

Perguntas frequentes

Energia Nuclear

Aplicações

Rejeitos Radioativos

Radiações

Reatores

Profissionais

Energia Nuclear

O que é energia nuclear?

A energia que o núcleo do átomo possui, mantendo prótons e nêutrons juntos, denomina-se energia nuclear. Quando um nêutron atinge o núcleo de um átomo de urânio-235, dividindo-o com emissão de 2 a 3 nêutrons, parte da energia que ligava os prótons e os nêutrons é liberada em forma de calor. Este processo é denominado fissão nuclear.

Na fissão nuclear em cadeia, os nêutrons liberados atingem, sucessivamente, outros núcleos. Nos reatores nucleares, a reação acontece dentro de varetas que compõem uma estrutura chamada elemento combustível. Dentro do elemento combustível existem barras de controle, geralmente feitas de cádmio, material que absorve nêutrons. Estas barras é que controlam o processo. Se elas estão totalmente dentro da estrutura do elemento combustível, não há reação em cadeia; o reator está parado

Qual a importância da energia nuclear para o mundo e para o Brasil em particular?

A demanda pela energia cresce a cada dia. Os combustíveis fósseis (petróleo, carvão, etc.) são os principais emissores dos gases que causam o efeito estufa (aquecimento da Terra), preocupação dos cientistas com relação ao nosso futuro. Outras fontes de energia, como solar ou eólica, são de exploração cara e capacidade limitada, ainda sem utilização em escala industrial. Os recursos hidráulicos também apresentam limitações, além de provocar grandes impactos ambientais.

A energia nuclear usada para produção de energia elétrica (geração nucleoeletrica) é uma das mais limpas, não emite nenhum gás causador de efeito estufa ou chuva ácida, nem metais carcinogênicos, como as alternativas que utilizam combustível fóssil. Torna-se, então, mais uma opção, capaz de atender à demanda energética do mundo moderno com eficácia e especialmente segurança. Para isto, trabalha a

Comissão Nacional de Energia Nuclear. Outras aplicações igualmente importantes da energia nuclear estão nas áreas médica, industrial, pesquisa, dentre outras.

Quantas usinas nucleoeletricas existem em operação no mundo?

Estão em operação 437 centrais nucleares. A França, por exemplo, produz 75% da sua eletricidade a partir da energia nuclear. O Japão, em torno de 30%. As cidades de Hiroshima e Nagasaki são supridas por energia nuclear. Em 1973, a energia nuclear representava 3,2% do total de energia produzida; em 1993, aumentou sua participação mundial para 17,8%. No quesito segurança as usinas nucleares atingem altos padrões de segurança, compatibilizando grande quantidade de energia produzida com a preservação do meio ambiente. Os órgãos reguladores têm essa função de garantidores, zelando pela segurança de trabalhadores, população e meio ambiente.

Quais os riscos para a população que mora próximo à Usina Nuclear Angra I?

A construção das usinas de Angra dos Reis, no Rio de Janeiro, seguem padrões internacionais de segurança. Angra I e Angra II foram concebidas prevendo sucessivas barreiras de proteção. Os sistemas de segurança são projetados considerando hipóteses de falhas humanas e ainda fenômenos da natureza. Cálculos minuciosos são empreendidos desde a fase do projeto e um rigoroso controle de qualidade acompanha todas as etapas necessárias para a entrada em operação da usina. Os trabalhadores envolvidos são profissionais altamente treinados. No Centro de Treinamento de Angra, há uma simulação das salas de controle de reatores a água leve pressurizada, tipo os de Angra I e II. Nesse local, instrutores brasileiros treinaram operadores de reatores da Espanha, Argentina e Alemanha.

A CNEN zela pela segurança da população, dos trabalhadores e do público em geral, quando estabelece normas, fiscaliza e acompanha as atividades da usina. Importante ressaltar que equipes diferentes daquelas envolvidas no projeto e nas obras auditam e fiscalizam a construção. Em Angra dos Reis, existem dois grupos de inspetores residentes da CNEN. Um deles acompanha a operação de Angra I; o outro, a construção de Angra II. Um Distrito da CNEN em Angra (DIANG) apóia as atividades da CNEN e presta esclarecimentos ao público em geral. Diariamente o Distrito transpõe para linguagem acessível relatórios elaborados pela operadora da usina - Eletronuclear - e os envia à Prefeitura de Angra dos Reis.

