

PRODUÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA
PROFESSOR PDE

PROPOSTA Nº 7295 - OAC

Autor: MÁRCIA REGINA DA SILVA

Estabelecimento: PARANÁ, C E DO – E MÉDIO PROF

Ensino: ENSINO MÉDIO

Disciplina: QUÍMICA

Conteúdo: MATÉRIA E SUA NATUREZA

CURITIBA/2008

RELATO

Chamada para o relato: A palavra radioatividade representa para muitas pessoas algo perigoso, associado a armas e acidentes nucleares.

TEXTO:

Será que nossos alunos conhecem o uso pacífico e benéfico da radioatividade? O texto a seguir faz um breve relato deste lado pouco conhecido do polêmico fenômeno que é a radioatividade.

Uma viagem na história da radioatividade revela que são necessários cuidados para a sua utilização. Não apenas cuidados técnicos e operacionais, mas principalmente consciência sobre as conseqüências prejudiciais decorrentes da sua aplicação voltada para fins não pacíficos.

Um dos atrativos da radioatividade é a energia que pode ser obtida a partir do processo da fissão, ou seja, a energia nuclear. Os primeiros registros da utilização desta energia são referentes à construção de armas nucleares no período da Segunda Guerra Mundial. O Projeto Manhattan, desenvolvido nos Estados Unidos, cujo objetivo era desenvolver e construir armas nucleares resultou nas primeiras bombas atômicas produzidas. A primeira bomba atômica da história, denominada de “Gadget”, foi detonada em 16 de julho de 1945 no deserto do Novo México, com fins experimentais. Porém no mesmo ano, outras duas bombas, a “Little Boy” e a “Fat Man” foram lançadas pelos Estados Unidos, sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, respectivamente, como ação de guerra.

Após o término da Segunda Guerra Mundial, houve o período da Guerra Fria (1947-1989), que foi caracterizada como uma corrida armamentista entre os Estados Unidos e a União Soviética. Neste período outros países também desenvolveram tecnologias para a produção de armas nucleares, como a Inglaterra, França e China. Atualmente existem países com condições de produzir bombas ou com programas nucleares de cunho militar, com produção, pesquisa ou armazenamento de materiais físséis de uso militar, como o Brasil, Argentina, Canadá, Suécia, Irã, Síria, Japão, Ucrânia, Austrália, África do Sul, entre outros. Há os países que possuem armas nucleares como os que desenvolveram tal tecnologia no período da Guerra Fria e também a Líbia, Israel, Índia, Paquistão e Coreia do Norte.

No meio da corrida pelo arsenal nuclear, teve início a utilização racional da energia nuclear (década de 50), com a criação das usinas nucleares. A utilização da energia nuclear para a produção de energia elétrica é positiva no sentido de não poluir a atmosfera, pois não produz poluentes gasosos e também de não consumir combustíveis fósseis. Porém a construção e manutenção das usinas nucleares são de altos custos e há o problema dos resíduos radioativos, além do perigo dos acidentes. Atualmente cerca de 18% da energia consumida mundialmente é de origem nuclear. Neste cenário destacam-se países como a França, Bélgica, Japão, Coreia do sul e Estados Unidos.

Mas a utilização da radioatividade vai além da indústria bélica e setor energético. Sua utilização na área da saúde originou a Medicina Nuclear que utiliza a radioatividade para o diagnóstico e tratamento de doenças. Uma variedade de exames pode ser realizada através da utilização de material radioativo, principalmente para localizar e acompanhar o desenvolvimento de tumores. Dentre as técnicas mais utilizadas, destaca-se a cintilografia, exame no qual radioisótopos são administrados para o paciente por via oral ou endovenosa. O radioisótopo utilizado depende do órgão a ser examinado. Por exemplo, no caso da cintilografia da tireóide, é utilizado o Iodo-131, que é absorvido por esta glândula, onde fica concentrado. A radiação emitida pelo radioisótopo possibilita a formação de imagens do órgão examinado.

A radioterapia é uma técnica utilizada para o tratamento do câncer que visa destruir as células cancerosas. Um dos aparelhos de radioterapia mais conhecidos é a Bomba de Cobalto, através da qual o paciente é submetido a um feixe de radiação sobre o órgão doente.

A aplicação da radioatividade na arqueologia também é bastante significativa. A datação de fósseis com o carbono-14 é utilizada desde 1950. No Brasil destaca-se o laboratório localizado no CENA/USP (Centro de Energia Nuclear na Agricultura/Universidade de São Paulo) (Piracicaba – SP), implantado no início de 1990. Sua principal linha de pesquisa consiste na aplicação dos isótopos do carbono dos solos nos estudos de paleovegetações, desde a região sul do Brasil até a região amazônica. Além do carbono-14 podem ser usados outros radioisótopos como o Chumbo-210 e o Césio-137.

Outra importante aplicação da radioatividade está na conservação de alimentos. A técnica utilizada é a irradiação, que consiste em aplicar nos alimentos, uma dose programada de radiação gama. Esta aplicação ocorre em uma câmara blindada utilizando uma fonte de cobalto-60. A conservação do alimento ocorre pelo retardamento dos processos fisiológicos, como envelhecimento e brotamento e também pela redução da proliferação de microorganismos. Por exemplo, batatas irradiadas podem ser armazenadas por mais de um ano sem brotarem ou murcharem.

A irradiação também é utilizada para a esterilização de equipamentos, muito comum para objetos hospitalares.

A Agricultura faz uso da radioatividade através dos traçadores radioativos, que são radioisótopos que, usados em pequeníssimas quantidades, podem ser acompanhados por detectores de radiação. Plantas podem absorver radioisótopos e desta forma é possível acompanhar o metabolismo destas. O comportamento de insetos também pode ser estudado desta forma, pois ao ingerirem radioisótopos emitem radiação, podendo então ser monitorados.

A indústria utiliza a radioatividade através da técnica da gamagrafia, que é a impressão de radiação gama em filme fotográfico, a qual possibilita a verificação de rachaduras ou defeitos em válvulas, asas e turbinas de aviões.

Diante da vasta aplicação da radioatividade torna-se interessante o desenvolvimento deste assunto em sala de aula. O enfoque deve ser direcionado justamente para a sua utilização. É um assunto que propicia análises e discussões, favorecendo a leitura de textos e debates em sala de aula.

Bibliografia:

<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf> Acesso em NOV/2007
<http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/uploads/EU/LD/EULD1Usfa1xttxj5vE6Qrw/a08.pdf> Acesso em NOV/2007

<http://quimicanova.sbg.org.br/qn/qnol/2007/vol30n1/18-RV05217.pdf>
Acesso em NOV/2007

Revista National Geographic, p.36-51, agosto 2005.

INVESTIGAÇÃO DISCIPLINAR

1) IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

A irradiação de alimentos foi aprovada pela legislação brasileira em 1985 e através da [Resolução RDC](#) n.º 21 de 26 de janeiro de 2001 a Lei foi revisada e ampliada (Ministério da Saúde – ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária). De acordo com a legislação, o consumidor deve ser informado quando o alimento passou pelo processo da irradiação. Tal informação deve constar nas embalagens dos alimentos e nos locais de alimentos vendidos a granel, deve ser afixado cartaz, placa ou assemelhado com informação: "ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO".

A população no geral tem o costume de ler os rótulos dos produtos alimentícios? Será que a informação sobre o alimento irradiado provocaria rejeição ao produto? A radura (símbolo da radioatividade) é um símbolo conhecido?

Bibliografia: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21_01rdc.htm Acesso em NOV/2007

2) REJEITOS RADIOATIVOS

O LIXO ATÔMICO

Os materiais radioativos produzidos em Instalações Nucleares (Reatores Nucleares, Usinas de Beneficiamento de Minério de Urânio e Tório, Unidades do Ciclo do Combustível Nuclear), Laboratórios e Hospitais, nas formas sólida, líquida ou gasosa, que não têm utilidade, não podem ser simplesmente jogados fora ou no lixo, por causa das radiações que emitem. Esses materiais, que não são utilizados em virtude dos riscos que apresentam, são chamados de **Rejeitos Radioativos**. Na realidade, a expressão lixo atômico é um pleonasma, porque qualquer lixo é formado por átomos e, portanto, é atômico. Ele passa a ter essa denominação popular, quando é radioativo.

TRATAMENTO DE REJEITOS RADIOATIVOS

Os rejeitos radioativos precisam ser tratados, antes de serem liberados para o meio ambiente, se for o caso. Eles podem ser liberados quando o nível de radiação é igual ao do meio ambiente e quando não apresentam toxidez química. Rejeitos sólidos, líquidos ou gasosos podem ser, ainda, classificados, quanto à atividade, em rejeitos de **baixa, média e alta atividade**.

Os rejeitos de meia-vida curta são armazenados em locais apropriados (preparados), até sua atividade atingir um valor semelhante ao do meio ambiente, podendo, então, ser liberados. Esse critério de liberação leva em conta somente atividade do rejeito. É evidente que materiais de atividade ao nível ambiental mas que apresentam toxidez química para o ser humano ou que são prejudiciais ao ecossistema não podem ser liberados sem um tratamento químico adequado.

Rejeitos sólidos de baixa atividade, como partes de maquinária contaminadas, luvas usadas, sapatilhas e aventais contaminados, são colocados em sacos plásticos e guardados em tambores ou caixas de aço, após classificação e respectiva identificação.

