

1 – Breve Histórico.



Vice Almirante Álvaro
Alberto da Motta e Silva

A Usina Termonuclear Angra III talvez seja o exemplo mais representativo do desgoverno e da inexistência de políticas públicas consistentes que transcendam medíocres políticas de governo.

Em 1986, quando o Brasil assinou o acordo para Angra II com a Alemanha, comprou também 43% dos equipamentos para Angra III.

Por diversas razões, que vão desde corrupção à pressão interna e externa, a construção de Angra II atrasou.

Em paralelo, o programa nuclear foi retardado, adiado e por fim paralisado. Todo o equipamento de Angra III foi estocado em 24 galpões na Central Nuclear em Itaguaí, na NUCLEP. São cerca de 10 mil t de equipamentos que chegaram ao Brasil a partir de 1986.

Angra III já custou aproximadamente US\$ 750 milhões em equipamentos e construção de fundações.

Para evitar a deterioração do equipamento já comprado, as peças foram embaladas individualmente em uma capa de alumínio hermeticamente fechada por costura eletrônica. Dentro da embalagem, foram colocados anti-umectantes.

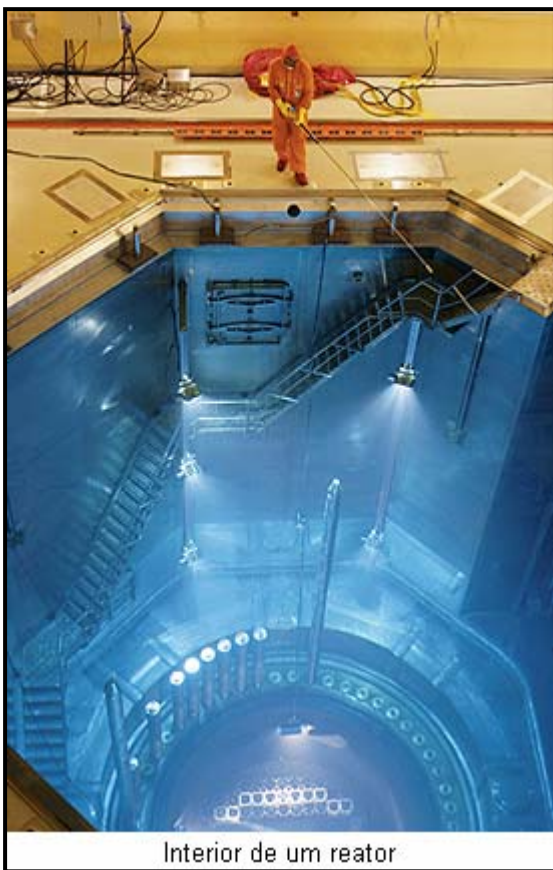
A cada dois anos, as embalagens são abertas, os equipamentos são inspecionados e reembalados. Toda manutenção tem um custo médio de US\$ 20 milhões por ano. Somente essa manutenção já nos custou US\$ 500 milhões. Quase o valor do próprio equipamento!

Além disso, foi necessário proteger a ferragem da parte já concretada porém inacabada na base em construção em Angra dos Reis.

Angra III é parte do conturbado programa nuclear brasileiro, que desde o início e até hoje, vem sofrendo as mais variadas pressões. Só foi viabilizado a custa de trabalho obstinado de alguns brasileiros, como o vice Almirante Álvaro Alberto da Motta e Silva, que o assumiram como missão de vida.

Não cabe aqui entrar em detalhes, mas para que se tenha uma idéia das dificuldades, o Brasil foi pressionado, boicotado, chantageado, embargado, teve material confiscado no porto e pagou pelo que não recebeu. Por fim, foi montada uma operação clandestina para trazer ao Brasil equipamentos comprados na Alemanha, porém embargados pelos EUA.

2 – O que existe além da questão de simplesmente gerar energia.



Interior de um reator

Angra III representa muito mais do que uma termonuclear que poderia ajudar a diversificar a matriz energética brasileira.

