

Nº 1. Fevereiro 2006. TRADUÇÃO AO PORTUGUÊS

Energia Nuclear – Mito e Realidade

Os riscos e as perspectivas da energia nuclear

Questões Nucleares, Estudo Nº 1

© Heinrich Böll Foundation 2006

All rights reserved

Co-published by

GERD ROSENKRANZ

Índice

3 Introdução

4 Lembrete: O risco persistente do esquecimento

5 Segurança: As questões cruciais para a energia nuclear

10 Ataques suicidas: Uma nova dimensão da ameaça

12 Usinas nucleares: Alvos radioativos na guerra convencional

13 Gêmeos siameses: Aplicações civis e militares da energia nuclear

16 O ciclo aberto: Vazando na entrada e na saída

20 A proteção nuclear do clima: propostas ingênuas

24 Energia nuclear barata: Se o Estado pagar a conta

30 Conclusão: Renascimento de declarações

## O Autor

Gerd Rosenkranz é doutor em Ciência dos Materiais e é formado em engenharia metalúrgica. Após estudos de pós-graduação em ciência da comunicação, ele trabalhou durante 20 anos como jornalista em jornais diários e semanais, e mais recentemente, durante cinco anos até 2004, como editor do escritório de Berlim da revista Der Spiegel, especializando-se em política ambiental e energética. Desde outubro de 2004 ele é diretor de política no escritório de Berlim da Deutsche Umwelthilfe e.V.

Este estudo não representa necessariamente as opiniões da Fundação Heinrich Böll

Uma publicação do Escritório Regional da Fundação Heinrich Böll na África Austral, em cooperação com a matriz da Heinrich Böll Stiftung, Berlim.

## Contatos:

Heinrich Böll Foundation Regional Office for Southern Africa, PO Box 2472; Saxonwold, 2132; África do Sul. Phone: +27-11-447 8500. Fax: +27-11-447 4418. [info@boell.org.za](mailto:info@boell.org.za)

Heinrich Böll Stiftung, Rosenthaler Str. 40/41, 10178 Berlim, Alemanha. Tel.: ++49 30 285 340; Fax: ++49 30 285 34 109; [info@boell.de](mailto:info@boell.de); [www.boell.de/nuclear](http://www.boell.de/nuclear)

## 1 Introdução

As profundas divergências sobre a energia nuclear remontam aos primórdios de seu uso comercial. Os primeiros sonhos de seus defensores já esvaeceram, porém os riscos continuam, junto com o perigo de abusos em mãos de militares. O terrorismo colocou uma ameaça dramática e concreta. O aquecimento global e o caráter finito dos combustíveis fósseis não dissipam as grandes preocupações sobre a segurança da energia nuclear. Enquanto isso, um reator “a prova de acidentes” permanece há décadas no reino das grandes promessas não cumpridas.

O aquecimento artificial da atmosfera terrestre sem dúvida será um dos grandes desafios do Século XXI. Há, porém, meios menos perigosos para lidar com o problema do que lançando mão da energia nuclear. A energia nuclear não é sustentável porque a oferta de seu material combustível físsil é tão limitada quanto a dos combustíveis fósseis, como o carvão, o petróleo e o gás natural. Além disso, seus subprodutos radioativos precisam permanecer isolados da biosfera durante períodos de tempo que superam a capacidade da imaginação humana.

A energia nuclear não é uma tecnologia de alto risco apenas por questão de segurança, mas também pelo risco financeiro. Sem subsídios públicos, não tem o menor futuro em uma economia de mercado. Mesmo assim, há empresas que continuam lucrando com a energia nuclear, sob condições específicas, controladas pelo Estado. Estender as licenças de velhos reatores é tudo que os operadores desejam, mas aumenta desproporcionalmente o risco de um grande acidente. Sempre haverá também os regimes que enxergam e promovem o uso civil da fissão nuclear como passo para a aquisição de uma bomba atômica. Depois, como ficou claro pelo menos desde o 11 de setembro de 2001, estas unidades vulneráveis e perigosas representam um alvo a mais para forças violentas e inescrupulosas não-governamentais. Por esta razão também, a energia nuclear continuará cindindo a opinião pública enquanto for usada.

## 2 Um lembrete: O risco persistente do esquecimento

Os fatos sucedidos na noite do 10 de abril de 2003, no tanque de armazenamento para elementos de combustível da usina nuclear em Paks, lembram os dois eventos que marcaram de forma negativa a história da energia nuclear civil, a saber os desastres nucleares na usina americana de Harrisburg em março de 1979, e o de Chernobil na Ucrânia, em abril de 1986.

Falhas de projeto imperdoáveis, monitoramento frouxo, instruções de operação erradas, falta de juízo sob condições estressantes e, sem ser o menor dos fatores, a confiança ingênua em uma tecnologia sensível – todos esses fatores eram bem conhecidos antes daquela quinta-feira na Hungria, não apenas pelas experiências em Harrisburg e Chernobil, mas também pelos eventos na usina inglesa de reprocessamento em Sellafield, no reator regenerador de Monju, na usina japonesa de reprocessamento em Tokaimura e na usina alemã de Brunsbüttel, no Rio Elba. Onde quer que as pessoas trabalhem, elas erram. E elas podem, às vezes, ter a felicidade de ver uma seqüência de erros – sempre rotulada de “inexplicável” – não produzir conseqüências tão graves quanto aquelas na Ucrânia e seus vizinhos, em 1986. No bloco 2 da usina de energia nuclear em Paks, localizada a 115 quilômetros ao sul da capital Budapeste, os danos se limitaram ao super-aquecimento e à destruição de 30 peças contendo combustível altamente radioativas, transformadas em uma massa radioativa no chão de um tanque de aço, inundado com água. O evento se limitou a uma liberação maciça de gases radioativos inertes, que fluíram para a sala do reator, da qual os operadores já haviam fugido em pânico. Mais tarde, estes gases foram expelidos para o ar do lado de fora por um

ventilador a toda força durante 14 horas, para deixar a sala acessível a pessoas vestindo equipamento de proteção contra a radiação.

O nome Paks hoje representa o acidente mais grave em um reator nuclear europeu desde Chernobil. Além disto, o material altamente radioativo foi superaquecido do lado de fora do prédio de contenção de segurança erguido com muros de concreto. Além das fronteiras da Hungria, no entanto, o mundo mal tomou conhecimento sequer do inferno nuclear que borbulhou dentro de uma instalação móvel para a limpeza de elementos de combustível. Horrorizados, os especialistas húngaros e estrangeiros que reconstruíram a sucessão de eventos, na mesma noite, se deram conta que o resultado poderia ter sido muito pior. A ausência de preocupação internacional sobre o acidente em Paks não foi o único elemento insólito da história. Este acidente dramático representou o lançamento de uma inédita parceria de uma equipe de especialistas em reatores com técnicos tanto da Europa Ocidental como da Oriental, que em conjunto e de comum acordo haviam causado uma falha grave através de uma reação em cadeia envolvendo descaso, erros de gestão e rotinas impensadas. Os participantes incluíam engenheiros de projeto e operadores do grupo franco-alemão de energia nuclear Framatome ANP (subsidiária da empresa francesa Areva e da alemã Siemens), equipes de operadores da usina nuclear em estilo soviético de Paks e especialistas da autoridade nuclear reguladora húngara em Budapeste. Todos são parcialmente responsáveis, e todos se saíram relativamente bem do caso.

Os 30 elementos de combustível, que constituíam um décimo da carga total do núcleo reator, não ficaram suficientemente resfriados pelo processo de limpeza química. Fizeram ferver a água de refrigeração no tanque de limpeza, que em seguida se evaporou, elevando a temperatura até 1.200°C e, finalmente, se despedaçaram feito porcelana. Nesse momento os operadores, exaustos após várias tentativas de evitar uma catástrofe, soltaram um jato de água gelada em cima deles. Segundo os físicos especialistas em reatores, poderia ter ocorrido uma explosão nuclear nesse momento, ou seja, uma reação em cadeia limitada, porém, descontrolada. Isto teria provado conseqüências desastrosas para a área de Paks e da região como um todo.

### **3 Segurança: A questão crucial para a energia nuclear**

Os promotores da energia nuclear estão visivelmente animados com o arrefecimento do debate sobre seu uso. Sob a influência da mudança do clima e da explosão do preço do petróleo, o tratamento hoje é mais “sóbrio e comportado”. Os amigos da geração de eletricidade com energia nuclear ficam particularmente satisfeitos com a mudança do foco da discussão das questões fundamentais de segurança para questões associadas com a economia, com a proteção ambiental e com a conservação de recursos. Eles vislumbram uma evolução na opinião pública para visões da energia nuclear como uma tecnologia entre muitas, a ser comparada com as usinas a carvão ou os moinhos de vento. A fissão nuclear está se acomodando dentro do triângulo usado por economistas para enquadrar o debate sobre política energética, a saber, viabilidade econômica, confiabilidade de oferta e compatibilidade ambiental. Seus defensores pouco se incomodam com o fato de que, mesmo dentro destes limites, muitas questões permanecem quanto à conveniência da energia nuclear. Eles estão gostando. Para eles, o que importa é que é cada vez mais possível ocultar o potencial singular da energia nuclear para provocar catástrofes, por trás de uma muralha de argumentos que nos distraem dos assuntos fundamentais, das várias dimensões da segurança. Este novo ambiente não surge por acaso. Ele foi criado por uma estratégia deliberada e tenaz, implementada durante anos por operadores e vendedores nos principais países produtores de energia nuclear.

A tática bem sucedida de distração pode acalmar o debate público. Mas não reduz a probabilidade de um desastre nuclear. O risco de um grande acidente – um que ultrapasse o pior acidente imaginado para o qual o sistema de segurança foi projetado – combinado com o fato que este risco nunca poderá ser excluído, sempre será a fonte primordial do conflito sobre a energia nuclear. Constitui em última instância, a base para todos os argumentos contra esta forma de conversão de energia. A aceitação – regional, nacional e global – se garante ou cai por conta desse risco. Desde Harrisburg, e mais ainda, desde Chernobil, a indústria nuclear veicula a promessa de reatores nucleares à prova de acidente, como forma de reconquistar a aceitação do público. Há um quarto de século, os construtores de reatores formulavam a mesma promessa no vocabulário criptografado de “usina de energia nuclear inerentemente segura”. Os americanos chamavam esses projetos de reatores “walk-away” (alusão à perspectiva de “sair andando” de um acidente), e afirmavam que a possibilidade de um núcleo derretido, ou de algum outro acidente grave, poderia ser fisicamente excluída. “Mesmo no caso do pior de todos os acidentes concebíveis,” vociferava o vice presidente de uma vendedora de reatores norte-americana na época, “você poderia ir para casa, almoçar, tirar uma soneca e depois voltar e cuidar do caso – sem o mínimo de preocupação ou pânico.”<sup>1</sup> Aquela grandiosa declaração continua sendo o que era então: uma promissória não cobrada contra o futuro. Em 1986, o historiador alemão da tecnologia Joachim Radkau já sugeria que a usina nuclear a prova de acidente era “uma promessa de mundos e fundos feita em tempos de crise mas nunca cumprida.”<sup>2</sup>

A Comunidade Européia de Energia Atômica (Euratom) e dez países que possuem usinas nucleares ativas já falam em linguagem neutra da “4a. Geração”, ao se referirem ao futuro da tecnologia de reatores. Esta próxima série de reatores, equipados com sistemas inovadores de segurança, não promete mais ser à prova de imbecis, como seus antecessores que nunca se concretizaram. Mas é promovida como mais econômica, menor, menos suscetível a abusos militares, e portanto, mais aceitável aos olhos da opinião pública. Os primeiros reatores desta série devem começar a gerar eletricidade perto de 2030, na versão oficial. Em “off”, mesmo alguns dos defensores mais conhecidos não esperam o início da operação comercial “antes de 2040 ou 2045”.<sup>3</sup> Esta promessa para o futuro fatalmente nos lembra daquela feita pelos pesquisadores da fusão. Em 1970, eles previram que a fusão nuclear, ou seja a fusão controlada de átomos de hidrogênio como a que acontece no sol, já estaria gerando eletricidade antes do ano 2000. Hoje, ninguém mais fala da comercialização da fusão nuclear antes de meados do Século XXI, se é que vai mesmo acontecer algum dia.

Ao prometer uma quarta geração de reatores sem segurança absoluta, a indústria nuclear abandona de mansinho suas garantias do passado. Enquanto isso, os debates corriqueiros se satisfazem até com a noção de “segurança relativa”, e mais especificamente com a afirmação mal compreendida mas repetida com gosto por não especialistas, que “nossa usinas nucleares são as mais seguras do mundo”. A veracidade desta declaração – muito popular na Alemanha – realmente nunca foi comprovada. Não é, de fato, muito plausível que usinas nucleares construídas nos anos 60 e 70, com projetos baseados em conhecimentos e tecnologias dos anos 50 e 60, possam comprovar um nível adequado de segurança. Até alguém impedir que os defensores da energia nuclear na França, nos EUA, na Suécia, no Japão e na Coreia do Sul reivindiquem precisamente isto para seus reatores, porém, todos se dão por satisfeitos. Não existe uma “comunidade nuclear” nacional que

---

<sup>1</sup> Citado em Peter Miller, "A Comeback for Nuclear Power? Our Electric Future", na revista *National Geographic*, agosto 1991, p. 60-89. (Nota do tradutor: Traduzido do alemão para o inglês, e depois para o português).

