



**5<sup>a</sup>**

**CONFERÊNCIA  
NACIONAL DE**

**CT&I**

**SUBSÍDIOS À ESTRATÉGIA  
BRASILEIRA PARA O SETOR NUCLEAR**

Síntese



## SUBSÍDIOS À ESTRATÉGIA BRASILEIRA PARA O SETOR NUCLEAR

### Síntese

#### APRESENTAÇÃO

A Conferência Temática de Ciência e Tecnologia Nuclear, realizada no Auditório Carneiro Felipe da CNEN em março de 2024, foi um marco importante para o planejamento dos projetos e atividades nucleares no Brasil. Reuniu especialistas para discutir avanços, desafios e perspectivas futuras. O evento integrou a preparação para a V Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (V CNCTI), que visa propor recomendações para a nova Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2024-2030.

Os temas centrais abordaram a reindustrialização, inovação, projetos estratégicos e desenvolvimento social, com o setor nuclear contribuindo transversalmente para esses eixos. O evento foi organizado pela Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da CNEN e envolveu a participação ativa de diversos atores do setor nuclear.

Este material traz uma versão resumida dos principais temas debatidos durante a Conferência Temática Nuclear.

#### SUBTEMA 1: PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO

##### MESA TEMA 1: Mecanismos de transferência tecnológica, Inovação e Empreendedorismo

A primeira sessão da Conferência Temática tratou do Eixo Estruturante II da ENCTI, focando na reindustrialização e inovação nas empresas. Foi destacada a necessidade de revitalizar o setor industrial brasileiro com tecnologias

avanzadas e práticas sustentáveis. No contexto nuclear, discutiram-se mecanismos de apoio ao desenvolvimento tecnológico e inovação, a expansão de complexos industriais tecnológicos, e a ampliação de colaborações entre instituições de ciência e tecnologia (ICT) e empresas.

A implementação da inovação na área nuclear enfrenta desafios como resistência organizacional, barreiras burocráticas, e limitações de recursos. É essencial promover uma cultura de inovação, encorajando experimentação e aprendizado com erros, além de incentivar a colaboração e diversidade de pensamento.

A importância do Marco Legal de C&T, que facilita parcerias e a utilização plena de instrumentos como acordos de P&D, serviços técnicos especializados e contratos de transferência de tecnologia, foi enfatizada. Estes instrumentos promovem a interação entre ICTs e empresas, aumentando a competitividade e inovação no setor nuclear.

A criação de ambientes promotores de inovação, incluindo startups e spin-offs, foi destacada como fundamental para atrair jovens talentos e fomentar o empreendedorismo tecnológico. Melhorar o uso de fundações de apoio e estabelecer políticas de P&D e gestão do conhecimento também são cruciais.

A estrutura dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT) precisa ser fortalecida para melhorar a gestão de contratos e parcerias. Foi sugerida a criação de carreiras específicas para gestores de inovação e a necessidade de um ecossistema industrial robusto para a transferência de tecnologia e inovação contínua.

Por fim, foi defendido um planejamento de longo prazo para a área nuclear, integrando um Programa Nuclear Brasileiro (PrNB) com metas claras e alocação adequada de recursos, além de maior compreensão política sobre a importância estratégica do setor nuclear para o desenvolvimento nacional.

##### MESA TEMA 2: Instrumentos de fomento, Cooperações nacionais e internacionais

Essa mesa tema discutiu a ampliação dos investimentos em P&D nuclear no Brasil, destacando a necessidade de otimizar mecanismos de cooperação nacionais e internacionais, superar desafios na transferência de tecnologia e fomentar o empreendedorismo no setor. Ressaltou-se a importância de direcionar os projetos de P&D para resolver grandes problemas nacionais e globais.

Foram discutidas as altas demandas financeiras e regulatórias do setor nuclear, propondo soluções como diversificação de fontes de financiamento, benefícios fiscais e criação de fundos específicos. A necessidade de modernização da infraestrutura de pesquisa nuclear foi enfatizada, mencionando possibilidade de investimentos públicos recentes e futuros por parte da FINEP.

A mesa também abordou a importância de fortalecer colaborações entre universidades, centros de pesquisa e empresas, superando barreiras burocráticas que dificultam parcerias. A criação de centros de excelência, consórcios e maior participação em redes de pesquisa foi sugerida para fortalecer a capacidade científica e inovadora do setor nuclear. Incentivos fiscais e mecanismos de garantia de risco foram mencionados como essenciais para atrair investimentos privados, reduzindo os custos de capital dos projetos nucleares. Foi sugerida a criação de uma unidade Embrapii na CNEN.

