



# Lições de Hiroshima, Nagasaki e Chernobyl

Masato Kobiyama\*, especial para a Revista OESP

**A** energia pode ser definida como trabalho ou capacidade de trabalhar. Os homens sabem que, sem energia, é impossível realizar desenvolvimento. Hoje em dia, além disso, pensam em desenvolvimento sustentável. O termo sustentabilidade está ficando cada vez mais comum. Depois da RIO 92, muitas pessoas famosas declararam que qualquer ação humana deve ser feita para o desenvolvimento sustentável e não somente para o desenvolvimento. Então, quando fazemos qualquer atividade, temos de saber se esta é sustentável ou não. Se não for sustentável, ou seja, se não contribuir para a sustentabilidade, temos que pará-la.

O presente trabalho enfoca a energia nuclear. Ela deve ser um assunto mundial junto com a Engenharia Genética, por exemplo. Pessoalmente, tenho muito medo da energia nuclear. Isso por causa, talvez, da minha formação, ou seja, a educação que recebi no Japão. No meu país, as crianças estudam episódios sobre a guerra, Hiroshima, Nagasaki, etc., todos os anos especialmente no mês de agosto. Por isso, os japoneses são mais sensíveis e temerosos contra a possibilidade e a aplicabilidade de energia nuclear. Antes de tudo, devo dizer que não sou físico e nem especialista em energia. Sou apenas uma pessoa comum e totalmente contra o uso da energia nuclear, mesmo que para fins pacíficos.

## CLASSIFICAÇÃO DA ENERGIA

As energias podem ter duas categorias: energias primárias e energias secundárias. As secundárias são aquelas que já estão prontas a serem utilizadas, como a energia elétrica e a gasolina. As primárias são os recursos naturais que são fontes energéticas, como o petróleo, o carvão, a água, o urânio, a radiação solar, o vento, a onda, a lenha, o álcool, o biogás, entre outros.

O estudo estatístico do mundo mostra a situação do consumo da energia primária com seguinte maneira: petróleo (39,2%), carvão (28,9%), gás (22,0%), urânio (7,0%), etc. No Japão por exemplo, o petróleo está sendo utilizado para gerar energia elétrica. Antigamente, ela era gera-



da com o carvão. Esta mudança é devida ao fato de que o uso do petróleo tem facilitado, além da geração da energia, seu transporte.

A energia nuclear já está em 22% de uso no mundo, pela falta de combustíveis fósseis. A energia nuclear e a energia solar são consideradas como substituição da energia de combustível, tal como o petróleo. Entretanto, o petróleo tem outras finalidades, por exemplo, servir como matéria-prima para o plástico que é um dos mais importantes materiais na nossa sociedade. Portanto, não se pode dizer que as energias solar e nuclear podem substituir totalmente o petróleo.

### CONSUMO DA ENERGIA E PROBLEMAS AMBIENTAIS

O consumo, até exagerado, da energia (combustível de fósseis) se caracteriza com maior grandeza dentre as atividades humanas que trazem problemas ambientais. Um deles é prejuízo direto à saúde humana. Por exemplo, é bastante evidente que a poluição atmosférica em cidades grandes, como São Paulo e Cidade do México, danifica o pulmão dos seus moradores.

Ao nível mundial, o consumo exagerado tem trazido direta e indiretamente conseqüências como o aumento de CO<sub>2</sub> na temperatura, a destruição da camada de ozônio, a chuva ácida, o desmatamento, a desertificação entre outros. Portanto, vem sendo aconselhada a redução do consumo dos combustíveis fósseis para diminuir o grau destas conseqüências acima mencionadas.

A concentração média do CO<sub>2</sub> no mundo é de 350 ppm neste momento. No ano de 1990, era de 300 ppm. Pela pesquisa, a concentração crítica mundial, onde a saúde humana seja seriamente prejudicada e até ocorrendo a impossibilidade da sobrevivência humana, é de 600 ppm. Cientistas mostram, pela simulação, que o valor atingirá o estado crítico no ano de 2050 a 2070. Então, precisamos diminuir a emissão do CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Este cenário justifica uma grande esperança de que a energia nuclear será a fonte de substituição de combustíveis fósseis, pois o processo de

geração de energia nuclear não produz CO<sub>2</sub>. Precisamos do petróleo como matéria-prima. Então, para não perdê-lo tão rápido, a energia nuclear está e será utilizada.

Sete por cento do consumo da energia primária é de urânio. Devido sua alta eficiência energética, ele fornece 22% da energia elétrica no mundo. Os EUA, a França, o Japão, a Alemanha e a Rússia são os principais países que utilizam a energia nuclear. É surpreendente que 82% da energia elétrica é de fonte nuclear na França.

