

O professor Farhang Sefidvash, do Departamento de Engenharia Nuclear, desenvolveu um projeto para a fabricação de um reator nuclear com tecnologia totalmente nacional.

Um Reator Brasileiro

Seria possível o Brasil construir e exportar um reator nuclear diferente dos até agora existentes e dotado da mais absoluta segurança? Sim. Bastaria que o país acreditasse em si mesmo e em suas potencialidades para apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de um reator nuclear construído com tecnologia essencialmente nacional, usando Tório (o Brasil é o maior repositório deste material no mundo inteiro), e apresentando uma segurança não encontrada em outros reatores, além de possibilitar o aproveitamento do chamado "lixo atômico" como componente para a radioterapia e irradiação de alimentos.

Esta, até aqui, quase inconcebível convivência de uma nação com um reator nuclear é defendida pelo professor Farhang Sefidvash, do Departamento de Engenharia Nuclear da Escola de Engenharia da UFRGS, que há algum tempo vem trabalhando no que considera um novo conceito de reator de energia nuclear. Seu projeto visa estabelecer uma tecnologia nuclear nacional independente e possibilitar a transferência de tal tecnologia de modo eficiente. Trata-se de um projeto plenamente adequado ao Brasil, que poderá elaborar todas suas fases e construir seu protótipo como empreendimento totalmente nacional.

CURRÍCULO

Experiência para executar o projeto é o que não falta ao professor Sefidvash, que é persa mas está radicado em Porto Alegre desde 1979. Ele possui os títulos de PhD em Engenharia Nuclear pela University of London - Imperial College of Science and Technology,

de Mestrado em Engenharia Nuclear pela North Caroline State University, EUA, e de Bacharel em Engenharia Mecânica pela West Virginia University, EUA. É membro efetivo do Imperial College of Science and Technology, de Londres, além de possuir larga experiência profissional nos Estados Unidos e na Europa, tendo já publicado 30 trabalhos de pesquisa. Trabalhou como pesquisador convidado na Comissão de Energia Nuclear da Finlândia, como projetista de núcleos de reatores nucleares da Kraftwerk Union, na Alemanha Ocidental e como projetista dos elementos de combustível nuclear, na Framatome, França. Foi também professor de Engenharia Nuclear e Mecânica no Irã e Estados Unidos.

OBJETIVOS

Auxiliado pelos alunos de Mestrado Roberto Mattos, Edson Zilio e Ligia Eberle, que estão trabalhando ativamente neste projeto, o professor Sefidvash relata todos os passos de sua pesquisa: "Este projeto servirá para o desenvolvimento de um novo reator de potência de pequeno e médio tamanho, que tem grande procura. Serve tanto para países industrializados, para geração de vapor utilizado no processamento de diversos produtos manufaturados (process heating), por exemplo para o pólo petroquímico, como para calefação de residências em localidades muito frias (district heating); ou ainda como usina, quando é necessário um pequeno aumento na capacidade da rede elétrica, bem como aos países em via de industrialização que têm redes elétricas pequenas".

"Deve-se levar em conta que, ao contrário de ser competitivo, o desenvolvimento deste reator será complementar ao Programa Nuclear Brasileiro, servindo a localidades isoladas, onde o custo de transmissão se torna antieconômico, fazendo com que a adoção de um reator de pequeno e médio porte torne-se economicamente viável para essa localidade. Considere-se ainda que o esforço atual dos fabricantes é para a redução do tamanho dos reatores standard (os quais são bastante grandes), e que economicamente não têm demonstrado bons resultados. Especialistas concordam que a saída será através de um novo conceito de reator".

TRANSFERÊNCIA

"Não podemos esperar que venhamos a receber, neste mundo competitivo onde falta o espírito de cooperação verdadeiro, uma determinada tecnologia apenas na base da boa vontade, e ainda esperando que contenha todos os dados que necessitamos. É preciso considerar que a ciência pode ser transferida através de leituras, instruções e treinamento, mas não é possível transferir tecnologia desta maneira. Esta pode ser adquirida exclusivamente com um real envolvimento em pesquisa, desenvolvimento e, finalmente, na construção dos sistemas e partes. Desta forma, a execução deste projeto envolverá transferência da tecnologia e enriquecerá o saber científico e tecnológico da nação".

DESCRIÇÃO

A descrição a seguir é feita de forma não detalhada, mas coloca todas as idéias existentes por trás do projeto. O reator será feito em sistema modular, ou seja, a partir do módulo básico pode-se construir reatores de qualquer potência. Cada um desses módulos será composto por um tubo cilíndrico de 25cm de diâmetro interno. Cir-

cundando este tubo existe outro de forma hexagonal. Entre o tubo colíndro e o hexagonal é formado um anel onde a água entra pela parte superior, passando após por perfurações existentes na parte inferior do tubo cilíndrico e entrando no mesmo (Figuras 1a e 1b).

