de alguma forma nessa atividade do setor privado. Devido ao modelo dessas grandes empresas, a construção de grandes reatores continuará, mas acho que haverá também as pequenas. Você tem os elefantes e também os menores que se movem mais rápido. Portanto, essa é uma das razões pelas quais posso ser um pouco otimista.

Em seu livro A Economia dos Isótopos, publicado em 2007*, o sr. antecipa a disseminação das aplicações dos radioisótopos em setores industriais, com destaque para a fabricação de dispositivos semicondutores, e também citou a extração de metais preciosos a partir dos rejeitos nucleares. Essas previsões se concretizaram?

Por enquanto, eu estou desapontado. Embora hajam pesquisas em anda-

mento, não tomei conhecimento de nenhum grande avanço. Um desenvolvimento que me interessa particularmente é a fototransmutação de elementos por lasers de super alta potência. As reações nucleares de baixa energia são uma área de grande importância. Pesquisas com baixas reações nucleares estão sendo apoiadas pela Marinha dos EUA, um programa oficial da União Europeia. Há investimento do Google, um grande programa no Japão e em muitas outras áreas do mundo dedicado a essas reações nucleares de baixa energia. O Japão, por exemplo, tem investigado a possibilidade de transmutação dos rejeitos nucleares.

No livro, o sr. também antecipava grandes avanços na área de reprocessamento do combustível usado? Como está isso hoje?

O progresso tem sido muito lento. Isso não é surpreendente porque os governos não priorizaram as áreas relevan-

tes e porque todas as perspectivas da energia nuclear foram para uma espécie de inverno, especialmente desde Fukushima. Agora, graças, por exemplo, ao ambicioso programa de energia nuclear da China, o reprocessamento de combustível irradiado tem uma grande prioridade e, por isso, estou ansioso por novos desenvolvimentos nessa área.

Por fim, que mensagem o sr. passaria para os participantes da Inac 2021?

Acho que é hora de ser otimista. Este será um momento muito emocionante para a energia nuclear. O contexto global mudou dramaticamente. Além de completar os projetos já iniciados, é particularmente importante que o Brasil se engaje mais em programas inovadores de tecnologia nuclear por meio de cooperações internacionais, incluindo talvez algumas das novas empresas que surgiram. Acho também que a estrutura da indústria nuclear mudará em todo o mundo. Para o meu ponto de vista, a energia nuclear ainda é uma espécie de Stonehenge, em um estágio muito primitivo. Apesar do grande desenvolvimento, apesar da tecnologia muito complexa, ainda estamos no início, não no fim do desenvolvimento da energia nuclear. Ainda usamos tecnologias que foram direcionadas automaticamente para o setor militar. Não há nada de errado com isso, mas o mundo mudou e é hora de construir um novo setor nuclear, trazendo uma nova geração de jovens para renová-lo e rejuvenescê-lo.

É importante que o Brasil se engaje mais em programas inovadores de tecnologia nuclear através de cooperação internacional



Um parceiro confiável para seus projetos de energia nuclear

Com mais de 60 anos de experiência e mil especialistas na área nuclear, fornecemos serviços de engenharia e consultoria em mais de 20 países. Lideramos o uso inovador de pequenos reatores modulares (SMRs) e contribuimos para o desenvolvimento de tecnologias nucleares avançadas, incluindo fusão nuclear, reatores de pesquisa, saúde e aeroespacial.



Energia nuclear é vital para um futuro 'Net Zero'

Tecnologia se destaca na COP26 como ferramenta vital para limitar o aquecimento global

Vera Dantas

Durante duas semanas, o mundo voltou suas atenções para o meio ambiente. A 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, COP26, realizada de 31 outubro a 12 de novembro em Glasgow, na Escócia, reuniu líderes de cerca de 200 países, que apresentaram seus compromissos para a redução na emissão de gases do efeito estufa.

Para a energia nuclear, a Conferência representou uma oportunidade ímpar de se colocar como uma importante alternativa para substituir combustíveis fósseis e construir uma matriz energética segura. A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) organizou e participou de diversos eventos mostrando o potencial da energia nuclear e de suas aplicações para auxiliar o cumprimento das metas climáticas. Além disso, países como França e Reino Unido anunciaram a retomada da construção de novas usinas, depois de um período de paralisação dos investimentos em energia nuclear.

A energia nuclear integra o programa França para 2030, anunciado pelo presidente Emmanuel Macron. Parte do programa de reindustrialização francês, o plano Reinventando a Energia Nuclear inclui um programa para demonstrar a tecnologia de pequenos reatores – para o qual foi alocada verba de 1 bilhão de euros – e a produção em massa de hidrogênio usando eletricidade nuclear ainda nesta década. “A energia nuclear merece a primeira posição no plano. Continuar a desenvolvê-la é absolutamente fundamental porque sabemos que continuaremos necessitando dessa tecnologia”, afirmou Macron.

Pouco dias antes da COP26, o governo britânico anunciou planos de antecipar em 15 anos sua meta de descarbonização – de 2050, passou para 2035. O Reino Unido identifica a energia nuclear como um instrumento para que o país consiga multiplicar por quatro a geração de eletricidade limpa necessária para atingir suas metas ambientais. A energia nuclear fornece cerca de 16% da eletricidade do

Reino Unido, mas a maioria dos reatores existentes está chegando ao fim de sua vida útil e todas serão fechadas até o final de 2030. O primeiro-ministro britânico Boris Johnson confirmou que o governo do Reino Unido está discutindo propostas para uma nova usina nuclear, além de Hinkley Point C, que está em construção e deve entrar em operação em meados da década de 2020.

Em dezembro de 2020, a Secretaria de Estado para Negócios, Energia e Estratégia Industrial lançou o documento *Powering our Net Zero Future*, que reúne as iniciativas combater a mudança climática, seguindo o Plano de Dez Pontos para uma Revolução Industrial Verde do primeiro-ministro. O documento anuncia o aporte de até 385 milhões de libras, em um Fundo Nuclear Avançado. Desse total, 215 milhões de libras serão destinadas ao desenvolvimento do projeto de um reator modular de pequeno porte (SMR). O restante da verba irá para um programa de pesquisa e desenvolvimento para reatores modulares avançados (AMR). Além disso, o governo também pretende investir 40 milhões de libras no desenvolvimento das estruturas regulatórias e no apoio à cadeia de suprimentos do Reino Unido. O objetivo é que o projeto do SMR e um demonstrador AMR estejam disponíveis no início de 2030. O governo também quer construir uma usina de fusão comercialmente viável até 2040 e

já comprometeu mais de 400 milhões de libras em novos programas de fusão.

“Um sistema de baixo custo e consistente com Net Zero provavelmente será composto predominantemente de energia eólica e solar. Mas garantir que o sistema também seja confiável significa que as energias renováveis intermitentes precisam ser complementadas por tecnologias que forneçam energia, ou reduzam a demanda, quando não há vento ou o sol não brilha. Hoje, isso inclui as fontes nuclear e gás, além da captura e armazenamento de carbono e da flexibilidade fornecida por baterias”, diz o documento.

