

A indústria nuclear entra em nova era de desenvolvimento sem precedentes, motivada sobretudo pela prevista escassez de combustíveis fósseis e pela necessidade de controle da emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, que causa o aquecimento global. Mesmo alguns antigos e ferrenhos opositores da energia nuclear, como Patrick Moore, co-fundador do Movimento Greenpeace, mudaram de opinião e agora defendem seu uso, "porque a energia nuclear é a única fonte de potência que não emite gases do efeito estufa e que pode substituir os combustíveis fósseis eficazmente, atendendo a crescente demanda energética mundial". De fato, as 443 plantas nucleares hoje em operação no mundo evitam a emissão de 3 bilhões de toneladas de CO₂ para a atmosfera, caso fossem usinas termoeletricas convencionais, o que equivale ao emitido pela exaustão de mais de 428 milhões de automóveis, aproximadamente.

A importância da energia nuclear fica realçada quando se considera a situação chinesa. Em 2005, a China detinha 508 GW de potência elétrica instalada, quase seis vezes maior que a introduzida no Brasil. No entanto, enquanto em nosso país cerca de 79% dessa potência são produzidos por usinas hidroelétricas, na China quase o mesmo percentual é produzido pela queima de combustíveis fósseis, principalmente o carvão. Isso faz com que a China seja hoje o segundo maior emissor de gases do efeito estufa, vindo logo após dos EUA. Consciente desse problema, e pressionado pela necessidade de maior oferta de energia, o Governo chinês planeja passar dos atuais 7,6 GW de potência elétrica gerada por usinas nucleares para 40 GW, em 2020, o que equivale aproximadamente a colocar em operação duas usinas Angra II por ano, até 2020.

Outros países também estão considerando a instalação de novas usinas nucleares ou a

Galvão na AIEA

Ricardo Galvão, diretor do CBPF, é o novo membro (até 2011) do Conselho Internacional de Pesquisa em Fusão (IFRC, sigla em inglês) da Agência Internacional de Energia Atômica, a convite do diretor-geral da AIEA, Mohamed ElBaradei, Nobel da Paz de 2005.

Formado por 13 países membros, o órgão foi criado para discutir ações globais visando ao fomento da pesquisa em fusão nuclear. Antes de Galvão, outro brasileiro integrava o IFRC: o físico Ivan Nascimento, do Lab. de Física de Plasmas da USP.

Vem aí o Projeto Neutrinos Angra

Ricardo Galvão *

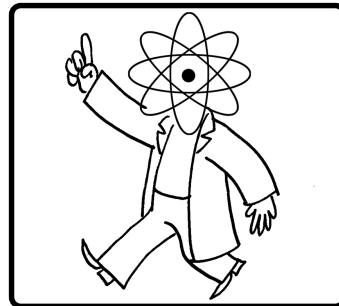
Este projeto significará substancial avanço na pesquisa experimental em altas energias desenvolvida no país e também preciosa contribuição para o uso pacífico da energia nuclear.

modernização e prolongamento da vida útil de usinas existentes. Segundo dados da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), além das 443 usinas nucleares em operação no mundo, no final de 2005 (produzindo cerca de 16% de toda energia elétrica gerada globalmente), havia 26 novas usinas em construção, a maioria (15) na Ásia.

Este renascimento da energia nuclear, no entanto, vem acompanhado de novos desafios, além dos já conhecidos, como a gestão e estocagem de longa duração de resíduos nucleares. Em particular, se destaca o problema de salvaguardas, em um cenário com um grande número de usinas nucleares instaladas, incluindo instalações em países com infra-estrutura técnica e legal deficiente. A preocupação com esta última questão foi há pouco realçada pelo diretor-geral da AIEA, Mohamed El Baradei: "A margem de segurança, dentro do atual regime de não-proliferação, ficou muito estreita para ser confortável; é hora de limitar o processamento de materiais utilizáveis para armamentos (plutônio e urânio altamente enriquecido) em programas nucleares civis..."

Portanto, o monitoramento confiável do inventário de material fissionável em instalações nucleares civis é uma das questões mais relevantes a serem endereçadas, por diferentes governos e organismos internacionais, em uma possível forte retomada da produção nuclear de energia nos próximos anos.