A cooperação internacional foi destacada como vital, aproveitando programas existentes para financiamento e apoio técnico. Foi mencionada a elaboração de um novo Country Programme Framework (CPF) com a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) para 2024, alinhando-se com padrões internacionais para facilitar a cooperação técnica e comercial. Programas de internacionalização têm avançado na cooperação científica e tecnológica, permitindo intercâmbios e contato com pesquisas e tecnologias de ponta.

#### INICIATIVAS PROPOSTAS

Elaborar de forma participativa o Programa Nuclear Brasileiro
Difundir a cultura da inovação no setor nuclear
Utilizar em sua plenitude os instrumentos de apoio à inovação
Estimular a inovação no setor privado nuclear
Intensificar a cooperação nacional e internacional
Fomentar o empreendedorismo, a criação de startups e outros spin-offs
Formar redes de pesquisa para enfrentamento dos problemas nacionais e globais
Consolidar a implementação de uma Unidade Embrapii no setor nuclear
Modernizar a infraestrutura de P&D nas ICT nucleares
Estruturar os NIT para ampliar o apoio a Inovação
Otimizar o uso de Fundação de Apoio

#### SUBTEMA 2: USOS SOCIOECONÔMICOS DA TECNOLOGIA NUCLEAR

##### MESA TEMA 1: Geração de energia, SMR, Fusão nuclear

A sessão abordou primeiramente o uso da energia nuclear como uma opção com baixa pegada de carbono, capaz de fornecer eletricidade contínua, diferentemente das fontes renováveis intermitentes. No Brasil, a energia nuclear desempenha um papel importante na matriz energética, com as usinas Angra 1 e Angra 2, e a construção de Angra 3. Apesar de representarem apenas 3% da produção de eletricidade, essas usinas são cruciais para a diversificação e segurança energética.

Um dos principais desafios destacados foi o alto custo de investimento para novas usinas, demandando recursos significativos e longos períodos de planejamento. Melhorias tecnológicas, como combustíveis nucleares avançados e sistemas de monitoramento de última geração, são áreas promissoras para aumentar a eficiência e segurança das usinas. A obsolescência das usinas existentes também requer investimentos contínuos para manutenção e modernização, como observado na extensão da vida útil de Angra 1.

A gestão segura dos resíduos radioativos é outra preocupação, destacando a necessidade de projetos de P&D para



técnicas de gerenciamento e armazenamento adequados. Os Small Modular Reactors (SMR) também foram enfatizados, apresentando vantagens como maior flexibilidade, segurança e menores custos, além de permitir a descentralização da produção de energia para regiões remotas.

A fusão nuclear foi discutida como uma futura fonte de energia limpa e inesgotável, com o Brasil precisando estabelecer um Programa Nacional de Fusão Nuclear robusto. A instalação do Laboratório de Fusão Nuclear (LFN) e a formação de uma Rede Nacional de Fusão (RNF) são passos essenciais para alcançar essa meta.

A cooperação internacional com a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), é vital para o avanço tecnológico e regulatório. O desenvolvimento de baterias nucleares e a aplicação da energia nuclear no espaço também foram mencionados como áreas emergentes.

#### **MESA TEMA 2: Indústria, Saúde, Agronegócio, Meio ambiente, Cultura**

A sessão destacou o uso ampliado da energia nuclear no Brasil, além da geração de energia elétrica, enfatizando suas aplicações socioeconômicas na saúde, agronegócio, indústria, meio ambiente e cultura. Foi discutida a importância de aumentar investimentos em P,D&I, fortalecer a cooperação nacional e internacional, e manter um diálogo aberto com a sociedade para acelerar esses avanços.

Na área da saúde, a energia nuclear é crucial no diagnóstico e tratamento de doenças. A democratização do acesso a esses procedimentos e a incorporação de novos radiofármacos no SUS são desafios importantes. O desenvolvimento de novos radiofármacos pode melhorar tratamentos para diversas doenças, com potencial para diagnósticos mais precisos e terapias personalizadas.

Na indústria, as aplicações da radiação ionizante incluem ensaios não-destrutivos, modificação de materiais poliméricos, preservação e desinfestação de alimentos, esterilização de produtos médicos, entre outras. A irradiação de alimentos, por exemplo, contribui para a segurança alimentar e pode auxiliar nas exportações brasileiras, com potencial para a instalação de uma planta piloto de irradiação.