Tudo que está relacionado com tecnologia nuclear deveria ser avaliado com uma visão mais estratégica.

Não se pode reduzir a questão a uma discussão míope que usinas term nucleares representam um risco e que há outras opções para geração de energia.

A questão fundamental é que domínio da tecnologia nuclear envolve o domínio de outras tecnologias.

O seleto grupo de países que já dominam essas tecnologias as guardam a sete chaves.

Não vendem, não cedem nem trocam.

Pelo contrário, se possível sabotam ou atrasam pesquisa alheia, pois sabem da importância de manter o monopólio e se manter à frente.

Não se trata, portanto, de dominar apenas tecnologia nuclear para geração de calor e movimentar turbinas a vapor.

O domínio dessa tecnologia requer conhecimentos avançados na área de resistência de materiais e processos industriais que são a base para desenvolver uma indústria de tecnologia de ponta que abrange desde a área aeroespacial, até supercomputadores e medicina avançada.

Além disso, quem não domina a fissão nuclear, jamais dominará a fusão nuclear que poderia ser a grande solução para a crise mundial de energia.

Os países que não desenvolverem conhecimento nessas áreas, se tornarão escravos incondicionais daqueles que dominam essas tecnologias e venderão caro seus produtos e serviços ou simplesmente se recusarão a vendê-los.

Recentemente tivemos um exemplo bastante significativo do que representa não dominar determinadas tecnologias. Há alguns meses o ministro da Defesa Nelson Jobim tentou comprar aviões para rearmar a Força Aérea. Foi à Rússia e à França, mas nenhum dos dois países se mostrou interessado em vender caças e o Brasil continua mais necessitado do que nunca de aviões.

3 – O desastre de Chernobyl foi único e não é referência.



A tecnologia nuclear é um conhecimento relativamente novo. Ganhou um grande impulso após a Segunda Guerra em função de pesquisas desenvolvidas com fins militares.

Não resta dúvida, que mesmo sua utilização pacífica envolve riscos. Contudo não é um risco inaceitável como nos querem fazer crer algumas organizações que muitas vezes mantêm interesses obscuros por trás da bandeira ambientalista.

O desastre da usina termonuclear de Chernobyl ocorrido em 26/04/1986 é inquestionavelmente o mais grave de toda história do uso pacífico de energia nuclear. Muitos ambientalistas o utilizam como referência para classificar a tecnologia nuclear como um risco inaceitável. Isso é um equivoco ou má fé.

O reator de Chernobyl (tipo RBMK1000) difere dos reatores construídos no Brasil (PWR – Pressurized Water Reactor). Além disso, em Chernobyl, o sistema de segurança tinha uma concepção equivocada. Num teste do sistema de refrigeração houve uma falha humana na operação e todos os sistemas de segurança falharam. Em consequência o reator superaqueceu e explodiu lançando na atmosfera partículas radioativas a mais de 1.000 m de altura.

Importante lembrar que a explosão que se dá no reator não é uma explosão termonuclear, mas sim uma explosão convencional decorrente de excessiva pressão de vapor.

A pluma radioativa se dispersou sobre a Europa e Ásia chegando a afetar 26 países. O desastre demandou uma gigantesca operação de evacuação de mais de 180 mil pessoas e até hoje existem zonas de interdição permanente. (Para detalhes sobre o desastre leia pg. 95 a 104 em [Defesa Civil para o Século XXI - Bruno Engert Rizzo](#))

Apesar da gravidade do desastre que ainda poderia ter sido pior, não se pode colocar Chernobyl como referência de risco para usinas termonuclear. Se assim o fosse não restaria dúvida quanto fechar todas as termonucleares e banir a tecnologia em caráter definitivo.

4 – A Escala Internacional de Eventos Nucleares - INES

A Escala Internacional de Eventos Nucleares - INES foi criada pela Agência Internacional de Energia Atômica para permitir a comunicação inequívoca com os meios de comunicação e a população em caso de acidentes nucleares.