<sup>2</sup> "Chernobyl in Deutschland?" in *Spiegel* 20/1986; pp. 35-36

<sup>3</sup> Então presidente da EDF Francois Roussely no 23 de novembro de 2003, no Comitê Econômico e Ambiental da Assembléia Nacional Francesa, citado em Mycle Schneider, *Der EPR aus französischer Sicht*. Memo im Auftrag des BMU, p.

não coloque suas próprias usinas nucleares na vanguarda da tecnologia mundial, ao menos quando falam em público. Na Europa Oriental também, circulam com cada vez mais frequência as assertivas garantindo que programas de readaptação (“retrofit”) nos últimos 15 anos elevaram a segurança de reatores da era soviética para padrões ocidentais, e em alguns casos, até além disto. Dizem, por exemplo, que ficaram menos sensíveis a falhas nos processos físicos dos reatores. Não há necessidade de acordos formais sobre estas versões oficiais. O recado geral é que não há motivo para alarme.

Desse jeito, o nível de alarme de fato está caindo, a nível nacional e internacional. A questão vital então continua sendo o preço que a humanidade se dispõe a pagar por esta calma na frente nuclear. Qual o significado para a segurança de reatores no mundo o fato de que os quase-desastres, como o de Paks, serem discutidos apenas entre círculos fechados de especialistas? Defensores da energia nuclear já foram vistos atribuindo a segurança supostamente alta de usinas alemãs a, entre outras coisas, a força do movimento anti-nuclear na Alemanha Ocidental, e a uma atitude teimosamente negativa para com os reatores, por parte de um público bem-informado. Nesta perspectiva, foram as dúvidas penetrantes e o crescimento de uma “opinião pública crítica e informada” que permitiram que as usinas nucleares adquirissem as salvaguardas mais sofisticadas na história desta tecnologia contra os acidentes e incidentes, salvaguardas que ainda hoje estão presentes. Se isto for verdade, no entanto, o inverso também pode ser aplicado: a crescente complacência da opinião pública pode comprometer a segurança.

Vinte anos depois de Chernobil, qual é a imagem de uma revisão realista de segurança? Depois do auge de atenções para riscos na esteira do núcleo ucraniano derretido, houve algum avanço real na segurança dos reatores? Ou, pelo contrário, será que a carta do próximo grande acidente já foi dada?

Ninguém pode negar que o setor nuclear, como todos os outros em geral, se beneficiou dos avanços do desenvolvimento tecnológico. A revolução ocorrida na tecnologia da informação e comunicação, depois da construção da maioria dos reatores comerciais existentes no mundo, conferiu clareza aos processos de controle e de monitoramento, e confiabilidade às operações rotineiras. Quando foram projetadas as usinas mais velhas que ainda hoje estão em operação, os computadores funcionavam a base de cartões perfurados. Ainda estão sendo instalados retroativamente em muitas usinas, modernos sistemas de controles, inclusive em algumas bem velhas. As simulações computadorizadas e os experimentos revelam a física e outros fatores complexos em processos normais dos reatores, principalmente no caso de um mal-funcionamento. Hoje em dia, as operadoras usam seus simuladores para ensaiar respostas a acidentes que sequer poderiam ter sido modelados há vinte ou trinta anos. Alguns de fato eram inimagináveis. Os técnicos de segurança também se beneficiam das análises avançadas de probabilidade e de constantes progressos nos sistemas de testes e de monitoramento, que aos poucos vão sendo incorporados retroativamente nas usinas velhas também.

As operadoras de reatores também se comprometem a aprender com os erros do passado. Destacam a fundação da Associação Mundial de Operadoras Nucleares (World Association of Nuclear Operators-WANO), que organiza uma troca de informações com transmissão rápida de dados sobre acidentes para seus sócios. As operadoras podem aproveitar a experiência de mais de 11.000 anos de operação de reatores em escala mundial. Mas isto não garante um “novo nível de segurança” para as usinas de energia nuclear. O fato de não ter havido acidentes envolvendo o derretimento de núcleo desde Chernobil e Harrisburg não significa que eles não possam voltar a ocorrer. Paks nos deu o lembrete mais próximo disto em tempos recentes. Perto de três entre cada quatro reatores atualmente em operação já funcionavam em 1986. A natureza dos cálculos de probabilidade é tal

que um acidente grave pode acontecer hoje, ou só daqui a cem anos. Onze mil anos de operação dos reatores, portanto, não constituem evidência do contrário. Quando a indústria nuclear foi atingida por seu primeiro derretimento de núcleo na usina comercial de Harrisburg em 1979, os manifestantes anti-nucleares no sul da Alemanha distribuíram panfletos zombando das grandes garantias de segurança dos engenheiros, com a amarga ironia: “Um acidente apenas a cada 100.000 anos – como voa o tempo!”

Gerentes como Harry Roels, que é Diretor-presidente do grupo de energia alemão RWE, qualifica os esforços para estender os prazos das licenças de reatores no mundo inteiro como “completamente defensável em termos de tecnologia de segurança”.<sup>4</sup> Walter Hohefelder, Diretor-presidente da operadora de usinas de energia nuclear E.ON Ruhrgas e presidente do Fórum Alemão de Energia Atômica, por sua vez, explica com a maior falta de seriedade que estender as licenças faz “a oferta de eletricidade mais segura”.<sup>5</sup> O mais assustador nestas afirmações é que grandes setores da opinião pública não duvidam mais delas. É uma aventura muito audaz, as operadoras passarem a impressão que as usinas de energia nuclear – ao contrário dos automóveis ou aviões – ficam mais seguros com a idade. Conseguem com isso contrariar não apenas o senso comum, mas também, e infelizmente, as leis da física.

A frota global de reatores está “envelhecendo”. Este termo inócuo é como uma fachada que oculta um imenso edifício de conhecimentos especializados sobre as tecnologias de materiais e de metais. Estas disciplinas trabalham com mais do que o simples “desgaste”, mas com as mudanças altamente complexas nas superfícies e na substância de materiais metálicos. É muito difícil calcular estes processos e suas conseqüências em nível atômico. É igualmente difícil para um sistema de monitoramento identificá-los com segurança, e acima de tudo oportunamente, quando altas temperaturas, fortes cargas mecânicas, ambientes químicos agressivos e o constante bombardeio de nêutrons da fissão nuclear trabalham conjunta e simultaneamente sobre componentes que são vitais para a segurança. A corrosão, os danos por radiação e as fissuras de superfícies e de costuras soldadas em elementos centrais vêm todos acontecendo ao longo das últimas décadas. Acidentes sérios são evitados freqüentemente, porque os danos são descobertos a tempo pelos sistemas de monitoramento ou por verificações rotineiras durante tempos de paralisação e de reparos. Às vezes as descobertas são puramente fortuitas.

Também devemos considerar os impactos da desregulamentação de mercados de eletricidade em muitos países que possuem usinas de energia nuclear. A desregulamentação induz à “consciência de custos” em cada usina, com conseqüências bem concretas, como a diminuição da força de trabalho, maiores intervalos entre verificações e prazos menores que aumentam a pressa nos trabalhos de reparos e de substituição das varetas de combustível. Nada disto induz à segurança.

Em poucas palavras, se as operadoras dos reatores vencerem e conseguirem estender as licenças das usinas para 40 ou inclusive 60 anos, a idade média atual dos reatores de 22 anos vai dobrar ou até triplicar no futuro. Este fato aumentará substancialmente o risco geral de um acidente grave. Construir novas usinas da chamada “3ª Geração” pouco mudará. Durante décadas, elas responderão por apenas uma pequena parte da frota mundial de reatores, e também não são fisicamente imunes a acidentes. Os críticos afirmam, por exemplo, que o Reator Europeu de Água Pressurizada (European Pressurized Water Reactor-EPR) – que vem sendo projetado desde o final dos anos 80 e cujo protótipo está em construção na Finlândia – é apenas um meio passo para além dos reatores pressurizados em operação na França e na Alemanha desde os anos 80. O EPR está sendo projetado para evitar as conseqüências de um derretimento de núcleo por via de uma unidade sofisticada de

---

<sup>4</sup> *Frankfurter Rundschau*, 12 agosto 2005, p.11

<sup>5</sup> *Berliner Zeitung*, 9 agosto 2005, p. 6

contenção (“*core catcher*”, ou apanhador de núcleos). Como o projeto aumenta consideravelmente os custos, a escala da usina teve que ser incrementada progressivamente para a usina, ao menos, ser mais econômica do que suas predecessoras. Saber se esta contenção, baseada em normas da mais recente série alemã (KONVOI), seria capaz de resistir ao choque deliberado de um jato de passageiros com os tanques cheios, permanece um interrogante em aberto.

Sequer as operadoras de reatores acreditam que o acúmulo de experiência com as operações e as vidas operacionais mais longas das usinas individuais reduzam a probabilidade de um acidente grave. Em uma reunião em 2003 da Associação Mundial de Operadoras Nucleares (WANO) em Berlim, os participantes relacionaram oito “incidentes sérios” nos anos anteriores que haviam suscitado preocupações – mesmo que chamando a atenção apenas dos próprios especialistas em reatores, como vimos no caso de Paks. A relação de incidentes com resultados potencialmente desastrosos incluíram os seguintes casos:

- Vazamentos nas varetas de controle no mais novo reator britânico Sizewell B (inaugurado em 1995);
- Concentração insuficiente de boro no sistema de refrigeração de emergência do reator Philippsburg-2 em Baden-Württemberg;
- Danos de natureza inédita à montagem do elemento combustível, no bloco 3 da usina de energia francesa Cattenom;
- Uma grave explosão de hidrogênio em uma tubulação no reator a água fervente de Brunsbüttel, muito próximo a um vaso pressurizado do reator;
- Corrosão enorme não notada durante muito tempo em um vaso pressurizado do reator na usina Davis-Besse nos EUA, onde apenas o fino forro de aço inoxidável preveniu um vazamento maciço;
- Falsificação de dados sobre a segurança na unidade britânica de reprocessamento em Sellafield;
- Falsificação do mesmo tipo de dados com relação à operadora japonesa Tepco.

Acidentes e casos de negligência como estes – principalmente considerando sua frequência maior no passado recente – estão deixando as operadoras visivelmente mais preocupadas e conscientes de problemas do que se esperaria de defensores políticos de uma renascença da energia nuclear. Os encarregados da operação dos reatores temem as conseqüências de um fenômeno profundamente enraizado na natureza humana, que é a suscetibilidade ao suave veneno da rotina, que faz com que seja quase impossível desempenhar as mesmas atividades ao longo de anos com o grau máximo de concentração. Na conferência da WANO em Berlim, os palestrantes se queixavam não apenas das consideráveis conseqüências financeiras de casos de mal-funcionamento (perto de US\$298 milhões até outubro de 2003, só para os incidentes em Philippsburg, Paks, e Davis-Besse; enquanto 12 dos 17 reatores a água fervente operados pela japonesa Tepco foram paralisados à raiz das investigações sobre a falsificação de dados), mas também, e mais ainda, do descaso e da complacência das operadoras. Ambos “ameaçam a futura existência de nosso setor de negócios”,<sup>6</sup> advertiu um participante sueco na reunião de especialistas. O japonês Hajimu Maeda, presidente da

---

<sup>6</sup> *Nucleonics Week*: 6 August 2003. Retraduzido do alemão para o inglês, e para o português.

WANO na época, diagnosticou até um “terrível mal-estar” que ameaçava o setor por dentro. Ele começa com a perda da motivação, a complacência e “descaso na manutenção de uma cultura de segurança devido a severas pressões sobre os custos, presentes nos mercados desregulamentados de eletricidade.” Este mal-estar precisa ser reconhecido e combatido. Se não, em algum momento, “um grave acidente ... vai destruir a indústria como um todo”.<sup>7</sup>

#### **4 Ataques suicidas: Uma nova dimensão da ameaça**

As considerações precedentes ainda não trataram da nova dimensão da ameaça, evidente nos ataques do 11 de setembro de 2001 em Nova Iorque e em Washington, e também em confissões de muçulmanos detidos desde então. É precisamente esta ameaça, porém, que nos obriga a repensar o uso da energia nuclear.