Foi cuidadosamente elaborado um Plano de Emergência Externo para o caso de acidente, envolvendo Defesas Civil Municipal e Estadual, Corpo de Bombeiros, Eletronuclear, CNEN e Ministério Extraordinário de Políticas Especiais. O Plano de Emergência é pré-condição para a operação de Centrais Nucleares.

O que é ciclo do combustível nuclear?

Envolve todas as etapas necessárias para a obtenção do combustível nuclear, o urânio. São as seguintes etapas: mineração, refino, conversão, enriquecimento, fabricação do elemento combustível, utilização em reatores e reprocessamento, permitindo assim nova utilização.

Aplicações

Quais são as principais aplicações da energia nuclear?

Geração nucleoe elétrica, utilizando os reatores nucleares de potência.

Saúde: emprego de radioisótopos ou radiações em medicina nuclear, para fins de diagnóstico; esterilização de equipamentos e materiais hospitalares.

Agricultura: preservação de alimentos; estudos de solo e plantas, utilizando traçadores radioativos.

Indústria: análise não destrutiva de materiais; medidas de processos industriais empregando radioisótopos como traçadores; modificação de materiais pela radiação.

Em todos esses campos, são desenvolvidas pesquisas científicas voltadas à melhor qualidade de vida da população.

Como as técnicas nucleares são empregadas em prol do meio ambiente?

Técnicas nucleares permitem determinar a quantidade e local da ocorrência de poluentes, causas da poluição e alternativas para evitá-la, sem criar outros efeitos indesejáveis. Os radioisótopos podem ser detectados em quantidades muito pequenas e seu percurso pode ser seguido, tornando-os um instrumento ideal para acompanhar o trajeto dos poluentes, no ar, no mar e no solo. Outra aplicação importante é o tratamento de lodos e esgotos, utilizando-se a radiação.

As técnicas nucleares podem ajudar no gerenciamento de recursos hídricos?

A falta de água e sua degradação são preocupações mundiais. Técnicas isotópicas associadas a técnicas não nucleares permitem a obtenção de informações sobre o comportamento das águas e auxiliam na sua utilização racional. É possível determinar a origem e a idade de diferentes mananciais de água; estimar graus de mistura; localizar e determinar a proporção de recarga de água; indicar a velocidade do fluxo de águas subterrâneas. São itens importantes para melhor gerenciamento dos recursos hídricos.

Em Lagoa Santa, Minas Gerais, está em curso um projeto desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, com o objetivo de realizar estudos sobre o fluxo subterrâneo de águas na região. Tais resultados tornarão possível elaborar estratégias para abastecimento urbano de água para a região norte de Belo Horizonte. Outro projeto desenvolvido pelo mesmo instituto em conjunto com pesquisadores da Coordenação do Laboratório de Poços de Caldas estuda o impacto da urbanização sobre as fontes águas na região, que atraem milhares de turistas todos os anos. São empregados radioisótopos e traçadores naturais em todas essas pesquisas.

Rejeitos Radioativos

O que são rejeitos radioativos?

Rejeito radioativo é qualquer material resultante de atividades humanas relacionadas a radionuclídeos (materiais radioativos) em quantidades superiores aos limites estabelecidos por normas da CNEN, de acordo com parâmetros internacionais, e para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista. Comumente emprega-se a expressão lixo atômico como referência ao rejeito radioativo.

A CNEN mantém, armazenadas em seus institutos, fontes radioativas em desuso, recebidas de clínicas médicas, hospitais, indústrias e centros de pesquisa. O transporte, o tratamento e o armazenamento desses materiais são realizados em consonância com os padrões internacionais de segurança recomendados pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).

Quais os procedimentos para transporte de materiais radioativos e/ou nucleares?