- 1 – Nivelador do Leito
- 2 – Suporte do módulo
- 3 – Carcaça do módulo
- 4 – Núcleo do Reator
- 5 – Entrada de Refrigerante
- 6 – Saída de Refrigerante
- 7 – Alimentação de combustível
- 8 – Válvula de descarga de combustível
- 9 – Blindagem Biológica
- 10 – Despressurizador
- 11 – Saída do combustível usado
- 12 – Acionador Hidráulico
- 13 – Perfurações de Entrada
- 14 – Cilindro de fluidização
- 15 – Acionador do Nivelador

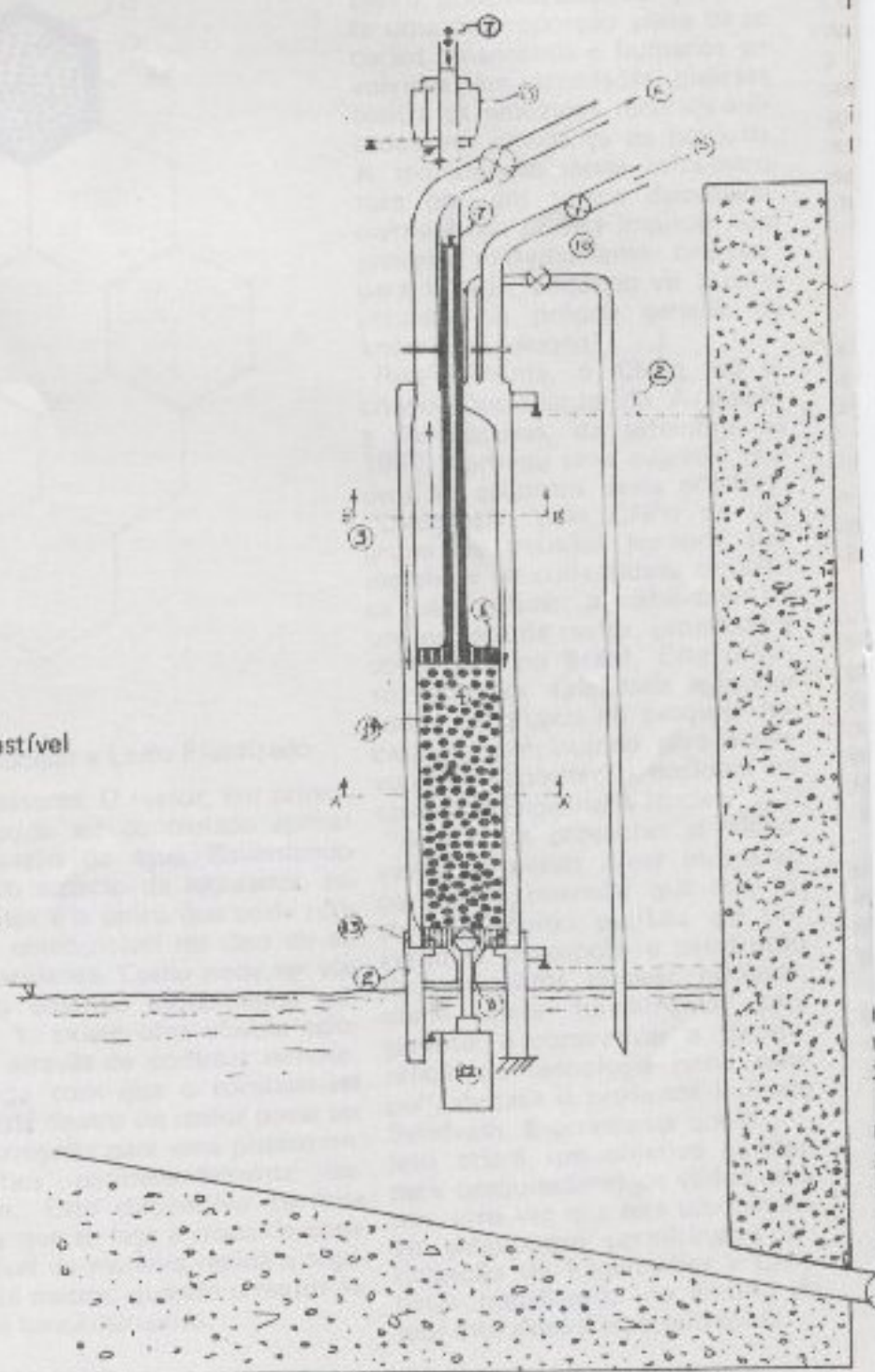


Fig. 1a – Vista esquemática do Reator Nuclear a Leito Fluidizado

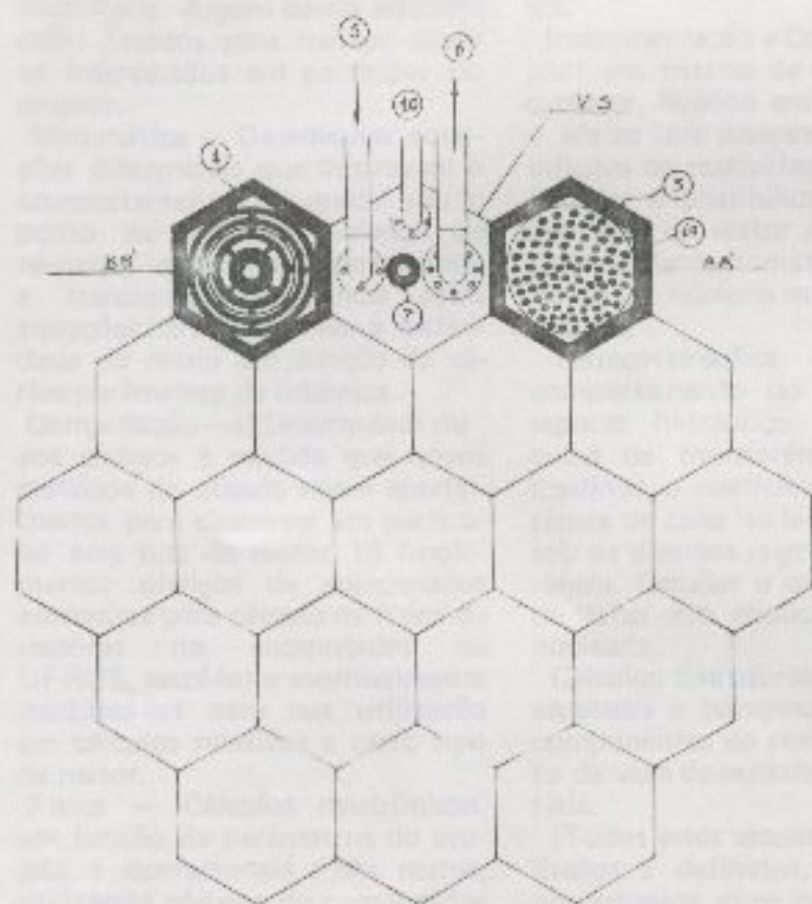


Fig. 1b -- Vista esquemática do Reator Nuclear a Leito Fluidizado

Na parte superior do reator existe uma placa perfurada móvel que limita a altura de fluidização. Dentro do tubo existe combustível na forma de esferas de dióxido de urânio (UO₂) revestido com Zircaloy, de diâmetro de aproximadamente 0,7cm. A água, após passar pelas perfurações, entrar no tubo cilíndrico e subir, faz com que as esferas de combustível fluidizem. Quando se chega a uma razão determinada entre o volume de combustível e o volume de água, o reator se torna crítico, ou seja, produz energia. Acima ou abaixo deste reator de fluidização o reator é subcrítico, ou seja, deixa de produzir energia.

Esta é uma característica especial deste tipo de reator, fazendo com que o mesmo seja seguro, dispensando muitos sistemas complicados de segurança existentes em ou-

tros reatores. O reator, em princípio, pode ser controlado apenas pela vazão da água. Salientando ainda o aspecto de segurança, este reator é o único que pode retirar o combustível no caso de algum acidente. Como pode ser visto no desenho esquemático número 1, existe uma válvula acionada através de controle remoto, fazendo com que o combustível que está dentro do reator possa ser descarregado para uma piscina onde fica permanentemente resfriado. Este dispositivo permite ainda que se faça a troca de combustível de maneira rápida e segura, até mesmo quando o reator está em funcionamento.

INCENTIVO

Para reforço de seu projeto, o professor Sefidvash destaca alguns

trechos da sinopse do documento de avaliação e perspectivas do CNPq, subárea Engenharia Nuclear, que tem por objetivo ser o instrumento da política científica daquele organismo ao longo dos próximos anos. "Da infra-estrutura atual do Programa Nuclear Brasileiro, podemos observar que existe uma desproporção entre os recursos financeiros e humanos envolvidos em atividades diversas, contra os reduzidos recursos aplicados em atividades de pesquisa. A manutenção dessa infra-estrutura por um tempo demasiadamente longo poderá implicar num processo extremamente oneroso para o país, podendo vir a comprometer a própria geração de know-how nacional (...)

