Energia Nuclear e o Desenvolvimento Sustentável.

Por Vanusa Feliciano Jacomino, pesquisadora do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN.

Apresentação realizada em 31 de março de 2005 na Casa da Cidadania, em Belo Horizonte, dentro do escopo de trabalho do Projeto "O Futuro da Energia", tendo como debatedores: Leonardo Fares e Nísia Werneck.

Resumo:
O texto faz uma abordagem ampla da questão nucelar, focando aspectos como: histórico-científico; processo de geração da energia nuclear; riscos de acidentes; panorama mundial; a energia nuclear e o Protocolo de Kioto e o capítulo 9 da agenda 21.

Vanusa afirma que o imaginário da sociedade quanto à energia nuclear muitas vezes é restrito e equivocado: Vêem a energia nuclear como sinônimo de bomba atômica.

No contexto ambiental, Vanusa levanta uma importante e relevante questão, em relação ao cálculo do custo de cada energia: "Posso estar enganada, mas no Brasil se faz planejamento energético sem levar em conta as componentes ambientais...".

Os debates, protagonizados por Léo Fares (Amda) e Nísia Werneck (Consultora em Mobilização Social) evidenciaram a polêmica que o tema abriga. Foram destacadas principalmente a importância da participação da sociedade e a questão dos riscos desta fonte energética.

Apresentação na íntegra

Apresentação

Meu nome é VANUSA FELICIANO JACOMINO. Trabalho no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN, que é um órgão ligado à Comissão Nacional de Energia Nuclear. Esta, por sua vez, é ligada ao Ministério de Ciência e Tecnologia. Sou Física e minha formação foi realizada em São Paulo, sempre trabalhando na área de meio ambiente e da aplicação de técnicas nucleares na solução de problemas ambientais. Hoje irei falar sobre o tema energia nuclear e desenvolvimento sustentável.

Introdução

Quando se fala em energia nuclear muitas vezes o que nos vem à cabeça é a bomba atômica, principalmente as que foram atiradas sobre Hiroshima e Nagazaki. Mas a energia nuclear tem aplicações importantes na medicina, agricultura, hidrologia, meio ambiente.

Radiação natural

Toda a humanidade vem sendo submetida à radiação natural desde o início da sua formação. Ela é proveniente do processo de formação da Terra, da radiação cósmica, do processo de fusão nuclear que ocorre no Sol, etc. Os elementos radioativos das séries naturais são parte dos materiais constituintes da crosta

terrestre. Em algumas regiões do planeta existe uma maior concentração desses elementos, como é o caso, no Brasil, do município de Poços de Caldas, em Minas Gerais e do litoral do estado do Espírito Santo. Por exemplo, na cidade de Guarapari no estado do Espírito Santo, conhecido balneário procurado por muitas pessoas por causa de suas areias consideradas medicinais; aquelas areias são monazíticas e para se ter uma idéia, os níveis de radiação em muitas ruas da cidade são 10 vezes maiores que em outros lugares. Poços de Caldas e Araxá, ambas situadas no estado de Minas Gerais, também apresentam níveis elevados de radioatividade natural devido à presença de formações geológicas que favoreceram a concentração de minerais radioativos. Apesar disso, os estudos sobre alterações genéticas feitos no Brasil evidenciaram que não há diferença entre as populações daquelas localidades e as pessoas de outras regiões. Isto acontece porque nosso organismo está equipado para repor as células danificadas quando os níveis de radiação são baixos.

As regiões do mundo com mais altos índices de radioatividade são o Irã, Índia, China, Brasil. Para que se tenha uma idéia, a dose de radiação recebida pelos indivíduos que moram nas cercanias de uma usina nuclear operando em condições normais é de 0,05 mSv/ano. Por outro lado, a dose de radiação recebida por um indivíduo que vive na cidade de Guarapari no Espírito Santo pode chegar a 35 mSv/ano.

Em todos os lugares estamos expostos à radiação. A dose proveniente das fontes artificiais representa, em média, apenas 33% do total de radiação que recebemos, sendo 30% devido às radiografias e outros exames médicos e 3% devido aos reatores e outras fontes artificiais de uso industrial. As usinas nucleares não são as únicas fontes artificiais de radioatividade. Existem diversas aplicações das radiações que são muito próximas de nossa vida cotidiana. Para exemplificar, podemos citar a o uso de fontes radioativas para controle de espessura do papel alumínio de uso doméstico, para a inspeção das soldas nas tubulações de gás encanado, para a esterilização de material cirúrgico, para exames clínicos no diagnóstico de doenças, para o tratamento do câncer e muito outras. Deve ser ressaltado que para cada um destes usos das substâncias radioativas, os quais têm proporcionado tantos benefícios à Humanidade, são gerados rejeitos radioativos.

Histórico científico

O fenômeno da radioatividade foi descoberto pelo físico francês Henri Becquerel, em 1896. Ele realizou diversos estudos e verificou que sais de urânio emitiam radiação semelhante à dos raios-X, impressionando chapas fotográficas. Depois disto, Madame Curie (cientista polonesa, que viveu entre 1867-1934) descobriu que o polônio e o rádio eram mais radioativos que o urânio e por isso, recebeu o prêmio Nobel de Física em 1903 e de Química em 1911.