O método usual de monitoramento do inventário de combustível nuclear é baseado na contabilidade de todas as transferências de material nuclear para dentro e fora de uma instalação, feita com base em inspeções locais e verificação dos registros de operação da usina. Este procedimento, que depende da veracidade dos relatórios dos operadores e da capacidade e honestidade dos inspetores, naturalmente é suscetível a falhas e será bastante oneroso para ser mantido, caso haja mesmo um aumento substancial no número de usinas instaladas. Felizmente, nos últimos anos, a física experimental realizou grandes progressos na configuração de um panorama consistente da fenomenologia de neutrinos, com importante contribuição de experimentos que usam reatores nucleares como fonte de partículas [Goesgen, Bugey, Chooz,



KamLAND, Palo Verde]. Este cenário abre perspectivas concretas para o uso de neutrinos como sonda confiável para monitorar parâmetros relacionados à atividade de reatores nucleares, como a composição isotópica do combustível e a potência térmica instantânea liberada pelo reator.

Os reatores nucleares são fontes intensas de neutrinos. De fato, a fissão de urânio-235 produz elementos instáveis que necessitam perder nêutrons, através do processo de decaimento beta, para se aproximar da linha de estabilidade nuclear, resultando na produção de aproximadamente seis antineutrinos eletrônicos por fissão. Como a potência produzida em um reator é diretamente proporcional ao número de fissões por unidade de tempo, a taxa de produção de antineutrinos é diretamente proporcional à potência térmica do reator. No caso do reator Angra II, por exemplo, a taxa de produção, em condições nominais de operação, pode chegar a 10²⁰ antineutrinos por segundo.

O modelo atualmente aceito para essas partículas supõe a existência de três tipos de neutrinos, associados às partículas elementares elétron, múon e tau, e três "ângulos de mistura"+, que permitem oscilações (alternâncias) entre esses três tipos.

Dois desses ângulos já foram medidos, um a partir de dados do fluxo de neutrinos provenientes do Sol e outro a partir de neutrinos produzidos pela interação de raios cósmicos com núcleos presentes na atmosfera terrestre. É previsto que o terceiro ângulo, que descreve a oscilação entre diferentes neutrinos dentro de distâncias bastante curtas, para partículas relativísticas, deva ter um valor bem pequeno, menor que 12 graus. Isto implica que sua medida, com estatística confiável, requer um grande fluxo de neutrinos, como o disponível nas cercanias de

reatores nucleares de potência.

Por essa razão, há dois projetos internacionais em curso, um na França, Double Chooz, e outro em Daya Bay, na China, baseados no uso de reatores nucleares como fontes intensas, para o estudo da Física de neutrinos.

A localização e a potência de Angra II tornam este reator ideal para esse tipo de medida. Como o reator está localizado ao lado de uma montanha rochosa, é possível instalar, a aproximadamente 1,5 km do reator, um detector subterrâneo com excelente blindagem natural, facilitando a eliminação do "ruído de fundo" provocado pela radiação cósmica. Então, instalando um outro detector próximo ao reator (cerca de 300 metros), é possível determinar, pela diferença entre o fluxo esperado e o fluxo medido no detector distante, ou seja, pelo desaparecimento de antineutrinos do elétron entre os dois detectores, o valor do ângulo de mistura ainda desconhecido.

A viabilização desse projeto, desenvolvido por um grupo de pesquisadores de várias instituições de pesquisa, liderados por João dos Anjos, do CBPF, naturalmente depende dos resultados dos experimentos já em curso, ou seja, se eles terão a sensibilidade suficiente para medir o ângulo de mistura ainda desconhecido. No entanto, ele já permitiu propor um subproduto extremamente relevante para a questão nuclear.

Os antineutrinos são partículas com probabilidade muito baixa de interação com a matéria. No entanto, eles podem ser detectados através dos pósitron e nêutron que são produzidos quando um antineutrino interage com um próton. Para aumentar a seção de choque e facilitar a identificação da captura dos nêutrons, está sendo proposto utilizar um cintilador líquido, feito com solvente orgânico dopado com gadolínio. Como não há no país experiência com esse tipo de cintilador, é essencial desenvolver um protótipo do detector, para ser instalado próximo ao reator e caracterizado, em uma primeira fase do projeto.