Recentemente, o CNPq, no já citado Documento de Avaliação e Perspectivas, de setembro de 1982, aprovou uma sugestão que vem ao encontro deste objetivo: "Designação pelo CNPq de um grupo de trabalho formado por membros da comunidade científica para estudar a viabilidade de um projeto de reator, projetado e construído no Brasil. Este projeto teria por finalidade aglutinar todos os grupos de pesquisa nacionais, contribuindo para desenvolver a capacitação nacional no campo da Engenharia Nuclear".

"A fim de preencher o vácuo existente nestas áreas indicadas, parece-nos essencial que seja fomentada como política de Governo, a concepção e construção de um reator nuclear nacional, como meta fundamental para garantir e concretizar a transferência de tecnologia neste campo", destaca o professor Farhang Sefidvash. E acrescenta que o projeto criará um objetivo comum para pesquisadores de vários campos, uma vez que será subdividido em subprojetos, permitindo a participação de Engenheiros e Cientistas trabalhando no âmbito de seus interesses e especializações.

PESQUISA

Para o desenvolvimento deste reator, os problemas encontrados

atingem várias áreas de ciência e engenharia. Alguns destes assuntos estão listados para melhor situar os interessados em participar do projeto.

Matemática — Desenvolver equações diferenciais que descrevam o comportamento do reator sob o ponto de vista do balanço de nêutrons em regime permanente e transiente, resolvendo estas equações para determinar a reatividade do reator em função de vários parâmetros de interesse.

Computação — a) Desenvolver novos códigos à medida que novos métodos de cálculo sejam aperfeiçoados para descrever em particular este tipo de reator, b) Implementar códigos de computador existentes para cálculo de física de reatores no computador da UFRGS, testá-los e eventualmente modificá-los para sua utilização em cálculos relativos a certo tipo de reator.

Física — Cálculos neutrônicos em função de parâmetros do projeto e operacionais deste reator, utilizando códigos de computador existentes. Fazer uma análise detalhada de comportamento do reator sob várias condições operacionais e acidentais.

Fabricação de Combustível — Desenvolver um método de fabricação em massa de esferas de combustível de material cerâmico (UO₂); Projetar e construir um sistema de fabricação a nível de laboratório para avaliar o processo. Desenvolver um programa de controle de qualidade para este processo.

Conformação e Soldagem — Desenvolver um método que permita o revestimento em massa das esferas de combustível. Projetar e construir um sistema a nível de laboratório para avaliar este processo. Desenvolver um programa de controle de qualidade para este processo.

Erosão e Corrosão — Estudar os efeitos da corrosão e erosão no revestimento do combustível proveniente da interação das partículas dentro do leito fluidizado, somado

às condições de operação do reator.

Instrumentação e Controle — Projetar um sistema de controle para o reator, levando em consideração o efeito dos diversos fatores que influem na reatividade do mesmo. Estudar a possibilidade de que a operação do reator possa ser feita totalmente automática ou utilizando um número mínimo de operadores.

TermoHidráulica — Estudar o comportamento do reator sob o aspecto hidráulico, fazendo cálculos de transferência de calor, medindo o coeficiente de transferência de calor no leito fluidizado, sob os diversos regimes de transferência. Estudar o comportamento do leito sob ebulição peculiar e nucleada.

Cálculos Estruturais — Calcular a espessura e tamanho dos diversos componentes do reator sob o ponto de vista de resistência dos materiais.

(Todos estes assuntos estão detalhados e definidos, podendo ser encontrados com o coordenador do projeto).

METAS

A meta final a atingir é a construção de um reator nuclear de potência que opere com ciclo tório, utilizando urânio ou plutônio e que utiliza como refrigerante o moderador fluidos orgânicos ou ainda água pesada com urânio natural. Atualmente, o professor Sefidvash e sua equipe estão fazendo cálculos com urânio e água leve, sendo que a primeira etapa deste programa é desenvolver, projetar e construir um reator de pesquisa baseado no conceito do leito fluidizado. Tendo em vista que a potência neste caso é relativamente baixa, não existe a maioria dos problemas que se tem em reatores de potência. Como combustível pode-se utilizar pequenos cilindros de Zircaloy, com uma única pastilha em seu interior. Pastilha que é a mesma utilizada no PWR, sendo

sua tecnologia de fabricação existente no país.