Na natureza, existem o urânio 238 (99,28%) e o urânio 235 (0,72%) normalmente. Mas, hoje, somente o urânio 235 é aproveitado para a produção de energia nuclear, pois ele possui uma característica de facilidade de fissão nuclear. Embora o 238 não esteja sendo utilizado hoje, poderá ser útil no futuro. Na prática, antes do processo da geração da energia, necessita-se transformar o urânio natural para o urânio condensado, onde do urânio 235 restam 3% e do urânio 238, 97%.

A pesquisa mostra que a duração da exploração do urânio é de 70 a 100 anos. Mas, depois do processo de geração da energia nuclear com o urânio 235, ocorre a geração de resíduo (urânio 235). Como é possível o reaproveitamento deste resíduo, a duração do aproveitamento do urânio 235 é muito mais do que 100 anos. Isso também é atraente.

Infelizmente, durante o processo da geração da energia nuclear, uma parte do urânio 238 que ocupa 97% do urânio condensado torna-se plutônio. Depois de processado o urânio condensado de uma tonelada gera 10 kg de plutônio. Este elemento não existia na natureza e, por isso, é chamado de elemento artificial.

Como é fácil obter plutônio condensado, há grande facilidade de utilizá-lo para fins de guerra. O armamento que usa o plutônio possui tremenda força. Além disto, este elemento é altamente tóxico, necessitando seríssimo tratamento. Podemos, portanto, dizer que o plutônio é o mais perigoso elemento no mundo.

### ASPECTO HISTÓRICO DA ENERGIA NUCLEAR

As pesquisas sobre bombas atômicas foram iniciadas, quase que ao mesmo tempo, em vários países durante a 2ª Guerra Mundial. Mas teve sucesso somente nos EUA onde o Projeto Manhattan foi iniciado em 1942. (Em agosto de 1939, Einstein escreveu uma carta para o presidente norte-americano Roosevelt, sugerindo a produção da bomba atômica. No mês seguinte, a 2ª Guerra Mundial havia começado.)

Através do projeto Manhattan, três bombas atômicas foram produzidas (duas de plutônio e uma de urânio 235). No dia 16 de julho de 1945, num deserto perto de Alamogordo, Estado de Novo México, os EUA realizaram, com grande sucesso, a primeira prova nuclear com uma bomba de plutônio.

No dia 26 de julho do mesmo ano, foi anunciada a Declaração Potsdam, ordenando a rendição incondicional dos japoneses. Mas, no dia 28 de julho, o regime militar japonês anunciou que iria ignorar esta declaração, mesmo que o Japão não tivesse nenhuma condição de continuar na guerra. Daí, os EUA tiveram duas atitudes marcantes na história mundial.

No dia 6 de agosto, às 8h15, uma bomba atômica de urânio foi lançada e explodiu em Hiroshima. E no dia 9 de agosto, às 11h02, uma bomba atômica de plutônio foi lançada e explodiu em Nagasaki. Enfim, no dia 15 de agosto, o Japão aceitou a Declaração Potsdam e a Guerra acabou. A Tabela 1 mostra alguns números relacionados à explosão da bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki.

Aqui, não menciono por que os EUA lançaram duas bombas atômicas no Japão. Necessidade? Curiosidade científica? Interesse político? Há muitas discussões sobre isso. Mas esta discussão ficaria de fora do presente trabalho. De qualquer maneira, estes dois eventos mostraram no Japão o seu terrível poder destrutivo.

Depois desses eventos, os homens começaram a reconhecer o potencial da energia nuclear e, simultaneamente, a viver com medo dela. Um exemplo é a declaração feita por Einstein e Russel, em 1955. Na mes-



## COMPARAÇÃO DE DANOS ENTRE HIROSHIMA E NAGASAKI

ITEM	HIROSHIMA	NAGASAKI
Tipo da bomba	Urânio	Plutônio
Altura da explosão	580 m	500 m
Dinamite equivalente ao poder destrutivo	15.000 t	22.000 t
Raio dentro do qual foram derretidas as telhas de cerâmica	600 m	1.000 m
Raio dentro do qual foram derretidas as pedras de granito	1.000 m	1.600 m
Mortes até fim do ano de 1945	140.000	74.000

ma época, começou um movimento de apoio ao uso da energia nuclear para fins pacíficos. A partir deste momento, os principais países que hoje têm instalações de usinas nucleares iniciaram as pesquisas e as construções das usinas. Sempre os cientistas e engenheiros responsáveis falavam: "São controláveis as operações das usinas nucleares".

Entretanto, em 1979, no dia 28 de março, às 4 horas, aconteceu aquele acidente na usina Three Mile Island, na Pensilvânia (EUA). Felizmente, esse acidente foi controlado antes de ocorrer acidente grave e não houve nenhum prejuízo. Esse acidente foi suficiente para deixar o povo americano sentir medo da energia nuclear utilizada para fins pacíficos.