Parte Inestimável

Durante palestra no painel O Papel da Energia Nuclear em um Futuro Net Zero, durante a COP26, o ministro de Negócios, Energia e Crescimento Limpo do Reino Unido, Greg Hands, disse que a energia nuclear tem sido uma parte “inestimável” da matriz energética do país desde que sua primeira usina nuclear foi inaugurada em 1956, “muito antes de sua importância como tecnologia de baixo carbono ser reconhecida”. Ele afirmou que o país precisa de uma nova estratégia nuclear e informou ter apresentado à Câmara dos Comuns, no dia anterior, um projeto de lei para permitir o uso de um novo modelo de financiamento da

framatome

Going Beyond

Ensure the long-term operation of your plant.

To operate your plant well into the future, maintaining excellence in safety and performance will continue to be the priority.

Framatome partners with you to ensure the safe, long-term operation of your plant. We have the experience to help. Go for the long-term. Go Beyond.



See all of our solutions for long-term operation of your plants at [framatome.com/solutions](https://www.framatome.com/solutions).

Your performance
is **our** everyday **commitment**

Base de Ativos Regulados, com o objetivo de atrair investimentos privados para novos projetos de energia nuclear.

A secretária-adjunta para Energia Nuclear dos Estados Unidos, Kathryn Huff, afirmou que o país está decidido a garantir a utilização do potencial da energia nuclear para enfrentar a mudança climática. “A energia nuclear é vital para atingir nossos objetivos de descarbonização. Ela já fornece mais da metade de nossa produção de eletricidade com emissão zero nos EUA e opera de forma confiável 24 horas por dia, sete dias por semana”, afirmou.

O diretor-geral executivo da Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês), Fatih Birol, reconheceu que será uma “tarefa hercúlea” transformar todo o sistema energético global para atingir a meta ‘Net Zero’. Ele disse que as emissões globais de CO₂ precisam ser reduzidas à metade nos próximos dez anos por meio da expansão da energia solar, eólica, hidrelétrica, veículos elétricos, energia nuclear e eficiência energética. Também citou outras tecnologias em desenvolvimento – como diferentes aplicações de hidrogênio, tecnologias de materiais avançados, captura direta de carbono e novas tecnologias nucleares (incluindo SMRs), que podem desempenhar um papel importante nessa trajetória.

“A energia nuclear é uma grande fonte de energia de baixo carbono – é confiável, sabemos que funciona. Ela está funcionando em todo o mundo há décadas”, disse Sophie Macfarlane-Smith, da Rolls-Royce SMR. “O que precisamos é de mais, e rapidamente. As inovações que precisamos apresentar primeiro são aquelas que permitem que a energia nuclear seja usada em mais locais, em mais países, por mais usuários ao redor do mundo, e precisamos disso em ritmo veloz”, afirmou.

A diretora-geral da Associação Mundial Nuclear, Sama Bilbao y León, informou que a energia nuclear pode ser “usada por todos os países com qualquer renda”. Ela observou que dos 39 reatores implantados nos últimos cinco anos, 30 deles foram implantados em economias emergentes. Grandes projetos de energia nuclear “foram capazes de catalisar muito desenvolvimento econômico em muitos países”, afirmou.

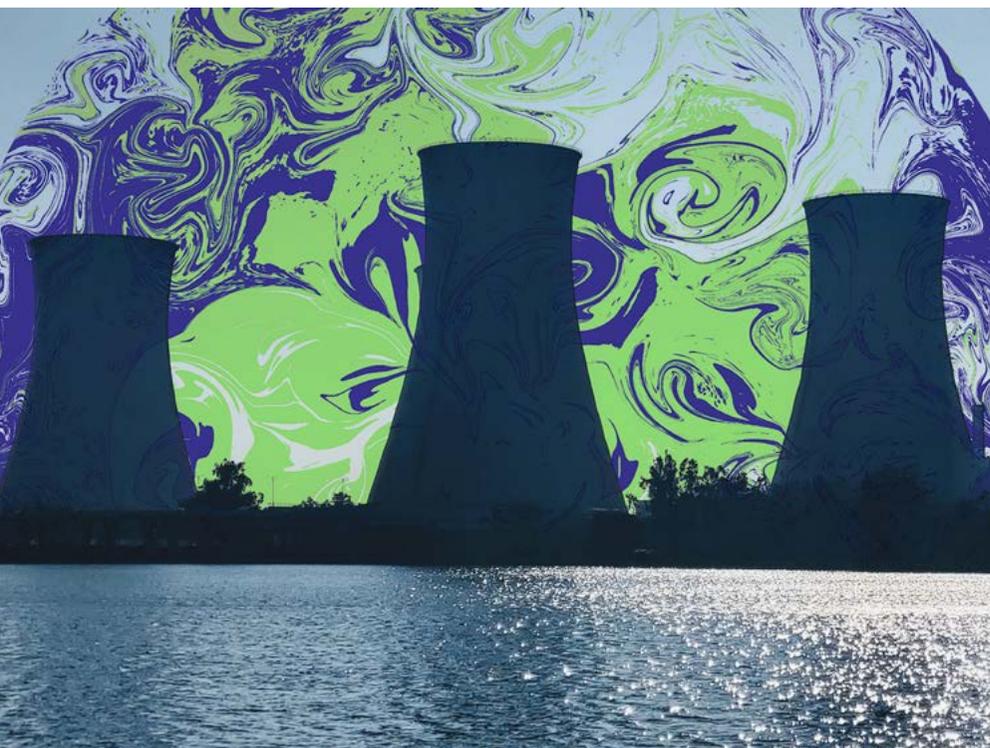
“As emissões globais de CO₂ precisam ser reduzidas à metade nos próximos dez anos por meio da expansão da energia solar, eólica, hidrelétrica, nuclear e veículos elétricos”

Fatih Birol, diretor-geral executivo da Agência Internacional de Energia

Além de vários países que estão construindo suas primeiras usinas nucleares, como Turquia e Egito, o diretor-geral da AIEA, Rafael Mariano Grossi, citou Gana, Quênia e Uzbequistão, que estão considerando a introdução da energia nuclear em suas matrizes energéticas. E também fez referência ao Brasil, Argentina e México, bem como a países do Leste Europeu que estão planejando implantar mais reatores. “A energia nuclear está em toda parte e estará ainda mais. Aqueles que dizem que uma nova energia nuclear não tem lugar no mundo deveriam revisar sua opinião”, afirmou.

O embaixador de Gana na Áustria, Philbert Johnson, disse que o país está “tomando medidas concretas” para incluir a energia nuclear em sua matriz energética nacional, uma vez que isso está de acordo com suas metas de desenvolvimento nacional.