No meio ambiente, a energia nuclear é utilizada, por exemplo, para datação de sedimentos, tratamento de efluentes industriais e reciclagem de plásticos. A gestão de resíduos radioativos, especialmente NORM, é um desafio que requer avanços em P,D&I.

No campo da cultura, a radiação gama preserva o patrimônio histórico, esterilizando e desinfetando obras de arte e acervos bibliográficos. Investimentos em P&D são necessários para aprimorar essa técnica.

Por fim, a sessão reforçou a necessidade de modernização da infraestrutura existente e a criação de políticas para fomentar o desenvolvimento das aplicações nucleares, visando benefícios socioeconômicos amplos e sustentáveis.

INICIATIVAS PROPOSTAS
Apoiar os estudos sobre a conclusão da Usina de Angra 3
Investir no desenvolvimento da cadeia de suprimentos para SMR
Reestruturar a Rede Nacional de Fusão Nuclear, consolidar o Programa Nacional de Fusão Nuclear e Implantar o Laboratório de Fusão Nuclear (LFN)
Modernizar instalações públicas produtoras de radioisótopos e radiofármacos
Investir em P,D&I em novos radiofármacos
Elaborar um Plano de Expansão da Medicina Nuclear no Brasil
Viabilizar a construção de uma planta piloto para irradiação de alimentos
Intensificar os esforços de P,D&I nos usos socioeconômicos da energia nuclear

### **SUBTEMA 3: PROGRAMAS E PROJETOS ESTRATÉGICOS NACIONAIS**

#### **MESA TEMA 1: Ciclo do combustível e Minerais estratégicos**

A sessão discutiu os desafios e oportunidades em P&D relacionados ao ciclo do combustível nuclear e à exploração de minerais estratégicos no Brasil. O país destaca-se globalmente por suas vastas reservas de urânio e pela capacidade de completar o ciclo do combustível nuclear, desde a extração até a operação de usinas nucleares. Atualmente, a INB depende de serviços externos para a conversão do urânio, mas planeja construir a Usina de Conversão (USICON) em Resende-RJ para nacionalizar essa etapa, reduzindo custos e dependência externa.

A extração de urânio no Brasil é limitada, com apenas uma

unidade em operação e o Projeto Santa Quitéria-CE em desenvolvimento, que visa atender as usinas de Angra e potencialmente exportar urânio. Avanços tecnológicos no projeto de Santa Quitéria reduziram o consumo de água e eliminaram o uso de barragens de rejeitos, destacando a importância de práticas industriais mais sustentáveis.

A legislação ambiental brasileira é um ponto de debate, com a necessidade de conciliar a aceleração do licenciamento ambiental com a adoção de práticas de mineração sustentáveis. A implementação de tecnologias de eficiência energética e o uso de fontes de energia renovável são essenciais para minimizar impactos ambientais.

No contexto global, a demanda por minerais estratégicos, como lítio e terras raras, continua a crescer, e o Brasil tem potencial para explorar essas reservas. É crucial desenvolver a capacidade de processamento desses minerais para agregar valor e garantir independência tecnológica. O projeto GraNioTer, financiado pela FINEP e sediado no CDTN, busca promover o desenvolvimento de materiais avançados e minerais estratégicos, visando reduzir o fosso tecnológico entre a indústria brasileira e a competição internacional.

#### **MESA TEMA 2: RMB, CENTENA, LABGENE, PROSUB**

A sessão abordou os grandes projetos estruturantes do Setor Nuclear do Brasil, alinhados ao Eixo Estruturante III da ENCTI. Esses projetos, coordenados pela CNEN e pela Marinha do Brasil, são fundamentais para o desenvolvimento do setor nuclear brasileiro, proporcionando autossuficiência, inovação tecnológica e crescimento econômico.

**Reator Multipropósito Brasileiro (RMB):** Iniciado em 2008, o Empreendimento do RMB visa produzir radioisótopos para a medicina nuclear, atualmente dependentes de importação e fornecerá também radioisótopos essenciais para outras aplicações. Incluído no Novo Plano de Aceleração do Crescimento, receberá R\$ 1 bilhão até 2026. O Empreendimento do RMB também apoiará testes de materiais para reatores, pesquisas científicas, e formação de técnicos. Estima-se a conclusão para 2029, com uma vida útil de 50 anos, que poderá ser estendida por mais 20 anos.