Após a descoberta dos radionuclídeos naturais, o homem observou que também poderia produzir radionuclídeos artificiais. Um dos processos utilizados para isso é o da fissão nuclear. Neste caso, os núcleos de átomos de urânio -235 colocados dentro de um reator nuclear são bombardeados com feixe de nêutrons. Estes, ao penetrarem no núcleo dos átomos de U-235 (elemento pesado) fazem com que ele se divida em elementos mais leves, bem como que sejam emitidos, em média, três nêutrons e radiação gama. Essa radiação gama nada mais é do que uma onda eletromagnética da mesma natureza da luz visível que nós temos em nosso

ambiente, mas com um comprimento de ondas muito menor, estando dentro do espectro da radiação eletromagnética.

Geração de energia nuclear

Uma reação em cadeia é um conjunto de reações de fissão nuclear que se inicia, geralmente, pelo bombardeamento com nêutrons e que continua espontaneamente pela captação de nêutrons originados de fissões anteriores. Ao final da reação, além dos produtos de fissão e de radiação, tem-se a liberação de calor. Para que ocorra a reação em cadeia é necessária uma quantidade mínima de urânio-235, pois senão a reação não se sustenta e finaliza-se.

Qual é a diferença de fissão nuclear num reator e numa bomba atômica? Num reator se tem a fissão nuclear de forma controlada. Nele, existem barras de controle feitas de elementos que absorvem nêutrons que possibilitam, portanto, o controle da reação em cadeia. Numa bomba atômica o processo é extremamente rápido e não controlável, o oposto do que ocorre no reator nuclear.

O reator de água pressurizada do tipo PWR (*Pressurized Water Reactor*), o qual é utilizado nas usinas brasileiras, é constituído por três circuitos, a saber: primário, secundário e de água de refrigeração. A água do circuito primário é aquecida pelo calor decorrente da fissão do urânio no reator, chegando a uma temperatura de cerca de 320°C. Em seguida, a água passa por tubulações até o gerador de vapor, onde vaporiza a água do circuito secundário sem, no entanto, entrar em contato com ela. O vapor resultante vai acionar a turbina, que movimentará o gerador e produzirá eletricidade. Portanto, neste tipo de reator, a água é mantida sob alta pressão para alcançar altas temperaturas sem ebulição do sistema primário.

Riscos de acidentes

Com relação ao acidente de Chernobyl deve ser ressaltado que o reator da antiga União Soviética não tinha o circuito primário. Há mais de vinte anos, tirando alguns da União Soviética, não há um reator como aquele em operação em parte alguma do mundo. Nos reatores em uso, hoje, o que existe na realidade é o elemento combustível (feito com urânio enriquecido), a água (que já vai absorver a radiação), um revestimento nas varetas, o circuito primário selado, uma esfera de retenção de aço e o prédio do reator (que pode ter as paredes de 1 a 2 metros de espessura, dependendo do reator).

A comparação entre diferentes tipos ou tecnologias de geração de energia deve ser feita levando-se em conta todo o ciclo de vida do processo, ou seja, desde a mineração até o descomissionamento da planta. Aqui no Brasil nós temos as minas de urânio em Poços de Caldas que estão em processo de descomissionamento, Lagoa Real na Bahia e Itataia no Ceará estão em fase de projeto.

O minério de urânio proveniente dessas minas é inicialmente tratado. Após o processo de produção de *Yellowcake*, o qual no Brasil é feito pelas Indústrias Nucleares Brasileiras (INB), esse concentrado é convertido em UF_6 e enriquecido, em uma usina de enriquecimento, sendo finalmente reconvertido para sólido (elemento combustível). Por que enriquecer o urânio? Porque na natureza nós temos urânio natural contendo 99,3% de urânio-238, 0,7% de urânio-235 e traços de urânio-234. Num reator do tipo PWR existente em Angra, a probabilidade de ocorrer a fissão nuclear com átomos de urânio 238 é muito pequena, então o que nós temos

que fazer é colocar mais isótopos urânio-235. Essa é a etapa do ciclo do combustível conhecida como enriquecimento. Após esse processo tem-se uma concentração de 3 a 5 % de isótopos de urânio-235.

A partir deste processo tem-se também o que nós chamamos de urânio empobrecido, que é aquele urânio - 238 que sobrou após a retirada do 235. O urânio empobrecido pode ser usado, por exemplo, na fabricação de armamentos não nucleares.

O primeiro item que iremos debater é o urânio como combustível. O Brasil hoje é a 6ª reserva mundial de urânio (a 1ª é a Austrália, a 2ª o Cazaquistão, a 3ª o Canadá), que é um elemento abundante, pode ser reprocessado e reutilizado. Para que se possa comparar a quantidade necessária para sustentar as usinas, imaginemos que uma delas tivesse a capacidade de gerar 1 mil mega watt elétrico por ano, eu precisaria de 1100 milhão de toneladas se fosse de gás natural, 1400 milhão de toneladas se fosse de óleo, 3200 milhões de toneladas se fosse de carvão e 10 toneladas na energia nuclear. Um detalhe que a maioria das pessoas não sabe, é que em uma usina a carvão se tem liberação de radioatividade maior que nas usinas nucleares, em condições normais de operação, em razão das impurezas contidas no mineral.

Um dos grandes problemas da energia nuclear é a percepção de risco pelo público; para falar em energia nuclear eu preciso falar em acidente. Entretanto, toda às vezes em que se vai fazer um planejamento energético envolvendo a comparação de diferentes fontes de energia, tem que se mencionar a questão do acidente nuclear. Para as outras fontes de energia, como exemplo a hidroelétrica, a gente nunca fala. No caso da energia nuclear, assim como deveria ser feito para as outras fontes, falamos tanto em condições normais de operação quanto em condições de acidente, as duas coisas deverão sempre ser levadas em conta.