Os produtos de fissão, resultantes do combustível nos reatores nucleares, sofrem tratamento especial em Usinas de Reprocessamento, onde são separados e comercializados, para uso nas diversas áreas de aplicação de radioisótopos. Os materiais radioativos restantes, que não têm justificativa técnica e/ou econômica para serem utilizados, sofrem tratamento químico especial e são vitrificados, guardados em sistemas de contenção e armazenados em Depósitos de Rejeitos Radioativos.

Texto da Apostila Educativa Radioatividade, p. 14 e 15.

Qual o risco ao meio ambiente e conseqüentemente para o ser humano, no caso de uma contaminação com rejeitos radioativos?

Bibliografia:

<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/radio.pdf> Acesso em DEZ/2007

3) USINAS NUCLEARES

A maior vantagem ambiental da geração elétrica através de usinas nucleares é a não utilização de combustíveis fósseis, evitando o lançamento na atmosfera dos gases responsáveis pelo aumento do aquecimento global e outros produtos tóxicos. Usinas nucleares ocupam áreas relativamente pequenas, podem ser instaladas próximas aos centros consumidores e não dependem de fatores climáticos (chuva, vento, etc.) para o seu funcionamento.

Além disso, o urânio utilizado em usinas nucleares é um combustível de baixo custo, uma vez que as quantidades mundiais exploráveis são muito grandes e não oferecem risco de escassez em médio prazo.

O trecho acima é do texto sobre Energia Nuclear do site da Eletronuclear.

As vantagens acima apresentadas justificam a construção de mais usinas nucleares no Brasil ?

Diante da suposição da instalação de uma usina nuclear próximo às suas comunidades, como as pessoas reagiriam?

Bibliografia:

<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=19>
Acesso em DEZ/2007

PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

O estudo da radioatividade é muito amplo e envolve diversas áreas do conhecimento. Portanto muitos tópicos relacionados à radioatividade podem ser desenvolvidos de forma interdisciplinar, assim proponho um estudo sobre a energia nuclear. Contribuições das áreas:

- Química: Fissão e Fusão nucleares.
- Física: A radiação gama e o funcionamento de um reator nuclear.
- Biologia: Efeitos das radiações no corpo humano.
- História: Panorama histórico sobre o desenvolvimento das armas nucleares (Segunda Guerra Mundial e a Guerra Fria).
- Geografia: levantamento das reservas de urânio no Brasil (<http://www.inb.gov.br/reservasBrasil.asp>). e a localização da CNAAA (Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto).
- Português: Leitura, discussão e elaboração de textos sobre o uso da energia nuclear. Formulação de questões para uma pesquisa sobre a construção de usinas nucleares no Brasil.
- Matemática: Organização estatística dos dados da pesquisa de levantamento da área de Português.
- Artes: desenhos que retratem a visão dos alunos sobre o uso da energia nuclear
- Inglês: elaboração de jingle referente ao uso da energia nuclear.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Título: Irradiação por Radiação Gama

Estudar a radioatividade é fundamental para compreender um processo que tem sido utilizado para descontaminar e conservar produtos, ou seja, a irradiação por radiação gama. O texto a seguir apresenta algumas aplicações referentes ao processo da irradiação com estes objetivos, pois a irradiação também é utilizada pela Medicina Nuclear.

O processo denominado de irradiação caracteriza-se pela exposição de um objeto à certa dose de radiação por um tempo determinado. Um objeto irradiado não se transforma em uma fonte de radiação. Encontramos a utilização deste processo na conservação de alimentos e em processos de esterilização de matérias como hospitalares, farmacêuticos e cosméticos entre outros.

A radiação mais utilizada é a radiação gama, cuja principal fonte é o Cobalto-60, cuja meia-vida é de 5,3 anos. A radiação gama é formada por ondas eletromagnéticas, tendo alto poder de penetração. Por não deixar resíduos no material irradiado, o mesmo não se torna radioativo. A radiação gama é aplicada em diversos processos industriais, como: esterilização de material médico-cirúrgico, odontológico, de laboratório, frascos, embalagens, fármacos, descontaminação de produtos, cosméticos, matérias primas, fitoterápicos, chás, processamento de alimentos, especiarias, condimentos, corantes, coloração de vidros, pedras preciosas, melhoria de fibras sintéticas e de polímeros, produção de inoculantes para a agricultura, impregnação de madeiras e outros materiais.

Os irradiadores de cobalto-60 são os equipamentos mais utilizados para a irradiação de alimentos e outros produtos. Possuem uma fonte de cobalto-60 instalada em uma câmara com paredes blindadas com concreto. Um monotrilha conduz os alimentos a serem irradiados contidos em "containers" para o interior da câmara de irradiação, onde recebem a dose programada de radiação gama. Veja uma figura de um modelo de irradiador no link <http://www.cena.usp.br/irradiacao/irradiador.htm> (observe a piscina onde fica armazenada a a fonte de cobalto-60 quando não está sendo utilizada).

A unidade de medida utilizada na irradiação de alimentos e outros produtos é o Gray (Gy) ou quilogray (kGy). Um Gray equivale a um Joule de energia por quilograma de alimento irradiado. Para aplicação em alimentos a maioria das doses utilizadas se encontram entre 0,1 e 7,0 kGy.

O objetivo do processo de irradiação utilizada em alimentos é o aumento de sua vida útil, podendo ser aplicado em vários tipos de alimentos. O uso da irradiação aumenta o tempo de conservação, e pode ser utilizado para a destruição de insetos, bactérias patogênicas, fungos e leveduras. Este processo provoca ainda o retardo da maturação e senescência (envelhecimento) de frutas e a inibição de brotamento de bulbos e tubérculos.

A irradiação de alimentos foi aprovada pela legislação brasileira em 1985 e através da [Resolução RDC](#) n.º 21 de 26 de janeiro de 2001 a Lei foi revisada e ampliada (Ministério da Saúde - Anvisa). De acordo com a legislação, o consumidor deve ser informado quando o alimento passou pelo processo da irradiação. Tal informação deve constar nas embalagens dos alimentos e nos locais de alimentos vendidos a granel, deve ser afixado cartaz, placa ou assemelhado com informação: "ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO".

De acordo com os estudos realizados pelo Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia - CENA/USP (<http://www.cena.usp.br/irradiacao/efeitos.htm>), a vida útil do arroz sem a conservação pela irradiação é de 1 ano, enquanto que o arroz tratado com irradiação passa a ser de 3 anos. Outros exemplos são a banana cuja tempo de vida útil passa de 15 dias (sem irradiação) para 45 dias (com irradiação) e o frango

refrigerado com 7 dias de vida útil (sem irradiação) e 30 dias de vida útil (com irradiação).

A irradiação de outros produtos é o mesmo utilizado para os alimentos, podendo ser aplicado com os produtos já embalados.

A irradiação de materiais hospitalares visa a esterilização. A radiação gama mata todos os microorganismos por meio da ruptura da estrutura do seu DNA, não afetando o material em si.

Para as indústrias farmacêutica e cosmética o processo de irradiação pode ser utilizado para a esterilização total ou redução da contagem microbiana de matérias-primas e de produtos, de modo a garantir os prazos de validade e prevenir contaminação aos consumidores.

A irradiação pode ser utilizada ainda para acelerar o processo de coloração de pedras preciosas (quartzo, topázio, ametista e outras). Na natureza a maioria das pedras preciosas são coloridas pela radioatividade (irradiação natural) de elementos presentes nos depósitos minerais, como o urânio, o potássio e o tório. Processo que pode levar centenas ou milhares de anos, devido a pouca quantidade destes elementos no solo. A irradiação artificial, que utiliza o cobalto-60 acelera o processo de coloração sem alterar a estrutura do mineral.

Bibliografia:

<http://www.cena.usp.br/irradiacao/principios.htm>

<http://www.cena.usp.br/irradiacao/equipamentos.htm>

http://www.cena.usp.br/irradiacao/irrad_alim.htm

<http://www.cena.usp.br/irradiacao/outros materiais.html>

<http://embrarad.com.br/radiacao.asp>

<http://embrarad.com.br/alimentos.asp>

http://embrarad.com.br/material_med.asp

<http://embrarad.com.br/farmaceutico.asp>

<http://embrarad.com.br/gemas.asp>

Acessos em NOV/2007 e DEZ/2007

SÍTIOS

Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN

<http://www.cnen.gov.br> (Acesso em agosto/07)

Sítio da Comissão Nacional de Energia Nuclear, autarquia federal vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia, é responsável pela fiscalização e controle das atividades nucleares no Brasil.

Contém a legislação e informações gerais sobre a Radioatividade, desde a mineração, produção, comercialização, transporte de materiais radioativos e sobre os rejeitos nucleares. Disponibiliza links de outros órgãos nacionais e internacionais relacionados à Radioatividade. Possui algumas páginas destinada à Escola, onde estão disponíveis as Apostilas Educativas, que estão indicadas nas Sugestões de Leituras.

Associação Brasileira de Energia Nuclear - ABEN

<http://www.aben.gov.br> (Acesso em outubro/07)

Sítio da Associação Brasileira de Energia Nuclear.

Instituição que agrega pesquisadores e técnicos do setor nuclear brasileiro. Divulga informações sobre a utilização da energia nuclear em diferentes áreas, como na geração de energia elétrica, na medicina e na agricultura entre outras. Disponibiliza no tópico Publicações, a Revista Nuclear Brasileira, que divulga entrevistas e reportagens das realizações no nosso setor nuclear.

Revista Química Nova

<http://quimicanova.sbq.org.br/index.php> (Acesso em dezembro/07)

Sítio da Revista Química Nova.

