

TD

01

(Instituto Escolhas)

# Angra 3: vale quanto custa?



---

# TD

**Textos para Discussão**

Abril | 2020

---

Organização responsável: **Instituto Escolhas**

Coordenação editorial:

**Saete Cangussu e Sergio Leitão**

Edição de texto:

**Saete Cangussu e Sergio Leitão**

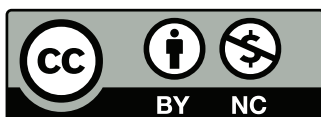
Edição de Arte: **Brazz Design**

Foto da capa: © **Divulgação PAC**

---

[www.escolhas.org](http://www.escolhas.org)

siga Instituto Escolhas



**Licença Creative Commons**

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

O Instituto Escolhas desenvolve estudos e análises sobre economia e meio ambiente para viabilizar o desenvolvimento sustentável.

---





Obras da usina nuclear Angra 3  
© Divulgação PAC

No dia 21 de março de 2011, dez dias após o terremoto de nove graus na escala Richter seguido de tsunamis com ondas de até 15 metros que atingiu o complexo nuclear de Fukushima, no Japão, provocando o derretimento de três reatores e a necessidade de remoção, mantida até hoje, de mais de 100 mil pessoas, o físico José Goldemberg, 91, entrevistado pela revista Exame, afirmou:

“No Brasil a energia nuclear é dispensável. Não precisamos disso. Apesar de atraente, esse tipo de geração deve ser a última das opções, restrita a países que não têm outra opção, como a França. Quando Angra 3 ficar pronta, a energia gerada será menor que o potencial de produção de energia do bagaço de cana, que só em São Paulo é de dois milhões de kilowatts. Trata-se da energia de dois reatores nucleares.”

Naquele momento, o Brasil vivia a iminência da retomada das obras da

**“No Brasil a energia nuclear é dispensável. Não precisamos disso. Apesar de atraente, esse tipo de geração deve ser a última das opções, restrita a países que não têm outra opção, como a França.”**  
José Goldemberg, físico

Usina Termonuclear (UTN) Angra 3, iniciadas em 1981 e paralisadas desde abril de 1986 pela soma da crise financeira vivida pelo país com a insegurança quanto aos riscos intrínsecos à energia nuclear. Na madrugada do dia 26 daquele mês o mundo, foi abalado pela explosão do reator número 4 do complexo nuclear de Chernobyl, na antiga União Soviética, território da atual Ucrânia,

lançando radioatividade na atmosfera e criando um círculo de contaminação que até hoje persiste.

Fukushima e Chernobyl foram precedidos de outro acidente nuclear de alta gravidade, o derretimento parcial da unidade nº 2 do complexo nuclear de *Three Mile Island*, nos Estados Unidos, no dia 28 de março de 1979. Naquele momento, as usinas Angra 1 (626 MW) e Angra

### ANGRA 3: 47% MAIS CARA DO QUE ANGRA 2, EMBORA “GÊMEAS”

Aspectos gerais das obras e das usinas nucleares brasileiras

Característica	Angra 1	Angra 2	Angra 3 (*)
Potência instalada (MW)	640	1350	1405
Início das obras (ano)	1972	1976	1981
Início da operação (ano)	1985	2001	2026 (**)
Tempo de construção (anos)	13	25	45 (**)
Custo da obra (R\$ bi)	8,4	17,2	25 (**)
Tarifa/Preço de referência (R\$/MWh)	230,33	230,33	480 (**)

Fonte: TCU com dados do MME/Aneel/Eletronuclear

(\*) Em construção

(\*\*) Projetados

2 (1.350 MW), que juntas compõem a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, no município de Angra dos Reis (RJ), com 1.976 MW de capacidade nominal, estavam em fase inicial de construção. A elas o Governo Federal espera que venha juntar-se Angra 3, com 1.405 MW de potência nominal.

Angra 1 entrou em operação em 1985, e durante os 15 primeiros anos de funcionamento sofreu seguidas paralisações por vários motivos, incluindo pequenos acidentes, que lhe valeram o apelido jocoso de “Usina Vaga-Lume” (1). Nesse período, ela funcionou com fator de capacidade de apenas 25%, ganhando dinamismo a partir do ano 2000 e chegando a 69% em 2004, enquanto Angra 2, inaugurada somente em 2001, operava naquele 2004 com fator de capacidade de 83%(2). O elevado fator de capacidade é uma das principais vantagens comparativas da geração elétrica nuclear.

