



CADERNO OPINIÃO

DISCUSSÕES SOBRE A RETOMADA DO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO

AUTORA

Juliana Marreco

junho.2019

SOBRE A FGV ENERGIA

A FGV Energia é o centro de estudos dedicado à área de energia da Fundação Getúlio Vargas, criado com o objetivo de posicionar a FGV como protagonista na pesquisa e discussão sobre política pública em energia no país. O centro busca formular estudos, políticas e diretrizes de energia, e estabelecer parcerias para auxiliar empresas e governo nas tomadas de decisão.

DIRETOR

Carlos Otavio de Vasconcellos Quintella

SUPERINTENDENTE DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E RESPONSABILIDADE SOCIAL

Luiz Roberto Bezerra

SUPERINTENDENTE COMERCIAL

Simone C. Lecques de Magalhães

ANALISTA DE NEGÓCIOS

Raquel Dias de Oliveira

ASSISTENTE ADMINISTRATIVA

Ana Paula Raymundo da Silva

SUPERINTENDENTE DE ENSINO E P&D

Felipe Gonçalves

COORDENADORA DE PESQUISA

Fernanda Delgado

PESQUISADORES

Angélica Marcia dos Santos

Carlos Eduardo P. dos Santos Gomes

Daniel Tavares Lamassa

Glaucia Fernandes

Pedro Henrique Gonçalves Neves

Priscila Martins Alves Carneiro

Tamar Roitman

Thiago Gomes Toledo

CONSULTORES ESPECIAIS

Ieda Gomes Yell

Magda Chambriard

Milas Evangelista de Souza

Nelson Narciso Filho

Paulo César Fernandes da Cunha



OPINIÃO

DISCUSSÕES SOBRE A RETOMADA DO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO

Juliana Marreco

A possível reestruturação do programa nuclear brasileiro trouxe à tona uma antiga discussão a respeito da polêmica sobre a geração nuclear no país.

De acordo com dados da Agência Internacional de Energia atômica em 2018 existiam 448 reatores em operação em 30 países somando uma potência de 392 GWe. Adicionalmente estão