As confissões de dois líderes da al-Qaida aprisionados indicam que as usinas nucleares constam definitivamente dos alvos contemplados pelos terroristas. Segundo essas afirmações, Mohamed Atta, que depois pilotou o Boeing 767 que entrou na torre norte do World Trade Center, já havia selecionado os dois blocos de reatores na usina de energia Indian Point, no Rio Hudson, como possíveis alvos. De fato, já existia um codinome – “engenharia elétrica” – para o ataque à usina localizada a apenas 40 quilômetros de Manhattan. O plano só foi descartado porque os terroristas temiam que o avião que dirigiriam contra a usina poderia ser alvejado antes por mísseis antiaéreos. Este tipo de atentado ganhou várias ordens de magnitude de probabilidade na seqüela do 11 de setembro.

Parece certo que nenhum dos 443 reatores em funcionamento no final de 2005 poderia resistir um choque deliberado de um grande jato com os tanques repletos de combustível. As próprias operadoras confirmaram isto unanimemente, pouco depois dos atentados em Nova Iorque e Washington. Sua pronta confissão, no entanto, ocultava um interesse tático. A intenção era sair de encontro a qualquer debate sobre unidades nucleares mais velhas e particularmente vulneráveis, sobre as quais poderia haver pressão pública pelo fechamento. Enquanto isso, porém, estudos científicos confirmavam as primeiras declarações dos administradores. Muitas usinas nucleares em países ocidentais industrializados foram projetados considerando a possibilidade aleatória de quedas de aviões pequenos ou militares. Alguns cenários de planejamento inclusive levavam em conta atentados terroristas que usariam lançadores de mísseis antitanque, howitzers ou outras armas. A queda aleatória de um jato de passageiros cheio de combustível era considerada tão improvável, porém, que nenhum país implementou contramedida alguma para este cenário. A idéia de um atentado deliberado no qual uma embarcação de passageiros se transforma em míssil simplesmente superava a capacidade de imaginação dos engenheiros de reatores.

Logo depois dos ataques nos EUA, a Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS), uma associação sediada em Colônia, Alemanha, preocupada com a segurança dos reatores e de outras unidades nucleares, lançou um estudo abrangente sobre a vulnerabilidade das usinas nucleares alemãs, frente a atentados aéreos. Contratado pelo governo alemão, o estudo examinou não apenas a força estrutural de usinas típicas. Usando um simulador de vôo na Universidade Técnica em Berlim, meia dúzia de pilotos se chocaram milhares de vezes a diferentes velocidades, em diferentes pontos e a variados ângulos de impacto contra usinas alemãs de energia nuclear, vistas em vídeos detalhados desde a cabine do simulador. Os pilotos dos testes, como os terroristas em

---

<sup>7</sup> Ibid.

Nova Iorque e Washington, haviam pilotado anteriormente apenas pequenos aviões a hélice. Mesmo assim, aproximadamente metade dos atentados kamikaze simulados atingiram o alvo.

Os resultados desse estudo foram tão alarmantes que nunca foram oficialmente publicados. Apenas chegaram ao público mais tarde, em um resumo classificado como confidencial. Segundo este documento, cada choque arriscava um inferno nuclear, principalmente nos reatores mais velhos, independente do tipo, tamanho ou velocidade de impacto do avião de passageiros. O imenso choque do impacto, ou os incêndios de querosene subseqüentes, ou penetrariam diretamente no vaso de contenção ou destruiriam os sistema de tubulações. Em todos os casos, um choque direto provavelmente causaria o derretimento do núcleo e uma liberação em grande escala de radioatividade. Também estão em grande risco as unidades internas de armazenamento temporário, onde as varetas de combustível gastas, com sua enorme radioatividade, são resfriadas em tanques de água. É verdade que os reatores de séries mais recentes na maioria dos países possuem uma contenção mais estável. Segundo o estudo da GRS, porém, não pode ser excluída a possibilidade também para estes reatores de um choque direto a alta velocidade que causaria um grande acidente nuclear com a contaminação de uma grande área nas proximidades.

O cenário terrorista de um atentado aéreo deliberado não elimina os outros temores que antecederiam o 11 de setembro de 2001. Ao contrário, presta-lhes uma base mais concreta e realista. Certos países industrializados com indústrias nucleares já examinaram cuidadosamente a possibilidade de atentados terroristas contra unidades nucleares usando armas ou explosivos externos, ou por meio de entrada violenta ou oculta em áreas de acesso restrito. Nunca, porém, haviam examinado esta possibilidade à luz de agressores conscientemente decididos a morrer. A assombrosa possibilidade de indivíduos que pudessem atacar uma unidade nuclear na perspectiva de serem eles mesmos as primeiras vítimas abre dezenas de cenários que ainda não foram considerados.

Da perspectiva de homens-bomba extremistas, um atentado contra uma unidade nuclear é qualquer coisa menos irracional. Pelo contrário, eles sabem que um atentado “bem-sucedido” causaria não apenas um inferno imediato e sofrimento para milhões, mas provavelmente levaria ao fechamento de muitas outras usinas nucleares por via da precaução, desatando assim um terremoto econômico em países industrializados frente ao qual as conseqüências do 11 de setembro ficariam pequenas, em comparação. Por mais monstruosos e sem precedentes que tenham sido os ataques contra o World Trade Center e o Pentágono, eles buscavam basicamente a meta simbólica de atingir e assim humilhar, a superpotência norte-americana em seu coração econômico, político e militar. Um atentado contra uma usina nuclear dispensaria qualquer simbolismo. Atingiria a geração da energia elétrica e, por ela, o centro nervoso de toda a infra-estrutura de uma sociedade industrial. A contaminação radioativa de uma região inteira, levando possivelmente à evacuação a longo prazo de centenas de milhares ou até de milhões de pessoas, apagaria de vez a distinção entre a guerra e o terror. Nenhum outro ataque, nem sequer contra o porto petrolífero de Roterdã, teria um impacto psicológico comparável sobre os países industrializados do Ocidente. Mesmo que falhasse na intenção de causar um grande acidente nuclear, os resultados seriam horrorosos. A reação pública incendiaria o debate sobre os riscos catastróficos da energia nuclear até um patamar nunca antes visto, e levaria ao fechamento de muitas, se não de todas, usinas em vários países industrializados.

## **5 Usinas de energia nuclear: Alvos radioativos na guerra convencional**

O novo tipo de terrorismo também está realimentando o debate sobre o “uso pacífico da energia nuclear” e a guerra. O assunto continua um tabu para a maior parte da comunidade nuclear. Em áreas tensas como a península coreana, Taiwan, Irã, Índia ou Paquistão, os reatores existentes

podem ter conseqüências tão fatais quanto não-intencionais. Quando eles entram em operação, forças inimigas não precisam de suas próprias bombas atômicas para causar a destruição radioativa. Basta uma força aérea convencional, ou até uma artilharia. Neste contexto, os que procuram vincular a energia nuclear à noção de uma “oferta segura de energia” obviamente não levaram o raciocínio adiante. Não existe outra tecnologia com a qual um único evento possa desencadear o colapso de um pilar da oferta de energia. Uma economia que dependa deste tipo de tecnologia tem uma oferta de energia que pode ser tudo menos segura. No caso de uma guerra, o país fica mais vulnerável a ataques convencionais do que uma economia que não tem este tipo de tecnologia.

Ao explicar sua decisão de passar do apoio para a oposição à energia nuclear, o físico e filósofo Carl Friedrich von Weizsäcker disse em 1985 que “a proliferação mundial da energia nuclear exige uma mudança radical mundial na estrutura política de todas as culturas que existem hoje. Exige a superação da instituição política chamada guerra, que existe pelo menos desde o começo da alta cultura.”<sup>8</sup> Von Weizsäcker concluiu, porém, que os alicerces políticos e culturais para a paz mundial ainda não estavam à vista. Nestes tempos de “violência assimétrica”, quando extremistas altamente ideologizados se preparam para uma guerra contra estados industrializados poderosos ou inclusive para um “choque de culturas”, a paz sustentável no mundo retrocedeu mais ainda do que quando von Weizsäcker formulava sua visão em 1985.

As ameaças a usinas de energia nuclear no curso de um conflito armado já passam de mera hipótese. No conflito nos Bálcãs no início dos anos 90, por exemplo, o reator nuclear na cidade eslovena de Krsko podia ter virado alvo em várias ocasiões. Bombardeiros iugoslavos voaram por cima do reator para acenar com a possível intensificação das hostilidades. Não há nada que indique que Israel teria desistido do ataque aéreo contra as obras do reator de pesquisa Osirak no Iraque, se a usina de 40 megawatts já estivesse em operação. O ataque foi defendido como um golpe preventivo contra a tentativa de Saddam Hussein de construir a primeira “bomba islâmica”. Em retaliação, Saddam Hussein apontou seus mísseis Scud contra a sede nuclear israelense em Dimona. Finalmente, começaram no final de 2005 os rumores sobre planos israelenses para atacar unidades nucleares secretas no Irã.

Existem, portanto, vários cenários plausíveis nos quais as partes envolvidas em uma guerra ou conflito armado resolvem atacar unidades nucleares no país do inimigo. Uma possibilidade é um ataque preventivo contra a suposta ambição do inimigo de construir uma bomba, frequentemente atribuída a unidades nucleares em países em desenvolvimento ou em transição. Outra é a intenção de transmitir o máximo de medo. Já é uma realidade brutal que um estado cujos inimigos atuais ou potenciais possuem usinas de energia nuclear pode se poupar do árduo esforço de fabricar sua própria bomba atômica. Como uma usina nuclear comercial contém uma ordem de magnitude a mais de radiação do que a explosão de uma bomba atômica, a contaminação radioativa a longo prazo de um ataque “bem-sucedido” contra uma usina nuclear seria muito mais dramática do que a de uma bomba.

## **6. Gêmeos siameses: as aplicações civis e militares da energia nuclear**

Desde que surgiu a idéia de controlar a energia nuclear para gerar eletricidade, sempre existiu a possibilidade de abusar da mesma tecnologia com propósitos militares. Isto não é segredo para ninguém. Afinal, as bombas atômicas lançadas sobre Hiroshima e Nagasaki em agosto de 1945 criaram um trauma humano que repercutiu no mundo inteiro. O programa “Átomos para a Paz” anunciado pelo Presidente dos EUA Dwight D. Eisenhower em 1953 pretendeu lançar o “uso

---

<sup>8</sup> Citado em Klaus Michael Meyer-Abich e Bertram Schefold, *Die Grenzen der Atomwirtschaft*, (Munique, 1986), pp.14/16

pacífico da energia atômica”. Essa iniciativa nasceu da necessidade e de uma preocupação. Com sua oferta generosa do que ainda era conhecimento secreto sobre a fissão nuclear, os EUA queriam impedir que outros países desenvolvessem seus próprios programas de armas nucleares.

Tendo a bomba como suprema demonstração do *status* de superpotência dos EUA, a oferta que o Presidente apresentou ao mundo não poderia ser mais singela. Qualquer país interessado poderia se beneficiar do uso pacífico da energia nuclear, desde que abrisse mão de qualquer ambição de fabricar suas próprias armas nucleares. A intenção era parar o progresso que daria armas nucleares para a União Soviética, o Reino Unido a França e a China dentro de poucos anos depois da Segunda Guerra Mundial. Outros países, inclusive alguns que na época e ainda hoje são considerados como amantes da paz – como a Suécia e a Suíça – vinham trabalhando mais ou menos clandestinamente no desenvolvimento da arma suprema também. A República Federal da Alemanha – que a partir do final da Segunda Guerra até 1955 não era a rigor um estado soberano – desenvolveu ambições no mesmo sentido quando Franz-Josef Strauss era Ministro da Energia Nuclear.

O Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP), que finalmente entrou em vigor em 1970, surgiu da iniciativa Eisenhower, assim como a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). A função desta agência com sede em Viena, fundada em 1957, era promover a tecnologia nuclear para a geração de eletricidade no mundo todo e prevenir, ao mesmo tempo, que um número crescente de países desenvolvessem bombas atômicas. Quase meio século depois de sua criação, os sucessos da AIEA são tão ambíguos quanto sua agenda original. Seu monitoramento das instalações nucleares civis e o material físsil usado por elas tem sido um grande desestímulo à proliferação. Por isso, a agência e seu diretor Mohamed El-Baradei receberam o Prêmio Nobel da Paz em 2005. Não conseguiu, porém, barrar a proliferação. Até o final da Guerra Fria, mais três estados adquiriram armas nucleares, ou seja, Israel, Índia e África do Sul, além das cinco potências nucleares “oficiais”. A África do Sul depois destruiu suas armas nucleares, com o fim do sistema de *apartheid* no início dos anos 90. Depois da Guerra do Golfo de 1991, inspetores descobriram um programa secreto de armas nucleares no Iraque de Saddam Hussein, mesmo sendo parte do TNP, que estava bastante avançado apesar do severo monitoramento pela AIEA. Em 1998, Índia e Paquistão, que como Israel se negaram a assinar o TNP, chocaram o mundo ao testarem suas armas. Em 2003, a Coreia do Norte comunista renegou seu compromisso para com o TNP e se declarou de posse de armas nucleares.