Nível	Descrição	Critério	Exemplos
7	Acidente Grave	Liberação externa de uma fração importante de material radioativo de uma instalação de grande porte, constituída tipicamente de uma mistura de produtos de fissão radioativos de vidas curta e longa, podendo ocasionar efeitos agudos ou tardios para a saúde da população de uma vasta região que englobasse possivelmente mais de um país, com conseqüências no longo prazo para o meio ambiente.	Chernobyl, Ucrânia, 1986
6	Acidente Sério	Liberação para o exterior de produtos de fissão (em quantidades radiologicamente equivalentes a ordem de grandeza de dezenas a centenas de milhares de terabecqueréis de iodo 131), demandando implementação total de medidas dos planos de emergência para conter efeitos à saúde.	Kishtim, URSS, 1957
5	Acidente com Riscos Externos	Liberação para o exterior de produtos de fissão (em quantidades radiologicamente equivalentes a ordem de grandeza de centenas a milhares de terabecqueréis de iodo 131), demandando implementação parcial de planos de emergência (i.e. abrigo local e/ou evacuação).	Windscale, RU, 1957
4	Acidente	Dano grave a uma grande parte do núcleo devido a efeitos mecânicos ou fusão.	TMI, EUA, 1979 Tokaimura, 1999
3	Incidente Sério	Liberação externa de radioatividade acima dos limites autorizados, resultando em dose da ordem de décimos de millisieverts aqueles mais afastados da área de risco. Medidas de proteção fora da área de risco não necessárias. Níveis alto de radiação e/ou contaminação na área de risco devido à falha de equipamentos ou incidentes operacionais. Exposição excessiva de trabalhadores (dose individual excedendo 50 millisieverts). Incidentes em que a maior falha dos sistemas de segurança possa levar a uma condição de acidente ou a uma situação em que os sistemas de segurança sejam incapazes de impedir um acidente se determinados fatores ocorrerem.	Vandellós, Espanha, 1989 Windscale, 1973 Goiânia, 1986
2	Incidente	Incidentes técnicos ou anomalias que não afetam direta ou imediatamente a segurança da usina, possibilidade de levar a uma reavaliação das condições de segurança.	Saint-Laurent, França, 1980 Buenos Aires, Argentina, 1983
1	Anomalia	Anomalias funcionais ou operacionais que não expõem a risco, mas que indicam uma falta de condições de segurança. Pode ser causado por falha de equipamento, erro humano ou normas inadequadas. (Tais anomalias devem ser separadas das situações onde os limites operacionais e condições não são ultrapassados e estão sob controle de acordo com os procedimentos aplicáveis. Estes estão tipicamente "abaixo da escala".)	
0	Desvio	Nenhuma importância do ponto de vista da segurança.	

Fonte: International Atomic Energy Agency

5 - Riscos associados à tecnologia nuclear.



Atualmente, há no mundo 441 reatores nucleares em operação. Ao todo, 31 países têm termonucleares e 31 novas unidades estão em construção em 13 países.

Nos Estados Unidos, 50 reatores nucleares obtiveram licença de extensão de sua vida útil por mais 20 anos, e 20 novos projetos se encontram em fase de análise pelo órgão regulador.

O modelo de usinas com Reatores de Água Pressurizada - PWR existe há 50 anos e há experiência acumulada em 210 plantas. Até hoje (2008), em usinas com esse modelo de reator, houve somente um acidente grave (nível 4 na Escala Internacional de Eventos Nucleares) na usina de Three Mile Island – EUA em 1979. Não houve vítimas.

Tecnicamente não existe o risco zero. Existem probabilidades de riscos que se situam numa escala que varia desde desprezível a inaceitável.

Quando o risco é inaceitável é preciso implementar medidas para torna-lo administrável. No caso de uma planta industrial isso é feito com instalação de dispositivos de segurança e medidas de resposta e socorro.

Os dispositivos de segurança visam evitar que o desastre venha a ocorrer. As medidas de resposta e socorro visam minimizar as conseqüências de um eventual desastre.