O processo de licenciamento de uma usina nuclear é complicado e vagaroso, uma vez que ele não se resume a atender apenas o órgão ambiental. No caso de uma usina nuclear, além do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), deve também ser preparado um Relatório de Análise de Segurança (RAS), que avalia as possibilidades de acidente e seus resultados, caracterizando, uma vez mais, a escolha do local e o conceito construtivo da usina.

Lixo “atômico" é o termo popular empregado para designar o "lixo" radioativo gerado nos reatores nucleares e nas usinas de reprocessamento de elementos combustíveis queimados. O termo mais correto é **rejeito radioativo**. Este, por sua vez, é definido em norma como sendo todo material resultante de atividades humanas, que contém elementos radioativos acima dos limites de isenção e para o qual não há previsão de reutilização. Estes limites são estabelecidos em normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Eles podem ser classificados em categorias distintas: rejeitos de baixa, média ou alta atividade quanto ao nível de radioatividade e, de curta, média ou longa duração quanto ao tempo de vida ativa. Por exemplo, no processamento do minério de urânio são produzidos resíduos de baixa atividade, mas de longa duração; materiais e equipamentos que foram expostos à radiação durante a operação das instalações nucleares como luvas, panos de limpeza, plásticos e vestimentas de proteção são de baixa atividade e curta duração. O combustível nuclear usado no reator é considerado de alta atividade e longa

duração, pode ser armazenado em tanques especiais, dentro da própria usina, ou reprocessado.

Os rejeitos de baixa e média radioatividade são compactados dentro de tambores de aço e transportados para depósitos iniciais dentro da própria usina, junto ao prédio do reator. Após um determinado intervalo de tempo eles devem ser enviados para um repositório final de rejeitos radioativos. No Brasil, a definição do local apropriado para o repositório final de rejeitos é da competência da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, a qual vem realizando detalhados estudos a este respeito.

De uma maneira geral no Reino Unido de todos os rejeitos gerados, sejam eles radioativos ou não, apenas 0,04 % corresponde aos rejeitos radioativos. O restante é dividido da seguinte forma: 40.000.000 m^3 de rejeitos industriais (34,32 %); 41.000.000 m^3 de rejeitos domésticos (34,5 %); 25.000.000 m^3 de rejeitos de minas de carvão (21,45 %); 7.000.000 m^3de cinzas voláteis (6,01%) e 1.400.000 m^3 de rejeitos líquidos tóxicos (1,20%). Considerando apenas os rejeitos radioativos tem-se que 95,59% correspondem aos rejeitos radioativos de baixa atividade, 4,34 % de média atividade e 0,07 % de alta atividade Pesquisas feitas na Universidade de São Paulo mostram que as usinas termoelétricas a carvão, por exemplo, Figueiras e Candiota localizadas no sul do Brasil, podem, em condições normais de operação, liberar uma quantidade maior de aerossóis contendo elementos radioativos (urânio, tório e seus produtos de decaimento) do que as usinas nucleares de Angra II e Angra III.

Uma usina termoelétrica a gás libera anualmente cerca de 25 toneladas de SO_2, 10.800 toneladas de NO_2, 350 toneladas de metano, 1.900 mil toneladas de CO e 3.800 mil toneladas de CO_2, que são todos gases do efeito estufa. Essa quantidade de poluentes é resultado da produção de 1.300 mega watts de energia elétrica. Uma usina nuclear não libera nenhum desses poluentes atmosféricos.

Ao se fazer comparações devemos levar em conta o problema das limitações físicas, e isto pode não existir de forma significativa no Brasil, mas na Europa existe. Para construir uma usina a carvão ou nuclear são necessários apenas poucos quilômetros quadrados. Uma usina solar necessita de uma área superior a 20 quilômetros quadrados; eólica com áreas maiores que 50 quilômetros quadrados; a biomassa pode chegar, nessas grandes fazendas, a 4 mil quilômetros quadrados; e a hidrelétrica, como exemplo a de Três Marias, pode chegar a 1110 mil quilômetros quadrados. Nós podemos pensar que isso não é um problema, mas se for como a Europa nós sabemos que esse é um problema seríssimo de limitação de espaço.

Alguns países, como por exemplo, a Suécia, já encontram soluções para o armazenamento dos rejeitos radioativos. No Brasil, os rejeitos gerados até o presente momento em decorrência da operação de Angra I e II ainda estão armazenados dentro das usinas nucleares de Angra. Na França, por exemplo, utilizando a energia nuclear uma família de 4 pessoas gera por ano cerca 1 centímetro cúbico de rejeito radioativo de alta atividade. Não existe nenhuma instalação, seja ele a carvão, gás, óleo, onde o rejeito seja tratado, catalogado e que possua um inventário tão detalhado como uma usina nuclear.

Evidentemente, a seleção do local do repositório de rejeitos radioativos deve ser feita levando-se em conta fatores ecológicos, sócio-econômicos, geológicos e fisiográficos. Aspectos tais como localização, dispersão de poluentes através do ar,

dispersão através de meio hídrico, repercussão sobre a vegetação e a fauna e ao potencial de impacto no meio ambiente devem ser considerados.

No Reino Unido0 34,33% de todos os rejeitos gerados são industriais, 34,32% são domésticos, 6% são cinzas, 2,66% rejeitos sólidos tóxicos, 1,2% rejeitos líquidos tóxicos, 21,45% rejeitos de minério de carvão e 0,04% rejeitos radioativos. Destes, 95,59% são rejeitos radioativos de baixa radioatividade, 4,34% de média radioatividade e 0,07% de alta radioatividade.