Disponibiliza artigos científicos com resultados originais de pesquisa, trabalhos de revisão, divulgação de novos métodos ou técnicas, educação e assuntos gerais.

Revista Química Nova na Escola

<http://www.foco.lcc.ufmg.br/ensino/qnesc/qnesc-atual.html>

(Acesso em dezembro/07)

Sítio da Revista Química Nova na Escola.

Contêm as seções: Química e Sociedade, Educação em Química e Multimídia, Espaço Aberto, Conceitos Científicos em Destaque, História da Química, Atualidades em Química, Relatos de Sala de Aula, Pesquisa em Ensino, O Aluno em Foco, Experimentação no Ensino de Química e Elemento Químico.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

<http://www.ipen.br/sitio/> (Acesso em novembro/07)

Sítio do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, autarquia do Governo do Estado de São Paulo, vinculada à Secretaria de Desenvolvimento. Gerenciado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear e associado à Universidade de São Paulo, conduz programas de pós-graduação em nível de mestrado e doutorado.

É possível obter neste sítio, informações sobre pesquisas em diferentes áreas da radioatividade: engenharia nuclear, combustível nuclear, rejeitos radioativos, engenharia de reatores nucleares, radiofarmácia, tecnologia das radiações, entre outras.

Indústrias Nucleares do Brasil - INB

<http://www.inb.gov.br/>

Sítio das Indústrias Nucleares do Brasil. (Acesso em novembro/07)

Empresa Brasileira vinculada à Comissão Nacional de Energia Nuclear e subordinada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Contém informações sobre a exploração do urânio, a mineração e o beneficiamento e a produção e montagem dos elementos combustíveis utilizados nos reatores de usinas nucleares.

ELETRONUCLEAR Eletrobrás Termonuclear S.A

<http://www.eletronuclear.gov.br/inicio/index.php> (Acesso em novembro/07)

Sítio da Empresa Eletrobrás Termonuclear S/A, subsidiária da Eletrobrás, criada em 1997 com a finalidade de operar e construir as usinas termonucleares do país. Possui informações sobre a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA)

constituída pelas usinas nucleares de Angra 1, Angra 2 e Angra 3 (em construção). Contém um página destinada à professores, com acervo de imagens e vídeos, uma página para estudantes, disponibilizando alguns jogos, além de informações sobre energia nuclear, fontes de energia e energias alternativas. Disponibiliza também notícias relacionadas ao setor nuclear brasileiro.

SONS E VÍDEOS

Vídeos:

Zé Elétrico (5 minutos)

http://www.eletronuclear.gov.br/professores/detalhe_video.php?id_video=8

(Acessado em nov/2007)

Um personagem de desenho animado chamado Zé Elétrico fala sobre a eletricidade e suas formas de obtenção, destacando a energia nuclear.

Energia Brasileira (7 minutos)

http://www.eletronuclear.gov.br/professores/detalhe_video.php?id_video=6

(Acessado em nov/2007)

Apresentação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro (Angra 1 e Angra 2).

Geração de Energia (1 minuto)

http://www.eletronuclear.gov.br/professores/detalhe_video.php?id_video=2

(Acessado em nov/2007)

Funcionamento de uma usina nuclear (fissão, geração de vapor, turbinas, condensador e geração de energia elétrica).

Ciclo do Urânio (6 minutos)

http://www.eletronuclear.gov.br/professores/detalhe_video.php?id_video=5

(Acessado em nov/2007)

Apresenta o ciclo do urânio, desde a extração até o beneficiamento e sua utilização como combustível nas usinas nucleares.

IMAGENS

Vista de Angra 1, do acervo de imagens da Eletronuclear:

http://www.eletronuclear.gov.br/professores/galeria_imagens.php?id_galeria=12&id_imagem=81#inicio-conteudo

(Acessado em nov/2007)

Vista de Angra 2, acervo de imagens da Eletronuclear:

http://www.eletronuclear.gov.br/professores/galeria_imagens.php?id_galeria=12&id_imagem=85#inicio-conteudo

(Acessado em nov/2007)

Vista geral da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), com destaque para o canteiro de Angra 3. Acervo de imagens da Eletronuclear:

http://www.eletronuclear.gov.br/professores/galeria_imagens.php?id_galeria=15

(Acessado em nov/2007)

Simulação de Angra 3 construída. Acervo de imagens da Eletronuclear:

http://www.eletronuclear.gov.br/professores/galeria_imagens.php?id_galeria=15&id_imagem=115#inicio-conteudo

(Acessado em nov/2007)

PROPOSTA DE ATIVIDADES

1) FONTES DE ENERGIA

A atividade envolve análise e discussão sobre as fontes de obtenção de energia elétrica (destaque para a energia nuclear).

Organizando a atividade:

Utilize uns vinte minutos finais de uma aula para introduzir a atividade. Peça para que cada aluno escreva no caderno as fontes de obtenção de energia elétrica que conhece e qual considera a mais viável, justificando a sua escolha (os alunos devem realizar esta parte da atividade com base nos conhecimentos que possuem sobre o assunto). Esclareça que em outra aula haverá um momento para que

cada aluno exponha sua opinião. Em seguida organize a turma em 5 grupos. Solicite que cada grupo traga uma cartolina, pincel atômico, lápis de cor, régua, enfim, material para a elaboração de um cartaz sobre o tema (Fontes de obtenção de Energia Elétrica) a ser discutido em aula futura (marque a data da aula).

Desenvolvendo a atividade:

No dia marcado, distribua os grupos (sugiro um sorteio) em: Energia Hidrelétrica, Energia Termoelétrica, Energia Solar, Energia Eólica e Energia Nuclear. Entregue para cada grupo o texto respectivo à sua fonte de energia (os textos estão à disposição no arquivo em “clique aqui para acessar mais informações”, logo abaixo). Os grupos deverão ler o texto e relacionar os pontos positivos e negativos da energia em questão. Para a elaboração do cartaz oriente os alunos que desenhem uma imagem representando a fonte de energia e que listem os pontos positivos e negativos identificados após a leitura do texto (com exceção do texto sobre energia termoelétrica, os demais contêm imagens, porém peça aos alunos que façam um desenho diferente, baseado nas informações do texto). Cada grupo apresentará o cartaz que ficará fixado na parede ou no quadro de giz. Após as apresentações, inicie um debate pedindo que os alunos se posicionem apontando qual seria a melhor fonte de energia e a pior em relação ao impacto produzido no meio ambiente. Coordene o debate e oriente que cada aluno deve falar na sua vez, respeitando o colega que está com a palavra. Solicite dois voluntários para fazer o registro das opiniões. Peça ainda que os alunos comparem a sua opinião após o desenvolvimento da atividade em relação ao que escreveram no caderno anteriormente. Questione quantos mudaram de opinião e quantos permaneceram com a mesma. Se não for possível a apresentação de todos os grupos na mesma aula, combine com os grupos para que tragam os cartazes na aula seguinte. O debate é a parte mais importante da atividade, portanto é necessário reservar um tempo satisfatório para sua realização.

Considere para a avaliação da atividade a organização dos grupos, a análise dos textos, a criatividade na elaboração do cartaz, a apresentação e a participação no debate final.

O objetivo desta atividade não é detalhar as fontes de energia e sim promover uma discussão e introduzir a radioatividade como conteúdo a ser desenvolvido.

Bibliografia:

<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=91>

<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=92>

<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=19>

(Acesso em novembro/07)

ARQUIVO: Fontes de Obtenção de Energia Elétrica

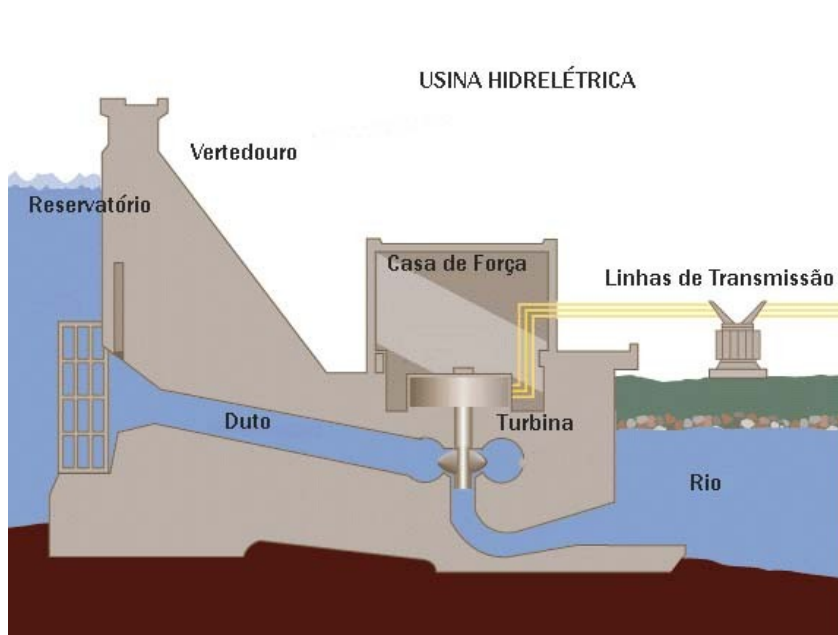
Hidroeletricidade

Fonte: Texto do site da Eletronuclear

(<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=91>)

• Como funciona?

A produção de eletricidade utiliza a energia da queda d'água de um rio associada ao volume de água disponível num reservatório formado por uma barragem. A água represada é conduzida para o interior da casa de força, através de dutos para movimentar as turbinas; A rotação da turbina faz girar o rotor de um gerador que produz energia elétrica.