Segundo muitos especialistas, é precisamente este último evento que tem o maior potencial para estimular outros regimes autoritários. Enquanto a presunção por trás da invasão do Iraque em 2003 era que o país estava tentando adquirir uma bomba atômica, mas ainda não havia conseguido, o governo da Coreia do Norte anunciou que já havia cumprido com esta meta. Enquanto o governo de Saddam Hussein foi derrubado de baixo da força de bombas e mísseis cruise convencionais da superpotência, o ditador não menos autoritário Kim Jong-il foi poupado do mesmo destino. Além das ofensivas norte-americanas já em curso no Iraque e no Afeganistão, parece plausível que uma parte da justificativa pela indulgência para com a Coreia do Norte era o medo que ela poderia retaliar com armas nucleares se fosse atacada por meios convencionais. Mesmo a presunção retroativa que este medo teria tido um impacto pode estimular países hostis aos EUA a seguirem o caminho da Coreia do Norte. Um exemplo atual destas ambições surge no Irã, mesmo quando suas autoridades insistem que todas as instalações nucleares do país desempenham propósitos exclusivamente civis.

Todos estes processos derivam de um problema intrínseco associado à tecnologia nuclear: mesmo com a maior boa vontade e o recurso a sistemas de ponta no monitoramento, os trabalhos civis e

militares neste campo não podem ser claramente diferenciados. Os ciclos de combustível ou de fissão para aplicações pacíficas e não pacíficas, em particular, correm por caminhos paralelos. As tecnologias e conhecimentos se prestam para uso duplo – com resultados fatais. Cada país que possui a tecnologia nuclear promovida pela AIEA e pela Comunidade Européia de Energia Atômica (Euratom), mais cedo ou mais tarde será capaz de fabricar sua própria bomba. Muitas vezes nos últimos 50 anos, chefes de governo ambiciosos e sem escrúpulos criaram programas militares paralelos aos programas nucleares civis. Mesmo sem um programa concreto clandestino, no entanto, os principais passos na cadeia nuclear civil são extremamente vulneráveis ao abuso militar:

- Usinas de enriquecimento do isótopo físsil de urânio U-235 produzem combustível para reatores a água leve, o tipo de reator mais comum no mundo. Os passos seguintes do mesmo processo rendem o urânio altamente enriquecido (UAE), matéria físsil apto para uso em reatores de pesquisa – ou para bombas atômicas do tipo lançado sobre Hiroshima.
- Reatores nucleares, tanto os comerciais como os de pesquisa, podem servir seus propósitos oficiais ou podem ser utilizados deliberadamente para produzir o plutônio Pu-239, de classe militar, para bombas atômicas do tipo lançado sobre Nagasaki. Esta aplicação é mais fácil ainda nos reatores regenerativos (do tipo “*fast breeder*”).
- As usinas de reprocessamento têm a finalidade de separar o combustível plutônio de outros radioisótopos também produzidos nos reatores por processos de fissão. Mas também podem ser usados para separar o isótopo Pu-239, elemento explosivo apto para bombas atômicas.
- A tecnologia de reprocessamento pode ser usada para tratar o material físsil radioativo em “células quentes” isoladas como parte do ciclo combustível para propósitos civis, ou então para processar e tratar componentes para bombas atômicas.
- Os depósitos para o armazenamento temporário de plutônio, urânio e outros materiais físsis podem servir, ora como depósitos para usinas de energia nuclear, ora como entrepostos de materiais explosivos para a fabricação de bombas atômicas.

Os componentes civis do ciclo do combustível podem ser convertidos em componentes militares – com a aprovação do respectivo governo – em programas paralelos clandestinos militares. Ao desviarem o combustível destinado a propósitos civis, estes programas podem iludir o monitoramento nacional e internacional. Outro temor é o roubo propriamente dito, seja das substâncias, do conhecimento relacionado e/ou da tecnologia militar pertinente.

No final da Guerra Fria, muitos esperavam inicialmente que as potências nucleares agissem no interesse comum de restringir a disseminação de tecnologias e materiais sensíveis, para assim reduzir o risco da proliferação das armas nucleares. Ao mesmo tempo, no entanto, surgiu a ameaça crescente de “vazamentos” no que antes era um rigoroso sistema de segurança para instalações nucleares civis e militares, com o desmoronamento da União Soviética. Alimentado por especuladores gananciosos e grupos mafiosos, surgiu um verdadeiro mercado negro para todos os tipos de apetrechos nucleares. A maior parte do material radioativo em oferta – a preços exorbitantes e principalmente em círculos criminosos – no início dos anos 90, não era apto para a fabricação de bombas. Mas o fato de subitamente haver material radioativo disponível, a partir de depósitos hermeticamente fechados, era preocupante.

Ninguém mais discute que, com cada país a mais que se juntar aos 31 que hoje possuem a tecnologia nuclear civil, será cada vez mais difícil impedir a proliferação militar. Um novo *boom* nuclear como o dos anos 70, elevando o número de países com a tecnologia da fissão para 50, 60 ou mais, traria problemas insuperáveis de monitoramento para uma AIEA já no limite de suas capacidades, e cronicamente subfinanciada. Isto, sem sequer falar na nova ameaça de terroristas, que evidentemente não veriam problema algum em usar “bombas sujas”. A explosão de uma bomba convencional carregada de material radioativo de origem civil não só causaria muitas vítimas e acirraría os medos e incertezas em países que seriam alvos potenciais, como ela deixaria o local da explosão inabitável.

## 7 O ciclo aberto: Vazando na entrada e na saída

O “ciclo de combustível nuclear” é uma frase espantosa que se estabeleceu no jargão ao longo das últimas décadas, apesar de ser rebatida constantemente pelos fatos. O mito do ciclo de combustível nuclear se assenta num sonho precoce dos engenheiros nucleares, que o plutônio físsil produzido em reatores de urânio comerciais pudesse ser separado em usinas de reprocessamento e então utilizado em reatores regenerativos (“*fast breeder*”), criando uma espécie de *perpetuum móbile* a partir do urânio não-físsil (U-238) para o plutônio (Pu-239) para mais usinas regeneradoras. A idéia era criar um gigantesco ciclo industrial com mais de mil reatores regenerativos e dezenas de usinas de reprocessamento em uma grande escala civil que hoje só se vê em La Hague na França e em Sellafield no Reino Unido. Em meados dos anos 60, estrategistas nucleares previam que só a Alemanha teria uma frota de reatores regeneradores com capacidade conjunta de 80.000 megawatts até o ano 2000. Porém a rota do plutônio na tecnologia nuclear, que o especialista alemão Klaus Traube (ex-diretor do projeto do reator Kalkar no Baixo Reno) mais tarde chamaria a “solução utópica dos anos 50” (*Erlösungsutopie der 50er Jahre*),<sup>9</sup> virou o que pode ser o maior fracasso da história da economia. A tecnologia regenerativa é astronomicamente cara, tecnicamente subdesenvolvida e mais polêmica ainda com relação à segurança do que as usinas nucleares convencionais, além de particularmente vulnerável à exploração com fins militares. Ainda não se estabeleceu com firmeza em lugar algum do mundo. Apenas a Rússia e a França operam um reator regenerador cada um, remontando aos primórdios do desenvolvimento do campo. O Japão (cujo protótipo de reator regenerador em Monju está paralisado desde um grande incêndio com sódio em 1995) e a Índia estão oficialmente empenhados no desenvolvimento desta área.

Na ausência de perspectivas para futuros avanços na tecnologia da regeneração, a motivação histórica principal pela separação do plutônio nas usinas de reprocessamento perdeu sua relevância. Além da França e do Reino Unido, no entanto, a Rússia, o Japão e a Índia operam usinas menores de reprocessamento para fins (declarados retroativamente) de re-utilizar o plutônio assim gerado em reatores convencionais a água leve, na forma de varetas de combustível feitas do chamado “óxido misto” (MOX). Quando não está paralisadas por problemas técnicos, as usinas de reprocessamento geram custos horrorosos, junto com o plutônio e o urânio. Também produzem rejeitos nucleares altamente radioativos que exigem uma disposição permanente, além de níveis de radiação dezenas de milhares de vezes maiores que os dos reatores a água leve. O reprocessamento também exige o transporte freqüente e precário de materiais altamente radioativos, alguns dos quais são aptos para uso militar ou terrorista, aumentando mais ainda o número de possíveis alvos para grupos terroristas.

---

<sup>9</sup> Klaus Traube: *Plutonium-Wirtschaft?* (Hamburgo, 1984), p. 12

Já que uma proporção relativamente pequena dos rejeitos nucleares altamente radioativos gerados em usinas comerciais é reprocessado, e como em geral as varetas gastas de combustível MOX não são recicladas, a única parte do ciclo de combustível nuclear que permanece é o nome. No mundo real, o ciclo está aberto. Além de eletricidade, as usinas nucleares geram rejeitos que cobrem um espectro desde os de alta até os de baixa radioatividade, e que também são altamente tóxicos. Eles exigem locais de depósito seguros para longuíssimos períodos de tempo. O tempo exato depende dos períodos chamados de meia-vida dos radionuclídeos, que variam muito. O isótopo de plutônio Pu-239 perde a metade de sua radioatividade em 24.110 anos, enquanto o do cobalto Co-60 faz isso em 5,3 dias.

Meio século depois das usinas nucleares começarem a gerar eletricidade, não há um só local autorizado e em funcionamento para a disposição final de rejeitos altamente radioativos, situação esta que lembra a conhecida imagem do avião atômico que decola sem que alguém pense em onde vai pousar. Em alguns países, como na França, nos EUA, no Japão e na África do Sul, os rejeitos de relativamente curto prazo e de radioatividade de fraca a média intensidade são armazenados em contêineres próximos à superfície da terra. A Alemanha preparou o velho poço da mina de ferro “Konrad” em Salzgitter no Estado da Baixa Saxônia, para o armazenamento subterrâneo de rejeitos não geradores de calor das usinas nucleares, e também de reatores nucleares e aplicações médicas nucleares. No entanto, o armazenamento de rejeitos nucleares nessa velha mina de ferro ainda se encontra em litígio.

O descaso inicial com os rejeitos nucleares é evidente em uma declaração de 1969 do já citado físico e filósofo Carl Friedrich von Weizsäcker: “Não vai ser problema algum,” disse. “Me disseram que todos os rejeitos atômicos que vão ser acumulados na Alemanha até o ano 2000 caberão em um contêiner cúbico de 20 metros de comprimento. Se ele for bem fechado e lacrado e colocado em uma mina, podemos esperar que o problema esteja resolvido.”<sup>10</sup> Enquanto isto, propostas pioneiras exóticas como enviar os rejeitos para o espaço, para o fundo do mar ou para os gelos da Antártica sumiram dos olhos da opinião pública. Os especialistas hoje não conseguem decidir se o granito, o sal a argila ou algum outro material será o melhor substrato para o armazenamento a longo prazo de rejeitos altamente radioativos e geradores de calor. Todos citam as vantagens e desvantagens de cada opção.

A questão de se os rejeitos radioativos podem ficar isolados com segurança da biosfera durante centenas, milhares ou até milhões de anos em última instância, é de natureza filosófica. As pirâmides, afinal de contas, foram construídas há meros 5.000 anos. Mas uma coisa é clara. Como os rejeitos nucleares existem, e como a questão do armazenamento a longo prazo não pode ser resolvida de modo conclusivo, é preciso buscar e encontrar a melhor solução técnica com base no atual estado do conhecimento. As tentativas de fugir da questão, com certeza, não ajudam. Um exemplo disto seria a chamada transmutação, cujos defensores construíram reatores especiais para dividir os rejeitos mais perigosos e persistentes em isótopos que ficarão radioativos durante apenas algumas centenas de anos. Há décadas, apenas um pequeno número de cientistas levou a sério esta perspectiva. Mas até seus promotores presumivelmente não acreditam que ela possa realmente reduzir de maneira significativa os subprodutos mais perigosos da tecnologia nuclear.

Para colocar em prática a tecnologia da transmutação, teriam que ser construídas em primeiro lugar usinas de reprocessamento inovadoras, nas quais o coquetel de isótopos altamente radioativos das usinas nucleares seria decomposto em elementos individuais, utilizando sistemas muito mais sofisticados do que nas usinas atuais. Em termos relativos, as usinas de plutônio em La Hague e em

---

<sup>10</sup> Citado em B. Fischer, L. Hahn, et al: *Der Atommüll-Report* (Hamburgo, 1989), p. 77

Sellafield seriam simples laboratórios químicos. Além disto, teria que ser desenvolvido uma frota de reatores nos quais os isótopos separados pudessem ser seletivamente bombardeados com os chamados nêutrons rápidos, divididos e transmutados em radionuclídeos menos perigosos. Mesmo que fosse tecnicamente viável construir estas usinas, ninguém poderia ou se disporia a financiar este tipo de infra-estrutura nuclear. Este método de disposição inegavelmente acarretaria riscos muito maiores do que a política de disposição atualmente adotada em muitos países, ou seja, o uso de depósitos subterrâneos cuidadosamente selecionados. Apesar desta considerações, a noção de transmutação persiste, principalmente na França e no Japão, muito mais devido a visões dos reatores regeneradores (“breeders”) ainda alimentadas por setores das respectivas comunidades nucleares, do que a uma sólida perspectiva de um dia chegar a se concretizar.