A Polônia, que atualmente gera 70% da eletricidade a partir do carvão, precisa implantar todas as tecnologias disponíveis de baixa e zero emissão, incluindo nuclear, disse o subsecretário de Estado para o Clima do país, Adam Guibourgé-Czetwertyński. Ele observou que a política energética da Polônia até 2040, adotada este ano, confirma que a energia nuclear será uma parte vital de seu novo mix de energia limpa. De acordo com os planos do país, 6 GWe a 9 GWe de capacidade de geração nuclear estarão disponíveis em 2043.



Desafio e oportunidade

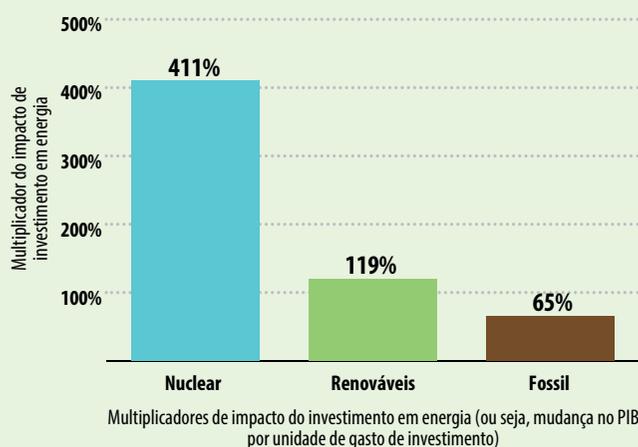
Em 15 de outubro, a AIEA publicou o relatório Nuclear Energy for a Net Zero World, sobre a importância da energia nuclear na transição para um mundo com baixa emissão de carbono. O relatório especial destaca o papel crítico da energia nuclear para alcançar os objetivos do Acordo de Paris e da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, deslocando o carvão e outros combustíveis fósseis, permitindo a implantação de energia renovável e tornando-se uma fonte econômica para grandes quantidades de hidrogênio limpo.

O relatório demonstra como a energia nuclear é vital para atingir a meta de zerar as emissões de gases de efeito estufa, garantindo o fornecimento de energia 24 horas por dia, 7 dias por semana, o que fornece estabilidade e resiliência às redes elétricas e facilita a integração com as energias renováveis variáveis, como eólica e solar. Além disso, a energia nuclear como uma fonte firme de eletricidade de baixo carbono é adequada para substituir o carvão e outros combustíveis fósseis, ao mesmo tempo que fornece calor e hidrogênio para descarbonizar setores não energéticos, incluindo aço, cimento e produção de produtos químicos, transporte marí-

timo e aéreo – que juntos respondem por cerca de 60% das emissões globais relacionadas à energia. A energia nuclear pode fornecer calor com baixo teor de carbono e ser usada para produzir hidrogênio, particularmente com reatores de alta temperatura atualmente em desenvolvimento. “Como tal, a energia nuclear representa um dos investimentos mais eficazes para a recuperação econômica global pós-pandemia, contribuindo diretamente para as metas de desenvolvimento sustentável da ONU em energia, expansão econômica e ação climática”, diz o documento.

De acordo com o relatório, substituir 20% da geração de carvão por 250 GW de geração nuclear reduziria cerca de 15% das emissões do setor elétrico por ano. O relatório também descreve como a energia nuclear pode impulsionar o crescimento econômico, gerando empregos em muitos setores – com uma participação de 10% na geração global de eletricidade, a energia nuclear já fornece mais de 800 mil empregos. Estimativas do Fundo Monetário Internacional mostram que os investimentos em energia nuclear geram um impacto econômico maior do que em outras formas de energia, tornando-se uma das ações mais eficazes para uma recuperação econômica sustentável, bem como a transição para um sistema ‘Net Zero’.

Multiplicadores verdes: investimento em nuclear e outras energias limpas



Estudo recente realizado pelo Fundo Monetário Internacional (FMI) estima que o investimento em energia nuclear gera um impacto econômico maior do que o investimento em outras formas de energia. O multiplicador de gastos estimado para a energia nuclear é em cerca de seis vezes maior do que para a energia fóssil e cerca de três vezes maior para energias renováveis no curto prazo, proporcionando um impulso econômico muito mais rápido.

Fonte: Nuclear Energy for a Net Zero World



Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares

Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares

3.259

inspeções realizadas no Brasil e na Argentina entre 1992 e 2020

75

instalações sob salvaguardas

102

cursos de capacitação técnica realizados entre 1992 e 2020

VERIFICANDO O USO PACÍFICO DA ENERGIA NUCLEAR NA ARGENTINA E NO BRASIL
VERIFICANDO EL USO PACÍFICO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN ARGENTINA Y BRASIL

<http://www.abacc.org.br>

Líderes do Canadá, China, Finlândia, França, Japão, Polônia, Rússia, Estados Unidos e Reino Unido declararam apoio às conclusões do relatório sobre as contribuições da energia nuclear para a ação climática. “A tarefa que temos pela frente – limitar o aumento da temperatura média global a 1,5 ° C e atingir emissões líquidas zero até 2050 – é um desafio formidável e uma imensa oportunidade econômica”, disse John Kerry, enviado presidencial especial para o clima dos Estados Unidos da América à COP26, em sua declaração para o relatório da AIEA. “A transição global para energia limpa exigirá a implantação, em escala massiva, de toda a gama de tecnologias de energia limpa, incluindo energia nuclear, na próxima década e além”.

De acordo com Kerry, a energia nuclear pode desempenhar um papel crítico na descarbonização outros setores além da eletricidade – por exemplo, produzindo hidrogênio de baixo carbono com custo competitivo, energia para processos industriais e dessalinização de água.

Ele citou o plano do presidente Joe Biden para colocar os Estados Unidos na liderança da inovação climática e de produção de energia limpa, financiando a aquisição e demonstração de tecnologias nucleares avançadas, incluindo pequenos reatores modulares (SMRs) e microrreatores para criar empregos bem remunerados e revigorar as economias locais. “Junto com outras tecnologias avançadas de reatores, incluindo projetos da Geração IV, os SMRs podem ser uma virada de jogo para os esforços de mudança climática”.

O ministro de Energia e Mudanças Climáticas do Reino Unido, Greg Hands, disse que a energia nuclear continua a ser uma importante fonte de energia limpa e confiável. É uma tecnologia que proporciona grandes volumes de energia em uma área pequena, ajudando a reduzir os custos do sistema e os níveis de emissões. Segundo ele, o Reino Unido acredita que a inovação nuclear desempenhará um papel importante no apoio à transição para a descarbonização e está pronto para colaborar com a comunidade global neste importante campo. “Mas, com a grande parte da frota nuclear existente se aposentando na próxima década, estamos tomando medidas para manter o lugar importante da energia nuclear em nossa matriz energética”, assegurou.

O diretor da China Atomic Energy Authority, Zhang Kejian, informou que em junho de 2021, havia 51 usinas nucleares em operação, com capacidade instalada de 49.569 GW e 17 em construção, com capacidade instalada de 18.616 GW. Estão sendo desenvolvidos projetos de reatores rápido SMRs, assim como pesquisas aplicadas ao uso de energia nuclear para aquecimento e produção de hidrogênio. Além disso, um dispositivo experimental de fusão de próxima geração, o China Tokamak HL-2M, atingiu sua primeira descarga, enquanto outra instalação de fusão, o Tokamak Experimental Supercondutor Avançado, recentemente atingiu a operação de plasma por 101 segundos.