A operação de uma usina nuclear é muito mais complicada do que qualquer outro tipo de usina: primeiro, para que se tenha o licenciamento de uma usina deve-se obedecer a normas nacionais e internacionais, ter sistemas de segurança múltiplos com um rigoroso controle de qualidade, treinamento de operadores que deve ser atualizado anualmente, passar pela inspeção de organismos internacionais (que vem a cada dois ou três anos para fiscalizar as condições de segurança, como a Agência Internacional de Energia Atômica), uma licença de segurança do CNEN, a licença do IBAMA e do órgão ambiental estadual.

Segundo pesquisas no mundo, a taxa de incidência do câncer entre os trabalhadores de usina nuclear é muito menor do que a média da população. Isso acontece não por que essas pessoas sejam mais saudáveis, mas porque todo ano se tem feito um controle rigoroso do operador do reator para que possamos testar sua saúde e bem estar físico.

A energia nuclear no mundo

Hoje no mundo, a 1ª energia é a do carvão, seguido da energia nuclear (com 97GW gerados), seguidos pelo gás, a água, óleo e outros. Nos países da OCDE - Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Coréia, Luxemburgo, México, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Inglaterra e os Estados Unidos - utiliza-se cerca de 40% de energia nuclear, isso com relação à geração de energia elétrica. Nós temos 32 países concentrados em geração. Desde o início da construção da energia nuclear até 1999 houve uma experiência operacional de 9379 reatores/ano. Alguns reatores já fechados até mesmo pela sua vida útil, já que um reator opera em média 30 anos. Atualmente no mundo, há em torno de 433 reatores nucleares em operação.

Os tipos de usina, em sua maioria, são do tipo PWR, que é igual a esse modelo de Angra. Na França, 75% da energia elétrica gerada é energia nuclear, na Lituânia esse percentual é de 73%, na Bulgária é de 77%, na Suécia é 47% e assim por diante, até chegar no Brasil que é de 1,2%, correspondentes a Angra I e Angra II.

Os Estados Unidos hoje possui 104 reatores nucleares em operação, a França 59, o Japão 53, a Inglaterra 35, Rússia 29, Alemanha 19, Coréia 16 (está construindo 28 novos reatores), Canadá, Índia e a Suécia (também construindo um novo reator). Na Alemanha, só duas usinas estão sendo descomissionadas, todas as outras continuam em operação. Na França não há nenhuma usina em construção, mas temos já operando 58 que são responsáveis por 75% da geração de energia elétrica e estão sendo feitas pesquisas para o aumento da vida útil dos reatores. Em média, cada usina opera por pelo menos 50 anos.

A França exporta energia para o Reino Unido, para a Bélgica, Alemanha, Suíça, Península Ibérica. No Japão nós temos 53 usinas em operação, 4 em construção e 16 em fase de planejamento, de licenciamento.

A situação da geração de eletricidade por meio da energia nuclear depende, principalmente, da opinião pública; a percepção da sociedade é extremamente importante e esse tipo de trabalho é bastante interessante. Assim é positiva a nova postura americana ou européia, que não estão fechando as usinas, mas sim realizando pesquisas para aumento da sua vida útil. Por outro lado, na Ásia há a previsão da construção de mais de 28 reatores.
Numa visão geral, a previsão é que na China sejam construídos 7 reatores nucleares, no Brasil 1, na Ucrânia 4, Croata 2, Rússia 3, Coréia 4, Japão 4, Índia 3, Argentina 1. Observa-se que na Ásia existe uma tendência à construção de novos reatores, diferentemente do que ocorre na Europa.

No Brasil, assim como nos países em desenvolvimento no mundo todo, a demanda por energia, especialmente a energia elétrica vem crescendo de forma acentuada. No ano de 2000, a estrutura da capacidade elétrica do Brasil era: 59.468 MW (hidro); 6.248 MW (térmicas) e 1.966 MW (nuclear, correspondente a ambas as usinas, Angra I e II). No estado do Rio de Janeiro 54% da capacidade instalada corresponde à energia nuclear.

Um dos problemas que temos, quando se trata de produção hidrelétrica, é que os grandes centros consumidores estão na região Sudeste e a capacidade para a instalação de novos pólos de geração de energia elétrica está na região Norte. Há um debate sobre qual seria a melhor maneira de converter isso para os grandes pólos consumidores. Sabe-se também que o custo é muito alto para isso e as linhas de transmissão também necessitam passar por um processo de licenciamento ambiental. Angra localiza-se a 130km do Rio de Janeiro, 230km de São Paulo e 350km de Belo Horizonte. Então, sua proximidade com relação a grandes centros, há um espaço muito pequeno onde se deve atender a grandes demandas de energia elétrica.

Energia nuclear e o Protocolo de Kioto

A energia nuclear e o desenvolvimento sustentável devem ter uma premissa entre os agentes econômicos e a natureza. O modelo de planejamento energético a ser adotado por qualquer país, deve permitir o crescimento econômico, com inclusão social e respeito ao meio ambiente.