Paulatina e tardiamente, os principais países geradores de energia nuclear estão chegando à conclusão de que a seleção de um local para a disposição final é um problema não apenas científico ou técnico. Nenhum dos programas nacionais de seleção de locais, a maioria deles lançados nos anos 70, chegou até agora a autorizar um depósito final. Isto acontece porque os procedimentos de seleção vêm ignorando ou rejeitando a oposição pública, a participação democrática e a transparência. Ao tentar aprender dos próprios erros, a Alemanha desenvolveu e formulou um processo de seleção em etapas, com a participação do público em todas elas. Ainda não ficou claro se este processo, acordado por cientistas dos campos pró e contra a energia nuclear em 2002, depois de anos de intensos debates, terá alguma possibilidade de dar certo. O governo da coalizão CDU/CSU e SPD, eleito no outono de 2005, começou por adiar a decisão quanto a considerar seriamente outros locais para a disposição, que não a antiga mina de sal em Gorleben, apontada desde os anos 80.

Planos para a disposição final na Finlândia e nos EUA já se encontram relativamente avançados. A gigantesca instalação na Montanha Yucca em Nevada, porém, é alvo de polêmica há décadas. O local quase pronto em Olkiluoto na Finlândia, foi beneficiado por uma aceitação relativamente grande pelas populações locais e regionais. A maioria dos habitantes está reconfortada pelo fato de que nenhuma falha significativa ter acontecido durante muitos anos naquela usina de energia nuclear, e também pelo depósito já em funcionamento para rejeitos de radioatividade média e baixa.

O pretense ciclo de combustível, no entanto, não está aberto apenas por trás. Desde o começo, há graves problemas na entrada também. As operações de mineração de urânio para obter o material físsil para a bomba, e depois para as usinas de energia civis, já pagaram um preço altíssimo, principalmente nas primeiras etapas. Grandes volumes de nuclídeos radioativos, sempre resguardados pela crosta terrestre, entram na biosfera. Manter ou expandir a geração de energia nuclear vai aumentar consideravelmente os custos para a saúde e para o ambiente associados à mineração do urânio.

A busca deste metal pesado, que não é muito raro como tal, mas que se concentra em poucos depósitos, começou pouco depois da Segunda Guerra Mundial. Os terríveis impactos das bombas lançadas no Japão não inibiram, mas estimularam as ambições dos aliados pelo desenvolvimento de recursos estratégicos. Grandes esforços foram feitos para expandir e garantir o acesso ao urânio. Na época, questões ambientais e da saúde dos mineiros tiveram papéis muito secundários. Os EUA trabalharam minas no próprio país e no Canadá, enquanto a União Soviética desenvolveu minas de urânio na Alemanha Oriental, na Tchecoslováquia, na Hungria e na Bulgária. Milhares de mineiros tiveram mortes dolorosas pelo câncer nos pulmões depois de anos de trabalhos pesados em túneis mal ventilados e empoeirados, contaminados com radônio radioativo. Alguns dos mais atingidos foram os mineiros da unidade “Wismut” na Alemanha Oriental, que chegou a empregar mais de

100.000 trabalhadores. Como as concentrações de urânio na terra geralmente variam em décimos de ponto decimal, iam se acumulando imensos volumes de terra escavada. A exposição ao minério de urânio exposto, que continha concentrações relativamente altas de gás de radônio e outros nuclídeos radioativos, foi severa e de longo prazo não apenas para os mineiros, mas para a área contígua também, e para os residentes. O problema foi agravado pelo uso de reagentes no processo de extração, que contaminavam a terra, a água superficial e o lençol freático na região.

A situação melhorou com o auge da geração de eletricidade nos anos 70. A partir dessa época, os governos não eram mais os únicos compradores de matéria físsil. O novo mercado privado para o urânio liberou as, até então, severas condições de trabalho determinadas pela situação militar e estratégica que se impunha nas minas de urânio. Com o final da Guerra Fria, as condições mais uma vez melhoraram fundamentalmente. A demanda militar por urânio despencou. Os depósitos não mais usados pelos governos dos EUA ou da ex-URSS, agora podiam atender o mercado civil de material físsil. Ao mesmo tempo, com o avanço do desarmamento nuclear, grandes volumes de urânio muito enriquecido para uso militar com alto teor físsil foram disponibilizados dos já supérfluos estoques nucleares americanos e soviéticos. Pode ter sido o mais abrangente programa na história de conversão de instrumentos de guerra para propósitos comerciais civis. Um grande volume de material bélico altamente explosivo foi “diluído” com urânio natural ou “empobrecido” (U-238 do qual foi extraído o isótopo físsil U-235) e então usado como combustível em usinas convencionais de energia nuclear. Esta situação completamente inédita no mercado fez despencar o preço internacional do urânio menos enriquecido para uso em reatores, levando ao abandono de minas com teores relativamente menores de urânio. No ano 2005, quase a metade do urânio consumido nas usinas de energia nuclear do mundo não provinha mais do minério “fresco”, enriquecido de urânio, mas dos estoques militares das superpotências.

Chegará o dia, porém, em que a oferta de urânio da Guerra Fria vai acabar. O preço do urânio já começou a subir, e vai seguir nessa direção aceleradamente. Se for para as usinas nucleares continuarem funcionando no nível atual, ou se for para expandir a quantidade de reatores, velhas minas terão que ser reativadas, junto com novos depósitos com rendimentos cada vez menores. Isto, por sua vez, significará volumes cada vez menores de urânio em comparação a volumes cada vez maiores de rejeitos minerais com concentrações acima da média de isótopos radioativos, acarretando todos os riscos sanitários e ambientais associados. Da mesma forma como o ocorrido durante o período de preços baixos do petróleo, os esforços para a ampliação da mineração de urânio sofreram uma redução, alimentada pela liberação dos estoques militares, fazendo com que o conhecimento de novos depósitos seja hoje em número relativamente pequeno. Mais ainda, a indústria precisa de tempo para expandir sua capacidade para a extração de urânio, que vai faltar se for para expandir rapidamente a geração de energia nuclear. Aliás, demora em média dez anos entre a identificação de um depósito de urânio até o começo da mineração.

O gargalo que se aproxima na oferta de urânio será agravado pelo imenso desequilíbrio entre os países produtores e consumidores. O Canadá e a África do Sul são os únicos países geradores de energia nuclear que não dependem da importação de urânio. Os principais países geradores de energia nuclear, ou não possuem produção própria significativa de urânio (França, Japão, Alemanha, Coreia do Sul, Reino Unido, Suécia, Espanha), ou tem capacidades muito menores do que o necessário para sustentar seus próprios reatores a longo prazo (EUA, Rússia). Quanto à oferta de combustível, a energia nuclear não é uma fonte doméstica de energia em quase nenhum lugar do mundo. A Rússia em particular, já arrisca enfrentar uma grave crise de oferta de urânio dentro de 15 anos. A escassez será sentida, em seguida, por operadoras de usinas na União Européia, que hoje compram um terço de seu combustível da Rússia. A China e a Índia podem enfrentar a escassez de combustível se ambas cumprirem com os próprios anúncios de expansão do número de reatores.

Com base nessas considerações, fica claro que nem a oferta de combustível, e nem a disposição dos rejeitos das usinas nucleares do mundo estarão seguras a longo prazo. Os novos reatores, já projetados e em construção em alguns países, vão agravar estes problemas. Com as reservas de urânio limitadas ou acessíveis apenas a custos desproporcionais, as estratégias deliberadas de expansão logo vão depender de uma mudança permanente para o plutônio, com usinas de reprocessamento por toda parte e a adoção da tecnologia regeneradora como padrão para os novos reatores. Essa estratégia elevaria os problemas de hoje a novos patamares. Multiplicaria o volume de rejeitos altamente radioativos a exigir uma disposição permanente. A busca por depósitos para o combustível finalmente exaurido teria que ser ampliada para incluir mais locais, com volumes maiores.

## **8 A proteção nuclear do clima: Propostas ingênuas**

O recente interesse na energia nuclear, em curso em alguns países industrializados, se deve em grande medida ao suposto potencial para reduzir os níveis globais de emissões de gases de efeito estufa. Tal potencial permite que defensores da tecnologia esperem e dêem impulso a uma “renascença” do setor, após décadas de estagnação. As usinas nucleares emitem volumes mínimos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Os promotores da energia nuclear consideram, por isso, que elas são uma peça chave em qualquer campanha para combater o aquecimento global. Ou, inversamente, o impacto do efeito estufa alimenta a esperança de que o longo marasmo da energia nuclear seja neutralizado e revertido. Wulf Bernotat, por exemplo, que é Diretor-presidente da empresa E.ON Ruhrgas sediada em Düsseldorf, afirma que “uma agenda energética que enxergue além do curto prazo precisa tratar o conflito central entre a eliminação gradual da energia nuclear e a grande redução no volume de emissões de CO<sub>2</sub>. Não é possível ter as duas coisas ao mesmo tempo. É uma pura ilusão.”<sup>11</sup> Como muitos outros líderes da indústria energética convencional, o chefe da maior empresa privada de energia do mundo abusa da lógica principal pela continuidade da eletricidade gerada em usinas nucleares. Esta lógica argumenta que a proteção do clima está fadada ao fracasso sem o auxílio da energia nuclear. Quem tiver boas razões para se opor à renascença da energia nuclear agora precisa responder à questão da existência de tal conflito central na forma veiculada pelos promotores da energia nuclear.

A maioria esmagadora de especialistas hoje está convencida que o aquecimento global é um perigo real. Para mantê-lo em níveis toleráveis para a humanidade e o ecossistema global – ou seja com um aumento da temperatura menor que dois graus Celsius acima da época pré-industrial – não há como não termos que diminuir dramaticamente as emissões de CO<sub>2</sub> nas próximas décadas. Especialistas em clima recomendam que os países industrializados reduzam suas emissões em 80% até meados do século XXI. Países em transição precisam pelo menos desacelerar o maciço crescimento nas emissões. Mesmo no esforço justificado para alcançar a prosperidade, os países populosos do Sul não podem simplesmente repetir a rota de desenvolvimento tão intensivo em energia trilhada pelos países industrializados do Norte. A pergunta, portanto, é: A energia nuclear tem o potencial de limitar as emissões de gases de efeito estufa a tal ponto, e sem alternativas, que os grandes riscos incontestes desta tecnologia devam ser aceitos? A situação se complica porque, enquanto o aquecimento global e o potencial de graves acidentes em usinas nucleares representam diferentes tipos de risco, cada um traria consequências catastróficas, singulares e de longo prazo. Enquanto é mais provável que o aquecimento global acelere e desencadeie mudanças diferentes porém dramáticas para piorar o estado do mundo, a não ser que seja contido de maneira decidida e abrangente, o potencial de um grande desastre nuclear se baseia em probabilidades mais difíceis de

---

<sup>11</sup> *Berliner Zeitung*, 3 de dezembro de 2005

conceituar. Um acidente também terá consequências desastrosas, a longo prazo, que o país atingido dificilmente superará sozinho. A economia mundial provavelmente sofreria imensas repercussões. Este foi o caso depois do desastre de Chernobil, que aconteceu na periferia de grandes zonas econômicas.

Segundo estatísticas da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), sediada em Viena, havia 443 reatores nucleares em funcionamento no mundo, no final de 2005, com uma capacidade total de geração de quase 370.000 megawatts. A expansão, no entanto, está estagnada há décadas em várias regiões, principalmente em países industrializados do Ocidente. A OCDE não prevê mudanças nesta tendência até o ano 2030, com um aumento médio anual na capacidade global de 600 megawatts. Como há reatores velhos que estão sendo desativados, a expansão marginal vai significar agregar de 4.000 a 5.000 megawatts por ano, o que representa três ou quatro usinas grandes. Segundo as previsões da Agência Internacional de Energia (AIE), também afiliada à OCDE, a demanda mundial por eletricidade vai aumentar muito no mesmo período, e portanto a participação da energia nuclear deve diminuir de 17% em 2002 para apenas 9% em 2030. A revista *Nuclear Engineering International* publicou um cálculo divergente em junho de 2005. Observando que 79 reatores estavam na rede há mais de 30 anos naquele momento, previu que será “quase impossível manter constante o número de usinas nucleares durante os próximos 20 anos”.<sup>12</sup> Devido a fechamentos pendentes nos próximos dez anos, teriam que ser planejados, construídos e colocados em funcionamento 80 novos reatores – uma a cada seis semanas – apenas para manter a situação atual. Na década seguinte, 200 reatores teriam que entrar na rede – um a cada 18 dias. Ilusão pura, portanto, é pensar que a energia nuclear possa ser usada no curto ou médio prazo para conter o aquecimento global.

