

# Energia nuclear: Riscos e potencialidades em relação a outras fontes de energia

Pedro Ludovico  
Isadora Verde  
João Pedro Gomes

## 1. Contexto

As crises energéticas ocorridas em 1973 e 1979 provocaram uma transformação global em direção a fontes alternativas de energia, no momento em que alteraram fortemente os preços do barril de petróleo, um componente fundamental da dinâmica energética global. Naquele cenário de mudança de paradigma, a energia nuclear surgiu como uma alternativa, cujos méritos eram, principalmente, eficiência e estabilidade. Desde então, a energia nuclear se mostra essencial nas bases de sistemas elétricos de diversas nações.

Porém, é inconteste que eventos catastróficos, como os desastres nucleares de Chernobyl (1986) e Fukushima (2011), acirraram a discussão sobre os riscos associados à energia nuclear, tanto humanos quanto ambientais.

Deste modo, o objetivo deste artigo é examinar os vetores de risco da energia nuclear e compará-la com outras fontes de energia. A ideia central do texto é mapear o posicionamento estratégico da energia nuclear no portfólio energético global, ponderando, assim, seus riscos e potencialidades.

Para atingir os objetivos do presente trabalho, é adotada uma metodologia multifacetada, que envolve uma análise quantitativa de taxas de mortalidade associadas a diversas fontes energéticas, uma avaliação pormenorizada da eficiência no

uso de terras e águas por diferentes métodos de geração de energia, bem como uma investigação dos efeitos colaterais resultantes de processos de nuclearização, como pode ser observado no Japão pós-Fukushima. Esse último aspecto inclui, entre outros, o impacto da desnuclearização japonesa na volatilidade dos preços da energia e as consequentes alterações nos padrões de consumo energético.

Nos anos subsequentes a Chernobyl, particularmente nas décadas de 1990 e 2000, à medida que se consolidaram as discussões sobre a transição energética e ecológica, a energia nuclear tornou-se novamente atraente como meio de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEEs). A emissão de GEEs da energia nuclear aparece no nível das fontes solar e eólica, apresentando valores como 11 gramas de CO<sub>2</sub> equivalentes por KWh, substancialmente inferiores às 490 gramas e 820 gramas do gás natural e do carvão, respectivamente.

## **2. Impactos para a humanidade e o meio ambiente**

A partir da constatação da importância de reduzir as emissões de GEEs por fonte de energia, tanto em relação ao meio ambiente quanto à saúde pública, surgiram estudos comparando as taxas de mortalidade das diversas fontes, além do uso de terras por unidade de eletricidade, duas medidas fundamentais nas quais a energia nuclear se destaca.

Enquanto a taxa de mortalidade para a energia nuclear foi de 0,03 mortes por mil TWh, a do carvão chegou a 32 mortes, principalmente por conta de questões pulmonares decorrentes das emissões. Neste ponto, é fundamental observar que as mortes atribuídas aos desastres de Chernobyl e Fukushima somam cerca de 800 pessoas, um número diminuto se comparado ao desastre do rompimento da barragem de Banqiao, na China, em 1975, que causou entre 26 mil e 240 mil mortes.

A eficiência no uso da terra é outra medida importante do ponto de vista ambiental, tendo em vista que o alagamento ou desmatamento para construir usinas afeta drasticamente a biodiversidade, a preservação de matas e biomas nativos, além de culturas e histórias locais. Neste aspecto, devido à altíssima densidade energética do urânio, a energia nuclear também se destaca, requerendo apenas 0,3m<sup>2</sup> por MWh,

enquanto usinas hidrelétricas com grandes reservatórios chegam a 33m<sup>2</sup> e usinas solares concentradas a 22m<sup>2</sup>.

Por outro lado, existem diversos impactos ambientais na produção de energia nuclear, como o uso intenso de água clorada e desmineralizada, o armazenamento de resíduos e uma possível ionização do ambiente. Ademais, a invisibilidade de algumas consequências de acidentes nucleares e a temporalidade imprevisível do armazenamento de resíduos nucleares aumentam a complexidade da utilização desta fonte de energia. Observa-se que a imprevisibilidade na duração de resíduos nucleares implica em estratégias de gerenciamento a longo prazo, sendo parte integral de qualquer política energética.

Deve-se ainda considerar os efeitos colaterais da desnuclearização, exemplificados pelos efeitos sobre o preço e o consumo de eletricidade no Japão pós-Fukushima. A decisão japonesa de desativar a sua capacidade nuclear após o desastre de 2011 evidencia complexas implicações econômicas, como a ascensão de 40% do índice do preço médio da eletricidade residencial na região de Tóquio entre 2011 e 2015.

Dentre as consequências dos altos preços de energia no Japão, destaca-se o declínio de 15% do consumo médio anual de eletricidade *per capita* no país entre 2007 e 2014. Estreitamente ligada ao aquecimento de lares, a redução excessiva do consumo de eletricidade está tipicamente relacionada a doenças cardiovasculares em idosos, sendo uma economia que afeta substancialmente a saúde pública do país.

### **3. Considerações Finais**

Destaca-se que uma avaliação abrangente da energia nuclear deve considerar diversos aspectos, dentre os quais impactos humanos e ambientais, bem como questões geopolíticas e de autonomia energética. O potencial de independência energética da geração nuclear desempenha uma dinâmica crucial na geopolítica, movimentando mercados e acordos energéticos essenciais para diversos países.

Os *trade-offs* entre segurança energética, questões econômicas e sustentabilidade ambiental requerem, todavia, um equilíbrio meticuloso. A avaliação da fonte nuclear deve considerar a natureza multifacetada da energia, incluindo custos e padrões de

consumo de eletricidade, custos de capital e custos médios por fonte energética. A geração nuclear, apesar de necessitar de altos investimentos iniciais, ocorre com um custo médio de operação baixo, consolidando, assim, o seu papel na base do sistema elétrico de muitos países.

Ao justapor as vantagens, as potenciais consequências e a natureza multifacetada da energia nuclear, este artigo visou contribuir para o mapeamento do seu papel no portfólio energético moderno. A abordagem comparativa enfatiza, neste sentido, a necessidade de uma avaliação cuidadosa e abrangente, equilibrando múltiplos fatores que moldam a política energética e as decisões estratégicas.