Técnicas nucleares para enfrentar os desafios climáticos

Outra iniciativa da AIEA para a COP26 foi a publicação de um relatório em que mostra como as técnicas nucleares podem ajudar o mundo a se adaptar a um clima em mudança e se tornar mais resistente a eventos climáticos extremos. A publicação *Ciência e Tecnologia Nuclear para Adaptação e Resiliência ao Clima* oferece estudos de caso de projetos apoiados pela AIEA para a implantação de técnicas nucleares aplicadas à gestão sustentável da terra e da água, à agricultura inteligente para o clima, a sistemas de produção de alimentos, análise de emissões de gases de efeito estufa, proteção costeira e monitoramento das mudanças oceânicas.

Durante o período de 2012-2020, a AIEA ajudou 102 países e territórios a se adaptar aos impactos das mudanças climáticas por meio de 481 projetos de cooperação técnica direcionados, com desembolsos totais de aproximadamente 112 milhões de libras.

Mais de 70% dos projetos relacionados à adaptação ao clima da AIEA se concentram em práticas agrícolas inteligentes para o clima e na otimização da produção animal e agrícola. Isso inclui o desenvolvimento por meio da reprodução por mutação de novas variedades de culturas melhoradas, por exemplo, tomate e soja que podem prosperar sob condições ambientais variáveis, ter melhor desempenho em ambientes hostis ou resistir a novos patógenos. Técnicas nucleares podem ser usadas para suprimir insetos-praga, como moscas-das-frutas ou mosquitos, para combater o zika, dengue e outras doenças, bem como para monitorar a erosão do solo causada por, por exemplo, chuvas fortes. “O mundo está enfrentando uma emergência climática que está ameaçando a vida e os meios de subsistência das pessoas”, disse o diretor-geral da AIEA, Rafael Mariano Grossi no documento.



ROSATOM

A GLOBAL LEADER IN NUCLEAR TECHNOLOGIES

- Over 75 years of expertise
- The first nuclear power plant in the world: Obninsk, Moscow region, 1964
- Generation III+ VVER-1200 reactors meeting the highest safety standards
- #1 in the number of research reactors in operation
- #1 in simultaneous implementation of NPP projects: 35 power units in 12 countries
- #1 in uranium enrichment
- The world's only nuclear icebreaker fleet
- The world's only floating NPP Akademik Lomonosov

Inac 2021 discute a descarbonização

Menos Impacto do Carbono na Natureza e mais Qualidade de Vida é o tema da International Nuclear Atlantic Conference (Inac) 2021, que se realizará de 29 de novembro a 02 de dezembro, em formato virtual. Maior e mais tradicional evento de energia nuclear do Hemisfério Sul, a conferência é promovida pela Associação Brasileira de Energia Nuclear (Aben) e reúne o XXII Encontro de Física dos Reatores e Termohidráulica (XXII Enfir), o XV Encontro de Aplicações Nucleares (XV Enan), o VII Encontro da Indústria Nuclear (VII Enin), a IX edição da Junior Poster Technical Sessions (sessão de pôsteres para estudantes de graduação) e a X ExpoINAC.

“Buscamos trazer os temas mais importantes do setor nuclear para o nosso público. É muito importante que pesquisadores e estudantes de graduação e pós-graduação encontrem no evento subsídios para novas ideias, que inspirem novas linhas de pesquisa”, afirma a professora Helen Jamil Khoury, coordenadora do XV Enan. O primeiro Enan (na época um evento regional) foi realizado em Recife, em 1989, com cerca de 100 participantes, coordenado por Helen Khoury. “Desde então, temos observado, a cada evento, um crescimento considerável de números de trabalhos e de participantes”, diz a pesquisadora Margarida Hamada, que também atua na coordenação do evento. Segundo ela, o formato virtual possibilitou aumentar o número de mesas redondas e palestras de especialistas nacionais e internacionais.

Da programação, ela cita a mesa redonda “New Dosimetric Materials and their Applications” com palestras sobre as tendências e a evolução



tecnológica da dosimetria, que serão apresentadas renomados especialistas da área, como Anatoly Rosenfeld (University of Wollongong, Austrália), Eduardo Yukihara (Paul Sherrer Institute, Suíça) e Oswaldo Baffa (Universidade de São Paulo – USP). “A dosimetria desempenha um papel muito importante no controle de qualidade do processamento da radiação e auxilia a comprovar que o processo foi conduzido de forma controlada”, explica Margarida Hamada.

Na mesa redonda “New Trends in Radiation Processing”, destacam-se as presenças do representante da Agência Internacional da Energia Nuclear (AIEA), Bumso Han, que falará sobre o programa da Agência em processamento de radiação com foco em aplicações emergentes (preservação

Antônio Teixeira, coordenador do XXII Enfir



do patrimônio cultural, aplicação ambiental, incluindo a despoluição dos microplásticos nos oceanos e reciclagem de plásticos). Florent Kuntz da Aerial, França, abordará as tecnologias de processamento industrial baseadas em radiação e novos sistemas de dosimetria para diferentes condições de radiação e de materiais.

A palestra “Avaliação das taxas de erosão do solo usando isótopos radioativos naturais: O caso da Microbacia de Mato Frio, MG, Brasil” será apresentada por Alexander Esquivel, da Universidad Tecnológica de Panamá. Trata-se de um exemplo da aplicação da tecnologia nuclear para a preservação de meio ambiente.

Na palestra “Técnicas Nucleares/Atômicas na Indústria de Óleo e Gás”,

Helen Khoury, coordenadora do XV Enan





Bumso Han, da AIEA, falará sobre o programa da Agência em processamento de radiação com foco em aplicações emergentes

Antônio Teixeira, estão em desenvolvimento mais de 30 modelos de reatores, baseados em diferentes tecnologias, e em diferentes fases de produção. “Muitos ainda estão no projeto conceitual. Os mais avançados são o reator chinês ACP100 e o reator russo Brest-OD-Zero, que já estão em fase de detalhamento”, explica.

Dentro do objetivo de levar aos participantes as novas tecnologias em uso, o Enfir vai abordar também exemplos de reatores em construção, como é o caso do RMB. Outro tópico a ser abordado é o processo de licenciamento.

O cientista mexicano Javier Palacios, Presidente da seção latino-americana da American Nuclear Society, participará da mesa-redonda que abordará “O Futuro da Energia Nuclear na América Latina”, juntamente com o argentino Gabriel Barceló e o brasileiro Leonam Guimarães. A mesa será coordenada por Lorenzo Carrasco.