Mesmo assim, estudos de longo prazo elaboraram cenários para saber se a energia nuclear pode reduzir emissões, como parte dos ambiciosos esforços globais para proteger o clima. Se o volume de eletricidade gerada por energia nuclear aumentar dez vezes até 2075, por exemplo, 35 novos reatores teriam que ser agregados à rede por ano, até meados do século. Uma estratégia de expansão relativamente modesta de até 1,06 milhões de megawatts (1.060 gigawatts) de capacidade elétrica até o ano 2050 significaria triplicar a produção atual das usinas nucleares. Isto reduziria em cinco bilhões de toneladas as emissões de CO<sub>2</sub> em 2050, comparado com a expansão global normal da geração de eletricidade em usinas movidas a carvão ou a gás. O elemento comum que estas previsões compartilham é a ausência de qualquer relação com a realidade atual ou com a experiência passada da energia nuclear.

Com base nas previsões da AIE e em alertas de pesquisadores do clima no Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), o mundo terá que reduzir suas emissões em 25 a 40 bilhões de toneladas até o ano 2050. Se todos os meios disponíveis no mundo fossem dedicados à expansão da energia nuclear, desde já, para alcançar o cenário mencionado de triplicar a geração de energia nuclear até 2050, este esforço responderia por apenas 12,5% a 20% da geração de eletricidade e contribuiria proporcionalmente ao alívio do problema climático. Não é um auxílio marginal, mas não basta para eliminar a necessidade de outras medidas para reduzir as emissões. O preço deste sucesso também seria alto, e não só em termos econômicos. Significaria:

- Agregar um grande número de novos locais para desastres em todas as regiões do mundo;
- Criar novos alvos para ataques militares e terroristas em países em desenvolvimento e em transição, inclusive em áreas de crise;

---

<sup>12</sup> *Nuclear Engineering International*, junho de 2005

- Intensificar enormemente os problemas de disposição final, junto com o perigo da proliferação nuclear não controlada em cada região do mundo;
- Devido à escassez de urânio, substituir logo e em todos os lugares os reatores padrão atuais a água leve, com sistemas à base de plutônio com reatores de reprocessamento e regeneradores, vulneráveis a acidentes catastróficos e a ataques terroristas e militares;
- Desviar enormes recursos financeiros de programas contra a pobreza em áreas críticas do mundo, para a expansão da infra-estrutura nuclear.

Considerando os óbvios e graves efeitos colaterais, este tipo de estratégia só faria sentido se a trajetória do clima não pudesse ser contida por outros meios, menos problemáticos. Com base em tudo que sabemos hoje, este não é o caso. Estimativas realistas apontam que mesmo as metas ambiciosas de redução de emissões de gases de efeito estufa podem ser atingidas sem recurso à energia nuclear. Segundo essas estimativas, é possível reduzir as emissões de dióxido de carbono em 40 a 50 bilhões de toneladas (o necessário é 25 a 40 bilhões) até meados do século XXI se forem atendidas as seguintes condições:

- Melhorar a eficiência energética nos prédios;
- Elevar a eficiência energética e material na indústria ao padrão tecnológico já disponível;
- Aumentar a eficiência energética a um grau correspondente no setor de transportes;
- Aproveitar melhor as margens de eficiência para a geração e o consumo no setor energético;
- Utilizar mais gás natural no lugar de carvão ou petróleo (troca de combustível) na geração da eletricidade;
- Expandir sistematicamente o uso de energias renováveis das fontes solar, eólica, hidráulica, biomassa e geotérmica;
- E, finalmente, desenvolver e implementar a tecnologia do carvão limpo em grande escala (separação e armazenamento do dióxido de carbono resultante da queima de carvão em usinas energéticas).

Um estudo abrangente contratado pelo Parlamento Alemão em 2002 demonstrou como uma série de estratégias e instrumentos variados podem permitir que um país como a Alemanha reduza suas emissões de CO<sub>2</sub> em 80% até 2050. O estudo mostrou que melhorar a eficiência energética em todos os setores é tão essencial quanto aumentar o uso de combustíveis renováveis. Em contraste, não encontrou embasamento algum para a lógica de estratégias de proteção do clima terem que manter ou expandir o uso da energia nuclear. Uma participação grande ou crescente de eletricidade gerada por energia nuclear pode até prejudicar as estratégias de proteção do clima. É difícil equilibrar os elementos vitais da energia renovável e da eficiência energética com unidades de geração em grande escala, operando na base e centralizadas, tais como as usinas nucleares. Quando chegam a um certo patamar de produção, e por serem intermitentes, as fontes renováveis movidas a sol e vento exigem usinas com um controle de capacidade flexível, como as modernas usinas movidas a gás, para compensar as flutuações e para refletir diferentes condições geográficas, além de uma estrutura bem menos centralizada de geração de eletricidade.

Além disso, a expansão em grande escala da energia nuclear – pois apenas a expansão, muito além da já árdua tarefa de manter os níveis atuais, pode fazer da energia nuclear um fator real no controle do clima – acarretaria enormes incertezas econômicas. Para alcançar tal expansão, a indústria teria que substituir com êxito os reatores atuais a água leve com a tecnologia regeneradora e o reprocessamento, tarefa na qual ela já fracassou uma vez. Também, nenhuma outra tecnologia é tão parecida à espada de Dâmocles. Bastaria um acidente grave ou atentado terrorista para desinflar de vez a aceitação desta tecnologia em níveis nacionais ou até internacional. Um grande número de reatores provavelmente teria que ser fechado por precaução. Por último, um debate interminável sobre a energia nuclear em grandes países industrializados apenas adia a necessidade absoluta de implementar estratégias consistentes de eficiência energética. Afinal, é possível e aconselhável desenvolver políticas nacionais e internacionais que minimizariam os dois grandes riscos de aquecimento global e de acidentes nucleares catastróficos. Os perigos específicos associados à energia nuclear fazem das estratégias climáticas que a incluem menos robustas e inovadoras, do que as estratégias sem uma opção nuclear. O conflito central que citamos, entre a energia nuclear e a proteção do clima, revela-se assim como invenção dos promotores da opção nuclear, que defendem outro conjunto de interesses. O pretensão conflito é um engodo. Não é necessário fazer a opção sem sentido entre a cruz e a caldeirinha.

## **9 Energia nuclear barata: Se o Estado pagar a conta**

Usinas nucleares assumem papéis variados, mas importantes, nas estruturas de oferta de energia dos países que as têm, e portanto, também nos sistemas econômicos desses países. Na ausência de maiores interesses estratégicos ou militares, portanto, é a própria economia energética que determina seu futuro. Isto acontece normalmente na base de sóbrias considerações econômicas. Saber se uma usina nuclear equivale a uma máquina de dinheiro, ou a um poço sem fundo de gastos depende das circunstâncias de cada caso. Se o reator está gerando energia sem parar há vinte anos, e se não dá motivos para pensar que os próximos vinte anos serão diferentes, então a primeira metáfora é a que vale – desde que o potencial latente de desastre nessa usina, como em todas as outras, não se concretize. Por outro lado, se a usina ainda não foi construída e se for protótipo de uma série, é melhor trocar de caminho, para outro projeto – a não ser que o risco financeiro possa ser transferido para um terceiro.

Para os investidores que procuram decidir se substituem ou constroem novas usinas em condições de mercado, há farta evidência empírica que demonstra que a opção nuclear não é a primeira. Nos EUA, todos os contratos concedidos a construtores de reatores desde 1973 acabaram cancelados. Na Europa Ocidental, com a exceção da França, os empreiteiros nucleares esperaram um quarto de século até fecharem a construção de uma nova usina em 2004. Agora há uma em Olkiluoto, na Finlândia.

Segundo a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), 28 usinas nucleares com capacidade total de quase 27.000 megawatts estavam em construção no mundo em 2005. Quase a metade dos projetos já se arrasta há 18 ou até 30 anos. Para muitos deles, ninguém acredita que algum dia cheguem a gerar energia. O termo para tais projetos é “abandonado”. As usinas restantes que devem ser concluídas num futuro próximo ficam quase todas na Ásia Oriental, e sua construção pouco ou nada tem a ver com uma economia de mercado. Ou seja, a situação das encomendas para usinas nucleares é calamitosa, e mais ainda se consideramos a concorrência. A capacidade mundial de geração de eletricidade aumenta em 150.000 megawatts por ano desde a virada do milênio, e as usinas nucleares respondem por apenas 2% deste crescimento. Só nos EUA, uma capacidade

adicional de 144.000 megawatts entrou na rede de 1999 a 2002, a partir de usinas convencionais usando combustíveis fósseis. De 2002 até 2005 na China, foi construída um novo parque de usinas a carvão com capacidade de 160.000 megawatts. Até a energia eólica, ainda em sua infância, conseguiu contribuir uma nova capacidade total superior a 10.000 megawatts.

Por marginal que seja o papel da energia nuclear diante da gigantesca expansão da capacidade de geração elétrica no mundo, os operadores de usinas nucleares trabalham abnegadamente para estender as licenças dos reatores atuais, para prazos muito além dos projetos originais. A vida média de todos os reatores em funcionamento em 2005 era 22 anos. Este fato, porém, não impediu que o ex-Diretor-presidente da Siemens, Heinrich von Pierer, pedisse durante a campanha eleitoral alemã que a candidata a chanceler Ângela Merkel considerasse a extensão das vidas úteis para 60 anos, apesar do acordo formal na Alemanha sobre a eliminação gradual das usinas nucleares. Afinal de contas, a maioria dos promotores da energia nuclear na Europa e na América do Norte hoje defende vidas úteis de 60 anos. A extensão das licenças da maioria das 103 usinas nucleares nos EUA já foi aprovada, solicitada ou está com a solicitação em preparação. Von Pierer invocou o “sentido dos negócios” como base para sua postura. E de fato faz sentido. Desde que não haja uma falha grave ou consertos caros, e desde que o desgaste ou a corrosão não exijam a troca de componentes centrais como um gerador de vapor, a eletricidade pode ser gerada a um custo quase sem paralelo, por velhos reatores da categoria de 1.000 megawatts já depreciados há anos. Estender as licenças também adia o chamado “problema” do fim da energia nuclear, ou seja, o fechamento e desmantelamento dos grandes reatores – um verdadeiro desafio não apenas para a segurança como para as finanças. Além disto, como o custo do combustível para as usinas nucleares representa uma parte relativamente pequena dos custos totais, os operadores esperam um grande rendimento extra. Se os reatores alemães puderem funcionar por 45 em vez dos 32 anos estipulados no acordo de eliminação gradual – 45 anos sendo a vida útil média para uma grande usina movida a combustível fóssil – a indústria espera um belo lucro adicional de uns 30 bilhões de euros. A magnitude desta cifra explica porque os operadores promovem a discussão sobre a extensão das licenças em tantos países. Esta barganha, porém, nada tem a ver com a tal renascença da energia nuclear. Pelo contrário. O fato de os operadores pleitearem uma “prorrogação” demonstra como hesitam em investir em novas usinas, seguindo esse “sentido de negócios”. Em vez de investir em novas tecnologias, nucleares ou não, estas empresas estão sugando a substância de seus reatores sem contemplação por sua crescente suscetibilidade a falhas.

As décadas de estagnação na indústria de energia nuclear ainda não terminaram. Entre os EUA e a Europa Ocidental, há uma só obra em curso, na costa do Mar Báltico na Finlândia. A obra é tratada com maiores detalhes, mais adiante. Ao mesmo tempo, um número crescente de estudos abrangentes em anos recentes sugere que novas usinas de energia nuclear são mais competitivas do que suas congêneres movidas a combustível fóssil. O maior inconveniente desses estudos é que eles não convencem ninguém, a não ser seus próprios autores e editores, mas nunca os potenciais financiadores de novos projetos de usina. É principalmente por isso que há mais incerteza do que nunca sobre quanto custaria uma nova geração de usinas nucleares. Quase não há dados confiáveis sobre as vultosas rubricas de custos, como a construção, a disposição de rejeitos e desativação, e nem sequer sobre os custos operacionais ou de manutenção. Esta é uma das razões pelas quais os analistas tomam quase todas as estimativas publicadas com muito ceticismo. Afinal, estas cifras normalmente são geradas por vendedores que querem fazer novas usinas, e que por isso tendem a estimar tudo por baixo. Se não, vêm de governos, associações e lobistas que procuram influenciar uma opinião pública relutante, usando o incentivo de preços supostamente baixos para a eletricidade.

Além de cifras interesseiras, porém, há problemas objetivos. Como todas as novas séries de reatores passam por uma fase inicial dispendiosa, com longas paralisações, os potenciais financiadores recebem com desconfiança as previsões sempre entusiasmadas e otimistas dos vendedores. É impossível prever o “desempenho” de uma nova usina, menos ainda o comportamento de novos tipos de reatores baseados em tecnologias inovadoras e, por isso mesmo, não comprovadas. Em quase todos os campos técnicos – e não apenas no setor de usinas de energia – os empreiteiros podem seguir uma “curva de aprendizado”, a um ritmo relativamente consistente e previsível que leva a preços cada vez menores. Mas os construtores de reatores ainda começam da estaca zero, quase meio século depois do lançamento da fissão nuclear em escala comercial. Nos anos 70 e 80, os vendedores de reatores ofereciam unidades cada vez maiores, sob a presunção parcialmente justificada que uma usina maior geraria a eletricidade a um custo menor do que uma menor. A adoção destas “economias de escala”, porém, não resolveu o problema. Ainda não se materializou, no entanto, uma clara tendência a favor de reatores menos caros. Enquanto isso, a situação se agrava com a estagnação prolongada do mercado que restringe as usinas mais desenvolvidas a meros planos ou projeto, ou mais recentemente, à animações computadorizadas. Dessa maneira, aumenta a imponderabilidade para potenciais financiadores. A energia nuclear virou tecnologia de alto risco, não apenas em termos de segurança, mas também com respeito ao financiamento.

Assim, construir um novo reator significa atrair capital de risco, com o alto custo que o acompanha. Além da construção, os custos do capital representam a maior rúbrica de financiamento para estes projetos. É mais um problema que se agravou nos países industrializados desde a desregulamentação dos mercados de energia. Na época dos grandes monopólios estatais, os investidores podiam presumir que seu capital acabaria sendo refinanciado por consumidores, mesmo que o desempenho do reator fosse fraco. Nos mercados desregulamentados de hoje, porém, isto não acontece mais. Com seus investimentos iniciais exorbitantes e prazos de décadas para a recuperação do investimento, a energia nuclear não é compatível com mercados desregulamentados. Os custos do capital disparam, isto quando o financiador não prefere outra tecnologia que simplesmente não apresenta estes problemas. De fato, em muitos países que tiveram um auge de usinas a gás altamente eficientes nos últimos 20 anos, os custos de construção por kilowatt/hora instalada são substancialmente menores, os prazos da assinatura do contrato até o início das operações são curtos e muitos componentes da usina são manufaturados em fábricas sob “condições controladas”. Também, devido ao custo relativamente baixo do gás natural, que responde por uma parte maior das despesas operacionais do que o combustível urânio, as usinas de energia nuclear quase não têm mais vez.

Há ainda outros fatores imponderáveis que fazem das usinas nucleares um jogo de azar para qualquer investidor. O prazo da decisão do investimento até o início das operações é muito maior do que em todos os outros tipos de usina. Pode haver enormes problemas de planejamento, além de demoras no licenciamento porque os governos redobram sua cautela sob o escrutínio do público, porque novas descobertas relacionadas à segurança causam mudanças nos critérios de licenciamento ou porque movimentos anti-nucleares bloqueiam o trabalho nos tribunais. A decisão de construir o último reator inglês Sizewell B foi tomada em 1979, por exemplo, e ela entrou em operação comercial 16 anos mais tarde. Quando entra em operação um protótipo, ninguém tem certeza se atingirá o nível previsto de desempenho, que afinal é o que determinará o nível de renda. Um fator mais importante ainda é a confiabilidade do reator ao longo de toda sua vida útil. À diferença dos custos do capital, este “fator de carga” pode ser calculado. Normalmente se sabe há quanto tempo uma usina nuclear está em funcionamento e durante quanto tempo ficou paralisada para consertos, para troca de varetas de combustível ou por falhas. O fator de carga é a produção (kilowatt-horas) expressa em um percentual relativo à produção total possível se a operação fosse

ininterrupta. As previsões de fator de carga dos vendedores tendem uniformemente a ser altas, principalmente para os primeiros reatores de uma série. Se um reator atingir um fator de carga de apenas 60%, em vez de 90%, os custos aumentam em um terço, além dos custos adicionais de manutenção e consertos. Apenas 2%, aproximadamente, de todos os reatores atingem fatores de carga de 90% ou mais, e apenas ao redor de 100 dos reatores no mundo superam os 80%.

Nos velhos tempos da euforia, os operadores prometiam entusiasmados que as usinas nucleares funcionariam quase automaticamente e, portanto, a custos menores do que outras usinas com níveis comparáveis de produção. Aquela previsão também, no entanto, demonstrou um excesso de otimismo. É verdade que o combustível responde por uma parte relativamente pequena do total dos custos operacionais. Esta parte aumenta, porém, ao usar o chamado “óxido misto” com um elemento de plutônio reprocessado, em vez do óxido “fresco” de urânio. Os custos operacionais e de manutenção são maiores, porque o custo com pessoal é bem maior do que, por exemplo, nas usinas a gás. Algumas usinas nucleares foram desativadas nos EUA no final dos anos 80 e início dos anos 90 porque acabou sendo mais econômico construir e operar novas usinas a gás.

Ao contrário de outros sistemas, as usinas nucleares acarretam custos enormes mesmo depois de décadas de operação. Os custos incluem a disposição final de rejeitos radioativos, a proteção de reatores fechados e finalmente o completo descomissionamento dos reatores após um período mais ou menos longo de “resfriamento”. Todos estes investimentos têm que ser recuperados ao longo da operação da usina, além de serem reservados para gastos muito posteriores. Estes custos, incluindo seguro contra acidentes, variam de um país para outro. A dificuldade do cálculo é maior ainda, considerando que as trajetórias normais de desconto não se aplicam aos prazos antecipados. A uma taxa de desconto de 15%, por exemplo, os custos incorridos depois de 15 anos ou mais serão irrisórios. Como representarão um ônus para nossos filhos no mundo real, no entanto, estes custos são mais um manancial de incertezas para o financiamento de reatores e na determinação do preço da geração de eletricidade com a energia nuclear.

A discussão lançada em alguns países sobre ressuscitar o auge nuclear dos anos 70 até agora não teve impactos na realidade. Há poucos resultados além de um debate sobre a extensão de licenças das usinas. Novos projetos concretos são exceções absolutas. A grande maioria das usinas em construção hoje usa tecnologia indiana, russa ou chinesa. Os grandes vendedores ocidentais continuam com as carteiras totalmente vazias. A norte-americana Westinghouse recebeu uma encomenda de usina em um quarto de século. Para a Framatome ANP (controlada em 66% pelo grupo nuclear francês Areva e 34% pela Siemens) e suas empresas antecessoras, o reator Okiluoto na Finlândia é o primeiro contrato em quase 15 anos. Por isso, há mais políticos e jornalistas do que vendedores promovendo a idéia de um renascimento da energia nuclear. Eles acreditam que se adicionarem a energia nuclear às atuais políticas energéticas será mais fácil cumprir com as obrigações de curto prazo no controle do clima, e evitar apagões. A consequência disto, porém, é que quanto maior a força dos políticos e do público que clamam por um renascimento da tecnologia nuclear, maior a desfaçatez dos investidores que clamam pelo auxílio do Estado.

Nos EUA, o governo Bush é claramente favorável à extensão das licenças dos envelhecidos reatores nesse país. Depois da escassez de eletricidade em grandes estados como a Califórnia, além de espetaculares apagões, ele também defende a construção de novas usinas nucleares. A discussão se alimenta da crescente preocupação sobre o aquecimento global, que por sua vez foi provocada pelos desastrosos furacões de 2005. Até agora, porém, não levou à construção de um só novo reator, e sequer à emissão de uma licença de construção. Vários consórcios trabalham para obter uma licença conjunta para a construção e operação de novos reatores. Como não se cansam de dizer, no entanto, não vai dar certo sem o apoio do governo. Só o processo de autorização para uma

nova série de reatores deve custar perto de US\$500 milhões. Até agora ninguém sabe o preço dos próprios reatores. Para ficarem do lado mais seguro, as empresas estão solicitando subsídios na ordem de bilhões de dólares, que já estão nos planos do Presidente Bush. A nova Lei de Energia aprovada pelo Congresso em meados de 2005 oferece US\$3,1 bilhões em subsídios para a energia nuclear ao longo de um período de dez anos. Entre outros riscos, o governo assim deve oferecer garantias contra atrasos. Os potenciais investidores já haviam pedido um pacote total, livre de preocupações como condição para o investimento, financiamento isento de impostos e vendas de eletricidade a preços garantidos pelo Estado. O Estado deve assumir a responsabilidade por acidentes sérios e – muito importante também – resolver o problema da disposição final de rejeitos.

Após uma longa demora, o grupo francês EDF, agora parcialmente privatizado, indicou em 2004 o local para o piloto do Reator Europeu a Água Pressurizada (EPR), em Flamanville, no departamento de Manche. Havia diminuído, porém, a costumeira disposição do governo francês em financiar este tipo de projeto. O ex-diretor da EDF François Roussely também declarou que as razões por trás da construção de reatores deste tipo no futuro previsível têm menos a ver com a geração de eletricidade do que com “manter a *expertise* industrial europeia neste campo”.<sup>13</sup> Em outras palavras, os motivos pela construção de uma usina-piloto na França não se fundamentam em uma política energética, mas em objetivos industriais e políticos.

Motivos políticos também tiveram muito peso na polêmica decisão pelo Parlamento Finlandês de construir um novo reator. A vertente básica veio do crescente apetite por eletricidade nos últimos 20 anos, que colocou o consumo per capita da Finlândia em mais que o dobro da média europeia. Ao mesmo tempo, os políticos se preocupam com uma excessiva dependência ao gás russo e por não conseguir cumprir com as obrigações do país no Protocolo de Kyoto, sem recorrer à energia nuclear. O contrato ganho pela fabricante franco-alemã Framatome ANP para construir o piloto do Reator Europeu a Água Pressurizada (EPR) na costa finlandesa do Mar Báltico veio, em última instância, da concessionária de energia TVO. O Estado controla 43% desta empresa. Desde que a construção começou oficialmente em agosto de 2005, a comunidade nuclear internacional vê no projeto Olkiluoto 3 a prova que a energia nuclear voltou a ser um bom investimento, mesmo em um mercado de eletricidade desregulamentado. Esta postura, no entanto, deve ser observada com ceticismo. É pouco provável que este tipo de reator tivesse uma chance em condições competitivas normais.

O financiamento foi viabilizado por um acordo que compensou os aproximadamente 60 acionistas, principalmente concessionárias elétricas, ao garantir que a eletricidade gerada pelo reator seria vendida a preços comparativamente altos. A TVO e a Framatome ANP também acordaram um preço fixo para o reator completo – “pronto para uso” – de 3,2 bilhões de euros. Este tipo de contrato, tão atraente quanto inusitado para o comprador, foi possível porque a Framatome ANP precisava de uma licença de construção a, literalmente, qualquer preço, depois de mais de uma década de trabalho de desenvolvimento no EPR. Mesmo antes de colocar a pedra fundamental, ficou claro que o consórcio Areva/Siemens havia feito cálculos extremamente apertados para posicionar seu reator-protótipo na frente dos concorrentes nucleares, e não só fósseis.

A capacidade do reator aumentou constantemente durante o período de desenvolvimento do EPR nos anos 90. As próprias dimensões visavam garantir a rentabilidade. Com uma capacidade bruta projetada de 1.750 megawatts e uma produção de 1.600 megawatts, o EPR é de longe a usina nuclear mais poderosa no mundo, complicando consideravelmente a sua integração na maioria das redes elétricas. Uma série de outras projeções que deram ao reator uma vantagem competitiva no

---

<sup>13</sup> François Roussely, op.cit.

papel sobre outras opções, inclusive não nucleares, podem ser promessas difíceis de serem cumpridas no futuro. Elas incluíam um prazo de construção de apenas 57 meses, um fator de carga de 90%, um grau de eficiência de 36%, uma vida útil técnica de 60 anos, um consumo de urânio 15% menor do que os reatores anteriores e custos operacionais e de manutenção consideravelmente menores do que nos reatores existentes.

Os especialistas consideram que todas estas projeções são extremamente otimistas. Nenhuma usina piloto já respeitou seu prazo projetado de construção ou seu fator de carga prometido. Este consórcio franco-alemão também não poderá contar com isenção de atrasos na construção, pequenas falhas nas primeiras operações ou paralisações não programadas. Apesar disto, os custos operacionais e de manutenção prometem ser menores do que os dos reatores padrão atuais, durante toda a vida útil de 60 anos. Ao mesmo tempo, instalações suplementares de segurança, como a sofisticada unidade de contenção (“*core catcher*”) devem deixar o EPR mais seguro, sem ser mais caro do que seus antecessores.

Não parece possível que todas estas promessas sejam cumpridas em Olkiluoto. Mesmo que todas as metas sejam alcançadas, como o prazo da construção, o preço calculado de 3,2 bilhões de euros é visto como artificial. Surgiu originalmente no contexto da produção de uma série de aproximadamente dez reatores, hipótese totalmente fora do baralho. Em outros setores, existe um termo explícito para este tipo de comportamento com os preços: “*dumping*”.

Se os preços da construção de fato se multiplicarem, o projeto vai virar um pesadelo financeiro para a Framatome ANP, devido ao preço fixo acordado com os clientes finlandeses. Um grito de socorro para o Estado não deve demorar. Já foi assim para conseguirem o financiamento, quando o banco Bayerische Landesbank assumiu um papel importante. O estado da Baviera possui 50% deste banco, sediado em Munique, igual à participação do fabricante do reator, a Siemens. O banco é sócio de um consórcio internacional que está bancando um empréstimo de 1,95 bilhões de euros para o EPR finlandês a juros baixos, informados como sendo de 2,6%. O governo francês está apoiando a empresa Areva, dona da Framatome ANP, com uma garantia de empréstimo para a exportação – dinheiro na verdade reservado para investimentos em países política e economicamente instáveis – de 610 milhões de euros através da agência Coface, de empréstimos para a exportação. Frente a estes esforços conjuntos de vários países especialmente interessados no projeto, a Federação Européia de Energias Renováveis (EREF) apresentou uma queixa na Comissão da União Européia argumentando que houve violação das regras européias para a concorrência. Fica claro que sem o auxílio estatal, teria havido outra decisão sobre o reator finlandês. Neste caso, o auxílio veio dos países dos construtores e dos compradores. A energia nuclear, evidentemente, só é competitiva onde recebe muitos subsídios ou em países onde a tecnologia nuclear já se ancorou em doutrinas de Estado e, conseqüentemente, onde os custos desempenham um papel secundário. Por isso, onde houver planos para construir novos reatores em economias de mercado, devemos esperar que os investidores contem com o apoio do Estado, para se garantir contra o aumento dos custos de construção, contra paralisações imprevistas, variações no preço do combustível e a dificuldade de estimar os custos de fechamento, desmantelamento e disposição dos rejeitos. Em última instância, os governos terão que assumir as conseqüências de cada acidente sério que envolver uma liberação maciça de radioatividade. Nenhum país do mundo pode fazer isso sozinho. Enquanto as empresas seguradoras emitem apólices que variam de um país para outro dependendo dos custos totais antecipados, a parte dos danos que assumirão em qualquer caso é irrisória.

A tecnologia nuclear ocupa assim uma posição absolutamente singular. Meio século depois de alcançar os mercados comerciais, movida a subsídios bilionários, ela ainda exige e recebe o auxílio

estatal para cada novo projeto, precisamente como se precisasse de ajuda para entrar no mercado pela primeira vez. É espantoso observar como esta prática extraordinária também é defendida e pleiteada precisamente por políticos que, em outros contextos, berram por “mais condições de mercado” no setor energético. Em muitos países industrializados, esses mesmos políticos produzem argumentos sobre teorias de mercado em campanhas contra os subsídios para a promoção da energia renovável de fontes solar, eólica, hidráulica, biomassa e geotérmica. Há, porém, outra diferença essencial. O futuro da energia nuclear já passou, enquanto o futuro das energias renováveis recém começa.

## **10 Conclusão: Uma renascença de declarações**

Sob o marco de crescentes crises nas áreas de clima e de energia, abriu-se uma nova rodada de debates sobre a energia em vários dos grandes países do mundo. Animada por vendedores e suas caixas de ressonância na mídia, a visão de uma “renascença da energia nuclear” expressa também a necessidade de decisões de longo alcance. A maioria das usinas no mundo construídas durante o primeiro (e por enquanto o último) *boom* da energia nuclear está chegando ao final de suas vidas úteis projetadas. Ao longo dos próximos dez anos, e particularmente na década seguinte, a produção rapidamente declinante de energia nuclear terá que ser substituída. Decisões terão que ser tomadas para construir novas usinas de energia não-nuclear ou para estender a geração de eletricidade de base nuclear no futuro. Alguns grandes países já estão questionando se querem manter seus reatores envelhecidos na rede além das projeções originais de vida útil. A extensão seria útil para as concessionárias elétricas adiarem decisões sobre investimentos bilionários e lucrar com os baixos custos de seguir operando velhos reatores já depreciados. Os gestores enxergam o inevitável risco adicional de maneira subjetiva. Eles não esperam por acidentes graves, que certamente não ocorrerão em uma usina nuclear operada por sua própria empresa, e menos ainda na que eles administram. É aqui onde se diferencia o interesse deles, do interesse público. Estender a vida operacional de um reator cria um risco de desastre desproporcional. Se todas, ou muitas usinas nucleares, operarem durante períodos mais longos, o risco total aumenta substancialmente.

Estas decisões iminentes sobre como sustentar a oferta global de energia em um mundo marcado por altas taxas de crescimento demográfico e extremas iniquidades na riqueza vão muito além de saber como lidar com a energia nuclear no futuro. A responsabilidade é compartilhada por todos os países industrializados desenvolvidos e por muitos países recém desenvolvidos que ainda não usam ou usam pouca energia nuclear. Uma coisa já está clara: a nova estrutura energética não mais dependerá exclusiva ou principalmente de grandes usinas geradoras. E outra coisa também: o futuro não deve ressuscitar uma tecnologia arriscada de meados do século passado, sustentada por tradicionais interesses econômicos no setor energético.

Ainda não há uma renascença da energia nuclear. Em seu lugar, há uma renascença de declarações sobre a energia nuclear. Este vigésimo aniversário do desastre de Chernobyl também provocou uma renascença de críticas a essa forma de geração de energia e, para algumas pessoas, uma renascença de esperança. O debate social e político está reanimado em vários países que vão moldar o futuro da energia nuclear. O resultado desse debate ainda não está claro. Um só projeto nuclear na Finlândia não prova coisa alguma. O número de novos projetos de construção anunciados pelo mundo não é suficiente sequer para manter constante a participação global da energia nuclear, seja em termos absolutos seja em termos relativos. Novas usinas nucleares são construídas apenas onde uma doutrina de Estado sustenta esta forma de geração de energia, ou onde órgãos de Estado se dispõem a bancar o seguro primário para riscos financeiros e de segurança. Os que desejam construir novas usinas nucleares – ou que estão sendo instados a fazê-lo por políticos, como

acontece nos EUA – ainda precisam de apoio oficial quase tanto quanto os pioneiros nucleares precisaram nos anos 60.

Soa paradoxal: a energia nuclear foi sucesso de mercado porque havia tão pouco mercado que não podia dar errado. Com o monopólio sobre as redes da época, a oferta de eletricidade era considerada um “monopólio natural” e uma necessidade básica vital, e como tal foi sustentada por empresas estatais, para-estatais ou pelo menos monopólicas. Na maioria dos países industrializados, portanto, o Estado também segurava a batuta para a introdução da energia nuclear, inicialmente para fins militares explícitos ou ocultos, e mais tarde para razões de natureza parcial ou exclusivamente industriais. Os imensos custos de pesquisa, desenvolvimento e introdução ao mercado da nova tecnologia foram bancados pelos governos, seja diretamente ou pela transferência aos consumidores por seu poder de influenciar os preços cobrados pelas concessionárias. Até hoje, construir novas usinas nucleares não é uma opção interessante para estas empresas em mercados desregulamentados de energia elétrica.<sup>14</sup> Há opções menos caras que não acarretam sequer uma fração dos riscos econômicos. É por isso que nenhuma nova usina nuclear será construída em condições de mercado – mesmo aumentando a demanda global por energia elétrica junto com a capacidade global de geração – a não ser onde governos assumirem os grandes riscos, como fizeram na época do lançamento da energia nuclear. Este é o caminho dos finlandeses.

Outra pedra nesse caminho é que, onde estiver funcionando um mercado com vendedores de usinas, os concorrentes dos outros setores não ficam parados por muito tempo, apenas observando o apoio unilateral do Estado para uma tecnologia tão velha. O projeto na Finlândia avançou sozinho por outra razão também. Quase 20 anos depois de começar o desenvolvimento do Reator Europeu a Água Pressurizada, a empreiteira Framatome ANP precisava finalmente demonstrar sua tecnologia em um reator de verdade, e suas empresas proprietárias Areva e Siemens aparentemente se dispunham a assumir riscos financeiros consideráveis para construí-la. Lembremos que em 1992, a Siemens e a Framatome chamaram o reator uma “usina nuclear teuto-francesa para a Europa e para o mercado global”, que atenderia primeiro os “mercados domésticos” nos dois lados do Reno, para depois alcançar “terceiros países”. A construção dos dois reatores piloto deveria começar em 1998. Em 1990, a revista alemã *Wirtschaftswoche* já anunciara o fim da estagnação nuclear, com a manchete “Renascença Nuclear”.

No início do século XXI, uma avaliação equilibrada de todos os aspectos da energia nuclear continua rendendo uma conclusão inequívoca, essencialmente a mesma de 30 anos atrás. O risco de um acidente catastrófico, que fez da energia nuclear a forma mais polêmica de geração elétrica naquela época, não desapareceu. Novos riscos do terrorismo impedem terminantemente a perspectiva de estender esta tecnologia por regiões instáveis do mundo. Expandir globalmente a geração de energia elétrica nuclear provocaria uma falta de urânio até mais rapidamente do que manter a situação atual, ou então exigiria a conversão generalizada para a tecnologia regeneradora. Tal reorientação significaria a troca permanente para sistemas à base de plutônio. Elevaria o risco de acidentes catastróficos, de atentados terroristas e de proliferação de armas para um patamar superior e mais crítico. Afinal, a maioria dos países já abandonou a rota da regeneração, depois de dificuldades no passado. Com ou sem a tecnologia regeneradora, ainda falta resolver o problema da disposição final, que terá mesmo que ser resolvido porque o problema – ou seja, o acúmulo de rejeitos – já está no mundo. Não pode, porém, ser uma solução relativa. Esta necessidade já seria um argumento suficiente para não exacerbar o que já é um grande problema para a humanidade, com um aumento maior ainda do volume destes rejeitos.

---

<sup>14</sup> Adolf Hüttl: "Ein deutsch-französisches Kernkraftwerk für Europa und den Weltmarkt", palestra na sessão de inverno do Fórum Atômico Alemão (*Deutsches Atomforum*), Bonn 1992, manuscrito.

A energia nuclear também não pode resolver o problema do clima. Mesmo que fosse triplicada a capacidade nuclear global até 2050, seria modesta a diferença para o alívio da pressão sobre o clima. Além de não ser realista, seria irresponsável, devido à insuficiência de capacidade industrial, aos enormes custos e aos riscos maiores ainda. É muito mais provável, como já indicam certos fatores, que com o envelhecimento das usinas atuais, a produção global dos reatores vai diminuir significativamente ao longo das próximas décadas. Enquanto isso, há estimativas robustas a indicar que uma estratégia energética global baseada principalmente em ganhos de eficiência na gestão da energia, na indústria no setor de transportes e na calefação, junto com o desenvolvimento sério de energias renováveis, será capaz de cumprir com a redução de emissões de CO<sub>2</sub> indicado por especialistas, sem recorrer à energia nuclear. Os desafios correlatos são francamente inéditos e exigirão nada menos que uma política climática global compartilhada por todos os principais países produtores de gases de efeito estufa. O pretenso conflito central entre “proteção do clima versus eliminação da energia nuclear”, a não ser em casos especiais regionais ou temporários, não passa de uma quimera gerada pela indústria de energia nuclear.

É evidente que não haverá renascença nuclear no futuro previsível sem maciços subsídios oficiais. Isto em si não exclui a possibilidade. Apesar de as concessionárias quererem lucrar com investimentos antigos e já depreciados, os políticos estão animados para reabrir a questão da energia nuclear, por temor a preços galopantes no setor energético e em atenção à necessidade de controles mais rigorosos para o clima. Estas duas considerações alimentam o debate nos EUA há alguns anos, já provocaram a construção de uma nova usina na Finlândia, estagnaram o processo de abandono progressivo da energia nuclear na Alemanha e recentemente vêm suscitando debates sobre novas usinas no Reino Unido. Os políticos tendem a seguir trabalhando com as velhas estruturas e atores conhecidos. Muitos deles, portanto, não hesitariam em conceder novos subsídios para outro lançamento da mesma velha indústria de energia nuclear, mais de 50 anos depois do início das usinas comerciais de energia nuclear, como se fosse a coisa mais normal do mundo.

Se encontrar uma brecha, o novo debate sobre reatores vai esquentar. Os novos reatores, porém, não vão contribuir para uma redução sustentada do aquecimento global, e nem vão conter os preços da energia no longo prazo. Na verdade, apenas exacerbariam os riscos de acidentes catastróficos e desviariam a atenção de estratégias de proteção do clima que possam dar certo. Resumindo, tal como no auge dos primeiros debates sobre energia nuclear nos anos 70 e 80, não faltarão os melhores argumentos para as forças da causa anti-nuclear.