Além das normas da CNEN que estabelecem rigorosos procedimentos em todas as etapas necessárias ao transporte de materiais radioativos, existem responsáveis e operadores dessas instalações credenciados pela instituição. O supervisor de radioproteção, qualificado em rigoroso exame específico aplicado pela CNEN, é quem elabora o plano de radioproteção para o transporte, que é submetido à CNEN para análise.

Quais os procedimentos para remoção, acondicionamento e transporte de pára-raios radioativos?

Resolução da CNEN de 1989 suspendeu a concessão de autorização para emprego de materiais radioativos em pára-raios. Esses dispositivos, quando retirados, devem ser acondicionados e enviados para institutos da CNEN, de acordo com procedimentos divulgados aos proprietários interessados. Um kit com instruções é enviado pelos correios. Basta preencher o formulário disponível pela Internet ou encaminhar os dados pessoais e do material para a Coordenação de Rejeitos Radioativos, pelo fax (021) 546-2383.

Radiações

Como podemos sentir a radiação?

A presença de radiação pode ser detectada com instrumentos de medição bastante precisos. O homem sempre esteve exposto à radiação natural, vinda de dentro ou de fora da Terra. Essa exposição ocorre pelos elementos radioativos contidos no solo e rochas; pelos raios cósmicos que chegam à atmosfera; pela incorporação de elementos radioativos por meio da nossa alimentação e respiração.

Existem ainda os elementos radioativos contidos no nosso sangue e ossos: potássio-40, carbono-14 e rádio-226. A exposição média por pessoa proveniente de fontes naturais é de 2,4 milisievert por ano, podendo haver variação, dependendo da região onde o indivíduo reside. Some-se a isso as doses que recebemos provenientes de aparelhos de raios-X, por exemplo.

Sobre os efeitos das baixas doses de radiação para o organismo, não existem estudos conclusivos a respeito. Existem limites fixados para práticas ou atividades que envolvam radiação, uma vez que não se conhece ainda os efeitos das baixas doses de radiação.

A filosofia adotada, portanto, é que deve-se evitar toda e qualquer radiação adicional à existente no ambiente, exceto se os benefícios desse uso o justificarem. A dose para o público em geral é de 1 milisievert por ano adicionalmente à dose já existente no local, enquanto para os trabalhadores que lidam com radiações é de 50 milisievert anuais. Para se ter uma noção, um raio-X de tórax implica em dose aproximada de 0,2 milisievert.

Qual o procedimento quando a CNEN recebe denúncia envolvendo possíveis fontes de radiação ionizante?

A CNEN montou o Sistema Nacional de Averiguação de Eventos Radiológicos - SINAER, para atender, com a máxima rapidez, solicitações de auxílio ou denúncias envolvendo possíveis fontes de radiação ionizante. O sistema cobre todo o território nacional e possui uma estrutura externa, de especialistas convidados, e outra interna à CNEN.

Como o Brasil é um país de dimensões continentais, a participação de peritos residentes não ligados à CNEN, em diversos Estados, agiliza o atendimento. São investigadas todas as denúncias, de forma rápida e eficaz, minimizando os riscos de acidentes. Caso o perito verifique que o evento envolve material radioativo, a CNEN aciona seu Plano de Emergências Radiológicas. Para suporte, o SINAER conta com publicação contendo subsídios técnicos, operacionais e administrativos para os integrantes do sistema. As denúncias devem ser feitas pelo telefone 275-0545.

Qual a diferença entre irradiação e contaminação?

A irradiação ocorre quando o indivíduo recebe dose de radiação enquanto permanece em um campo de radiação. A fonte de radiação é externa e, quando sai desse campo, a radiação cessa. Quando um indivíduo é irradiado, por exemplo, por uma bomba de cobalto para tratamento de um tumor, não fica radioativo. Alimentos irradiados e produtos esterilizados por radiação também não ficam radioativos.

Na contaminação, o material radioativo fica em contato com o indivíduo. A contaminação pode ser externa, quando o material se deposita sobre a pele e passa a irradiar o indivíduo; ou interna, quando o material entra no corpo, via pulmão, intestino ou poros. Nesse caso, enquanto houver material radioativo no indivíduo, ele está sendo irradiado.