Segundo Leonam Guimarães, embora cada um desses países tenha necessidades particulares da energia nuclear, em função das características intrínsecas de seus sistemas elétricos, é preciso ampliar a cooperação entre suas empresas. Ele nota que há uma cooperação intensa entre os órgãos reguladores. A Cnen, no Brasil, a ARN argentina e o órgão regulador mexicano já fazem parte do Foro Iberoamericano de Reguladores Nucleares. “Precisamos estabelecer fortes laços de cooperação também entre as empresas de energia elétrica”, afirma.

a pesquisadora Carla Alves Marinho, do Centro de Pesquisas, Desenvolvimento e Inovação Leopoldo Américo Miguez de Mello – Cenpes, da Petrobrás falará do uso da radiação como ferramenta em estudos de produção e exploração de petróleo.

Na área de medicina nuclear, o Enan apresentará palestra sobre aplicações de inteligência artificial, a cargo do físico médico Marcos Medrado, e a mesa redonda sobre os desafios no desenvolvimento e uso de novos fármacos, com a participação de especialistas nacionais e internacionais.

O XXII Enfir abordará os temas Física de Reatores, Combustíveis e Segurança Nuclear. Uma das mesas redondas será dedicada aos combustíveis que estão sendo desenvolvidos para os novos reatores de potência, abordando as novas metodologias dos combustíveis tolerantes a acidentes. “Trata-se de um dos temas mais importantes da área nuclear atualmente,

sendo objeto de pesquisa em todo o mundo”, informa coordenador Antônio Teixeira.

Coordenadora da mesa redonda “Accident Tolerant Fuels”, a pesquisadora Claudia Giovedi explica que o principal alvo desses estudos e dos testes é o revestimento das varetas de combustível, que são revestidas com zircônio desde a década de 60. Estão em estudo três alternativas: o próprio zircônio revestido com outro material, como cromo; uma liga à base de ferro, cromo e alumínio e outro material de tecnologia disruptiva e mais complexo, como o carbeto de silício (material cerâmico + fibra). A primeira alternativa vem sendo testada em reatores comerciais de potência na forma de protótipos de elementos de combustível visando ao seu licenciamento.

Será realizada também mesa redonda dedicada aos reatores modulares de pequeno porte. Segundo

tecnaTom

Digital Twin

Serviços de monitoramento da condição

Monitoramento do rendimento

Mobilidade

Ferramentas de suporte à operação

Digitalização do trabalho

Eficiência

Tecnologias de simulação





Ipen retoma produção de radiofármacos

A produção de radiofármacos pelo Centro de Radiofarmácia do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), em São Paulo, que tinha sido interrompida entre 20 de setembro e 1º de outubro já está normalizada. A suspensão do fornecimento, causada pelo corte de verbas orçamentárias da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), ao qual o Instituto é vinculado, afetou dezenas de milhares de procedimentos médicos diários realizados em hospitais e clínicas de medicina nuclear. “Durante essa interrupção, diversos pacientes tiveram os seus procedimentos suspensos e muitos deles precisarão ser reagendados. Isso pode gerar uma fila de atendimento, que deverá levar alguns meses para ser cumprida”, diz o presidente da Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear (SBMN), George Coura.

Segundo ele, a situação afetou os exames de cintilografia, que utilizam o tecnécio-99, e tratamentos com radioisótopos, como é o caso do iodo radioativo, empregado no tratamento do câncer de tireóide. Já os exames de tomografia por emissão de pósitrons (PET/CT) não foram impactados, uma vez que esses equipamentos utilizam radiofármacos de meia vida curta (cujo decaimento é inferior a duas horas), produzidos pela iniciativa privada através de uma rede de ciclotrons em diversos pontos do país.

No dia 22 de setembro, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) liberou para o Ipen crédito emergencial de R\$ 19 milhões, verba, no entanto, suficiente para cobrir apenas duas semanas de produção. Em audiência pública na Câmara dos Deputados, o ministro Marcos Pontes alertou que uma nova paralisação poderia ocorrer, caso não fosse aprovada uma suplementação orçamentária, através do projeto de lei PLN 16/21, em tramitação no Congresso

A situação atual da medicina nuclear é calma, mas não confortável, pois muitos pacientes terão que esperar vaga para poderem realizar seus procedimentos.

George Coura,
presidente da SBMN

Nacional. Aprovado no dia de 7 outubro, o projeto abre crédito suplementar de R\$ 690 milhões para vários ministérios, sendo R\$ 63 milhões para a produção de radiofármacos. Outros R\$ 19 milhões foram destinados às instalações laboratoriais que dão suporte operacional às atividades de produção, prestação de serviços, desenvolvimento e pesquisa.

O ministro Marcos Pontes sugeriu que o Congresso aprove uma antiga reivindicação do Ipen, pela qual a receita obtida com a produção dos radiofármacos, seja reuplicada no próprio instituto – hoje, essa receita é recolhida para uma conta comum do Tesouro Nacional.

O presidente da SBMN define a situação atual da medicina nuclear calma, uma vez que o principal entrave à

produção dos radiofármacos, o déficit orçamentário, foi sanado para este ano. “No entanto, eu não diria que é confortável, porque muitos pacientes ainda terão que esperar por vagas para poderem realizar seus procedimentos cancelados durante o período de interrupção. Esse tempo de espera para os pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS) deve ser maior que na saúde suplementar”, constata.

A SBMN vem pleiteando a inclusão de três procedimentos no Rol da Agência Nacional de Saúde (ANS): o PET/CT com PSMA, para câncer de próstata, o PET/CT neurológico e o PET/CT cardiológico para pesquisa de viabilidade miocárdica. A entidade também solicitou a inclusão do procedimento de radioembolização com micro esferas para tratamento local de lesões cancerígenas no fígado. O tratamento já é realizado no Brasil, através de importação, mas não foi incluso no rol da ANS em função, principalmente, do seu alto custo.

Quebra do monopólio

No momento, tramita no Congresso Nacional o Projeto de Emenda Constitucional (PEC) 517/2010, de autoria do senador Álvaro Dias (Podemos-PR), com relatoria do deputado General Peternelli (PSP-SP), que quebra o monopólio estatal sobre a produção de radiofármacos. O projeto abre a possibilidade de que radiofármacos de meia vida superior a duas horas, como o tecnécio-99, com meia-vida de seis horas, e o iodo-123, com meia vida de 13,2 horas, também possam ser produzidos pela iniciativa privada, sob o regime de permissão. Hoje, sua produção é realizada pelos institutos da Cnen: Ipen, em São Paulo, Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), no Rio de Janeiro, Centro de (CRCN-NE), em Recife, e CDTN, em Goiânia. Já a iniciativa privada está autorizada pela Constituição a fabricar apenas radiofármacos de meia vida curta.

O presidente da SBMN vê um ambiente favorável à aprovação da PEC. “Depois de diversos anos estacionado, esse projeto voltou a tramitar e foram feitas diversas audiências públicas. No momento, as sinalizações emitidas por diversos setores da sociedade civil e órgãos do governo, como o MCTI, a Cnen e a Anvisa, são muito positivas”, disse. George Coura resalta que a PEC é autorizativa, ou seja, autoriza a iniciativa privada a participar do processo de produção dos radiofármacos. “Em nenhum momento ela desonera ou tira a possibilidade do Estado continuar produzindo através dos institutos da Cnen”, explica. Em sua opinião, o governo também deve continuar investindo na área, principalmente através da construção do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), que fornecerá os isótopos radioativos utilizados na produção de radiofármacos tanto para os institutos da Cnen quanto para a iniciativa privada.