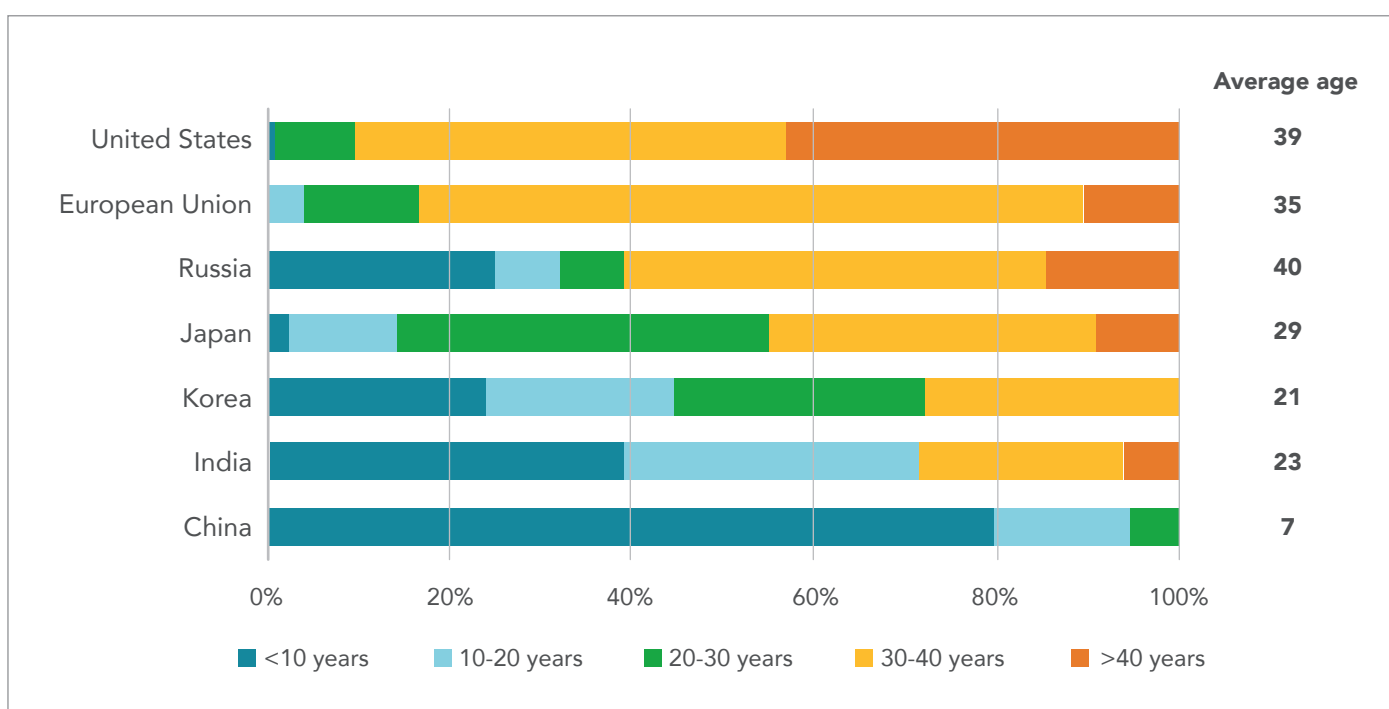
previstas mais 61 unidades que acrescentam uma potência de 61 GWe. A geração proveniente de centrais nucleares representa em torno de 11% da eletricidade consumida no mundo. O maior produtor de energia nuclear no mundo são os Estados Unidos (805,6 TWh em 2017), seguidos da França (381,8 TWh) e da China (232,8 TWh). Enquanto na França a produção de energia nuclear representa 72,3% da produção total de energia, no Brasil, a participação da geração nuclear é de apenas 2,6%.

Para Agência Internacional de Energia (2019), decisões políticas e regulatórias continuam sendo críticas para o destino dos reatores envelhecidos. Nas economias avançadas a idade média das frotas nucleares é de 35 anos. A União Europeia e os Estados Unidos têm as maiores frotas nucleares ativas (mais de 100 gigawatts cada), e também

estão entre as mais antigas: a média de 35 anos na União Europeia e 39 anos nos Estados Unidos. O design original prevê vida útil das operações de 40 anos na maioria dos casos. Cerca de um quarto da

capacidade nuclear atual nessas economias deve ser desativada até 2025, principalmente devido a políticas voltadas para a redução do papel da geração nuclear após Fukushima.

Figura 1 - Idade médias das usinas nucleares no mundo



Fonte: IAEA (2019), Power Reactor Information System (PRIS) (database).

O tema divide especialistas entusiastas da fonte que acabam somando aos méritos da geração limpa a partir da energia nuclear, benefícios diversos, que muitas vezes não estão relacionados aos objetivos do planejamento energético nacional tais como modicidade tarifária, universalização, aumento da segurança de suprimento ou da qualidade da energia no país.

Os interesses estratégicos, envolvem desde a exploração da enorme reserva de urânio, a fabricação do elemento combustível, o enriquecimento do urânio, a formação de mão de obra qualifi-

cada, o desenvolvimento de diversos campos tais como a medicina, a agricultura até o projeto do submarino de propulsão nuclear brasileiro.

A decisão sobre a geração nuclear vai depender dos recursos existentes, das necessidades de energia de cada país e dos recursos disponíveis. Antes de apresentar qualquer conclusão acerca do tema, é importante analisar cada uma das vantagens e desvantagens apresentadas pelos especialistas contra e favor da geração nuclear, como será apresentado a seguir.