**CENTENA:** O projeto CENTENA visa estabelecer um Centro para o armazenamento definitivo de rejeitos radioa-

tivos de baixo e médio nível. Além de armazenamento, o Centro realizará pesquisas e treinamentos. Operacional em 2029, funcionará por 60 anos, com vigilância adicional de 300 anos. O sucesso do CENTENA depende, dentre outros fatores, da comunicação pública eficaz, essencial para a aceitação da energia nuclear.

**PROSUB/LABGENE:** O Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) da Marinha envolve submarinos com propulsão nuclear e diesel. O LABGENE, parte do PROSUB, simulará a operação dos sistemas de propulsão nuclear. Parcerias com instituições de pesquisa e universidades são cruciais para o desenvolvimento de componentes e a capacitação da força de trabalho. O projeto enfrenta desafios na obtenção de materiais e no licenciamento internacional, mas promete avanços industriais, científicos e tecnológicos.

INICIATIVAS PROPOSTAS
Concentrar esforços na gestão dos Projetos Estratégicos
Garantir fluxo de recursos financeiros nos próximos anos para conclusão dos Projetos Estratégicos
Desenvolver tecnologia nacional para dar suporte aos Projetos Estratégicos
Garantir o ingresso de técnicos para a implantação, as pesquisas, a gestão e operação dos grandes empreendimentos do setor
Fortalecer os estudos de prospecção de urânio no Brasil
Promover o adensamento tecnológico das cadeias produtivas baseadas em materiais avançados e minerais estratégicos
Conciliar a aceleração do processo de licenciamento ambiental com a adoção de práticas de mineração sustentáveis
Consolidar o domínio do ciclo completo do combustível nuclear, nacionalizando a etapa de conversão



## SUBTEMA 4: ENSINO, FORMAÇÃO ESPECIALIZADA, MERCADO DE TRABALHO E COMUNICAÇÃO PÚBLICA

### MESA TEMA 1: Mecanismos de formação, Empregabilidade e Jovens lideranças

A Conferência Temática Nuclear destacou a importância da disseminação do conhecimento sobre energia nuclear, desde o ensino fundamental até a pós-graduação. Investir em educação é crucial para preparar futuras gerações para os desafios e oportunidades tecnológicas, promovendo o uso responsável e sustentável da energia nuclear.

Um desafio significativo é a lacuna no conhecimento dos professores de educação básica sobre energia nuclear. Propôs-se ao MEC e coordenadores de cursos de licenciatura uma iniciativa para dinamizar as competências da BNCC, preparando melhor os docentes para ensinar sobre energia nuclear. Além disso, a escassez de professores qualificados limita a oferta de cursos especializados, necessitando políticas de capacitação e reposição de profissionais devido às aposentadorias.

Nos programas de pós-graduação, é essencial manter os currículos atualizados com avanços tecnológicos e regulatórios, incluindo temas emergentes como SMR, fusão nuclear e novas aplicações médicas. A colaboração entre instituições de ensino e o setor produtivo deve garantir que os currículos reflitam as tendências do mercado e incluam projetos práticos e estudos de caso reais.

A cooperação internacional e a oferta de programas de dupla titulação com universidades estrangeiras são fundamentais para a formação de recursos humanos. Também é importante a formação contínua de profissionais com treinamentos e certificações específicas, como para operadores de reator e supervisores de proteção radiológica.

Para atrair jovens para a carreira nuclear, é necessário divulgar as oportunidades da área, oferecer visitas técnicas e estágios, e aumentar o número e valor das bolsas de estudo. Promover a inclusão de mulheres na ciência nuclear e realizar levantamentos detalhados sobre a empregabilidade dos egressos também são ações prioritárias.

Por fim, a gestão do conhecimento é vital para garantir a continuidade e segurança das operações nucleares, evitando a perda de expertise e promovendo a transferência

de conhecimento entre gerações. Investir na formação especializada em energia nuclear é estratégico para o desenvolvimento econômico e social do país.

### MESA TEMA 2 Percepção pública

A mesa discutiu a percepção pública da energia nuclear, frequentemente associada a aspectos negativos, gerando desconfiança. A comunicação deve conscientizar, fornecendo informações claras sobre aspectos técnicos, ambientais e sociais para mitigar preocupações e fomentar um diálogo bem embasado.