Outra estrutura importante é o vertedouro por onde pode ser escoado o excesso de água em épocas de chuvas intensas.

Também existe um outro tipo de usina hidrelétrica que dispensa a construção de uma grande barragem e utiliza o próprio fluxo do rio para o acionamento das turbinas.

• Benefícios e desvantagens:

Usinas hidrelétricas geram, como todo empreendimento, alguns tipos de impacto ambiental como o alagamento das áreas vizinhas (produtivas ou florestas), aumento no nível dos rios e modificações na fauna e a flora da região.

Em geral, é um tipo de energia mais barata e menos agressiva ambientalmente do que outras formas.

Como as hidrelétricas, quase sempre, se situam afastadas dos centros de consumo, também devem ser considerados os impactos adicionais relativos à construção de longas linhas de transmissão e as perdas de energia decorrentes.

Termoeletricidade convencional

Fonte: Texto do site da Eletronuclear

(<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=91>)

- **Como funciona?**

- a) Gás Natural e derivados finos de petróleo**

O combustível misturado ao ar, é queimado em uma câmara de combustão e produz gases sob alta temperatura e pressão que são direcionados para uma turbina de expansão (semelhante às de avião), provocando o giro da mesma. O eixo desta turbina, ligado a um gerador elétrico, produz eletricidade.

- b) Combustíveis sólidos**

Diversos tipos de combustíveis sólidos são queimados em caldeiras (desenvolvidas especificamente para cada um deles), com o objetivo de aquecer água e produzir vapor para fazer girar as turbinas e o gerador elétrico. Dentre os combustíveis mais utilizados, estão o carvão mineral, o bagaço de cana e resíduos de madeira.

As termelétricas podem operar em ciclo simples, em ciclo combinado ou em co-geração:

Ciclo simples – a queima do combustível em caldeiras simples fornece a energia mecânica para o gerador de energia elétrica.

Ciclo combinado – a queima do combustível fornece energia mecânica para o gerador de energia elétrica, e os gases resultantes, com uma temperatura em torno de 550 °C, são direcionados para uma caldeira de recuperação de calor que produzirá vapor para movimentar uma outra turbina ligada a um outro gerador de energia elétrica.

Co-geração – é semelhante ao sistema em ciclo combinado, no qual o vapor produzido na caldeira de recuperação é utilizado em outros processos de produção.

- **Benefícios e desvantagens:**

As usinas termelétricas ocupam áreas relativamente pequenas, podem ser instaladas próximas aos centros consumidores e não dependem de fatores climáticos (chuva, vento, etc.) para o seu funcionamento.

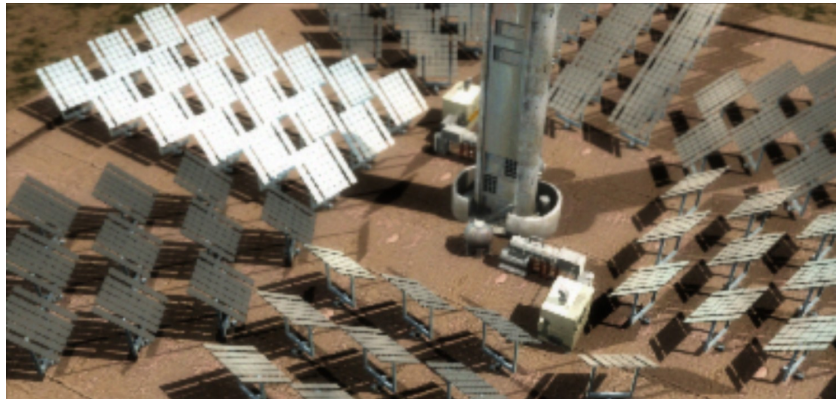
Porém, os combustíveis utilizados geram grandes quantidades de poluentes (gás carbônico, metano, óxidos de nitrogênio, enxofre, cinzas, etc.), contribuindo para o processo de aquecimento do planeta e causando a chuva ácida.

Além disso, os combustíveis fósseis (carvão, óleo e gás natural) correm o risco de se esgotar por serem utilizados em uma velocidade muito maior do que o tempo necessário para a sua formação, o que torna seu preço muito elevado e cria problemas de abastecimento e confiabilidade de suprimento.

Energia solar

Fonte: Texto do site da Eletronuclear

(<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=92>)



• Como funciona?

A energia solar é obtida através da conversão direta da luz natural em eletricidade (efeito fotovoltaico). Esse efeito causa o aparecimento de uma diferença de potencial, nos extremos de uma estrutura de material semiconductor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão. Os raios do sol, ao atingirem o módulo que contém as células fotovoltaicas produzem eletricidade, sob a forma de corrente contínua, similar às das pilhas e baterias automotivas. Esta energia pode ser acumulada em baterias e utilizada à noite ou em longos períodos de mau tempo. Inversores são necessários para converter essa energia elétrica de corrente contínua em corrente alternada, possibilitando a utilização direta em uma residência.

• Benefícios e desvantagens:

A maior vantagem da energia solar é poder ser instalada em locais isolados sem a necessidade de linhas de transmissão. O custo dessa energia ainda é muito elevado e sua aplicação limitada. O maior uso da energia solar, hoje em dia, é em sistemas de aquecimento de água, sem produção de eletricidade. Porém as células fotovoltaicas, assim como as baterias são fabricadas com materiais (ácidos e metais pesados) que podem causar sérios problemas ambientais se não descartados corretamente.

Energia eólica

Fonte: Texto do site da Eletronuclear

(<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=92>)



- **Como funciona?**

Os moinhos de vento foram inventados na Pérsia no século V para bombear água para irrigação. Os mecanismos básicos de um moinho de vento não mudaram desde então: o vento atinge uma hélice que ao movimentar-se gira um eixo que impulsiona uma bomba, uma moenda ou, em tempos mais modernos, um gerador de eletricidade.

As hélices de uma turbina de vento são diferentes das lâminas dos antigos moinhos porque são mais aerodinâmicas e eficientes. Seu movimento ativa um eixo que está conectado ao gerador de eletricidade.

- **Benefícios e desvantagens:**

A fonte eólica, como a nuclear, também não emite gases responsáveis pelo aquecimento global e sua tecnologia pode ser instalada em locais isolados.

Porém, é um sistema intermitente (se não tem vento, não tem energia) que necessita de uma complementação. Seja através de uma outra usina de outro tipo, seja pelo armazenamento da energia produzida em baterias.

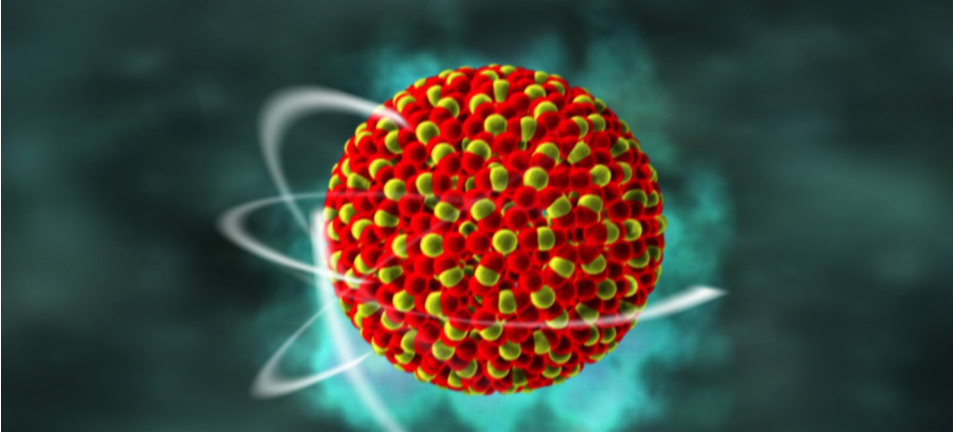
O custo desta forma de geração ainda é muito alto principalmente devido a sua baixa eficiência.

Muitos ambientalistas questionam a poluição sonora provocada pelo movimento das hélices e os transtornos causados aos pássaros em migração. Além disso, os sistemas que utilizam baterias, também sofrem com o problema da deposição adequada deste material (fonte de ácidos e metais pesados altamente poluentes e nocivos ao meio ambiente) quando de sua substituição, principalmente se instalados em locais isolados.

Energia nuclear

Fonte: Texto do site da Eletronuclear

(<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=19>)



O que é?

Os átomos de alguns elementos químicos apresentam a propriedade de através de reações nucleares, transformar massa em energia. Esse princípio foi demonstrado por Albert Einstein. O processo ocorre espontaneamente em alguns elementos, porém em outros precisa ser provocado através de técnicas específicas.

Existem duas formas de aproveitar essa energia para a produção de eletricidade: A fissão nuclear, onde o núcleo atômico se divide em duas ou mais partículas, e a fusão nuclear, na qual dois ou mais núcleos se unem para produzir um novo elemento.

A fissão do átomo de urânio é a principal técnica empregada para a geração de eletricidade em usinas nucleares. É usada em mais de 400 centrais nucleares em todo o mundo, principalmente em países como a França, Japão, Estados Unidos, Alemanha, Suécia, Espanha, China, Rússia, Coreia do Sul, Paquistão e Índia, entre outros.

Hoje, 17% da energia elétrica no mundo, é gerada através de fonte nuclear e este percentual tende a crescer com a construção de novas usinas, principalmente nos países em desenvolvimento (China, Índia, etc.). Os Estados Unidos, que possuem o maior parque nuclear do planeta, com 103 usinas em operação, estão ampliando a capacidade de geração e aumentando a vida útil de várias de suas centrais. França, com 58 reatores, e Japão, com 56, também são grandes produtores de energia nuclear, seguidos por Rússia(31) e Coreia do Sul (20).

A maior vantagem ambiental da geração elétrica através de usinas nucleares é a não utilização de combustíveis fósseis, evitando o lançamento na atmosfera dos gases responsáveis pelo aumento do aquecimento global e outros produtos tóxicos. Usinas nucleares ocupam áreas relativamente pequenas, podem ser instaladas próximas aos centros

consumidores e não dependem de fatores climáticos (chuva, vento, etc.) para o seu funcionamento.

Além disso, o urânio utilizado em usinas nucleares é um combustível de baixo custo, uma vez que as quantidades mundiais exploráveis são muito grandes e não oferecem risco de escassez em médio prazo.

Pesquisas de opinião realizadas na Europa, nos Estados Unidos e na Ásia demonstram que a população aceita a construção de novas usinas nucleares e a substituição de plantas antigas por novas.

Ambientalistas prestigiados como James Lovelock (autor da “Teoria de Gaia”) e e Patrick Moore (fundador do Green Peace) são unânimes em declarar que não se pode abdicar da energia nuclear se pretendemos reduzir os riscos do aquecimento global e de todos os problemas relacionados a ele.

2) LEITURA E APRESENTAÇÃO DO LIVRO A RADIOATIVIDADE E O LIXO NUCLEAR

A atividade envolve leitura, apresentação e discussão do livro.

Programe esta atividade para ser desenvolvida em um semestre, desta forma os alunos terão tempo para ler o livro e o professor poderá desenvolver o conteúdo referente à radioatividade.

O livro contém oito capítulos e 78 páginas. Os capítulos são: 1 – Introdução, 2 – O que é lixo nuclear?, 3 – A origem da energia nuclear e o trabalho de Enrico Fermi, 4 – O uso do urânio nas bombas atômicas e nos reatores term nucleares, 5 – A energia nuclear como fonte de energia elétrica comercial, 6 – A produção e o tratamento do lixo nuclear, 7 – Os efeitos da radiação para a saúde, 8 – O que temos feito para nos livrarmos do lixo nuclear?

No início do ano explique a atividade para os alunos. Solicite que façam a leitura do livro e avise que no final do semestre serão organizadas seis equipes que apresentarão os capítulos e que deverão entregar uma resenha do conteúdo a ser apresentado. Não faça a divisão dos capítulos antes, para evitar que os alunos somente leiam o capítulo de responsabilidade da equipe. Questione de tempo em tempo durante o semestre, se os alunos estão fazendo a leitura. Sugira que comprem o livro em grupo e que façam um rodízio para a leitura. A compra de alguns exemplares poderia ser feita pela escola. Os livros ficariam na biblioteca para serem utilizados nos próximos anos.

No início de maio, distribua os capítulos para as equipes (o sorteio é uma opção para evitar reclamações). Sugiro a seguinte distribuição:

Equipe 1: capítulos 2 e 3, e ainda uma comparação entre as radiações alfa, beta e gama, quanto à massa, à carga elétrica, o poder de penetração e o poder ionizante (os capítulos 2 e 3 possuem pouco conteúdo).

Equipe 2: capítulo 4

Equipe 3: capítulo 5 e uma complementação com uma apresentação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAEA (localização e um breve histórico de Angra 1, Angra 2 e Angra 3). O capítulo 5 possui pouco conteúdo.

Equipe 4: capítulo 6

Equipe 5: capítulo 7

Equipe 6: capítulo 8

Marque a data para a entrega das resenhas e as datas das apresentações, com tempo hábil para que os alunos possam se organizar. Programe duas apresentações por aula, com vinte minutos para cada equipe (o ideal é uma apresentação por aula, depende do número de aulas semanais da disciplina). Oriente os alunos para utilizar recursos como transparências, cartazes, maquetes e outros que facilitem e enriqueçam a apresentação. Reserve uma aula para o fechamento da atividade promovendo uma discussão sobre os temas apresentados e/ou para trabalhar o roteiro de estudo que acompanha o livro.

Considere para a avaliação da atividade a organização dos grupos, os recursos utilizados na apresentação, o tempo da apresentação, a clareza na apresentação e a participação na discussão final e a objetividade da resenha.

O objetivo geral desta atividade é promover a leitura, a interpretação e o trabalho em equipe. O objetivo relacionado ao conteúdo é de propiciar o acesso a informações relativas à radioatividade. A atividade pode ser desenvolvida no segundo semestre, trabalhar no primeiro semestre é uma sugestão.

Bibliografia:

HELENE, M. E. M. **A radioatividade e o lixo nuclear**. São Paulo: Scipione, 1996.

3) ATIVIDADE EM GRUPO SOBRE AS APLICAÇÕES DA RADIOATIVIDADE.

A atividade envolve pesquisa e apresentação em equipe. Defina algumas aplicações da radioatividade e distribua para as equipes. A Apostila Educativa Aplicações, da Comissão Nacional de Energia Nuclear, é uma boa fonte de pesquisa, assim como os artigos e sítios indicados neste OAC. Programe as datas para as apresentações, duas a três por aula (dependendo do número de aulas semanais da disciplina). Oriente os alunos para utilizar recursos como transparências, cartazes, maquetes e outros que facilitem e enriqueçam a

apresentação. Solicite um texto sucinto para cada equipe referente à respectiva apresentação.

Considere para a avaliação da atividade a organização dos grupos, os recursos utilizados na apresentação, o tempo da apresentação, a clareza na apresentação e o texto escrito.

Os objetivos desta atividade são promover a pesquisa, o trabalho em equipe e aprofundar a contextualização do conteúdo, através da busca de informações por parte dos alunos, sobre as aplicações da radioatividade.

Bibliografia:

Apostila Educativa Aplicações, da Comissão Nacional de Energia Nuclear

<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf> Acesso em NOV/2007.

SUGESTÕES DE LEITURAS

http://super.abril.com.br/super2/revista/materia_revista_240343.shtml

Reportagem da revista Superinteressante (julho/2007), que analisa a utilização da energia nuclear como fonte alternativa em face aos problemas ambientais. Faz uma comparação entre as fontes de energia, relacionando os pontos fracos e fortes de cada tipo (nuclear, termoeétrica, biomassa, hidrelétrica, eólica e solar).

[O Fantasma da Bomba](#)

Richard Rhodes

Reportagem da revista National Geographic. Aborda a corrida armamentista nuclear iniciada na Segunda Guerra Mundial.

Referência:

RHODES, R. **O Fantasma da Bomba**. ago. 2005.

[Energias Futuras](#)

Michael Parfit

Sarah Leen

Reportagem da revista National Geographic sobre as fontes de energia (eólica, solar, biomassa e nuclear). Faz uma relação destas fontes com os combustíveis fósseis e apresenta alguns exemplos de países que estão utilizando estas fontes alternativas.

Referência:

PARFIT, M.; LEEN, S. **Energias Futuras**. ago. 2005.

<http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/uploads/EU/LD/EULD1Usfa1xttxj5vE6Qrw/a08.pdf>
(Acesso em novembro/07)

Artigo da Revista Química Nova na Escola. Faz um relato histórico sobre a utilização da energia nuclear para fins bélicos, abordando a Segunda Guerra Mundial, o Projeto Manhattan e a Guerra Fria. Comenta ainda as Usinas e os Acidentes Nucleares de Three-Mile Island (EUA) e de Chernoby (Ucrânia-URSS) e o acidente em Goiânia.

<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2007/vol30n1/18-RV05217.pdf>

(Acesso em novembro/07)

Artigo que aborda as descobertas na área da radioatividade (partículas α e β , a radiação γ , elementos radioativos, a radioatividade artificial e a fissão nuclear), a energia nuclear no Brasil e as áreas de aplicação da radioatividade.
(novembro/2007)

<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2007/vol30n1/18-RV05217.pdf>

(Acesso em novembro/07)

Artigo do professor Attico Chassot que aborda o histórico dos Raios-X.

<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp>

(Acesso em novembro/07)

Apostilas Educativas da Comissão Nacional de Energia Nuclear. São seis apostilas em formato PDF, com os seguintes títulos: Aplicações, Energia Nuclear, Histórico da Energia Nuclear. PIC – Programa de Informação CNEN, Radiações Ionizantes e Radioatividade.

<http://cienciahoje.uol.com.br/files/ch/220/nuclear.pdf>

(Acesso em novembro/07)

Artigo que aborda a utilização pacífica da Energia nuclear, destacando sua importância na área da saúde, na indústria, na agricultura e na pesquisa. O texto é rico em informações atualizadas e figuras ilustrativas. Apresenta um histórico de alguns eventos relacionados ao uso da energia nuclear.

[A Radioatividade e o Lixo Nuclear](#)

Maria Elisa Marcondes Helene. Editora Scipione, 1996.

O livro apresenta as informações com uma linguagem simples, contém ilustrações, glossário e um roteiro de estudo em anexo. O roteiro aborda um texto sobre o Tratamento da areia monazítica e seu subproduto armazenado em Itu (assunto contemplado no capítulo 6) e oferece quatro questões para resolução.

O livro contém oito capítulos e 78 páginas.

Os capítulos são: 1 – Introdução, 2 – O que é lixo nuclear?, 3 – A origem da energia nuclear e o trabalho de Enrico Fermi, 4 – O uso do urânio nas bombas atômicas e nos reatores term nucleares, 5 – A energia nuclear como fonte de energia elétrica comercial, 6 – A produção e o tratamento do lixo nuclear, 7 – Os efeitos da radiação para a saúde, 8 – O que temos feito para nos livrarmos do lixo nuclear?

DESTAQUES - CURIOSIDADES

COMPLEXO NUCLEAR ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO - CNA

Em 1985 entrou em funcionamento no Complexo Nuclear Almirante Álvaro Alberto em Angra dos Reis no estado do Rio de Janeiro, a primeira usina nuclear do Brasil, Angra 1. A usina gera energia suficiente para suprir uma capital como Vitória ou Florianópolis, com 1 milhão de habitantes.

Quinze anos depois (2000), entrou em funcionamento a segunda usina nuclear brasileira, Angra 2, fruto de um acordo nuclear entre o Brasil e a Alemanha. Tem capacidade para gerar 1350 megawatts. Poderia atender ao consumo de uma cidade do tamanho de Curitiba, com dois milhões de habitantes.

A terceira usina nuclear do Brasil, Angra 3, teve sua construção interrompida em 1984. O prazo estimado para sua conclusão, após a retomada das obras, é de cinco anos e meio. Terá capacidade para gerar 1350 megawatts, similar a Angra 2, porém com mais tecnologia. Em junho de 2007, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) aprovou a continuidade da construção da usina (veja a notícia: R\$ 7.2 bi: Construção da usina nuclear Angra 3 é aprovada). Segundo o gerente de Planejamento e Orçamento da Eletronuclear, Roberto Travassos, está sendo realizada uma avaliação dos custos da tarifa de geração da Usina, uma apreciação do orçamento para conclusão do empreendimento e uma revisão dos contratos já existentes. O trabalho vem sendo desenvolvido com a participação da Casa Civil da Presidência da República, Ministério de Minas e Energia (MME), Eletrobrás e Eletronuclear. A expectativa é que até dezembro de 2007 todos esses estudos estejam concluídos, o que possibilitará a efetiva retomada de Angra 3 já em 2008. (veja a notícia: Evento sobre energia nuclear reúne especialistas do setor no Rio).

Bibliografia:

<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=21>

Acesso em NOV/2007.

Para saber mais sobre Angra 3, acesse:

<http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/angra3/home/index.php>

Acesso em NOV/2007.

O ACIDENTE EM GOIÂNIA

O acidente de Goiânia envolveu uma contaminação radioativa, isto é, existência de material radioativo em lugares onde não deveria estar presente.

Uma fonte radioativa de césio-137 era usada em uma clínica da cidade de Goiânia, para tratamento de câncer. Nesse tipo de fonte, o césio-137 fica encapsulado, na forma de um sal, semelhante ao sal de cozinha, e guardado em um recipiente de chumbo, usado como uma blindagem contra as radiações. Após vários anos de uso, a fonte foi desativada, isto é, não foi mais utilizada, embora sua atividade radioativa ainda fosse muito elevada, não sendo permissível a abertura do invólucro e o manuseio da fonte sem cuidados especiais.

Qualquer instalação que utilize fontes radioativas, na indústria, centros de pesquisa, medicina nuclear ou radioterapia, deve ter pessoas qualificadas em Radioproteção, para que o manuseio seja realizado de forma adequada. Locais destinados ao armazenamento provisório de fontes ou rejeitos devem conter tais fontes ou rejeitos com segurança, nos aspectos físico e radiológico, até que possam ser removidos para outro local, com aprovação da CNEN.

A Clínica foi transferida para novas instalações mas o material radioativo não foi retirado, contrariando a Norma da CNEN. Toda firma que usa material radioativo, ao encerrar suas atividades em um local, deve solicitar o cancelamento da autorização para funcionamento (operação), informando o destino a ser dado a esse material. A simples comunicação do encerramento das atividades não exime a empresa da responsabilidade e dos cuidados correspondentes, até o recebimento pela CNEN.

Duas pessoas retiraram sem autorização o equipamento do local abandonado, que servia de abrigo e dormitório para mendigos. A blindagem foi destruída, deixando à mostra um pó azul brilhante, muito bonito, principalmente no escuro. E o pó brilhante foi distribuído para várias pessoas, inclusive crianças...

O material que servia de blindagem foi vendido a um ferro velho. O material radioativo foi-se espalhando pela vizinhança e várias pessoas foram contaminadas. A CNEN foi chamada a intervir e iniciou um processo de descontaminação de ruas, casas, utensílios e pessoas.

O acidente radioativo de Goiânia resultou na morte de quatro pessoas, dentre 249 contaminadas. As demais vítimas foram descontaminadas e continuaram em observação, não tendo sido registrados, até o momento, efeitos tardios provenientes do acidente.

Um dos atingidos, uma senhora, deu à luz uma criança perfeitamente sadia.

Texto da Apostila Educativa Radioatividade, p. 16

Bibliografia:

<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/radio.pdf>

Acesso em NOV/2007

NOTÍCIAS

[http://portal.rpc.com.br/gazetadopovo/economia/conteudo.phtml?id=672823&tit=C
omparado-a-outros-Brasil-tem-setor-nuclear-modesto](http://portal.rpc.com.br/gazetadopovo/economia/conteudo.phtml?id=672823&tit=C+omparado-a-outros-Brasil-tem-setor-nuclear-modesto)

(Acesso em novembro/07)

Notícia sobre a utilização da energia nuclear no Brasil para a produção de energia elétrica. Faz uma comparação entre o Brasil e outros países, como França, China, Rússia e Argentina.

[http://portal.rpc.com.br/gazetadopovo/economia/conteudo.phtml?id=672816&tit=R-
72-bi-Construcao-da-usina-nuclear-Angra-3-e-aprovada](http://portal.rpc.com.br/gazetadopovo/economia/conteudo.phtml?id=672816&tit=R-72-bi-Construcao-da-usina-nuclear-Angra-3-e-aprovada)

(Acesso em novembro/07)

Notícia sobre a aprovação da continuidade da construção de Angra 3, pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), em junho de 2007.

<http://www.usp.br/agen/bols/2005/rede1581.htm#primdestaq>

(Acesso em dezembro/07)

Notícia sobre o estudo realizado na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP, sobre as alterações oxidativas provocadas pela irradiação da carne.

ARQUIVO: Irradiação é um processo seguro para esterilizar carnes

Irradiação é um processo seguro para esterilizar carnes

Yara Camargo

Pesquisa desenvolvida na Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF) da USP comprovou que as alterações oxidativas provocadas na carne, pela irradiação, não são perigosas para a saúde do consumidor. O estudo foi realizado pela doutoranda Andréa Figueiredo Procópio Moura, que analisou hambúrgueres elaborados com carne bovina e de frango.

O principal objeto de estudo foram as moléculas de colesterol, que, dependendo das condições, podem se transformar em óxidos de colesterol. Os óxidos estão envolvidos na formação de placas aterogênicas que entopem as artérias durante o processo de aterosclerose, além de serem substâncias cancerígenas. "Sabe-se que a irradiação provoca a oxidação do colesterol e o objetivo era descobrir a quantidade de óxidos produzida", explica a pesquisadora. As conclusões apresentaram uma elevação em torno de 11% nas concentrações destas substâncias após a exposição à radiação.

Outras formas de processamento da carne, como o cozimento, podem provocar o aparecimento de tantos ou mais óxidos de colesterol, quanto a irradiação. "No Brasil, há muito preconceito em relação a esse tipo de processamento, as pessoas

acham que vão comer carne verde", brinca. Em outros países, segundo Andréa, os consumidores exigem carne irradiada por ela ser livre de microorganismos patogênicos. "O medo é provocado pelo desconhecimento, da mesma forma que as pessoas tinham receio em tomar leite pasteurizado quando ele surgiu".

As pesquisas foram realizadas com carne de frango e boi por causa das concentrações de gordura insaturada. A carne de frango tem mais gordura insaturada, que oxida mais facilmente. "Eu queria saber se isso influenciaria no aparecimento de substâncias mutagênicas, mas os resultados foram semelhantes para os dois tipos de carne", explica a pesquisadora.

Irradiação

A irradiação é um processo de conservação que pode promover a esterilização, dependendo da dose empregada, muito utilizada em objetos hospitalares. Esse processo mata bactérias porque impede a reprodução das células. Andréa conta que "o uso dessa tecnologia em carnes é nova no Brasil e ainda causa muito receio, mas, quando utilizada com critério, não oferece perigo".

Ela pode ser usada tanto para a desinfecção, pasteurização e até a esterilização de alimentos. Há exemplos da aplicação de raios gama em temperos e frutas que serão exportadas. No caso das frutas, seu emprego visa retardar o amadurecimento ou promover a desinfestação de insetos. "É um processo muito bom, que pode evitar uma série de doenças sem alterar significativamente as características nutricionais dos alimentos", conclui a pesquisadora.

Mais informações: andreamoura@agricultura.gov.br

http://www.eletronuclear.gov.br/noticias/integra.php?id_noticia=510

(Acesso em novembro/07)

Notícia sobre o seminário Novos Projetos de Energia Nuclear, promovido pelo International Business Communication (IBC), no dia 22/11/07, no Hotel Sheraton, no Rio de Janeiro, cujo tema central das discussões foi o aquecimento global. O texto destaca a utilização da energia nuclear como fonte alternativa para obtenção de energia elétrica, apresenta o relato do gerente de Planejamento e Orçamento da Eletronuclear, Roberto Travassos, sobre o andamento da reconstrução de Angra 3 além de outras informações sobre o setor nuclear brasileiro.

ARQUIVO: Evento sobre energia nuclear reúne especialistas do setor no Rio

[23/11/2007] Evento sobre energia nuclear reúne especialistas do setor no Rio

O aquecimento global foi o tema central das discussões no seminário Novos Projetos de Energia Nuclear, promovido pelo International Business Communication (IBC), ontem (22), no Hotel Sheraton, no Rio de Janeiro.

De acordo com estimativas da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o país terá mais 50 milhões de brasileiros até 2030, o que implicará em um crescimento de 150% da demanda de energia. Segundo Amílcar Guerreiro, diretor de Estudos Econômicos da EPE, apesar da produção de energia não ser a principal contribuidora para o efeito estufa no caso do Brasil, com o crescimento da demanda haverá, sem dúvida, um significativo aumento das emissões de CO₂. *“Nesse cenário, os desafios serão dois: conservar energia e expandir a oferta. E a energia nuclear poder ter papel importante na mitigação desse problema”*, afirma.

O professor Luiz Pinguelli Rosa, diretor da Coppe/UFRJ e secretário executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, salientou que a situação mundial é diferente e preocupante. *“Entre 1970 e 2004, as emissões de gases poluidores cresceram 70%. E os setores de energia e transporte foram e continuam sendo os grandes ‘vilões’”*, destaca. Nesse aspecto, Pinguelli Rosa, reconheceu a importância da utilização da energia nuclear, informando que ela leva grande vantagem em relação às térmicas e até hidrelétricas, que também emitem CO₂.

Oferta - Leonam dos Santos Guimarães, assistente da Presidência da Eletronuclear, disse que a única solução para enfrentarmos o desafio da expansão da oferta é a utilização de todas as reservas energéticas nacionais. *“Não podemos desprezar qualquer fonte de energia. É preciso ter um portfólio de opções na matriz energética nacional para garantir o abastecimento para as gerações futuras”*, complementa.

Segundo as projeções da EPE, haverá uma redução da participação da hidroeletricidade no país até 2030, apesar de ainda continuar como fonte predominante. De acordo com Amílcar, o carvão nacional e a energia nuclear serão as opções mais baratas em longo prazo.

O professor Pinguelli fez uma comparação de Angra 3 com as usinas do Belo Monte e do Rio Madeira. Apesar de considerar o custo de energia e investimento alto nas usinas nucleares, ele salientou, no entanto, que, num futuro imediato, a fonte nuclear é competitiva em relação ao gás natural.

Angra 3 - Roberto Travassos, gerente de Planejamento e Orçamento da Eletronuclear, explicou, durante sua palestra, como está o andamento de Angra 3 desde que o CNPE - Conselho Nacional de Política Energética - determinou, em junho deste ano, a retomada da construção da Usina. O executivo informou que, atualmente, está sendo realizada uma avaliação dos custos da tarifa de geração da Usina, uma apreciação do orçamento para conclusão do empreendimento e uma revisão dos contratos já existentes. O trabalho vem sendo desenvolvido com a participação da Casa Civil da Presidência da República, Ministério de Minas e Energia (MME), Eletrobrás e Eletronuclear. A expectativa é que até dezembro de 2007 todos esses estudos estejam concluídos, o que possibilitará a efetiva retomada de Angra 3 já em 2008.

“A discussão sobre Angra 3 precisa ter um fim. Não se pode ficar discutindo Angra 3 eternamente”, disse Pinguelli apesar de ter feito críticas à opção do uso da energia nuclear, questionando, principalmente, a indefinição do destino final dos rejeitos radioativos.

Iukio Ogawa, superintendente de Licenciamento e Meio Ambiente da Eletronuclear, explicou que atualmente existem tecnologias seguras para o gerenciamento de rejeitos de média e baixa atividades, desde sua coleta até o armazenamento em depósitos iniciais. Já os elementos combustíveis de alta atividade são colocados dentro de uma piscina no interior das usinas, um depósito intermediário de longa duração, cercado de todos os requisitos de segurança exigidos internacionalmente.

O executivo também falou sobre a questão da regulamentação e a concessão de licenças para construção e operação de usinas nucleares.

Pós-Angra 3 - No cenário de referência do Plano Nacional de Energia Elétrica (PNE - 2030), serão construídas mais quatro usinas nucleares de 1.000 MW, sendo duas no Nordeste e duas no Sudeste.

De acordo com Travassos, da Eletronuclear, estão sendo feitos estudos preliminares de tecnologia e locais para instalação de futuras usinas nucleares. Os critérios para seleção são: proximidade dos centros de consumo; proximidade e quantidade de fonte fria para resfriamento dos sistemas da usina; acessibilidade de local; proximidade de linhas de transmissão; infra-estrutura mínima; e fatores políticos, econômicos e fiscais. As regiões prováveis e ainda em estudo são: Baixo do Rio Tietê, Alto Rio Grande, Aimorés, Ipatinga, Vitória e Baixo do Rio S. Francisco. Em relação à questão técnica, os estudos indicam que as usinas pós-Angra 3 terão as seguintes características: tecnologia PWR, 1.000 MW, geração 3, com 1 ou 2 turbo - geradores, e sistema de segurança passivo.

Antônio Muller, presidente da ABDAN (Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares) fez questão de ressaltar a sua preocupação em relação à qualificação de mão-de-obra especializada. *“A estagnação do setor nuclear fez com que os jovens perdessem o interesse pela carreira e os experientes se aposentassem”*. Por isso, o executivo informou que a ABDAN fechou parceria com a Coppe/UFRJ para promover um MBA em Energia Nuclear em 2008.

Urânio - Segundo Samuel Fayad Filho, diretor de Produção do Combustível Nuclear da Indústrias Nucleares do Brasil (INB), o Brasil está perdendo dinheiro e oportunidade de fazer negócio. *“Temos reservas suficientes e excedentes para atender ao mercado interno e externo. Não temos medo do mercado. A INB tem confiança na sua capacidade e sabe que pode trazer grandes lucros para o país sem quebrar o nosso monopólio”*.

O executivo também destacou a produção do 16NGF, um combustível com um maior nível de enriquecimento de urânio, que permitirá à usina de Angra 1 produzir mais energia elétrica com menor quantidade do minério radiativo. Angra 1 receberá o novo combustível em 2008, depois da troca dos geradores de vapor. Em 2008, a INB fará 20 anos e comemorará a produção do milésimo elemento combustível fabricado no Brasil.

<http://www.aben.com.br/> (Acesso em novembro/07)

REVISTA BRASIL NUCLEAR, ANO 12, NÚMERO 30,
Notícia sobre a utilização da energia nuclear na esterilização de insetos machos

da espécie mosca do mediterrâneo (moscamed) para combater a praga das plantações frutíferas da região do Vale do São Francisco.

ARQUIVO: Mosca estéril em escala comercial

REVISTA BRASIL NUCLEAR, ANO 12, NÚMERO 30,

Mosca estéril em escala comercial

Primeira fábrica brasileira já produz insetos gerados com técnica baseada na energia nuclear

Frutas limpas, ambientalmente seguras, extremamente competitivas em mercados exigentes como Estados Unidos, União Européia e Japão e socialmente responsáveis ao criar 3 mil empregos indiretos. A partir de abril de 2007, esta será a realidade da produção de frutas da região semiárida do Vale do São Francisco graças à energia nuclear. É ela que esteriliza insetos machos da espécie da moscada-fruta ou mosca do mediterrâneo – moscamed – para combater a praga das plantações.

A Biofábrica Moscamed do Brasil, criada em 2002 a partir de uma iniciativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com apoio do Ministério das Ciências e Tecnologia e financiamento da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), foi instalada no município de Juazeiro, na Bahia. Em agosto deste ano, ela começou a produção de 5 milhões de moscas machos estéreis por semana, que serão utilizadas para validar o método empregado na esterilização e desenvolver a logística de distribuição. Mas até o final de 2006, os insetos serão liberados em 20 mil hectares de pomares de manga.

Em 2007, esta produção salta para 200 milhões por semana. Metade será utilizada nos 80 mil hectares da fruticultura do Vale do São Francisco e os 100 milhões restantes exportados para países como Marrocos e Espanha. E será neste momento que o empreendimento, cujo investimento foi de R\$ 10 milhões, passará a ser auto-sustentável.

Antes mesmo de exportar a população de moscas estéreis, a Biofábrica de Moscamed do Brasil já transfere tecnologia. Estiveram no centro de treinamento da fábrica técnicos do Senegal, Cuba e Nicarágua e pesquisadores da Colômbia, Equador e Venezuela já procuraram a instituição para futuras trocas de experiência. E em setembro, durante o Simpósio Internacional de Moscas-das-Frutas, a fábrica receberá a visita de 30 autoridades estrangeiras.

“A Moscamed é a primeira instituição no Brasil que usa energia nuclear na agricultura em escala comercial”, diz o geneticista Aldo Malavasi, diretor-presidente da fábrica. “E até hoje, mesmo depois de 50 anos de criado, não existe método mais eficiente de se impedir a reprodução das moscas”. Existem alternativas para esse processo, mas que deixam os machos tão debilitados que se tornam incapazes de enfrentar a concorrência da sua espécie na natureza.

Redução de custos

Criada pelo entomólogo americano Edward Knipping, a técnica de esterilização com energia nuclear já é utilizada em países como Chile, Argentina, Portugal, Austrália, África do Sul, Tailândia, Japão e Peru, além dos Estados Unidos, líder nesta técnica.