O Protocolo de Kioto prescreve uma redução dos processos de deteriorização da camada de ozônio e do efeito estufa. A maior fonte de gases causadores desse processo de efeito estufa são o carvão e os derivados do petróleo. Nós temos dados globais da liberação de CO_2, de 1985 a 1990, onde se observa um aumento na emissão desses gases no mundo. Para o atendimento do protocolo de Kioto foi definido o MDL - Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – de formas de geração de energia sem agressão ao meio ambiente. Esses MDL prevêem que os países desenvolvidos financiem projetos que reduzam as emissões em países em desenvolvimento como forma de cumprir parte de suas próprias reduções de emissão. As usinas nucleares têm um papel fundamental, que não é tão perceptível ainda no Brasil, mas na Europa e países asiáticos é um modelo adotado já há alguns anos, com menor interferência no meio ambiente e elas podem ser

construídas junto a grandes centros urbanos. Sua operação não produz gás carbono CO_2, ou qualquer outro gás do efeito estufa e também o SO_2, que é um dos causadores da chuva ácida.

Não há dúvida sobre a necessidade de diversificação das fontes energéticas. Evidentemente, a energia nuclear é uma das opções. No Brasil existe a disponibilidade de urânio e nós temos experiência em projetos, construção e operação de usinas. Sabemos que em termos de perspectivas energéticas há uma demanda crescente no mundo inteiro, existem fluxos crescentes, pois a energia hidrelétrica tem um problema de localização (os pólos geradores no norte e os grandes consumidores no sul); o gás natural, na maioria das vezes, é importado.

Viés sócio-ambiental

Com relação ao aspecto sócio-ambiental, eu posso estar enganada, mas tenho a impressão que até hoje no Brasil se faz o planejamento energético sem levar em conta as componentes ambientais; a diversificação de fontes, já que nós vivemos em um ambiente competitivo, que está em constante processo de mutação (principalmente se considerarmos a onda de privatizações no setor elétrico); e a necessidade de racionalização do consumo. Holanda e Alemanha têm investido em programas de incentivo a racionalização do consumo, ao invés de criar novas fontes de energia.

No meu ponto de vista, as principais vantagens da geração nucleoelétrica são:

1) As usinas nucleares enquadram-se na categoria de usinas térmicas, tendo como outras usinas desse tipo, a vantagem de poderem ser colocadas em regiões próximas aos centros de carga, dependendo somente da disponibilidade de água para resfriamento. Esta vantagem das usinas térmicas permite que elas sejam projetadas em locais onde atendam melhor ao sistema elétrico já existente, aproveitando os investimentos feitos nas redes de transmissão, infra-estrutura, etc.

2) As usinas nucleares produzem energia a partir da fissão nuclear e como tal, apesar de usarem ciclos térmicos, não dependem da queima de combustíveis fósseis, como ocorre com outras usinas térmicas. Devido a esse fato, ela não apresenta os problemas ambientais associados a queima dos combustíveis fósseis como a chuva ácida e o efeito estufa.

Por outro lado, a energia nuclear ainda tem grandes desafios a enfrentar, podendo ser mencionados os seguintes itens:

1) O uso da fissão nuclear como o processo físico básico para geração de energia elétrica, aumenta o inventário global de material radioativo, fazendo com que o risco de contaminação radioativa aumente. Considerando o tempo de vida útil da instalação geradora de energia, o material radioativo produzido deve ser guardado de forma controlada pelas próximas gerações, já que alguns materiais só deixarão de ser perigosos em cenários de 1000 anos, ou seja, a disposição final dos rejeitos radioativos gerados pela instalação ainda precisa ser solucionada.

2) Devido aos cuidados inerentes ao uso da tecnologia, os investimentos em segurança e outros requisitos de engenharia fazem com que as usinas nucleares sejam instalações com elevado investimento inicial. Esse fato torna as usinas nucleares competitivas somente quando são instalações de grande porte e usadas como usinas de base, ou seja, com elevada taxa de utilização da energia disponível. A instalação de usinas nucleares depende da existência de uma base tecnológica nacional pois é fortemente dependente da capacidade regulatória dos governos já que dependem de mecanismos de licenciamento, operação e manutenção bem estruturada, formados por grupos técnicos de alto nível.

3) A existência de usinas nucleares traz forte envolvimento nacional e internacional. Enquanto outras tecnologias para a geração de energia ficam confinadas ao ambiente empresarial e nacional interno, o mesmo não ocorre com as usinas nucleares. Em geral, os países que utilizam a energia nuclear participam da Agência Internacional de Energia Atômica, AIEA, que é um órgão das Nações Unidas que se ocupa em promover o intercâmbio entre esses países, de forma a garantir que a comunidade internacional opere as unidades com a melhor tecnologia disponível e com o maior grau de segurança possível.

4) A percepção de risco do público em geral, principalmente o risco de ocorrência de um acidente cuja severidade, é alta. Além disso, existe o risco de proliferação de armas atômicas.

5) O custo da geração nucleoelétrica, hoje no Brasil, está em torno de U$ 54,00 por MWh, a taxa de retorno de 6 a 8% ao ano, a vida útil de um reator é de 30 anos podendo chegar a aproximadamente 60 anos. Nos Estados Unidos, os reatores nucleares de quarta geração já estão em fase final de pesquisa/projeto. Isso já é uma realidade, são pequenos reatores que geram menos rejeitos radioativos. Evidentemente, o lixo continua existindo, mas em quantidade muito menor.

6) É necessário que haja uma simplificação do processo de licenciamento de uma na usina nuclear, o qual é muito complexo.

7) A energia nuclear tem que ter custos mais competitivos, que ainda são altos comparando-se com o das hidrelétricas e depende muito da situação da energia nuclear no contexto global.

Vale ressaltar, entretanto, que a não proliferação de armas nucleares, o tratamento de rejeitos radioativos, o confinamento da radiação são problemas solucionáveis a pequeno ou médio prazo. Reatores de última geração encontram-se em desenvolvimento, justamente para a diminuição dos problemas citados. O aquecimento global é um processo que não tem volta. A única solução seria a redução drástica na emissão de gases que causam o efeito estufa, algo que está muito além do Protocolo de Kioto (que prevê a diminuição de 5% na produção desses gases).

Para finalizar, vale mencionar o Capítulo 9 da Agenda 21: "*Boa parte da energia mundial é hoje produzida e consumida de uma maneira que não poderia ser sustentada caso a tecnologia permanecesse constante e as quantidades globais*

aumentassem substancialmente. A necessidade de controlar a emissão atmosférica dos gases que provoca o efeito estufa e outros gases e substâncias deverá avaliar cada vez mais a melhoria da eficiência na produção, transmissão, distribuição e consumo de energia. E em uma dependência cada vez maior dos sistemas energéticos ambientalmente saudáveis expansão do setor, utilizando energia novas e renováveis. Todas as fontes de energia deverão ser usadas de maneira a respeitar o meio ambiente como um todo". Ou seja, a proposta é que população adquira certa consciência ambiental para utilização dos recursos naturais de forma sustentável, coisa que até pouco tempo atrás não era levado em conta".

DEBATES

Francisco Mourão (Amda)

Não dá para fazer uma separação de riscos de atividades que foram instaladas em uma época completamente diferente, onde o nível de preocupação era tão menor. Nas bases nucleares da Rússia me informaram que as condições de segurança, assim como as atividades são muito precárias. Como também se tinha atividades industriais que utilizam metais perigosos como a Companhia Mineira de Metais, que foi implantada em uma Comissão Completamente diferente. Colocou o lixo em local completamente inadequado Eles resolveram como um bom passivo, o Rio São Francisco recebeu o sedimento contaminado recebeu, uma quantidade considerável de metais pesados que até hoje é liberado em pequenas doses. Eu creio que nós não podemos fazer comparação apenas considerando exemplos passados de situações completamente diferentes. O Brasil está vivendo em conflitos de expandir nossa matriz com base na energia nuclear, de outro lado expandir a energia elétrica. E nesse caso eu acho que o potencial de impacto para a diversidade é incalculável. Isto também ocorreu outras grandes bacias ricas em biodiversidade.

Eu acho que no Brasil nós estamos vivendo um conflito muito grande entre as possibilidades de expandir nossa matriz através da energia nuclear como, de outro lado, expandir a energia elétrica. E no meu ponto de vista o potencial de impacto para a biodiversidade é incalculável, esses impactos não são devidamente codificados. Hoje toda a metodologia de avaliação de impactos que tem sido utilizada em torno da energia elétrica leva em conta apenas impactos pontuais em cima da usina hidrelétrica, considerado no relatório de impactos.

O Leonardo Fares (Amda) tem tentado explicar e reduzir o impacto gerado nas áreas diretamente inundadas, afetadas. Hoje o grande impacto dessas áreas do Rio São Francisco que tem preço médio, baixo são rituais que são muito comuns nas regiões de São Paulo atua diretamente sobre toda a cadeia alimentar. Toda a produção de sedimentos, produção de nutrientes estará comprometendo à biodiversidade.

Esses impactos não são definitivamente considerados. Hoje toda a metodologia de avaliação de impactos que estava sendo utilizada na usina hidrelétrica não teve um impacto pontual em cima dessa usina. Anteriormente toda empresa tinha uma amostra de vida natural com lagoas naturais, plantas nativas.

VANUSA

- Eu acho que novas tecnologias têm surgido, novas formas de energia e tem coisas que precisam ser solucionadas. Mas eu não tenho dúvida de que aqui no Brasil, por exemplo, quantas formas de energia servem apenas ao município de Poços de Caldas? È importante mencionar é que o grande pólo gerador de energia hidroelétrica está na região norte, mas a demanda está nas regiões sul e sudeste.

Leonardo Fares

- A única coisa que eu não concordo é quando você fala que Usina nuclear não tem risco.

VANUSA

- Como é que você define risco? Risco leva em conta a freqüência de ocorrência do efeito e a severidade deste efeito. Acidentes nucleares possuem baixa probabilidade de ocorrência (da ordem de 10^{-6}) e alta severidade. No caso de hidroelétricas, por exemplo, trabalha-se com uma probabilidade de rompimento da barragem da ordem de 10^{-4}. Quais são as conseqüências ambientais caso ocorra, por exemplo, por sabotagem o rompimento da barragem da Usina de Itaipu. O interessante é que só se menciona a questão do risco de acidentes para a energia nuclear. Em nenhum outro caso isto é levado em conta quando se faz estudos comparativos de opções energéticas. Evidentemente, a geração de energia nuclear não pode se dar com um reator como o de Chernobyl.

Leonardo Fares

- No uso da alta tecnologia você pode ter a pólvora. E também para se produzir energia nuclear você tem que dispor de certa energia se você enriquece urânio para produzir energia você pode enriquecer muito mais usa-lo para fabricar a bomba.

VANUSA

- É por isso que o controle de inspeção naqueles países que assinaram o tratado de não proliferação de armas atômicas deve ser rígido. Este tratado foi assinado e ratificado por todos os países do mundo, com exceção da China, da Índia, do Paquistão, de Israel e de Cuba, que recentemente voltou atrás e assinou. Atualmente, eu acredito que apenas a Coréia do Norte assinado e voltou atrás recentemente.
- Vale ressaltar que o Brasil é o único país do mundo cuja Constituição só permite o uso da energia nuclear para fins pacíficos.

Leonardo Fares

- Esse é um dos maiores problemas da energia nuclear.

VANUSA

- Basta controlar, mas é um problema que nós temos que sanar, um desafio, pois sabemos que não podemos controlar tudo.

Leonardo Fares

- Uma vez eu tive contato com alguns alunos da Faculdade de Geologia da USP - Universidade de São Paulo - que me disseram que eles foram convidados pelo Ministério Público parta fazer um estudo sobre a constituição geológica daquele local onde está instalada a usina de Angra dos Reis. E os

alunos ficaram horrorizados em ver como os construtores tiveram coragem de colocar uma usina daquelas em um local como aquele, que era terrível do ponto de vista geológico. Se um resíduo perigoso cair em uma piscina daquelas, num local extremamente perigoso geologicamente, então um pequeno tsunami já causaria um desastre sem proporções.

VANUSA

- Mas isso não será colocado nesse local de modo definitivo. Ainda não foi definido o local do repositório final dos rejeitos de alta atividade gerados por Angra I e II. Esta discussão ainda está no Congresso Nacional.

Leonardo Fares

- Outro dia eu li na revista "*The ecologist*" a entrevista de um homem que alertava sobre os riscos de certos tipos de atividade e uma delas era o uso da energia nuclear. Ele afirma que "quem entende disso é quem vive de risco e quem vive de risco é seguradora", então tem que se traçar um plano, pelas seguradoras de risco com relação ao meio ambiente, como é o caso dos transgênicos. Será que esses produtos apresentam ou não uma ameaça? E qual é a visão das seguradoras sobre os transgênicos? Outra coisa é o seguro de uma residência que está perto de usina nuclear é muito maior do que o seguro de quem ta perto de uma usina siderúrgica. Então o que eu penso a respeito da usina nuclear é que essa é um risco, precisa ser mensurada, equipada adequadamente. Ele é adequadamente armazenado? Então partindo do pressuposto a CMM (Companhia Mineira de Metais) tinha um depósito de metais pesados em Três Marias, ao lado do Rio São Francisco. Então a discussão feroz era colocar esse depósito em outro lugar, que no final nós conseguimos. Nós pedimos a eles um estudo de risco, eles disseram que a barragem não iria romper, mas nós queríamos um estudo de risco para o caso de ocorrer alguma enchente. Pode ser que se isso ocorresse, o rio fosse contaminado pelo depósito. Ou seja, queríamos saber que conseqüência teria? Mas se fossemos comparar isso a uma explosão nuclear não se mediriam as ocorrências. Nem Chernobyl, com o escapamento de gases que teve. Nós deixamos para as futuras gerações um lixo de 100 ou 200 mil anos e o aquecimento global.

Sergio CDTN

- Muito mais importante para a humanidade é a criatividade para desenvolver uma tecnologia que remediasse qualquer forma de risco.

Leonardo Fares

- Nós não temos tempo para isso, porque a concentração de gás carbônico na atmosfera vem crescendo em taxa tal ordem que daqui a algum tempo a energia nuclear terá que ser usada para remediar esse processo.

SERGIO CDTN

- Eu li um pesquisador (não me lembro o nome) falar a seguinte frase: "Eu tive uma descrença terrível na Raça Humana". Pelo trabalho que ele desenvolveu, no qual afirma que esses efeitos para próxima geração são irreversíveis.

Leonardo Fares

- Há 10 mil anos atrás, que não é muito, o gelo chegava até Portugal, então na natureza os ambientes tendem a mudar.

SERGIO CDTN

- Isso porque até então nós não tínhamos instrumentação e conhecimentos suficientes para impedir essa dinâmica. Hoje dadas às muitas tecnologias de que dispomos, às vezes, ao invés de controlar esse processo vem piorar a atual situação.

Leonardo Fares

- Nós estamos então entre dois riscos terríveis: o risco nuclear e o risco da destruição global. Até hoje a atividade econômica em muitas áreas se continuar como está vai acabar não agüentando.

Leonardo Fares

- A única coisa que eu não concordo é quando você fala que na energia nuclear não apresenta riscos, quando se sabe que tem.

VANUSA

- Quando nós vamos conversar com pessoas que não são do meio, passa-se uma visão diferente do que o projeto é realmente, ou seja, para nós o risco é administrável.

Nizia Werneck

- O problema das pessoas não é esse. A percepção de risco que uma pessoa tem é totalmente diferente da que outra tem, então é tudo uma questão de opinião. Essa facilidade de lidar não é assim. Sugiro, que se faça um estudo comportamental das pessoas. Os que não aceitam isso a enxergam como um conceito, mas para quem aceita, trata-se de um preconceito, mas não é, é apenas um conceito adverso a respeito de certa tecnologia. O que nós estamos discutindo aqui é que o risco existe em qualquer uma das execuções. Temos que encontrar uma linguagem que seja capaz de definir melhor esse assunto.

Sergio CDTN

- Qual seria o estilo da energia nuclear? O estilo da ECO-92, que foi um evento que reuniu ambientalistas do mundo inteiro. Comecei a conversar com um rapaz coreano que ficou espantado quando eu disse a ele que trabalhava com o setor nuclear. Nós reunimos pessoas da Coréia, do Japão, da África do Sul, Espanha, Estados Unidos e do Brasil e fizemos uma ampla discussão sobre a energia nuclear. Ao final disso elaboramos um documento sobre o que seria a energia nuclear e encontramos vários pontos em comum.