Isto abriu a possibilidade de investigar a utilização do detector para monitoração contínua da potência térmica do reator, usando a proporcionalidade entre a potência e a taxa de produção de antineutrinos, e da composição do combustível nuclear, dentro do reator, pelo estudo da mudança no espectro de energia dos neutrinos emitidos.

Esta segunda aplicação se baseia em que cada elemento físsil (urânio 235, 238 e plutônio

(Continua na página 8)

* Diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF)

Esta é a íntegra da carta, de 13 de março, enviada à Presidência da República, à Procuradoria Geral da República do Ministério Público Federal e às Presidências da Câmara do Deputados e do Senado Federal:

"Vimos a público solicitar providências com relação à falta de definição de regras claras para liberação de sementes transgênicas para o uso comercial.

Ao contrário das liberações restritas para estudo científico – como tem pautado o trabalho do Conselho até aqui –, a liberação para uso comercial pode ter consequências irreversíveis se feita sem os devidos estudos de impacto e riscos e sem a definição de medidas de segurança.

Portanto, é do interesse público que esse tema seja abordado da forma mais cuidadosa e transparente possível, mediante a exigência de estudos e exposição clara e objetiva dos métodos de avaliação de risco, medidas de segurança e a definição de responsabilidades legais.

A presidência do Conselho de Biossegurança tem utilizado reiteradas vezes o argumento da autoridade científica dos membros como garantia da legitimidade das decisões. Como cientistas, sabemos que a ciência preza pela exigência de métodos e procedimentos claros e, no caso de organismos vivos, da necessidade de procedimentos éticos adequados.

Perguntas - No sentido de contribuir para o esclarecimento da comunidade científica e atendendo ao interesse público de promover o acesso a informações que devem ser de caráter público, rogamos que o Conselho de Biossegurança responda publicamente e com clareza as seguintes perguntas:

1) Quais são os estudos realizados e referendados pela comunidade científica para a liberação de cada espécie de semente transgênica?

2) Quais são os critérios e métodos para a avaliação de uma solicitação?

3) Quais seriam os tipos de medidas de segurança indicadas no caso de aprovação?

4) Quais são as medidas preventivas a serem adotadas para evitar contaminação de culturas naturais com sementes geneticamente modificadas?

5) A quem é atribuída a responsabilidade legal, no caso de dano ou contaminação pela liberação das sementes transgênicas?

6) Quais são as medidas reparadoras para o caso de contaminação involuntária?

7) Quais são as garantias que o Conselho de Biossegurança pode dar à população a respeito do cumprimento das normas de segurança alimentar (Conven-

Transgênicos: grupo da USP quer regras claras para uso comercial

Em carta aberta à comunidade científica e à CNTBio, professores de Políticas Públicas da USP reivindicam a definição de regras claras para a liberação de sementes transgênicas para uso comercial. "A liberação para uso comercial pode ter consequências irreversíveis se feita sem os devidos estudos de impacto e riscos e sem a definição de medidas de segurança", afirmam.

ção de Roma)?

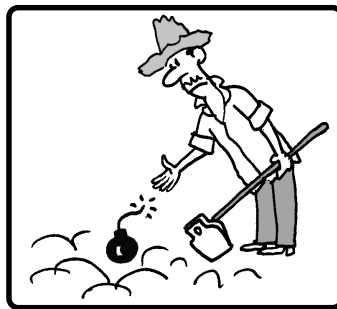
8) Qual é a responsabilidade de cada um dos membros da Comissão ou das entidades que representam, sobre suas decisões?

A falta de definição de regras, procedimentos e responsabilidades, significa ao nosso ver, do ponto de vista legal, uma ameaça de violação à Declaração de Roma sobre a Segurança Alimentar Mundial, de 1996, e à Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica de 1992, assinada pelo Brasil.

Por outro lado, há graves ameaças de violação a direitos constitucionais consagrados, a saber:

- Direito à dignidade da pessoa humana (Art. 1º, § III)

- Princípio da "cooperação entre os povos para o progresso da humanidade" que regem as relações internacionais da República Federativa do Brasil (Art. 4º, § IX), devido ao descumprimento dos tratados nos quais o



Brasil é signatário.