Já as conseqüências do projeto segundo o seu coordenador, serão as de criar um objetivo comum para os pesquisadores de vários campos da ciência e engenharia; realizar transferência de tecnologia de maneira realista e efetiva; e, finalmente, desenvolver um novo avançado tipo de reator que ficar como patrimônio da tecnologia nacional, podendo futuramente ser exportado para outros países ampliando o seu benefício para todos os povos do mundo.

VANTAGENS

O professor Sefidvash relaciona 22 itens que considera constituem vantagens do reator que projetou com relação aos demais existentes. Estas vantagens são:

1) Simplicidade de projeto, barato, confiável, e podendo ser construído com infra-estrutura existente no Brasil.

2) Sistema modular, ou seja, partir do módulo básico pode-se construir reatores de qualquer potência. Conseqüentemente é necessário se desenvolver e licenciar apenas um único módulo standardizado, a partir do qual se pode construir qualquer tamanho de reator.

3) O leito fluidizado possui alta taxa de transferência de calor, sendo por isto utilizado largamente nos processos de Engenharia Química.

4) O reator, por natureza, é seguro. O sistema de controle é simples, evitando complicações de controle dos reatores atuais.

5) Alta segurança contra as conseqüências de acidentes de perda de refrigerante, que é o mais sério tipo de acidente que pode ocorrer nos reatores nucleares (problema que ameaçou Three Mile Island).

6) Devido à segurança inerente deste reator, sua operação pode ser totalmente automática, com um número mínimo de operadores.

7) Este reator não possui comp

nentes pesados. Isto torna sua fabricação simples e barata.

8) O possível uso de urânio natural como combustível torna o sistema independente dos serviços de enriquecimento monopolizados existentes.

9) Possibilita a utilização de Tório, abundante no Brasil, garantindo uma fonte de energia ampla e segura, ao mesmo tempo em que minimiza os problemas de proliferação nuclear.

10) Em virtude da alta densidade de potência, este reator é relativamente pequeno e não necessita grande estoque de combustível, o que além de permitir uma maior economia, possibilita também a minimização do problema de proliferação nuclear.

11) A distribuição do fluxo de nêutrons não necessita ser uniforme.

12) Devido ao pequeno tamanho do reator e a possibilidade de criação de acoplamento entre o fluxo de nêutrons de vários módulos, os problemas de instabilidade causados pelo Xínônio podem ser eliminados.

13) Ao contrário dos reatores com água pressurizada, este permite o abastecimento contínuo de combustível enquanto está ope-

rando, sem necessidade de se interromper o fornecimento de energia.

14) Em virtude do reator poder ser operado com qualquer spectrum de nêutrons desejado, o projeto do mesmo pode ser otimizado em função de qualquer parâmetro desejado.

15) Métodos simples de fabricação do combustível. O combustível neste caso são pastilhas soltas, dispensando as complicações da fabricação dos conjuntos de combustível utilizados em outros reatores.

16) As pastilhas de combustível terão igual enriquecimento.

17) Pelo fato das pastilhas terem grande maleabilidade no interior do reator, o combustível queima uniformemente.

18) Não há necessidade de veneno queimável (burnable poison), portanto, tem-se uma maior economia de nêutrons.

19) Em virtude do combustível ser composto por esferas que são facilmente manejáveis, o combustível queimado não será considerado necessariamente como "lixo nuclear". Servirá como fonte de radiação para aplicações na radioterapia, irradiação de alimentos e sementes e ainda para experi-

mentos nucleares.

20) Possibilidade de utilização de moderadores orgânicos, que têm baixa pressão de vapor, propiciando com alta temperatura, maior eficiência termodinâmica.

21) Abalos sísmicos não têm efeito sobre o combustível.

22) Este reator tem boas características para acompanhar a variação de potência de demanda.

TRABALHOS

Foram construídos e testados vários módulos experimentais hidráulicos onde se determinou o melhor design quanto ao aspecto de fluidização e descarga de combustível, sob condições operacionais e acidentais.

Cálculos neutrônicos e termohidráulicos foram feitos, sendo que o resultado dos mesmos se encontram publicados em 4 artigos na revista Atomkernenergie Kerntechnik - Alemanha Ocidental, 2 artigos no II e III Encontro Nacional de Física de Reatores - Rio de Janeiro e 1 artigo no I Congresso Latino-Americano de Transferência de Calor e Matéria - Rep. da Argentina.

1080 kHz

RÁDIO DA UNIVERSIDADE

*25 anos
de atuação.*



*A pioneira
das emissoras
universitárias.*

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL