

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Projeto PIBID - UNICAMP
Subprojeto Licenciatura em Química
Instituto de Química – Unicamp

ENERGIA NUCLEAR

Bolsista ID: Bruna Roque Calian

Supervisora: Prof^a. Brígida de Moraes Biudes

Coordenadora: Prof^a. Dra. Adriana Vitorino Rossi

“Um pouco de ciência nos afasta de DEUS, muito nos aproxima”

(Louis Pasteur)

Introdução Histórica:

Atribuir a um cientista o mérito total de sua descoberta é de grande injustiça. Para que este chegasse ao ápice outros iniciaram e trilharam o vasto e infindável caminho do conhecimento. No percurso da descoberta da Energia Nuclear não foi diferente, as primeiras impressões a respeito da matéria foi o que iniciou a história dos átomos, para que hoje chegasse ao nosso entendimento de suas propriedades.

Os filósofos gregos Leucipo e Demócrito fizeram suas primeiras observações sobre a matéria, afirmaram que o átomo era a única constituição elementar do universo, este por fim era segundo eles indivisível, invisível e impenetrável. Tempo depois, estudiosos como John Dalton, J.J Thomson, Robert A. Milikan (importante participação na descoberta do Raio-X e da Radioatividade), Antoine Henri Becquerel (estabeleceu que sais de urânio emitiam radiações análogas às dos Raios-X), casal Pierre Curie e Maria S. Curie (que já explicava a radioatividade como propriedade atômica), E. Rutherford (verificou que eram radiações eletromagnéticas), tiveram participações fundamentais para que enfim Enrico Fermi (29/09/1901-28/11/1954) explicasse como liberar a energia armazenada nos núcleos dos átomos.

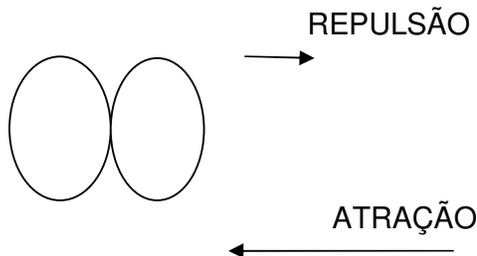
Fermi foi quem realizou pela primeira vez o bombardeamento de um núcleo por nêutrons. O maior desafio deste e dos físicos/químicos daquela época era descobrir condições para que os nêutrons liberados na fissão provocassem a fissão de outros átomos de Urânio da amostra, fazendo a reação progredir de maneira controlada. As reações seriam rápidas nas bombas atômicas ou lentas nos reatores nucleares. Fermi projetou o primeiro reator nuclear que funcionou satisfatoriamente. O estudo de Fermi sobre energia nuclear aliado ao seu envolvimento com os Estados Unidos colaboraram para construção da Bomba de Hiroxima e Nagasáqui, além de contribuições efetivas na área da saúde.

O que é Energia Nuclear:

Para se entender o que é a energia nuclear é preciso que alguns conhecimentos básicos sejam sedimentados. O primeiro deles é entender que tudo o que é matéria (possui massa e ocupa espaço físico) é constituído por

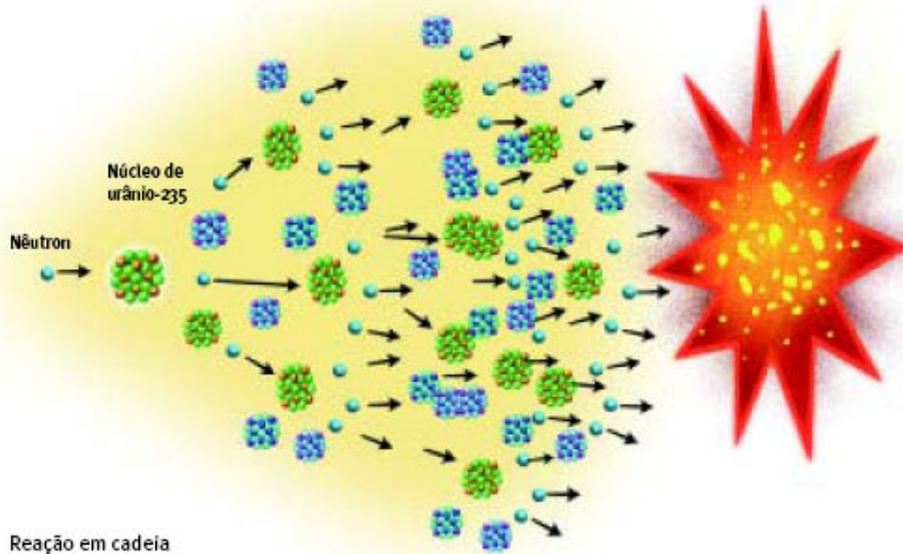
agrupamentos de átomos, denominados moléculas, as interações entre eles são eletrostáticas ou covalentes, para o nosso foco que é a energia nuclear não precisamos entender essas interações que promovem as ligações entre os átomos, mas é necessário que saibamos que existem forças de atração e repulsão nestes átomos. Em segundo lugar precisamos conhecer o universo no interior dos átomos, estes são constituídos por um núcleo e elétrons, dentro do núcleo existem partículas, denominadas prótons (que exibe carga positiva) e nêutrons (não possui carga). Compreendendo isto, é válido questionar-se, Como os prótons mantêm-se unidos no interior do núcleo já que sabemos que cargas iguais se repelem? Este é o ponto que nos interessa, os prótons e nêutrons no interior do núcleo experimentam duas forças: eletrostáticas (repulsão) e nucleares (atração), as forças nucleares são uma das forças de interação mais intensas do universo, portanto os prótons ficam unidos por uma força de elevada intensidade.

Figura 1. Observe a figura simplificada de dois prótons no interior do núcleo:



Conforme constatou Fermi esta energia poderia ser liberada dividindo o Núcleo de um átomo “pesado”, isto é, com muitos prótons e nêutrons. E a energia nuclear que mantinha juntos este aglomerado seria então liberada na maior parte em forma de calor.

Figura 2. A figura abaixo mostra um núcleo de urânio sendo atingido por um nêutron e a reação se processando em cadeia:



A divisão do núcleo de um átomo pesado como o Urânio-235 pelo ataque de um nêutron é denominada fissão nuclear. Porém não só ocorre a divisão em dois núcleos menores como também 2 a 3 nêutrons são liberados em detrimento do que foi absorvido (causou a fissão). Deste modo torna-se possível que estes nêutrons atinjam outros núcleos de Urânio-235 e sucessivamente liberando muito calor. Este processo é conhecido como a reação de fissão nuclear em cadeia ou reação em cadeia. Com o advento de tais descobertas este tópico foi, e ainda será motivo de discussão mundial. Um dos usos mais importantes em que se emprega a energia nuclear são usinas nucleares, que abrigam os reatores nucleares.

Usinas Nucleares e Reatores Nucleares:

Um reator nuclear é um equipamento onde se processa uma reação de fissão nuclear em cadeia. Já uma usina nuclear é uma instalação industrial empregada para produzir eletricidade a partir da energia gerada pelo reator, uma central nuclear pode abrigar um ou mais reatores. Existem vários tipos de reatores, mas o comumente encontrado nas centrais nucleares é o PWR (Pressurized Water Reactor = Reator a água pressurizada). Uma usina nuclear possui basicamente: o elemento combustível, barras de controle, vaso de pressão, pressurizador, gerador de vapor, gerador elétrico, condensador, vaso de contenção, bombas e o edifício do reator. Para entendermos um reator nuclear e conseqüentemente uma usina, define-se abaixo cada equipamento.

Elemento combustível: é uma estrutura que contém varetas carregadas de urânio, estas varetas são fechadas, com o intuito de não deixar escapar o material radioativo, o elemento combustível é o núcleo do reator.

Barras de controle: são estruturas que absorvem os nêutrons geralmente feitas de Cádmiu ou Boro, se localizam em tubos associados ao elemento combustível, o objetivo destas barras são de controlar a reação de fissão nuclear. Quando as barras estão totalmente dentro da estrutura do elemento combustível o reator está parado.

Vaso de pressão: é um esqueleto de aço que abriga os elementos combustíveis e contém a água de refrigeração dos elementos combustíveis.

Pressurizador: é o equipamento onde se controla a pressão da água aquecida que fica no vaso de pressão.

Gerador de vapor: é o instrumento onde se faz a troca de calor da água do circuito primário (vaso de pressão-pressurizador) e a água do circuito secundário (gerador de vapor-turbina-condensador-tanque de água de alimentação-gerador de vapor), nesta troca o vapor aciona a turbina.

Gerador elétrico: acionado pela turbina transforma energia cinética (movimento da turbina) em elétrica.

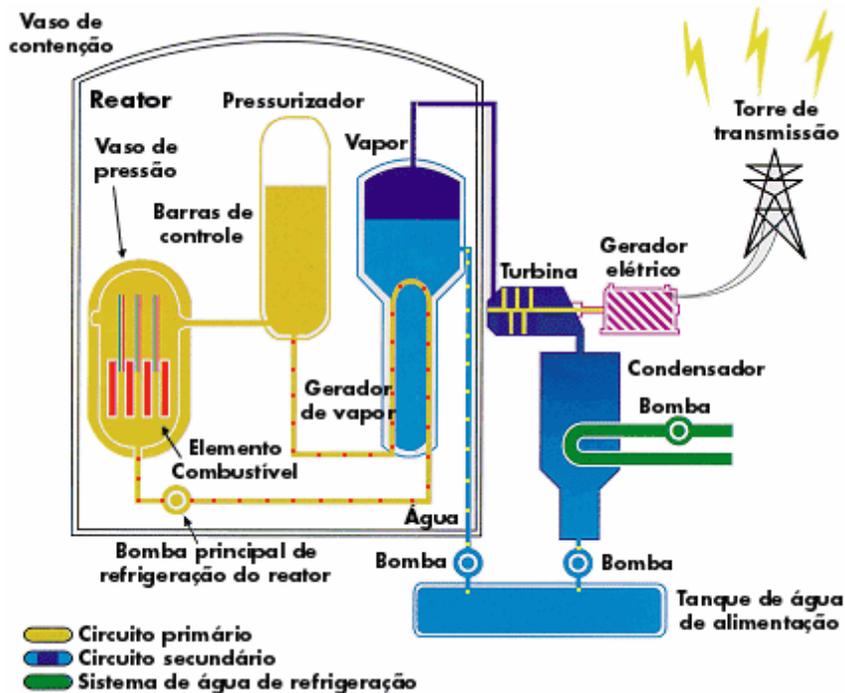
Condensador: é o equipamento que faz com que a água volte ao estado líquido.

Vaso de contenção: é uma carcaça de aço onde estão o vaso de pressão do reator, pressurizador e o gerador de vapor.

Bombas: são sistemas de tubos que liga o condensador a um resfriador (sistema de refrigeração)

Edifício do Reator: é um envoltório de concreto revestindo a contenção.

Figura 3. A figura a seguir mostra um exemplo de um reator e um modelo simplificado de uma Usina Nuclear:



Basicamente existe dois sistemas para o funcionamento de uma usina nuclear o sistema primário e o secundário.

Sistema primário: No vaso de pressão estão os elementos combustíveis (que contêm as varetas nas quais estão ocorrendo a fissão nuclear) e a água pressurizada a uma temperatura de aproximadamente 320°C. Para que não entre em ebulição a água passa pelo pressurizador que exerce uma pressão cerca de 157 vezes maior que a atmosférica. Através de um tubo a água vai do pressurizador até o gerador de vapor na qual ocorre troca de calor, a água do tubo depois de se resfriar (trocar de calor com a água do gerador de vapor) volta ao vaso de pressão.

Sistema secundário: O vapor gerado pela troca de calor movimenta a turbina numa velocidade cerca de 1,8 mil rotações por minuto. Depois de mover as turbinas o vapor é resfriado em um condensador. Na forma líquida, a água realimenta o gerador de vapor, fechando o circuito secundário.

Para finalizar a turbina aciona um gerador que produz eletricidade. A energia segue para a torre de transmissão e através desta é distribuída pela rede elétrica.

Elementos que podem alimentar um reator:

Os elementos radioativos que pode alimentar o reator são: Urânio (principal), Tório, Actínio e Plutônio (série dos Actínídeos).

Enriquecimento de Urânio:

Existem dois tipos mais conhecidos de isótopos (átomos com mesmo número de prótons) de urânio, o Urânio-235 e o Urânio-238. Inicialmente o urânio é extraído de pedreiras ou minas ele é encontrado em uma mistura a outros elementos, o mineral bruto contém apenas 0,3% de urânio. O urânio é separado dos outros minerais e o que sobra é o óxido de urânio conhecido como Yellow Cake (bolo amarelo), depois o óxido de urânio é convertido em um composto gasoso, o hexafluoreto de urânio. O U-238 exibe proporção de 99,3% e o U-235 de 0,7%, para que ocorra fissão a nível de um reator é necessário aumentar a porcentagem do U-235 em no mínimo 3%. Para aumentar a concentração de U-235 existem vários processos, entre eles estão, a difusão gasosa, ultracentrifugação (em escala industrial), Jato centrífugo (em escala de demonstração) e um processo a Laser (em fase de pesquisa), todos com objetivo de aumentar a concentração do U-235 que possui um núcleo físsil. Para construir uma bomba atômica é necessário um enriquecimento de ao menos 90% de Urânio-235.

Assim como qualquer fonte de energia a energia nuclear comercial, possui vantagens e desvantagens, abaixo segue os esclarecimentos de suas vantagens e desvantagens:

Vantagens da Energia Nuclear:

- É um combustível barato se comparados a outros combustíveis fósseis (ex: petróleo)
- É uma fonte mais concentrada na geração de energia, um pequeno pedaço de urânio pode abastecer uma cidade inteira (15% da energia primária produzida respondem a 84 mil toneladas de combustível)
- Exigência de uma pequena área para a construção da usina se comparada com uma hidrelétrica
- Grande disponibilidade de combustível (urânio)
- Independe do clima (não depende de chuvas, ventos, ou sol)
- Conseguir funcionar com máxima potência até dois anos sem renovação de combustível

Desvantagens da Energia Nuclear:

- Não é uma energia renovável, deste modo o recurso utilizado se esgotará futuramente

- Risco elevado de acidentes, visto que qualquer negligência humana ou técnica poderá causar uma catástrofe sem retorno
- Formação de resíduos nucleares perigosos
- Produção de energia de custo elevado comparado as demais, visto que o investimento inicial é alto e a manutenção também é de alto custo (investimentos técnicos, científicos e de segurança)
- Dificuldade de armazenar os resíduos gerados (o Plutônio-239 leva 24000 anos para ter sua radioatividade reduzida a metade)

As vantagens e desvantagens citadas são norteadas em grande parte pela comparação com as demais matrizes energéticas, referem-se a energia em larga escala (escala comercial). Entretanto as aplicações positivas desta energia para a sociedade são de grande importância.

Impacto da Energia Nuclear para sociedade:

Dentre as áreas beneficiadas por esta forma de energia podemos citar a medicina, a indústria, particularmente a farmacêutica, a agricultura, o meio ambiente, a arqueologia entre outros.

Energia Nuclear para o bem:

As radiações emitidas por radioisótopos (isótopos que emitem radiação) podem atravessar a matéria e, dependendo da energia que possuam são detectados por aparelhos apropriados denominados detectores de radiação. Radioisótopos que, usados em pequeníssimas quantidades podem ser acompanhados por detectores de radiação.

A aplicação de radioisótopos pode ser utilizada na medicina nuclear tanto para diagnósticos como para terapias. Radioisótopos administrados a pacientes passam a emitir suas radiações do lugar onde preferem ficar. Um exemplo bem conhecido é o Iodo-131, que emite partícula beta, radiação gama e tem meia-vida de oito dias. O elemento iodo, radioativo ou não é absorvido pela glândula de tireóide, onde se concentra. O fato de ser radioativo não tem influência no comportamento químico, por isso continua a ser absorvido pela glândula. Para o diagnóstico de hipo ou hipertireoidismo o paciente recebe uma dose de I-131 que vai ser absorvido pela glândula, "passando" por um detector pela frente do paciente observa-se se o iodo foi muito ou pouco absorvido em relação ao normal. O detector é associado a um mecanismo que permite obter um "desenho" ou mapeamento da tireóide. O radiodiagnóstico é feito pela comparação com o mapa padrão de uma tireóide normal, a mesma técnica é usada para o fígado e pulmão, este mapeamento é conhecido como cintilografia. Diversos órgãos podem ser mapeados por outros radiofármacos

como cintilografia renal,do fígado,do pulmão e óssea que utilizam o radioisótopo Tecnécio-99 .