- Direito à saúde e à segurança (Art. 6º)

- Desrespeito aos princípios da ordem econômica, contidos no caput e § V e VI do Art. 170:

Caput - A ordem econômica tem como fim assegurar a existência digna a todos

V - o princípio da defesa do Consumidor

VI - o princípio da defesa do meio ambiente, mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos

Vem aí o Projeto Neutrinos Angra

(Continuação da página 5)

239, 241) emite neutrinos com um espectro de energia diferente e, pela forma do espectro de energia medido, é possível, pelo menos teoricamente, extrair a composição do combustível nuclear [Letter of intent of DoubleChooz: <<http://doublechooz.in2p3.fr/0405032.pdf>>]. Na realidade, um detector desse tipo já está sendo testado na usina nuclear de San Onofre, nos EUA.

A proposta de desenvolver o detector para salvaguardas foi apresentada, pelo CBPF, às presidências da Eletronuclear e da Cnen, e ao ministro Sérgio Rezende, que a apoiaram com entusiasmo. A Eletronuclear indicou um possível local apropriado para a instalação do detector, a cerca de 60 metros do núcleo do reator Angra II, e o MCT aprovou recentemente uma proposta na modalidade "Encomenda", junto à Finep, para apoiar financeiramente uma primeira fase do projeto. Isto claramente demonstra o comprometimento do país com o desenvolvimento de aplicações pacíficas da energia nuclear.

O projeto será desenvolvido em colaboração com pesquisa-

dores da Unicamp, USP, PUC/Rio, UFBA e Universidade Estadual de Feira de Santana, no Brasil. Vários colaboradores estrangeiros manifestaram interesse em participar do projeto, em particular dos laboratórios nacionais Argonne, Lawrence Livermore e Sandia, nos EUA, Istituto Nazionale di Astrofisica, da Itália e Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, da França.

Uma colaboração internacional especialmente relevante foi estabelecida com a equipe do experimento Double Chooz, atualmente o mais avançado detector de neutrinos produzido por reatores, em desenvolvimento. A colaboração permitirá à equipe brasileira adquirir experiência operacional no desenvolvimento de cintiladores líquidos dopados com gadolínio e parte da eletrônica desenvolvida para a detecção de múons no detector de Angra deverá também ser utilizada no detector do Double Chooz. Portanto, o Projeto Neutrinos Angra significará não só substancial avanço na pesquisa experimental em altas energias desenvolvida no país, como também preciosa contribuição para o uso pacífico da energia nuclear.

de elaboração e prestação - Desrespeito ao Art. 225, que estabelece que:

a) Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

A Constituição deixa claro que incumbe ao Poder Público (Art. 225, incisos II, IV e V):

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do país;

IV - exigir, na forma da lei, para atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.

O artigo 225, no parágrafo 3, estabelece ainda que as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Por fim, cabe dizer que é característico do regime tecnocrata a impermeabilização do governo para a tomada de decisões pouco populares. Ao não se alinhar com os interesses republicanos, tende-se ao esvaziamento da função pública e da política, enfraquecendo severamente a democracia ao apartar os anseios e demandas da sociedade civil plenamente apoiadas no Estado de Direito.

Entendemos que o sistema democrático se pauta pela participação dos cidadãos nos temas públicos que os afetam, que devem ser tratados com transparência, responsabilidade e ética adequadas.

Como professores de Políticas Públicas da USP, membros da comunidade científica brasileira e cidadãos de uma sociedade pautada por valores democráticos e republicanos, solicitamos uma posição clara e pública das entidades envolvidas.

Assinam os professores doutores: Alessandro Soares da Silva, Cristiane Kerches, Fernando de A. Coelho, Flávia Mori Sarti Machado, Graziela S. Perosa, Jaime Crozzati, Jorge Alberto S. Machado, José Carlos Vaz, José Renato de Campos Araújo, Manuel Cabral de Castro, Marcelo Nerling, Maria Cristina Pompa, Marta Maria Assumpção Rodrigues, Pablo Ortellado, Vivian Urquidí e Wagner Iglesias."