A energia nuclear é uma energia limpa com sem

emissão de gases de efeito estufa, fazendo com que a geração nuclear represente uma grande vantagem competitiva quando consideradas questões relativas às mudanças climáticas. Esse fato é tão mais relevante quanto maior a participação dos combustíveis fósseis na matriz elétrica do país. É o caso por exemplo da China e da Índia, onde a queima de carvão é tão intensa que compromete a saúde e qualidade do ar das cidades em níveis inaceitáveis, justificando a expansão da sua capacidade de geração nuclear.

No Brasil, a matriz de geração de energia elétrica já é considerada limpa. De acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica elaborado pela EPE, a participação dos combustíveis fósseis (gás natural, derivados de petróleo e carvão) na geração de energia elétrica em 2017 foi de apenas 16,1%.

A energia gerada em uma central nuclear apresenta elevada confiabilidade e elevado fator de capacidade, sendo adequada à geração de base, o que poderia economizar água nos reservatórios, além de assumir um papel importante na regulação de tensão e frequência da rede, contribuindo para garantir a estabilidade no SIN. No entanto, vale ressaltar que a geração nuclear tal como a das usinas de Angra I, II e será a de Angra III, com geradores de grande porte do tipo PWR¹, não é flexível. Um aumento da geração de base pode gerar vertimentos nos períodos de cheia, e “*curtailments*”² nas eólicas, o que é indesejá-

vel por representar um desperdício de energia limpa e a custos competitivos. Além do que o problema dos cortes nas eólicas que poderá ocorrer no futuro também com a geração solar, acaba por trazer inseguranças aos investidores dessas fontes, prejudicando a sua expansão. O aumento das fontes intermitentes no sistema tais como a geração solar e a eólica, seguindo uma tendência mundial, gera necessidade de inserção de fontes flexíveis, capazes de gerar energia quando solicitadas, nos momentos em que as renováveis não podem gerar. Tecnicamente a maioria das plantas nucleares pode variar o seu patamar de geração rapidamente, mas isso não costuma ser feito por razões econômicas. Um investimento de capital extremamente elevado na fase de construção não suporta a operação intermitente sob o risco de não haver recuperação do capital investido. Por essa razão as plantas nucleares são sempre operadas na base (Teirilä, J).

O fato do país contar com a 6ª maior reserva de urânio mundial não justifica o desenvolvimento de um programa de geração de energia nuclear no país. O desenvolvimento da mineração do urânio está sujeito a todos impactos socioambientais da atividade de mineração. A decisão se tal atividade minerária deve ser desenvolvida no país, deve ser justificada por sua viabilidade econômica independente do parque gerador nacional. Caso a análise de custos e benefícios da mineração de urânio mostre que essa ativi-

¹ O reator de água pressurizada (PWR) é um tipo de reator nuclear usados para gerar eletricidade e propulsão de submarinos que faz uso de água leve (água comum, ao contrário de água pesada) como seu refrigerante e moderador de nêutrons. É o modelo adotado nas usinas de Angra I e II e também é o modelo mais adotada. Era o modelo adotado na usina de Three Mile Island nos EUA.

² Curtailment é a “geração reduzida pelo operador quando o recurso está disponível” sendo geralmente causado por restrição ou falta de acesso à transmissão, geração excessiva durante períodos de carga leve, violação dos limites de tensão, paradas programadas para manutenção em sistemas de transmissão ou problemas de interconexão (NREL)

dade pode trazer riqueza e desenvolvimento para o país, sua viabilidade poderia ser assegurada pela exportação, tal como acontece com a mineração do minério de ferro e ouro no país. O próprio impulso de expansão da geração nuclear na China e na Índia já representam um mercado consumidor potencial para tal atividade.