Os custos para utilização da moscamed esterilizada também são competitivos. Enquanto se gasta, em média, 30 dólares por hectare por ano com os insetos, o uso de agrotóxico consome 25. E estes investimentos se igualam e até mesmo caem a favor das moscas a partir do segundo ano de aplicação, quando se reduz o número de machos estéreis liberados no cultivo das frutas.

Ao adotarem essa técnica na fruticultura do Vale do São Francisco, os agricultores estarão economizando 50% do que hoje consomem com inseticidas e processos de preparação e manutenção das frutas para exportação.

Nos Estados Unidos, país que mais gasta com programas de combate à praga das frutas no mundo, essa conta já foi mais do que equacionada. O governo destina US\$ 80 milhões anuais aos projetos da Califórnia, Flórida e Guatemala-México para evitar uma perda estimada em U\$ 1,2 bilhão, caso a moscamed se estabelecesse em território americano.

Radiação gama e aromoterapia

A escolha pelo Vale do São Francisco para a implantação da primeira fábrica de moscas estéreis do Brasil tem motivos econômicos. É lá que se concentram 93% das mangas e 98% das uvas exportadas pelo país. Além disso, a região é rica em bagaço de cana-de-açúcar, milho e vitaminas, insumos utilizados na alimentação das larvas das moscas estéreis. Essa mistura, chamada de dieta artificial, reproduz o que os insetos ingerem ao se alimentarem da polpa da fruta.

A produção dos machos se dá a partir da manutenção de uma colônia-padrão (uma linhagem mutante, importada de Viena, na Áustria), fornecida pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (Cena), um dos pioneiros no uso de técnicas nucleares na agricultura. Esta colônia é mantida pura por sucessivas gerações através de filtros genéticos. Os adultos são constantemente selecionados e os ovos/embriões são colocados em dietas artificiais para crescimento e manutenção da espécie pura.

Depois de um determinado estágio de crescimento, eles passam para um tanque com água a 34 graus centígrados, que mata os ovos-fêmea, resultado da mutação da colônia-padrão. Com isso, só os machos passam para a próxima fase, o que reduz em 40% o investimento na produção da moscamed estéril.

Feita a separação, eles se transformam em larvas e finalmente em pupa, quando são submetidos a uma radiação gama do cobalto 60. É neste estágio que os insetos vão para o local em que serão liberados e lá armazenados até se transformarem em machos adultos.

Mas antes de serem soltos no pomar, a nova colônia de machos passa por uma seção de aromoterapia. "Os machos da fábrica têm um poder de atração de 70% a 75% dos seus concorrentes da natureza. Para reduzir essa diferença e torná-los alvos das fêmeas selvagens, eles recebem um tratamento com óleo de gengibre", explica Aldo Malavasi.

Irradiação de vespas

Antes de apoiar com pesquisas e consultoria técnica a montagem da Moscamed do Brasil, o Laboratório de Radioentomologia do Cena trabalhou em um projeto-piloto de

esterilização de insetos adultos selvagens, associada à irradiação das larvas oferecidas aos parasitóides, pequenas vespas que são inimigas naturais das moscas. Essa atuação em duas frentes garante, de um lado, o desenvolvimento normal das vespas e, de outro, que as larvas que porventura não forem consumidas se transformem em moscas adultas.

“De 1998 a 2005, quando trabalhamos com as vespas e a irradiação de larvas junto às fazendas de cítricos de São Paulo, houve uma redução de 6% na perda das plantações”, afirma o entomologista Júlio Walder, do Cena. “Antes dessa experiência, 15% da colheita era inutilizada pela queda prematura dos frutos”.

Prova de que o programa do Centro da USP deu certo é que empresas de citricultura de São Paulo querem montar um laboratório para ter auto-suficiência na produção do inimigo natural da mosca-da-fruta.

De acordo com Júlio Walder, o mais apropriado para a cultura da laranja e outros cítricos é continuar com as técnicas de esterilização das moscas machos e da irradiação das larvas oferecidas aos parasitóides. “Como se produz esse tipo de fruta o ano inteiro, o melhor a fazer é, cada vez mais, aumentar o número de vespas nas plantações, através de liberações quinzenais”. Na Bahia, a utilização de moscamed estéril é mais eficaz porque há o período de entressafra, quando se solta os supermachos.

PARANÁ

A MEDICINA NUCLEAR NO PARANÁ

A aplicação da radioatividade no Paraná destaca-se na área da saúde através da Medicina Nuclear. Esta especialidade da medicina utiliza radioisótopos tanto em diagnósticos como em terapias. Alguns exemplos de radioisótopos utilizados são o Iodo-131 no diagnóstico e tratamento de lesões da tireóide, o Samário-135 aplicado para aliviar a dor em pacientes com metástase óssea, o Tecnécio-99 para cintilografia de diferentes órgãos, entre eles o fígado, e o Cobalto-60 utilizado no tratamento contra o câncer. Muitos são os hospitais e clínicas no Paraná que utilizam as técnicas desenvolvidas com a radioatividade. Nos exames de diagnóstico, são utilizados radioisótopos que se associam a órgãos do corpo humano, onde passam a emitir radiação. A radiação emitida é detectada permitindo um mapeamento do órgão examinado. Entre as terapias mais utilizadas está a radioterapia, onde o paciente é submetido a uma dose de radiação por determinado tempo, com o objetivo de destruir células cancerígenas.

Os médicos que atuam nesta área possuem especialização em Radiologia e Diagnóstico por Imagem. Entre as universidades do Paraná que oferecem esta especialização estão a Universidade Federal do Paraná, a Universidade Estadual de Londrina e a Pontifícia Universidade Católica.

Os profissionais que atuam na realização dos exames, que são responsáveis pela segurança do paciente durante o procedimento de diagnóstico ou tratamento, gerenciam o programa de manutenção dos equipamentos,

manuseiam os materiais radioativos, entre outras funções, possuem formação tecnológica em Radiologia.

Conheça o curso superior de tecnologia em Radiologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná <http://www.dafis.ct.utfpr.edu.br/radiologia/perfil.htm>

Bibliografia:

<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf> Acesso em 01/11/07

<http://www.sbbmn.org.br/medicinanuclear/> Acesso em 01/11/07

ARQUIVO: Curitiba se torna referência em pesquisas internacionais na área da saúde

Curitiba se torna referência em pesquisas internacionais na área da saúde

[Redação, com colaboradores](#) [27-06-2007]

Curitiba foi incluída no roteiro de cidades referência para treinamento na área de Medicina Nuclear a partir de um acordo fechado entre a AIEA - Agência Internacional de Energia Atômica, que pertence a ONU (Organização das Nações Unidas) e a Clínica Quanta Diagnóstico Nuclear. A clínica foi escolhida com base em vários critérios, incluindo produção científica (pesquisa), publicações internacionais na área, potencial dos profissionais e por ser uma referência no Brasil em Medicina Nuclear. A parceria foi firmada em Viena, na Áustria, entre o cardiologista e médico nuclear Dr. João Vítola, diretor da Quanta Diagnóstico Nuclear e o coordenador do departamento de Medicina Nuclear da AIEA, Maurizio Dondi, durante reunião do Grupo Internacional, também coordenado pela AIEA.

No convênio de cooperação, médicos de países em desenvolvimento virão para a capital paranaense para passar por um treinamento na área e levar ao seu país de origem as últimas técnicas e conhecimentos da Medicina Nuclear. “A parceria visa o desenvolvimento e expansão do uso pacífico da energia atômica pelo globo. A ONU está interessada em ajudar os países que não dominam o conhecimento na área de Medicina Nuclear”, explica o Dr. João Vítola. Ainda esse ano, a Clínica irá receber dois médicos da Venezuela e cinco do Chile.

Com o convênio, o especialista curitibano se tornará consultor da AIEA na área de cardiologia nuclear em assuntos que envolvam aspectos mundiais, participando de reuniões estratégicas em Viena e sendo palestrante da ONU em diversos países. A primeira palestra já está marcada. Será na cidade de Havana, em Cuba, no mês de janeiro.

Dr. João Vítola esclarece que a parceria ajudará colocar o nome de Curitiba e do Brasil no cenário da Medicina em todo o mundo. “Participar, ensinar e contribuir com estudos científicos internacionais é importante para mostrar que o país também é referência em capital humano e pesquisas”, avalia.

Ainda nesse ano, Curitiba será incluída em outros projetos de pesquisa da ONU com cooperação internacional. O primeiro será na área de infarto agudo do miocárdio de difícil diagnóstico, usando a cintilografia de perfusão miocárdica – um exame da Medicina Nuclear. Esse projeto terá a participação, além do Brasil, de Cuba, Chile, África do Sul, Itália, Vietnam, Eslovênia e Austrália. Outro projeto que será discutido visa avaliar as alterações da função cardíaca em pacientes submetidos a esforço físico na esteira.

Disponível em

<http://www.paranashop.com.br/colunas/colunas.php?id=11972>

Acessado em out/2007

RESERVA DE URÂNIO EM FIGUEIRA

No Brasil as reservas de urânio estão localizadas nos estados da Bahia, Ceará, Paraná, Minas Gerais, Amazonas e Pará.

No Paraná a reserva de urânio encontra-se no município de Figueira, na região nordeste.

Bibliografia:

<http://www.inb.gov.br/reservasBrasil.asp> Acesso em 28/11/07

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/nuclear/index.html&conteudo=./energia/nuclear/uranio.html> Acesso em 28/11/07