Foi destacada a necessidade de maior transparência e engajamento das autoridades e empresas do setor nuclear. A mídia deve evitar sensacionalismo e promover cobertura equilibrada. Parcerias com mídias convencionais podem aumentar a visibilidade dos avanços científicos e tecnológicos. A comunicação deve explorar diversos canais, incluindo redes sociais, e envolver especialistas em comunicação científica para traduzir descobertas complexas em linguagem acessível.

Eventos e debates públicos são cruciais para promover um diálogo inclusivo, demonstrando as aplicações da energia nuclear. A participação de especialistas independentes e instituições de ensino pode aumentar a credibilidade das informações. A comunicação eficiente e a articulação política são essenciais, como exemplificado pelo Plano de Comunicação Social para o Setor Nuclear Brasileiro e a formação da Rede de Comunicação Social do Setor Nuclear.

O letramento científico é vital, começando na educação básica para despertar o interesse pela ciência. A pesquisa deve ser incorporada cedo na vida das pessoas, desmistificando a necessidade de títulos formais para engajamento científico. A ENCTI 2024-2030 deve focar na educação científica e inovação para o desenvolvimento social.

Investir em espaços científicos e culturais é importante para a popularização da ciência. Universidades e ICT nucleares devem intensificar atividades de difusão científica. Participar de feiras de ciência e eventos como a ExpoC&T e a Semana Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação é essencial para a difusão do conhecimento nuclear. Uma estratégia abrangente de comunicação deve ser adotada para educar e conscientizar a sociedade sobre os benefícios da energia nuclear.

## INICIATIVAS PROPOSTAS

Investir na formação pedagógica de professores do Ensino Fundamental e Médio para melhor abordagem da ciência nuclear em sala de aula

Elaborar estudo com os egressos dos cursos de graduação e pós-graduação na área nuclear para conhecer melhor o mercado de trabalho que atuam

Atualizar os currículos dos cursos de graduação e pós-graduação para que incorporem tecnologias emergentes e sejam orientados às necessidades do mercado de trabalho

Ampliar a cooperação internacional para formação especializada no setor nuclear

Buscar a ampliação do número de bolsas e os respectivos valores como forma de atrair os jovens para se qualificarem no setor nuclear, inclusive envolvendo empresas na oferta de bolsas

Adotar políticas afirmativas como forma de redução da desigualdade de gênero

Atuar de forma ativa e engajada nas redes sociais e adequar a linguagem para que seja mais acessível

Ampliar a oferta e o alcance de eventos como workshops educacionais, palestras em escolas e universidades, olimpíadas nucleares, bem como o desenvolvimento de materiais educativos acessíveis ao público em geral

Melhorar a infraestrutura e a divulgação dos espaços de popularização da ciência na área nuclear

Fortalecer as ações da Rede de Comunicação do Setor Nuclear

Revisar o Plano de Comunicação Social do Setor Nuclear

Adotar iniciativas de implantação de gestão do conhecimento nas organizações do setor nuclear

Envidar esforços para garantir a realização de concurso público para as instituições do setor

Estabelecer parcerias com as grandes mídias convencionais, visando a divulgação de notícias, desenvolvimentos e avanços no setor nuclear

Promover uma comunicação integrada voltada para a formação de consciência cidadã sobre a energia nuclear

## CONCLUSÃO

A Conferência Temática de Ciência e Tecnologia Nuclear foi uma de discutir abertamente os desafios e oportunidades no setor nuclear brasileiro. Foi destacado que o setor nuclear está diante de uma grande oportunidade que o país precisa aproveitar melhor. Embora os desafios sejam enormes, é possível superá-los com um esforço coordenado entre os diversos atores da área.

A tecnologia nuclear tem passado por ciclos de expansão e retração ao longo da história. Atualmente, a missão



de todos os envolvidos é garantir que o ciclo virtuoso de desenvolvimento nacional seja plenamente aproveitado. Para isso, é essencial gestão eficiente, recursos financeiros adequados e, crucialmente, a reposição urgente dos servidores públicos na área nuclear, garantindo que haja recursos humanos qualificados para atender às demandas do setor.

Este documento servirá não só como referência para nortear a participação dos representantes do setor na 5a CNCTI, mas também como base para a atualização da Política Nuclear Brasileira e para a elaboração de um Programa Nuclear Brasileiro.

ACESSE A VERSÃO COMPLETA  
DO DOCUMENTO NO QR CODE ABAIXO:





MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