O que ocasionou o acidente de Chernobyl?

O acidente ocorreu durante experimentos com os sistemas da usina. Para realizar testes com o reator, o sistema automático de segurança foi desligado. Como o reator foi operado a potência muito abaixo do limite inferior por período muito longo, houve um superaquecimento. O reator do modelo existente em Chernobyl, que utiliza grafite como moderador dos nêutrons, pode-se tornar rapidamente muito instável, o que ocorreu.

Quando os operadores da sala de controle resolveram desligá-lo, não foi mais possível, pois a potência do reator cresceu, ao invés de decrescer. A reação em cadeia cessou imediatamente, mas o aquecimento provocou uma explosão de vapor e gases. A energia liberada levou ao deslocamento da laje superior de concreto. Gases e partículas radioativas foram lançados para a atmosfera. O ar exterior que entrou na central levou à combustão da grafite. O incêndio do prédio foi extinto três horas e meia depois, mas a grafite continuou queimando, emitindo produtos de fissão. Só no décimo primeiro dia acabou a combustão da grafite e a conseqüente liberação de material radioativo.

Acidentes como o da usina de Chernobyl, por exemplo, não podem ocorrer em usinas como a de Angra, que utiliza reator a água pressurizada (PWR), em que os elementos combustíveis estão dentro de um grande e resistente vaso de pressão de aço, circundado por contenção que impede quaisquer emissões em caso de acidente.

Nos reatores do tipo PWR o sistema automático de segurança não pode ser bloqueado; usa-se água que, diferentemente do grafite, não entra em combustão quando aquecida. Além disso, o edifício do reator é uma estrutura de segurança, construída para suportar impactos, e não simplesmente um prédio industrial convencional, como o de Chernobyl.

Os elementos combustíveis em reatores do tipo de Chernobyl ficam contidos em canais dentro de uma matriz de grafite. O conjunto não possui envoltório, obrigatório nos reatores utilizados no Ocidente.

As análises do acidente apontaram para um sistema deficiente de desligamento de emergência, além de violações de procedimentos por parte do pessoal de operação. Reatores como o da usina de Chernobyl só se construíam dentro da antiga União Soviética e só eram exportados para países ligados ao bloco soviético.

Reatores

Um reator nuclear pode explodir como uma bomba?

Não. A reação dentro de um reator nuclear é controlada. É um princípio físico. Uma bomba converte parte do seu urânio-235 ou plutônio em fragmentos de fissão em 10 trilionésimos de segundo. Devido à construção compacta da bomba, os nêutrons logo encontram um átomo fissionável.

Em uma central nuclear, a concentração do urânio-235, principal causador da reação, é muito baixa (da ordem de 3,2 por cento), e a distribuição do combustível é muito espaçada para criar, em espaço de tempo tão pequeno, o número de reações necessárias para gerar uma explosão nuclear. Além disso, a concentração de urânio-235 para se fazer uma bomba atômica é muito maior do que no reator - numa bomba, o urânio é enriquecido acima de 90 por cento.

O que é feito para prevenir acidentes com reatores?

A CNEN, como órgão regulatório e fiscalizador, acompanha todas as etapas necessárias para a entrada em operação de uma instalação nuclear ou radiativa, desde a licença prévia para construção até a sua desativação. O operador da instalação precisa seguir normas técnicas estabelecidas pela CNEN e passa por fiscalizações, cujo objetivo é garantir o desempenho ótimo da instalação, dentro dos padrões de segurança. Bom exemplo desse cuidado são os relatórios sobre a operação de Angra I, emitido por inspetores da CNEN. A Prefeitura de Angra recebe atualização diária do documento

O que é um ciclotron?

É um dispositivo que acelera partículas carregadas, utilizando diferença de potencial elétrico. Com o aumento da velocidade da partícula, um feixe vai tendo seu raio aumentado, numa trajetória em espiral, até que ele é deslocado em direção ao alvo a ser bombardeado. No instituto da CNEN em São Paulo, o IPEN, foi adquirido um acelerador ciclotron que permitirá o aumento e a diversificação da produção de radiofármacos, além da realização de pesquisas.