Além disso, existem ainda questões não resolvidas envolvendo a geração de energia nuclear:

i) Resíduos radioativos: não há solução definitiva para os resíduos de alta radioatividade. Idealmente esses resíduos geram um passivo a ser monitorado por tempo indeterminado, o que deve encarecer ainda mais os custos dessa energia, uma vez que esse custo não está contemplado nos custos de O&M.

ii) Proliferação nuclear: sobre riscos de armas nucleares. Existe um consenso de que para evitar riscos de armas nucleares, seria importante desencorajar países com altos níveis de corrupção e instabilidade. No último ranking de corrupção do Banco Mundial, o Brasil estava em 70º lugar entre os 214 países analisados.

iii) Acidentes: um conceito importante que existe na teoria de análise de riscos é que cada risco deve ser considerado pela multiplicação da sua perda pela a sua probabilidade de ocorrência. No caso dos acidentes com usinas nucleares, embora sejam construídas e operadas com elevados critérios de redundância para garantir a sua segurança, na hipótese de um acidente os danos são imensos, ou seja, baixa probabilidade de ocorrência, mas com um impacto devastador que envolve não apenas perdas econômicas, mas

impactos sobre as vidas por um longo período de tempo.

iv) Localização: o processo da escolha da localização das instalações de geração nuclear obedece uma legislação e normas estabelecidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), e em princípios estabelecidos pela Agencia Internacional de Energia Atômica (AIEA), e pelo *Electric Power Research Institute (EPRI)*. O processo apregoa que devem ser excluídas regiões com alta densidade demográfica, e, portanto, idealmente seriam justamente regiões afastadas dos grandes centros de carga. Essa prerrogativa acaba por impor maiores investimentos nos sistemas de transmissão, e vai contra uma tendência de descentralização da geração como forma de otimização de investimentos e de universalização do atendimento com menores impactos ambientais.

vi) Competição com as renováveis: em diversos países do mundo a geração nuclear passa a competir com as fontes renováveis, particularmente para atendimento de metas de redução de emissões de gases de efeito estufa. Em vários países, onde há forte participação da nuclear tais como a França (72% da energia de 2017 proveniente de usinas nucleares), Eslováquia (60%) e Ucrânia (55%), não há área ou potencial para geração renovável via biomassa, eólica ou solar tal como aqui.

Por fim, mas não menos importante ressalta-se a dimensão econômica das usinas nucleares. Não vale o argumento de que o seu custo operativo é extremamente baixo porque qualquer investidor sabe que deve ter remunerado o seu capital

investido. No Brasil, de acordo com a Constituição Federal não é permitido a agentes privados investir em geração nuclear. Com isso o investimento nessas usinas deverá vir do Estado. Para tanto, o Estado precisa priorizar esse investimento frente à outras necessidades que lhe cabem tais como educação, saúde e segurança pública, o que acaba fazendo por meio de empréstimos que precisarão ser pagos através das tarifas. Uma forma bastante convencional de se medir e comparar os custos de diversas fontes de energia é o cálculo dos custos nivelados (LCOE – *Levelized Cost of Energy*), que levam em consideração tanto a energia gerada ao longo da vida útil do projeto, como a sua vida útil, seus custos de operação e manutenção bem como seu investimento inicial, tornando, portanto, justa a comparação de fontes que possuem menor fator de capacidade tal como a eólica e a solar, como fontes com fatores de capacidade elevados tais como a nuclear e a geração a gás natural por exemplo.

Aqui vale o comentário de que os custos nivelados em um país podem divergir muito dos custos nivelados em outro país, em função de custos do capital, potencial energético e custos dos combustíveis em cada um desses países. Dessa forma, a comparação de que o custo nivelado da energia nuclear conforme apresentado em relatórios da Agência Internacional de Energia ou da Associação Nuclear Mundial (WNA) não se aplicam a nossa realidade.

Os prazos de construção de projetos do porte de uma usina nuclear aqui acabam sendo muito maiores do que em outros países, o que eleva seu custo nivelado. Isso sem mencionar que obras dessa monta no país, com recursos públicos, viram alvo de imensos desvios fruto da corrupção que assola o país. Tais desvios acabam podendo ser minimizados com o controle da iniciativa privada e projetos menores.