Central Nuclear Embalse



Complejo Nuclear Atucha



Museu de Ciências Nucleares amplia atividades de divulgação da energia nuclear

O Museu de Ciências Nucleares está lançando o livro “Investigando as Aplicações da Radioatividade – Curiosidades sobre diferentes áreas de aplicação para inspirar professores e jovens pesquisadores”. Organizado por Helen Khoury e Denise Levy, o livro tem como autores, além das duas pesquisadoras, Ana Lúcia Villavicencio, Gian Sordi, Janete Gaburo Gonçalves, Valter Artur e Viviane Asfora. O lançamento faz parte das novas atividades programadas pelo Museu para o final de 2021 e 2022, como webinars para professores e exposições.

Inaugurado em maio de 2010, por iniciativa do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (DEN/UFPE), o Museu de Ciências Nucleares (MCN) é pioneiro no país na divulgação da energia nuclear e das suas aplicações, atuando como um espaço educativo-cultural destinado à difusão e popularização da ciência e das tecnologias associadas à área nuclear junto à sociedade brasileira e, em particular, na região nordeste.

A criação do MCN veio atender à demanda de estudantes e professores do ensino médio, que constantemente solicitavam esclarecimentos sobre temas relacionados com a área nuclear ao Grupo de Pesquisa em Instrumentação Nuclear e Dosimetria do DEN/UFPE. Segundo a coordenadora do Grupo, professora Helen Khoury, o espaço foi concebido para estimular a curiosidade sobre a área nuclear e para servir como uma ponte com a aprendizagem formal, “preenchendo uma grande lacuna pedagógica identificada no ensino do segundo grau que tem, como parte das suas discipli-



Helen Khoury e o diretor Geral da AIEA Rafael Grossi, durante sua visita ao MCN, em 2021

nas de física e química, tópicos que envolvem o estudo do átomo e sua estrutura, bem como dos princípios da radioatividade”.

A interatividade é a base das ações do Museu de Ciências Nucleares. Os princípios científicos embutidos nas réplicas do acervo exposto são abordados de forma interativa com o visitante atuando como agente ativo na construção da aprendizagem. Dentro da ideia do aprender fazendo são apresentados vários experimentos e jogos lúdicos abordando as aplicações das radiações ionizantes, bem como experimentos que permitem esclarecer os conceitos de irradiação externa e de contaminação com a radiação. “Estes materiais atuam como meios na prática educativa, complementando o conteúdo teórico desenvolvido nas escolas e participando como agentes de educação informal”, explica Helen Khoury.

Aberto ao público em geral, o Museu de Ciências Nucleares recebeu cerca de 40 mil pessoas desde a sua inauguração. Professores de ciências, biologia e química do ensino médio levam seus alunos para vivenciarem os experimentos expostos. Pesquisadores da área nuclear participando de congressos realizados em Recife também aproveitam a oportunidade de conhecer o Museu.

Além de receber visitantes e promover cursos, o MCN também realizou exposições externas, promoveu eventos itinerantes até mesmo fora do estado de Pernambuco e tem participado de eventos como a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, a Semana de Primavera dos Museus e Semana Nacional dos Museus. Dentre as atividades externas, o Museu organizou curso com palestras sobre técnicas nucleares na agricultura e exposição sobre radioatividade no Instituto

A criação do MCN veio atender a demanda de estudantes e professores do ensino médio, que solicitavam esclarecimentos sobre temas relacionados à área nuclear

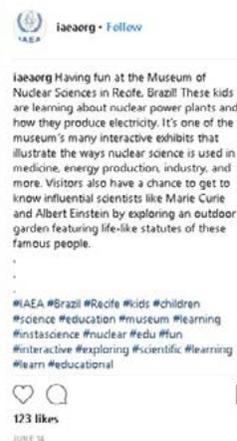
Federal de Tecnologia de Vitória (ES). Em 2019, durante a semana de Primavera dos Museus foi realizada uma capacitação para professores de Química e Matemática da Rede Estadual de Pernambuco, ministrada pela pesquisadora Denise Levy, que abordou a temática irradiação de alimentação com a palestra “A alimentação no Brasil e sua evolução através dos tempos”.

Outra atividade do Museu é a elaboração de painéis e maquetes relacionados com a aplicação da energia nuclear na agricultura, que demonstram o processo de irradiação de alimentos e de outros utilizados na indústria.

Na área acadêmica, o Museu contribuiu com a publicação de trabalhos em periódicos científicos e apresentação em congressos. Dentre eles, destaca-se “The Nuclear Energy Museum in Brazil: Creative Solutions to Transform Science Education into Meaningful Learning, de Denise Levy e Helen Khoury, apresentado na 19th International Conference on Learning Sciences and Technology Education (ICLSTE 2017) e publicado no International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering (Vol:11, No:1, 2017, pp66 a 69).

O Museu ocupa uma área de mil metros quadrados, com uma parte externa (jardim de entrada), duas salas de projeção que fazem parte do prédio do museu e uma sala de apoio. O projeto museográfico da parte interna procura compatibilizar em um mesmo espaço informações sobre geração de eletricidade, proteção radiológica, aplicações das radiações na medicina e na indústria. Maquetes duma central nuclear, vaso do reator nuclear e o elemento de combustível foram doados pela Eletronuclear e INB, respectivamente.

As paredes do jardim foram grafitadas com imagens que permitem o conhecimento da história da descoberta da radioatividade, há imagens de Marie Curie, Becquerel e Einstein permitindo ao visitante refletir sobre a área nuclear de uma forma lúdica.



A Agência Internacional de Energia Nuclear (AIEA) apoia o MCN com a divulgação no seu Instagram



INB inaugura 9ª cascata de enriquecimento de urânio



A Indústrias Nucleares do Brasil - INB inaugurou no dia 26 de novembro a nona cascata de enriquecimento Isotópico de Urânio da INB. O evento foi realizado na Fábrica de Combustível Nuclear (FCN), em Resende (RJ), com a participação do ministro de Minas e Energia, Bento Albuquerque, e de representantes da Marinha do Brasil, da Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), do Poder Executivo e Legislativo de Resende, entre outras instituições.

A nona cascata da Usina de Enriquecimento possibilitará que a INB possa atender 65% da demanda das recargas anuais de Angra 1, correspondendo a um acréscimo de cerca de 5% em relação à capacidade atual. O investimento para a construção dessa cascata foi de R\$ 54 milhões.