As conseqüências de um acidente nuclear dependem:

- da quantidade de material radioativo lançado no meio ambiente;
- da natureza dos elementos radioativos liberados;
- das condições meteorológicas quando a nuvem radioativa se forma;
- da estação do ano (do estado da vegetação);
- das medidas de prevenção e de proteção postas em prática;
- da natureza da ocupação das áreas atingidas por partículas radioativas.

No estágio atual de conhecimento a tecnologia nuclear para geração de energia apresenta dois aspectos de solução difícil, que na realidade geram a grande polêmica em torno do risco e benefício de operar usinas termonucleares.



A fissão ou “combustão” do urânio U235 gera calor que é utilizado para gerar vapor de água que por sua vez move turbinas acopladas a geradores. Com isso transforma-se calor em energia mecânica que é convertida em energia elétrica.

Mas a fissão transforma o U235 em estrôncio-90, cézio-137 e outros isótopos de urânio. Esses subprodutos são conhecidos como rejeito e se mantêm radioativos por um longo período.

Por ser altamente contaminante e não existir ainda um tratamento que o torne inerte, o rejeito tem sido embalado em vasos blindados ou “sarcófagos” que são enterrados em minas desativadas ou estocados em desertos e galpões.

Apesar da Alemanha estar desenvolvendo processos que

reduzem a meia vida do rejeito, esse tratamento não torna o material inerte de imediato. A solução continua sendo a estocagem.

Esse é um dos grandes problemas.

O segundo aspecto é o risco inerente ao uso de material radioativo.

Em seres vivos, dependendo da dosagem, a radiação gera queimaduras, destrói células e pode causar doenças congênitas, câncer e alterações genéticas.

Além disso, a contaminação por material radioativo afeta toda cadeia alimentar desde a base até o topo.

Por esse motivo, qualquer acidente envolvendo vazamento de material radioativo para o ambiente externo é uma ocorrência grave e toda operação de resposta, socorro e recuperação é extremamente onerosa. A descontaminação pode durar décadas ou criar zonas de interdição permanentes, dependendo das características do desastre.

6 – O caso específico de Angra I, II e III.



Os reatores das usinas de Angra I, II são do modelo Pressurized Water Reaktor – PWR.

Conforme já mencionado, há apenas um caso de um acidente nível 4 na Escala INES, sem vítimas.

Ao longo de toda vida operacional, as usinas de Angra I e II registraram 17 eventos não-usuais (ENU). Nenhum deles teve classificação de nível superior a 1 na Escala INES.

O risco de um acidente da magnitude daquela ocorrido em Chernobyl é muito baixo.

Além do projeto dos reatores de Angra serem diferentes, o sistema tem dispositivos de segurança redundantes que tornam o risco de operação das termonucleares aceitável.

Contudo as usinas não são a prova de defeitos e acidentes.

Um dos aspectos que atualmente é criticável na política de gestão das termonucleares brasileiras é o plano de resposta, que como mencionado anteriormente é o conjunto de medidas que visa minimizar as conseqüências de um eventual desastre.

A Planta Termonuclear de Angra I e II, assim como a cidade de Angra dos Reis têm um Plano de Emergência.

Contudo, esse plano está sub-dimensionado e há três aspectos fundamentais que precisam ser revistos.

1 - Em 1995, o raio de exclusão em torno das usinas foi reduzido de 15 para 5 quilômetros. Essa redução é altamente questionável, pois parte do princípio que as termonucleares de Angra são a prova de acidentes 6 e 7. Essa abordagem é inaceitável, pois nenhuma usina do mundo adota tal hipótese.

2 - A cidade de Angra dos Reis e demais áreas estão favelizadas. Sua população fixa é de 119 mil habitantes (referência censo demográfico 2000) boa parte habitando em favelas.



Além disso, Angra é uma cidade turística, com grande população flutuante, principalmente no verão. A favelização e a população flutuante são grandes obstáculos para o funcionamento do atual plano de emergência.