Outra aplicação de radioisótopos na medicina nuclear é a radioterapia,neste caso uma dose maior do que a administrada para o diagnóstico é aplicada.Um dos aparelhos de radioterapia mais conhecidos é a bomba de Cobalto,usado no tratamento contra o câncer.Trata-se de uma fonte radiativa de Cobalto-60,a região a ser tratada é atacada pela radiação .

E ainda na medicina podemos citar a fabricação de drogas(hormônios de crescimento usado para tratar crianças com nanismo) que são produzidos em biorreatores e também a esterilização de equipamentos,seringas e luvas.

Além deste benefícios a energia nuclear também é muito útil para a agricultura,por exemplo na conservação dos alimentos,uma batata irradiada pode ser armazenada por um ano sem brotar e nem murchar.Os radioisótopos podem alterar também o código genético das sementes para que se tornem resistentes a pragas.Fertilizantes marcados com elementos radioativos possibilitam o estudo de processos de absorção de nutrientes pelas plantas e de infiltração de água no solo.

As melhorias na indústria também deve ser lembrada ,já que muitos gasto são evitados com os diagnósticos de equipamentos e vazamentos.Na arqueologia também é de boa serventia já que usam material irradiado para fazer datação de peças.A energia nuclear é importante também para utilização de técnicas de avaliação da poluição do ar,determinando através de aparelhos a quantidade e o local de ocorrência de poluentes,no ar,solo e água.

As aplicações benéficas descritas são muito importantes e influentes para a sociedade, de modo que a energia nuclear usada para o bem torna-se necessária.Descartar o seu uso causaria danos irreparáveis para as áreas citadas e outras,contanto manter o seu uso também causa danos a sociedade ,um deles e talvez o mais emergente é o Lixo Nuclear.

Rejeitos Nucleares:

Um dos pontos que mais embargam o uso da energia nuclear é o lixo gerado por esta matriz energética.Esses resíduos são altamente tóxicos,com risco de desenvolvimento de câncer mesmo em pessoas expostas a baixas doses de radiação.Tecnicamente,o rejeito é todo material resultante de atividade humana que contém elementos radioativos com riscos á saúde e ao meio ambiente e para qual não se recomenda a reutilização.Usinas Nucleares,hospitais,indústrias,entre outras instituições dão origem a esses rejeitos.O lixo radioativo é dividido em três classe: o de baixo nível de radiação,de nível intermediário,e o de alto nível de radiação.

O lixo de baixo nível possui meia-vida curta e baixo teor de radioatividade, são eles roupas protetoras contaminadas e alguns equipamentos de hospitais, fábricas, universidades e indústrias de energia nuclear. Estes são descartados em aterros, jogados no mar e dentro de tambores de aço (o que não é permitido em alguns países).

O lixo intermediário é constituído por material sólido de maior volume, como equipamentos usados, frascos de transporte de usinas, de fábricas de processamento de combustível e unidades de fabricação de armas nucleares. O método de descarte é envolver em concreto e/ou aço e armazenar em locais especiais, geralmente nas usinas. Pesquisadores estão procurando método de descarte em armazéns subterrâneos, ou nas partes mais profundas dos mares.

Já o lixo de alto nível inclui combustíveis sólidos e líquidos usados em centrais nucleares. Os métodos de descarte dos líquidos envolvem o estoque dos mesmos em tanques de aço inoxidável, envoltos em concreto num local apropriado, podem ser solidificados em vidro e armazenados em contêineres de aço dentro de construções de concreto ou armazéns subterrâneos. Outra opção é armazenar nas piscinas de resfriamento das próprias usinas que os produzem, isso é o que ocorre no Brasil.

Usualmente um reator nuclear típico produz, como rejeito, cerca de 30 toneladas de combustível irradiado por ano, este é um grande entrave, visto que, existem mais de 440 reatores nucleares comerciais no mundo, que produzem cerca de 14% da energia global, a demanda energética adquirida pode tornar-se secundária ao se comparar com o volumoso lixo a que origina. Um dos principais problemas deste lixo é que ele permanece contaminado por um longo período, podendo chegar até mais de 100 mil anos, apresenta um constante risco, pois caso haja vazamento a radiação pode causar graves problemas de saúde as pessoas expostas, como queimaduras, câncer, má formação de crianças e dependendo do grau de contaminação levar a óbito.

Investimentos estão sendo feitos no reaproveitamento do resíduo de alto nível que é uma mistura de radionuclídeos criados pela desintegração de átomos de urânio, vários deles com meia-vida muito longa, como é o caso do Estrôncio-90 e do Césio-137. Essa mistura, que também inclui o iodo e o tecnécio, responde por até 97% da atividade do combustível que foi usado no reator, e os elementos transurânicos (número atômico superior a 92) são sólidos com quantidades significativas de radionuclídeos de meia-vida longa como plutônio, emissores de partículas alfa. O reprocessamento foi desenvolvido tanto para extrair o plutônio (utilizado para produção de bombas atômicas) como para recuperar o urânio consumido no reator. Esse urânio pode ser enriquecido e

novamente usado como combustível, que irá gerar os novos radionuclídeos que podem ser reprocessados, de forma que o combustível seja reaproveitado por mais tempo. Além de todas as questões burocráticas existe ainda a questão da segurança já que o plutônio pode ser roubado e usado em bombas atômicas por grupos terroristas.

Desastres Nucleares:

Os desastres nucleares agregado ao problema do lixo nuclear são os maiores temores dos países que detêm esta tecnologia ou ambiciona ter.

O Acidente de Three Mile Island:

O primeiro dos grandes acidentes nucleares foi um derretimento parcial da unidade 2 de Three Mile Island, no Estado da Pensilvânia, nos Estados Unidos. Ocorrido em 1979 apesar de ter derretido parcialmente o reator a radioatividade foi contida e não houve mortos e nem feridos. O acidente teve início a partir de uma falha de equipamento, associado a erros humanos, que mais tarde foram atribuídos a falta de treinamento. Na madrugada de 28 de março de 1979, bombas de água do circuito secundário (que não fica em contato com o material radioativo) pararam de funcionar, e automaticamente se interrompe o processo de fissão nuclear, mas a mera presença de elementos físséis mantém a produção de calor, elevando a temperatura e pressão. Para reduzir a pressão, uma válvula de emergência do pressurizador foi acionada e deveria ter sido fechada quando a redução chegasse a certo ponto, mas isso não ocorreu. A partir de uma sucessão de pequenas falhas e erros o elemento combustível no reator começou a derreter. Ocorreu, entretanto vazamentos de água e gases que continham materiais radioativos, contaminando a região da usina, a descontaminação ocorreu 14 anos depois, em 1993.

O Acidente de Chernobyl:

Passaram sete anos do acidente radiológico no Estados Unidos e o maior acidente nuclear acontecera, localizado na Ucrânia perto da fronteira com Belarus – repúblicas que pertenciam a URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas). Em 26 de abril de 1986, um reator explodiu, liberando uma nuvem radioativa que contaminou pessoas, animais e o meio ambiente numa ampla extensão da Europa. No início da madrugada, técnicos da usina realizavam testes aproveitando um desligamento de rotina, para observar como o reator funcionaria com baixo nível de energia. Porém os funcionários não seguiram as normas de segurança, o grafite utilizado como moderador de nêutrons, tornou-se rapidamente instável. Quando os operadores decidiram desligá-lo, não conseguiam mais. O superaquecimento provocou então uma explosão. A energia liberada arrebatou a laje superior do edifício e lançou na atmosfera gases e partículas radioativas. O ar que entrou na central levou a

rápida combustão do grafite, que continuou queimando e soltando material radioativo por mais dez dias. Durante três dias tudo ficou em segredo, impedindo que as pessoas se protegessem, apenas quando a Suécia detectou uma forte elevação nos níveis de radiação é que o governo da URSS admitiu o fato e se dispôs a colaborar na busca de soluções. Uma nuvem radioativa carregada pelos ventos, propagou-se pelos territórios da Ucrânia, Belarus, Rússia, países Escandinavos, Europa Central, região dos Balcãs, Itália, França, Reino Unido e Irlanda. Até hoje o número de mortos é motivo de controvérsia, pois os problemas de saúde causados pela radiação se manifestam a longo prazo, é complicado estabelecer o número exato de vítimas. O relatório divulgado pelas Nações Unidas em 2005 indicava a ocorrência de até 4 mil mortes, a organização ambientalista Greenpeace estimou em 100 mil o número de mortes potenciais e um estudo britânico avaliou a cifra de mortos entre 30 e 60 mil pessoas. Além disso existe o aumento de incidência de doenças como câncer de tireóide, cerca de 350 mil pessoas tiveram que abandonar suas casas as pressas. Atualmente uma área de 30 quilômetros em torno da usina é considerada “zona de exclusão” e permanece praticamente desabitada. O solo, a água e a vegetação foram contaminados pela radiação. E ainda as operações na contenção do incêndio e de confinamento do material radioativo envolveram milhares de pessoas os chamados “liquidadores” (policiais, bombeiros, soldados, mineiros e outros profissionais). Um enorme abrigo de concreto e aço foi construído sobre o reator, porém mais de duas décadas se passaram e o abrigo conhecido como sarcófago apresenta rachaduras e fissuras por onde infiltra água da chuva. Para evitar o risco de contaminação do lençol freático, um projeto internacional visa construir uma nova estrutura que deverá cobrir integralmente o antigo edifício.

O acidente radiológico brasileiro:

O início deste desastre ocorreu quando dois catadores invadiram o antigo instituto de goiano de radioterapia, que se encontrava desativado há algum tempo. O objetivo dos dois homens era depenar o local e revender o metal para um ferro velho. Até que um deles avistou a máquina terapêutica este, confundiu um pedaço de máquina com uma peça de chumbo. Os donos do ferro velho desmontaram a peça e descobriram o “ouro azul”, um pó na verdade muito radioativo – Cloreto de Césio (Césio-137). Crianças, adultos e idosos brincaram com o pó que no escuro brilhava. Algumas horas depois muitas pessoas tinham os mesmos sintomas, náuseas, tonturas, vômitos e diarreias. A esposa de um dos donos do ferro velho havia ingerido grande quantidade do pó, além de sua sobrinha e outras vítimas que vieram a óbito. Estima-se que cerca de 112800 pessoas foram expostas aos efeitos do césio, muitas destas com contaminação revertida a tempo certamente a ignorância que causou tal tragédia não foi apenas dos catadores, a falta de informação destes pode ser entendida, o que

não entende-se é a irresponsabilidade dos donos do instituto e dos órgãos fiscalizadores.

Japão e seu dilema nuclear:

Em 11 de março de 2011 um terremoto de 8,9 pontos na escala Richter atinge o litoral nordeste, o tremor foi o pior da história do país e o sétimo mais intenso do mundo. O maior terremoto da história do Japão foi 300 vezes mais intenso do que o terremoto que arrasou o Haiti. Após o terremoto, um Tsunami alcançou 10 metros de altura arrasou o litoral nordeste do Japão, contabilizaram mais de 9 mil vítimas. Atribuindo culpa ao terremoto seguido pelo Tsunami registrou-se explosões em prédios dos reatores da usina Fukushima Daiichi, provocadas por problemas de aquecimento dos reatores. Uma fumaça branca foi vista na usina. Moradores em um raio de 20 quilômetros da usina de Fukushima Daiichi foram retirados de suas casas. O nível de radiação atingiu oito níveis a mais em comparação as condições normais ao redor do reator. No caso da usina Fukushima Daiichi o sistema de resfriamento alimentado por geradores a diesel haviam sido danificados pela inundação do Tsunami. A agência japonesa de energia nuclear elevou para 7 o nível de alerta em uma escala de acidentes nucleares e radiológicos, o que coloca a central de Fukushima no mesmo índice de gravidade de Chernobyl. Além dos enormes danos causados pelo terremoto e o devastador Tsunami a nação japonesa exibe temores muito maiores em relação a sua situação nuclear, explosões em escala devastariam não apenas sua nação como muitas outras regiões.

Bombas atômicas e o massacre japonês:

Em 6 de agosto de 1945 um avião americano lançou contra os moradores de Hiroxima uma bomba atômica. Como resultado do ataque, calor e incêndio, a cidade foi destruída e 90 mil pessoas morreram no mesmo dia. Três dias depois deste atentado outro avião americano bombardeou Nagasáki o que resultou em 40 mil mortes imediatas. Até o fim de 1945 constatou-se que aproximadamente 150 mil japoneses de Hiroxima foram a óbito e 75 mil em Nagasáki tiveram suas vidas ceifadas. Estima-se que 40% da população de Hiroshima e Nagasáki foram dizimadas. Para efeito de comparação seria como se ao invés de 3 mil mortos no ataque de 11 de setembro tivessem sido 4 milhões de habitantes americanos. Nas cidades atacadas por causa da radiação, cidadãos cujos pais e avós foram atingidos têm graves problemas por ter recebido tal herança genética, por exemplo, deformações físicas, câncer, problemas de esterilidade e outras doenças. Existem vários tipos de bombas, a utilizada pelos americanos foram bombas de fissão nuclear, onde núcleos de urânio (Hiroxima) ou plutônio (Nagasáki) são desintegrados em elementos mais leves quando bombardeados por nêutrons, ao bombardear-se um núcleo este produz mais nêutrons e energia que bombardeiam outros núcleos, gerando uma reação em

cadeia.O ataque as cidades japonesas não podem ser entendidos isoladamente,o ataque não foi apenas nestas cidades,mas sim contra toda a humanidade,que até hoje vive a sombra do medo de uma última guerra,a guerra atômica.

O poema abaixo foi inspirado no ataque nuclear que sofreu a nação japonesa,escrito por Vinicius de Moraes:

Pensem nas crianças

Mudas telepáticas

Cegas inexatas

Pensem nas mulheres

Rotas alteradas

Pensem nas feridas

Como rosas cálidas

Mas oh não se esqueçam

Da rosa da rosa

Da rosa de Hiroshima

A rosa hereditária

A rosa radioativa

Estúpida e inválida

A rosa com cirrose

A anti-rosa atômica

Sem cor sem perfume

Sem rosa sem nada

De modo geral antes de acontecer o desastre no Japão em 2011,a energia nuclear global parecia estar prestes a um renascimento cauteloso.Países em crescimento e

desenvolvimento acelerado como China e Índia pareciam esperançosos em obter independência do carvão e agregar a uma fonte de energia limpa. A França que possui a maior porcentagem no uso da energia nuclear do mundo (cerca de 75% da energia comercial provém de usinas nucleares), dava impressões de comodismo com relação a este suprimento energético. E ainda porque não citar, o Brasil, que possui duas usinas nucleares em operação (Angra 1 e 2), uma usina em construção (Angra 3) e arquitetada-se mais quatro usinas nucleares em funcionamento até 2030. De fato, a adesão pela energia nuclear parecia aquecer o mercado nacional e internacional, desprezados do histórico de acidentes o mundo apostava nesta alternativa. No entanto, os recentes eventos japoneses de certa forma abalarão expectativas destes países, o que ainda não se sabe é qual a projeção deste abalo. Não é possível estabelecer um veredito se os danos são maiores ou menores com a adoção da energia nuclear, assim como todas, esta exibe vantagens e desvantagens. O que devemos ter é cautela, não julgando apenas pelos desastres e desconhecendo seus benefícios. As aplicações desta energia são cruciais para a humanidade, a mesma energia que serviu para atacar milhares de japoneses também auxilia no tratamento ao câncer. É fundamental que saibamos discernir a importância da energia nuclear, entender que ela não serve apenas para o abastecimento comercial é o primeiro passo. Em contraponto, se o foco for total substituição da energia, das outras formas de energia pela nuclear deve-se considerar fortemente os seus riscos. Em suma, dar uma posição radical neste caso parece ser bastante prejudicial, tanto optar por total uso como se optássemos por extingui-la, a melhor opção talvez seja ponderar, ter cautela pois ainda somos surpreendidos por tal tecnologia (como no caso recente do Japão).

Bibliografia:

1. BIODIESEL. Site Informativo.

Disponível em: [HTTP://biodieselbr.com/energia/nuclear](http://biodieselbr.com/energia/nuclear)

2. CNEN. Comissão Nacional de energia nuclear. Apostilas Educativas. 2006

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

3. *Energia nuclear: problemas e opções*/Spurgeon M. Keeney, Jr [et al.]; trad. De Jose Livio Dantas.

4. HELENE, M Elisa Marcondes. *A radioatividade e o Lixo Nuclear*. São Paulo, SP: Scipione, 1996. (Ponto de apoio)

5. MYERS, Desaix B. Octavio Mendes Cajado, *O debate sobre energia nuclear*, São Paulo, SP: Cultrix, 1983.

6. SOARES, Cláudio. *Dossiê Nuclear. Guia do estudante*, São Paulo, SP: Abril, p. 34 – 55, 2011.