O ministro Bento Albuquerque destacou a importância do desenvolvimento da tecnologia de ultracentrifugas, que garante ao Brasil o domínio do ciclo do combustível nuclear. Ele enfatizou a importância da autoestima para a superação e concretização de realizações como a inauguração da 9ª cascata de enriquecimento de urânio da INB, ressaltando a importância da força de trabalho, dos colaboradores, conselhos fiscal e de administração nesse processo. "Vocês conseguiram isso superando desafios que já vêm de anos e também mais de 700 dias de pandemia. Isso a meu ver é motivo para orgulho e autoestima", afirmou. De acordo com o ministro, os brasileiros deveriam praticar mais a autoestima. "Recentemente, superamos a maior escassez hídrica que o País já vivenciou. Superamos

porque temos competência, sabemos estabelecer a correta governança e também estamos dando continuidade a todos estes programas. Se não tivéssemos a nossa energia nuclear, com a nossa matriz hoje composta por basicamente nove fontes, nós não teríamos superado esse desafio", disse o ministro.

Na ocasião, o presidente da INB, Carlos Freire, destacou a superação para descrever o processo de implantação da cascata de enriquecimento que, segundo ele, está sendo possível mesmo com a pandemia e restrições orçamentárias sofridas pela estatal. Ele destacou que a tecnologia de enriquecimento isotópico do urânio pelo processo da ultracentrifugação tem importância estratégica para o Brasil, por ser uma tecnologia de ponta, dominada por poucos países.

A implantação da Usina de Enriquecimento Isotópico de Urânio da FCN será realizada, de forma modular, em duas fases. A inauguração faz parte da primeira fase da implantação, com conclusão prevista 2023, com a entrada em operação da décima cascata, quando será atingida a capacidade de 70% da demanda anual necessária ao abastecimento de Angra 1. A segunda fase será composta por trinta cascatas. Quando estiver concluída, o Brasil passará à condição de autossuficiência de enriquecimento de urânio.

A tecnologia de enriquecimento do urânio pelo processo da ultracentrifugação foi desenvolvida no Brasil pelo Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), em parceria com o Ipen.

Fontes: INB e MME

ANSN será vinculada ao MME

O governo publicou o decreto 10.861, de 19 de novembro, que vincula a Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN) ao Ministério de Minas e Energia (MME). A autarquia irá regular, licenciar e fiscalizar todas as instalações nucleares no Brasil. Cabe à ANSN, entre outras atribuições, definir regras sobre segurança nuclear, proteção radiológica, segurança física das instalações nucleares e fontes de radiação no território nacional, nos termos da Política Nuclear Brasileira e diretrizes do governo federal.

Com a criação da ANSN, através de Medida Provisória publicada em 18 de maio e aprovada pelo Senado Federal em 21 de setembro, as competências

da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) foram desmembradas entre os dois órgãos. Cabe à ANSN a regulação, fiscalização e licenciamento e à Cnen, os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento do setor.

A criação da ANSN não implicará em aumento das despesas para o Estado, visto que as duas autarquias vão dividir orçamento, estrutura e pessoal atualmente previstos para a Cnen. A Comissão continua vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI).

A ANSN terá como órgão de deliberação máxima uma diretoria colegiada composta por três membros, sendo um diretor-presidente e dois diretores.

“A criação da ANSN é uma demanda de mais de três décadas. O objetivo é separar a pesquisa da regulação e, com isso, atender exigências de gestão e também obter mais celeridade nessas atividades”, afirmou o assessor especial de gestão estratégica do Ministério de Minas e Energia, Ney Zanella dos Santos. Segundo ele, “os setores de mineração, radiação de alimentos e de saúde (medicamentos e tratamentos) serão muito beneficiados com esse novo modelo de gestão, que segue os países desenvolvidos”.

Fonte: MME

CDTN vai fornecer radiofármaco fluoroestradiol (^{18}F)

O Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) obteve aprovação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para a comercialização do radiofármaco fluoroestradiol (^{18}F) - ^{18}FES , utilizado no diagnóstico do câncer de mama, em exames de PET/CT. O CDTN é a primeira instituição no país autorizada a produzir e comercializar o radiofármaco.

O ^{18}FES é um agente de diagnóstico radioativo análogo ao estrogênio (ou seja, possui estrutura química similar à do hormônio) e, portanto, é utilizado

para detectar tumores que expressam receptor de estrogênio, auxiliando a biópsia em pacientes com câncer de mama metastático ou recorrente. Também apresenta importante papel na caracterização desses receptores hormonais em lesões tumorais durante o estadiamento (processo para determinar a localização e a extensão do câncer presente no corpo), o que contribui para a estratégia de tratamento do paciente. Para Márcio Pereira, vice diretor do CDTN, “é nesse contexto, do estadiamento e da avaliação da abordagem terapêutica, que se insere a importância do fluoroestradiol (^{18}F)”.

De acordo com Marina Bicalho Silveira, chefe substituta do Serviço de Radiofármacos e Coordenadora do Controle de Qualidade da UPPR, “o fluoroestradiol (^{18}F) poderá ser comercializado em todo o Brasil, para as clínicas e hospitais que possuem licença da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen). Outra exigência da Anvisa é que o radiofármaco seja produzido mediante prescrição por profissional legalmente habilitado para cada paciente”.

Fonte: CDTN

CTMSP e Ipen firmam parceria para operação do reator IEA-R1

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) entre o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) firmaram um Acordo de Parceria que objetiva capacitar recursos humanos da Marinha para a operação prolongada do reator de pesquisa IEA-R1 do Ipen. O IEA-R1 pode ser utilizado para várias finalidades, com destaque para a produção de radioisótopos para uso em medicina nuclear.

Para o CTMSP, o Acordo de Parceria irá propiciar o aumento da capacitação da Marinha no setor nuclear, conforme estabelecido na Política e na Estratégia Nacionais de Defesa. Os militares do Centro Industrial Nuclear de Aramar (Cina), organização militar subordinada ao CTMSP, não estarão somente se qualificando para operar o IEA-R1. Este processo trará a experiência necessária para a operação do Labgene, que é o protótipo em escala 1:1 da planta de propulsão do futuro submarino nuclear brasileiro (SN-BR), bem como para a operação e utilização do futuro Reator Multipropósito Brasileiro (RMB).

Fontes: Ipen e Defesa Aérea & Naval

Simulador de tireoide com impressão 3D beneficia trabalhadores da medicina nuclear

Desenvolvimento de um novo simulador de tireoide utilizando tecnologia de impressão 3D foi o título da pesquisa de mestrado de Tayrine Moratelli, sob orientação de Bernardo Dantas, no programa de Pós-Graduação em Radioproteção e Dosimetria do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD). O trabalho, defendido no último dia 9 de setembro, tem grande importância para trabalhadores da medicina nuclear que lidam com iodo-131, e precisam ser monitorados, por obrigatoriedade de norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) e parte do programa de proteção radiológica da instalação.

O iodo-131 é um dos mais utilizados elementos radioativos para medicina nuclear e tem aplicação na terapia e no diagnóstico do hipertireoidismo e câncer de tireoide, entre outras patologias. Trata-se de um elemento volátil e poucos laboratórios no país têm condições de realizar a monitoração interna dos trabalhadores, com equipes e profissionais qualificados para tal função.