VANUSA

- Um dos grandes problemas da energia nuclear é como ela começou, que foi com a explosão da bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki. Eu concordo com o que você falou. Nós sempre temos uma área de maior domínio, que no meu caso seria a energia nuclear. Ou seja, uma área em que você se sente seguro para dizer algo a respeito, pois trabalhou com aquilo boa parte de sua vida. A meu ver, a aceitação da energia nuclear depende do trabalho e

planejamento de muitos pesquisadores que tentaram levar, da melhor maneira possível, os fatos para toda a sociedade. Entretanto, os cientistas e pesquisadores da área nuclear não estão preparados para comunicarem os riscos associados a qualquer forma de empreendimento. Lembrar que a probabilidade de ocorrência de um acidente em uma usina nuclear é muito baixa (da ordem de 10^{-6}), mas caso ele ocorra, as conseqüências podem ser bastante sérias.

Leonardo Fares

- A minha posição antigamente era essa, mas mudou. Eu mudei de posição por que na verdade nós teremos que optar por uma das formas de energia, e haverá riscos em quaisquer delas, então nosso papel é saber optar. Por que a usina nuclear? Porque diante das alternativas que o mundo tem, não haverá saída a não ser o uso desse tipo de energia. Tem riscos? Sim e muitos com toda certeza, mas a sociedade tem que estar consciente desses riscos e escolher a forma de energia que lhe será menos prejudicial. Agora se uma pessoa sai do interior para morar em Belo Horizonte, não sabe que o risco de morrer aqui é muito maior. A possibilidade de se viver em Belo Horizonte e morrer de acidente ou de um tiro é dez mil vezes maior do que se morrer em um acidente nuclear, mas há pessoas que sabem disso e optam por correr o risco. Ao meu ver essa é a grande questão dentro desse tema, ou seja, tecnologia sempre tem suas limitações.

Nizia Werneck

- E se o processo for realmente irreversível e eu fizer isso amanhã, você me garante que O Planeta para de esquentar?

Leonardo Fares

- Não é isso.

Nísia Werneck

- Isso então vai legitimar o processo?

Leonardo Fares

- De jeito algum.

- O que se pode afirmar é o seguinte, se você gerar energia elétrica através da usina nuclear, você para de emitir. Isso pode não resolver o problema, mas será uma grande contribuição para, pelo menos, amenizá-lo. Essa contribuição não é gratuita, ela tem seu risco e é isso que tem que ser colocado para a sociedade. Então se tem duas escolhas, ou você faz comércio industrial e reduz a pressão sobre a mata nativa, ou você estará condenando essa mata.

VANUSA

- Tem uma propaganda na Folha de São Paulo que é uma das melhores que eu já vi. Essa tinha um pontinho, dizia assim “Este homem acabou com a fome (aumentava uns pontinhos), este homem reduziu a taxa de desemprego de tanto a tanto (aumentava mais um tanto de pontinhos), esse homem elevou a economia de tanto a tanto (aumentava mais alguns pontinhos)... Este homem era Hitler. Como contar uma mentira falando só a verdade?” Os

cientistas têm uma falha, principalmente os da área de ciências exatas, que nós não temos sensibilidade, nós não somos treinados para isso. A comunicação de riscos deve ser feita por profissionais capacitados que saibam se expressar com o público em geral.

Nísia Werneck

- O que eu acho é que a sociedade opera nesses casos indiretamente, por via de instituições. Então você institucionalizar aspectos de consumo, de participação, de diálogo, que são formas de mediação para isso. E enquanto você lida com isso como sendo preconceito e não conceito, a tendência é que se complique cada vez mais o processo. Tecnicamente há uma série de formas para, através de análises, se legitimar o processo, ver os impactos, para saber quais são os públicos, mas é um detalhe que eu acho que não deveria ser assim.

VANUSA

- Na CDTN, uma vez por ano (geralmente em Agosto), nós abrimos um fórum, em que estão presentes escolas, universidades, ONG's e eu acho que dentro de todos esses aspectos era interessante abrir isso para outras pessoas pudessem participar também. As pessoas poderão ver as várias aplicações da energia nuclear, ver como essa forma de energia pode se inserir ao dia-a-dia das pessoas.

Leonardo Fares

- Quem é, na sua opinião, a empresa que mais polui aqui na região de Belo Horizonte?

VANUSA

- Eu iria falar mineração, mas ela foi desativada.

Leonardo Fares

- A MBR, se você for analisar, ela opera nos melhores padrões do mundo.

- A idéia é que trabalhemos juntos para a realização de seminários, em que se possa abordar assuntos como esse, onde o objetivo não é satanizar ou endeusar ninguém e sim trazer essa discussão para que a sociedade perceba que algumas escolhas precisam ser feitas.

Nísia Werneck

- É preciso definir qual será o nosso projeto de prioridade por que senão isso fica sem critério. O meio ambiente sozinho não é critério de escolha.

André Martiins (Cemig)

Esse momento de discussão e debates aqui na Casa da Cidadania, eu acho que é super importante para a gente colocar nossos pontos de vista e desmistificar alguns paradigmas. O mais importante não seria colocar a energia nuclear contra a energia elétrica e sim entender melhor como funciona cada uma delas, para poder assumir uma posição de favorável ou não. O mais importante é saber trabalhar com o conceito existente em relação à energia nuclear, trabalhar junto às instituições de forma a garantir certa força na sociedade.