Esses argumentos valem antes mesmo de mencionarmos o exemplo recente de Angra 3. A obra iniciada em 1984, foi interrompida em 1986 em função de crise econômica, retomada em 2010, interrompida novamente em 2015, e agora o governo estuda uma nova retomada em 2019, com previsão de conclusão em 2026. Sem falar no valor do projeto, que de acordo com a Eletronuclear estaria estimado em R\$14,9 bilhões (valores de 12/2014), que atualizando pela inflação já chegam a R\$18 bilhões de reais. Considerando que já foram investidos R\$9,9 bilhões, que a usina entraria em operação em 2026 com custo de O&M de R\$150/MWh (Baseado em dados da *World Nuclear Association*³), que o fator de capacidade seria de 90%, e que a estrutura de capital seria de 70/30 (D/E) a um custo da dívida de TLP +2,5% de spread a ser amortizado em 30 anos, e que o custo de capital próprio seria de 10%, o LCOE seria de R\$564,14/MWh que considerando um câmbio médio de R\$3,50/USD, daria US\$161/MWh, 200% acima do LCOE apresentado para a geração nuclear pela WNA.

³ <http://www.world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power.aspx>

É fato indiscutível que o país ainda precisa expandir o seu parque gerador para prover a energia necessária ao seu desenvolvimento, principalmente em um cenário desejável em que há retomada da economia. É verdade também que a maior inserção de fontes intermitentes gera uma necessidade de geração adicional e flexibilidade no sistema. Felizmente esses problemas poderão ser equacionados com novas tecnologias e a transição para uma energia 4.0. A queda nos preços das baterias, o aumento da eficiência das renováveis, tendências que têm sido verificadas mundialmente, clientes mais conscientes e ativos passam a se beneficiar de modelos de geração distribuída e gestão da demanda, tornando-se agentes ativos na promoção de uma nação desenvolvida e sustentável.

A dimensão econômica na decisão da geração nuclear deve ser preponderante considerando o estágio de desenvolvimento da nação, da sua necessidade de gerar uma energia acessível tanto à população quanto à atividade econômica, e mais do que isso, a destinação dos recursos públicos exige uma seriedade na determinação de prioridades que envolve dimensões como a educação, a saúde e a segurança da população.

No Brasil não há definitivamente competitividade para a geração nuclear, mas isso não deve impedir a promoção de atividades de ciência e tecnologia, e mineração, desde que apresentem méritos próprios de contribuir com o crescimento desse grande país.

REFERÊNCIAS:

<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,novo-preco-de-angra-3-e-primeiro-passo-mas-nao-significa-retomada-da-obra-avalia-fazenda,70002543655>

<http://www.world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power.aspx>

<https://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=1181&series=CC.PER.RNK.UPPER#>

<https://www.greenamerica.org/fight-dirty-energy/amazon-build-cleaner-cloud/10-reasons-oppose-nuclear-energy>

International Atomic Energy Agency (2018-a). Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS-1-38_web.pdf

International Atomic Energy Agency (2018-b). Nuclear power reactors in the world. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS-2-38_web.pdf

International Energy Agency (2019). Nuclear Power in a Clean Energy System. Disponível em https://webstore.iea.org/download/direct/2779?fileName=Nuclear_Power_in_a_Clean_Energy_System.pdf

Fundação Getúlio Vargas (2019). Boletim de conjuntura do setor energético. Fevereiro, 2019. Disponível em : <https://fgvenergia.fgv.br/publicacoes/boletins-de-conjuntura>

Jenkins, J. (2018). What's killing nuclear power in the US electricity markets? Drivers of wholesale price declines at nuclear generators in PJM Interconnection.

Teirilä, J. Value of the nuclear power plant fleet in the German power market



Juliana Marreco é consultora e pesquisadora na Peoplenergy. Doutora em Planejamento energético, mestre em Finanças e professora na Fundação Dom Cabral. Trabalhou na Vale e atua há 5 anos como consultora independente em empresas tais como Kinross, Alsol, Duke, CBMM etc. Experiência nas áreas de avaliação de investimentos, modelos de negócios e regulação do setor elétrico.



fgv.br/energia