O laboratório do ciclotron em instituto da CNEN no Rio de Janeiro, o IEN, compreende as áreas de física nuclear experimental e de produção de radioisótopos. Nos laboratórios desse ciclotron são treinados operadores, pesquisadores, físicos, químicos e engenheiros nucleares, e orientados alunos de mestrado e doutorado das universidades UFRJ e UFF

Profissionais

Há alguma norma em especial para quem trabalha com radiação ionizante?

A norma CNEN-NE-3.01, de agosto de 1988, estabelece diretrizes básicas de radioproteção. No item 8.3, determina que os trabalhadores devem estar sujeitos a controle médico, incluindo os seguintes exames:

- pré-ocupacional, verificando se o trabalhador se encontra em condições normais de saúde para exercer a atividade, incluindo análise de histórico médico e radiologia sobre exposições anteriores;
- exame periódico, de acordo com a natureza da função e com a dose recebida pelo trabalhador;
- exame especial, para trabalhadores que tenham recebido dose superiores aos limites primários estabelecidos naquela norma, ou quando o médico julgue necessário;
- exame pós-ocupacional, imediatamente após o término da ocupação e, dependendo do resultado, cuidados ou exames médicos posteriores.

Quem é o responsável por uma instalação radiativa?

A responsabilidade direta pela instalação radiativa recai sobre a Direção da instalação, que deve garantir a radioproteção e segurança, além de outros aspectos, de acordo com a norma CNEN-NE-3.01, "Diretrizes Básicas de Radioproteção".

Quem supervisiona a aplicação das medidas de radioproteção é o Supervisor de Radioproteção (ou Supervisor de Proteção Radiológica), profissional devidamente certificado pela CNEN.

Cabe ressaltar que este não é um cargo meramente administrativo, exigindo que o indivíduo atenda a determinados requisitos necessários à sua certificação (norma CNEN NN-3.03 - "Certificação da Qualidade de Supervisores de Radioproteção"). Além de ser aprovado em exame específico, o candidato deverá, necessariamente, possuir curso superior em uma das seguintes áreas: biomédica, científica ou tecnológica.

A quem compete a fiscalização de aparelhos de raios-X?

No caso dos equipamentos de raios-X não se tem a presença de material radioativo. O que existe é uma máquina que, ao ser ligada na corrente elétrica, emite um feixe de elétrons. Ao se chocarem contra um alvo, estes elétrons desaceleram e liberam energia, os raios-X.

O controle e a fiscalização dos equipamentos de uso médico e odontológico competem às autoridades sanitárias. O regulamento nacional sobre a matéria é a Portaria 453/98 do Ministério da Saúde, publicado no Diário Oficial da União de 2 de junho de 1998.

No caso da teleterapia por raios-X, ou seja, do tratamento radioterápico (e não apenas diagnóstico), o licenciamento e controle são competência da CNEN. Importante acrescentar que os raios-X também são utilizados em outras áreas como indústria e pesquisa. Podem ser empregados em equipamentos de

radiografia industrial, medidores de espessura, microscópios eletrônicos, difratômetros e técnicas analíticas em geral, entre outras aplicações. Nesses casos, também compete à CNEN a fiscalização de tais equipamentos.

A CNEN concede bolsas ou mantém programa de estágio para estudantes ou profissionais ?

A CNEN concede bolsas de iniciação científica, especialização, mestrado, doutorado, projeto coordenador, projeto pesquisador e desenvolvimento tecnológico. Os candidatos são selecionados e indicados pelas seguintes instituições de ensino:

- Centro de Medicina Nuclear da USP
- Instituto Militar de Engenharia - IME
- Hospital das Clínicas / UNICAMP
- COPPE / UFRJ
- Instituto de Física da USP
- Instituto de Macromoléculas
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
- Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ
- Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
- Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

A Resolução CNEN nº 006/93 detalha as modalidades e os procedimentos para concessão de bolsas.