3 - O plano de emergência prevê a evacuação da população pela BR101. Essa rodovia está cronicamente mal conservada além de sofrer interdições periódicas por instabilidade de taludes e rochas da encosta que a margeia. Se por acaso um acidente que demande evacuação coincidir com um período de interdição da BR101, toda evacuação fracassará.

Aqui vale lembrar que 120 mil habitantes foi a população evacuada às pressas quando o reator de Chernobyl explodiu. O estudo daquele desastre que a evacuação foi caótica.

Imagine-se Angra dos Reis, uma cidade onde mansões e favelas convivem lado a lado diante de uma operação de evacuação. Muitas pessoas se negarão a abandonar as casas e as regiões favelizadas de difícil acesso não serão evacuadas. Além disso, o plano não prevê a hipótese de hordas de saqueadores, que no cenário atual representam uma realidade.

Contudo, o fato do Plano de Emergência estar sub-dimensionado não representa um argumento de peso para que não se construa Angra III.

Na verdade esse plano precisa ser revisto independente de Angra III e esta talvez seja uma oportunidade de fazê-lo.

Por último existe um aspecto que deveria ser avaliado com cautela. Se o nível do mar vier a subir nas próximas décadas, o local escolhido para Angra III que tem uma vida útil projetada de 40 anos precisa ser reavaliado.

7 – Conclusões.



produção em escala comercial de urânio enriquecido em sua unidade de Resende (RJ). A Marinha do Brasil está fornecendo as ultra-centrífugas desenvolvidas no Centro Experimental de Aramar.

Além disso, o Brasil tem uma das maiores reservas de urânio do mundo.

Abandonar isso tudo seria falta de visão estratégica, principalmente diante de um cenário de crise e escassez de gás e petróleo que assombra o mundo.

A energia gerada em termonucleares é limpa, pois não lança poluentes no meio ambiente.

O Brasil precisa diversificar sua matriz energética e não pode abrir mão de dominar toda tecnologia industrial envolvida na tecnologia termonuclear.

Angra III seria a consolidação e atualização de um conhecimento que praticamente estagnou no tempo, depois de Angra II.

Até hoje Angra III já custou ao Brasil aproximadamente US\$ 750 milhões em equipamentos e US\$ 500 milhões em manutenção. Seriam necessários ainda US\$ 4 bilhões, aproximadamente, para terminar a usina.

Os argumentos amplamente utilizados para obstar a construção de Angra III não se sustentam.

A energia termonuclear não é uma solução definitiva, pois consome combustível não renovável.

A Alemanha, por exemplo, está desativando termonucleares e pretende substituí-las por parques eólicos e outras formas de geração limpa no curto e médio prazos.

Porém a Alemanha já domina todos os processos industriais envolvidos na tecnologia nuclear e não tem reservas de urânio que justifiquem continuar investindo em termonucleares. Portanto não é um exemplo válido para o Brasil.

No mundo existem apenas 8 países que dominam todo ciclo de enriquecimento de urânio, sendo o Brasil um deles. As Indústrias Nucleares Brasileiras - INB, vinculadas ao MCT, estão consolidando a

O principal que é a questão do risco está permeado de meias verdades e mitos.

Existem riscos muito mais graves para a humanidade como o próprio aquecimento global.

O segundo argumento é relativo ao custo de implantação da usina o ao custo da energia gerada.

Esses argumentos talvez sejam fatos no cenário atual. Mas considerando um cenário futuro com gás e petróleo mais caros, com toda certeza a energia nuclear será mais barata.

Portanto, Angra III vale o investimento e o risco.

Quanto ao Plano de Emergência precisa ser revisto independente de Angra III.

É inadmissível que essa decisão de construir ou não Angra III seja adiada a um custo de US\$ 20 milhões por ano. Em breve, todo equipamento ainda que bem conservado estará obsoleto. Se hoje existe dúvida quanto ao benefício da construção de uma termonuclear, é certo que daqui a 20 anos já não seja interessante fazê-lo com equipamentos e tecnologia superados.