A pesquisa desenvolvida pelo Laboratório de Monitoração *In Vivo* do IRD (Labmiv/IRD) comprovou ser uma alter-

nativa viável a monitoração dos trabalhadores nos próprios serviços de medicina nuclear, utilizando equipamentos disponíveis no local: gama-câmara, sonda de captação e monitor de contaminação superficial. Foram testados materiais tecido-equivalentes com maior potencial para a produção do simulador de tireoide via impressão 3D, além de verificadas as curvas de atenuação da radiação dos materiais empregados. “As tecnologias de impressão 3D se mostraram suficientemente realistas e detalhadas, utilizando materiais tecido-equivalentes artificiais ou naturais com propriedades físico-químicas semelhantes aos tecidos vivos que se pretende simular”, explica a pesquisadora Tayrine Moratelli.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi assinado um Termo de Cooperação Técnica entre o IRD e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai-RJ). Os protótipos obtidos mostraram a viabilidade de uma impressão final do simulador feminino em escala real que pode ser encaixado no simulador de pescoço de polietileno produzido na oficina mecânica do IRD, para compor o conjunto do simulador de tireoide-pescoço.

Fonte: IRD

Pele de tilápia tem nova aplicação

A pele de tilápia, que vem sendo usada com sucesso no tratamento de queimaduras, está auxiliando na recuperação cirúrgica de crianças nascidas com deformidades craniofaciais e sindactilia, anormalidade embriológica que ocasiona a junção de três ou mais dedos das mãos ou dos pés, chamada Síndrome de Apert. A iniciativa é fruto de um projeto de cooperação entre pesquisadores da Universidade Federal do Ceará (UFC) e o Hospital Sobrapar – Crânio e Face, instituição privada de natureza filantrópica de Campinas, São Paulo. Já foram realizadas três cirurgias nas duas mãos de três crianças previamente selecionadas, utilizando peles de tilápia liofilizadas, que são irradiadas no Instituto de Pesquisas Energéticas (Ipen). O projeto de parceria prevê a realização de 10 procedimentos.

Segundo o cirurgião Edmar Maciel, coordenador geral da Pesquisa da Pele de Tilápia, no tratamento convencional as crianças são submetidas a várias cirurgias e curativos, que causam desconforto, dores e mais trabalho para a equipe na troca de uma quantidade maior de curativos. Além disso, “o resultado da auto enxertia pode não ser satisfatório, especialmente nas mãos tipo III (as mais graves), devido às más condições da área receptora, o que acaba aumentando os custos do tratamento”.

Com a utilização da pele de tilápia, ele destaca os seguintes resultados: redução do tempo cirúrgico, ausência

de cicatriz inestética no abdômen, menor morbidade, excelente leito receptor para enxertia, redução em 50% no número de curativos, alívio da dor nos curativos, redução nos custos do tratamento e boa pega do enxerto após a última cirurgia.

A Pesquisa da Pele de Tilápia conta com mais de 290 colaboradores/pesquisadores; está presente em oito países (EUA, Alemanha, Holanda, Colômbia, Guatemala, Argentina e Equador), além de nove estados brasileiros (CE, SP, RJ, GO, PR, PE, MG e RS, BA); foi destaque em quatro séries internacionais (Grey's Anatomy, The Good Doctor, The Residente e Vampiros); participou de duas parcerias de pesquisa com a agência espacial norte-americana (Nasa), que enviou amostras do produto ao espaço, para estudos em ambiente sem gravidade; além das 19 premiações científicas em primeiro lugar, foi objeto de mais de 26 artigos em publicações nacionais e internacionais.

São parceiros da Pesquisa a Bomar Pescados, fornecedor das peles do peixe; a Biotec Soluções, no apoio à pesquisa e produção da pele liofilizada; o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), responsável pela irradiação das peles; e a Latam, no transporte das peles e da equipe para missões e projetos.

Fontes: Pesquisa da Pele de Tilápia e Hospital Sobrapar

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) trabalha para que os benefícios da tecnologia nuclear cheguem a um número cada vez maior de brasileiros, sempre com foco na segurança de pessoas, do meio ambiente e da operação dos materiais e equipamentos radioativos e nucleares. Para isso, realiza pesquisa, desenvolvimento e formação especializada nas aplicações de técnicas nucleares e também o controle e licenciamento do uso da energia nuclear no Brasil.

Reator Multipropósito Brasileiro

O RMB é um empreendimento da CNEN localizado em Iperó (SP) com a função principal de fabricar radioisótopos: base de radiofármacos usados na Medicina Nuclear e de fontes radioativas usadas em outras áreas. O RMB também será utilizado em testes de irradiação de combustíveis nucleares e materiais estruturais de reatores de potência e para pesquisas científicas com feixes de nêutrons.



Pesquisa e Desenvolvimento

Institutos e laboratórios da CNEN atuam continuamente na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias nucleares e correlatas, de forma a inovar em suas diversas áreas de aplicação. Entre as realizações recentes da Comissão, destacam-se a parceria CNEN/IPEN - USP/POLI para estruturação do segundo curso de graduação em engenharia nuclear do Brasil e prosseguimento de importantes projetos, como a criação do Laboratório de Fusão Nuclear (LFN) e do Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental (CENTENA), que abrigará rejeitos radioativos de baixa e média atividades.



Pós-graduação

A CNEN investe em formação especializada para a área nuclear e correlatas. De 2009 a 2021, foram formados cerca de 2.280 mestres e doutores nos programas de pós-graduação dos institutos da CNEN.



Grandes eventos

Desde 2007, a CNEN atua na segurança nuclear e radiológica de grandes eventos realizados no Brasil. Neste período, esteve presente em relevantes acontecimentos esportivos e de outras áreas, como os Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio 2016. Em 2019, atuou na posse do Presidente da República e também na Copa América.



Radiofármacos

A produção de radiofármacos dos institutos da CNEN possibilita realizar aproximadamente dois milhões de procedimentos médicos anuais nos cerca de 450 Serviços de Medicina Nuclear em operação no Brasil e licenciados pela Comissão.

Licenciamento e controle

A CNEN licencia e controla aplicações da energia nuclear no Brasil. Em 2021, cerca de 3.520 instalações nucleares e radiativas estiveram submetidas a ações de licenciamento e controle da CNEN no País. Além disso, foram realizadas ações de controle de material nuclear, proteção física de instalações, gerência de rejeitos radioativos, controle de transporte de material radioativo e a fiscalização do comércio de materiais e minérios de interesse para a área nuclear.

ANGRA 3 VAI ACENDER O FUTURO



As usinas Angra 1 e Angra 2 da Eletronuclear produzem parte da eletricidade que chega até a sua casa. E Angra 3 está vindo aí. É mais energia para abastecer o Brasil!


Eletronuclear
Eletronuclear

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

 PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL



Saiba muito mais em:
eletronuclear.gov.br/energiadofuturo


eletronuclear