### CHERNOBYL ESPALHA PÂNICO NUCLEAR

Em 1986, no dia 26 de abril, à 1h23, houve o acidente da usina de Chernobyl na República Ucrâniana. Numa área com 30 km de raio, os moradores precisaram sair de suas casas. Como ocorreu um vento forte, a cinza de morte (radioatividade que saiu da usina) atingiu uma região a 300 km do local do acidente. A área contaminada foi de 150.000 km<sup>2</sup>. Depois disso, o mundo inteiro ficou com medo da energia nuclear. O que aconteceu em Chernobyl foi exatamente aquilo que os cientistas e engenheiros responsáveis disseram que não iria acontecer. Como é que nós podemos acreditar no que estes cientistas e engenheiros explicam? Qualquer tipo de acidente pode acontecer a qualquer momento. Os conhecimentos atuais não conseguem evitar acidentes. Assim, muitas

pessoas mudaram de idéia e passaram a ser contra a usina nuclear, mesmo para fins pacíficos.

A irradiação emitida da usina de Chernobyl durante o acidente foi equivalente a aproximadamente 500 bombas atômicas do tipo Hiroshima. Ocorreu uma ironia em que um acidente causado devido a fins pacíficos foi pior que na guerra. Como podemos acreditar em uso pacífico?

Ainda há desvantagens da energia nuclear. Como acima mencionado, o processo de geração de energia nuclear com urânio 238 naturalmente, ou seja, obrigatoriamente produz plutônio, que é o elemento mais perigoso no mundo! Segundo pesquisas, uma usina nuclear, se funcionar diretamente durante um ano, produz cerca de 200 kg de plutônio como resíduo. 100 gramas de plutônio é suficiente para matar toda a população no mundo. Portanto, podemos dizer que o lixo nuclear gerado numa usina por um ano mata a população mundial 2.000 vezes! Como os cientistas e os engenheiros responsáveis conseguiram depositar estes lixos nucleares e cuidá-los? Não há nenhum recipiente que consiga armazená-los confiavelmente por tanto tempo. Dessa maneira, podemos concluir que não há nenhuma possibilidade de cuidar do lixo nuclear com responsabilidade. Dez quilos de plutônio são suficientes para se produzir uma arma nuclear. Então, o lixo nuclear gerado numa usina por um ano, isto é 200 kg de plutônio, poderá tornar-se 20 armas nucleares. Por isso, o tratamento do lixo nuclear precisa até do apoio militar. Neste sentido, o uso pacífico da energia nuclear está muito próximo ao uso militar.

Ainda há outro fato. Necessita-se do petróleo para explorar, transportar e tratar do urânio e do plutônio. Portanto, existem observações por meio de cálculos, dizendo que o petróleo é indispensável para geração da energia nuclear. Se considerarmos a quantidade de consumo de petróleo para gerar energia nuclear, não é correto dizer que a eficiência energética do urânio é muito alta. Um físico japonês, usando a teoria da entropia, provou a inviabilidade do uso nuclear.

### ENERGIA SOLAR

Assim, podemos entender que é melhor deixar de aproveitar a energia nuclear, mesmo que ela não gere CO<sub>2</sub>. Então, como iremos resolver o problema da energia? Existem energias alternativas, como a solar, a geotérmica, o vento, as ondas marítimas. Entretanto, temos que saber se esse tipo de energia alternativa contribuirá ao desenvolvimento sustentável ou não. Por exemplo, no Japão houve um projeto gigantesco sobre a energia solar. Para o projeto, foi escolhida uma área que há mais sol no país. Mas não deu certo, pois a condição sem chuva criou muita poeira e o sistema de geração de energia precisava ser limpo com a água (chuva). A energia alternativa deve participar em nossa sustentabilidade na Terra.

Recomendo aos leitores que ainda não se sensibilizaram com este problema, não sentindo de coração a gravidade da situação nuclear, ler um livro publicado por C.Y. Ushiwata, Bonecos de neve e Chernobyl. Este livro trata dos sentimentos das crianças (vítimas) em Chernobyl que estão sofrendo o terrível efeito da radiação devido ao acidente nuclear ocorrido naquele lugar. Nele encontram-se várias redações que estas crianças escreveram. Eu gostaria que os leitores sentissem algo mais humano através deste livro e que decidissem e desenvolvessem algo de mais importante como moradores deste planeta, tendo mais responsabilidade nas questões envolvendo interesses globais. ♦

\* O autor é professor adjunto II no Departamento de Solos da UFPR, na disciplina de Hidrologia e Hidráulica; e doutor em Engenharia Florestal pela UFPR desde 1994.