Angra 1 custou R\$ 84 bilhões. Angra

2, com o dobro da capacidade, R\$ 17,2 bilhões. Angra 3, “gêmea” de Angra 2, está orçada em R\$ 25 bilhões.

Os grandes acidentes nucleares iniciaram, mas não sepultaram o desejo de governos brasileiros, tão distintos entre si quanto o de Luiz Inácio Lula da Silva e o de Jair Bolsonaro, de concluir o Complexo de Angra dos Reis, com a construção da terceira usina, nem de ampliar o parque gerador dessa fonte, que segue em estudo com perspectiva já tornada pública pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

A informação foi dada pelo seu secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético, Reive Barros, no dia 26 de setembro de 2019, de serem feitos pelo menos seis novos reatores até 2050, com preferência pela região Nordeste para sua localização, em um investimento estimado em US\$ 30 bilhões.

A retomada da obra de Angra 3 pós-1986 foi inicialmente decidida pelo Con-

selho Nacional de Política Energética (CNPE), por intermédio da Resolução nº 3/2007, mas os trabalhos só foram efetivamente reiniciados em abril de 2011, pouco mais de um mês após o acidente de Fukushima quando, segundo dados do Tribunal de Contas da União (TCU), a usina tinha apenas 10% das suas obras concluídas. O orçamento era de R\$ 9,95 bilhões e a entrada em operação estava prevista para 2016.

Esse valor de orçamento embute um financiamento de R\$ 6,1 bilhões aprovado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em 2010, e esperava-se que essa fosse a fonte de recursos para a conclusão da obra, mas quando foi necessário novo financiamento, a Caixa Econômica Federal é que pôs a mão no cofre. Com a liberação de mais R\$ 3,8 bilhões pela Caixa, totaliza financiamentos de R\$ 9,9 bilhões, teoricamente, suficientes para pôr a usina a gerar. O custo tarifário seria de R\$ 240 por megawatt/hora (MWh) em valores atualizados em 2018. O valor original calculado em setembro de 2009 era de R\$ 148,65 MWh.

Este último número foi o utilizado para a assinatura do Contrato de Energia de Reserva (CER) entre a Eletronuclear e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), em 26 de agosto de 2011. A possibilidade de contratação direta de energia nuclear como energia de reserva, dispensando leilão, foi assegurada pela Lei nº 12.111/2009. A classificação da energia de Angra 3 como energia de reserva foi recomendada pela

### BANCOS ESTATAIS EMPRESTARAM QUASE R\$ 10 BI PARA CONCLUSÃO DA OBRA

Financiamentos recentes do BNDES e da Caixa para conclusão de Angra 3

Instituição	Ano	Valor (R\$ bilhões)
BNDES	2010	6,1
Caixa	2015	3,8
Total		9,9

Fonte: Escolhas/PSR

# “A retomada de Angra 3 deve ser tratada enquanto opção no contexto da Política Energética Brasileira e não como premissa para saldar compromissos contratuais firmados em anos anteriores justamente para viabilizar a construção do empreendimento, cujas obras se arrastam por décadas a fio”.

Relatório do Tribunal de Contas da União (TCU)

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) por meio de Nota Técnica de 2009.

Com o arcabouço legal estruturado e o financiamento assegurado, parecia que a conclusão da obra era uma questão de cumprir o cronograma. A realidade estava longe disso! Em 2015 a construção foi paralisada novamente, com cerca de 67% dos trabalhos concluídos na média entre obras civis, aquisição e montagem de equipamentos, em meio a denúncias de corrupção envolvendo formação de cartel na licitação que escolheu os consórcios responsáveis pela retomada das obras. Os gastos até aquele momento com o empreendimento foram calculados em aproximadamente R\$ 7 bilhões, ou R\$ 8,3 bilhões no final de 2018.

No dia 23 de outubro de 2018, apoiada em conclusões do mês anterior de um grupo de trabalho (GT) interministerial criado por resolução do CNPE com o objetivo de “realizar estudos, análises e apresentar proposições ao Conselho Nacional de Política Energética - CNPE acerca da viabilidade econômica do empreendimento Usina Nuclear Angra 3, bem como sugerir outras medidas para a viabilização do empreendimento”,

**consumidor**, o Governo não só evita problemas fiscais, mas também o trâmite orçamentário ordinário e as eventuais dificuldades associadas ao processo de discussão e aprovação, no âmbito do orçamento, de empreendimento que irá demandar muitos recursos e apresenta duvidosa viabilidade econômica.

Além dessas contradições, as evidências disponíveis nos autos indicam que há lacunas lógicas no processo decisório, bem como inconsistências nos estudos e análises que fundamentam a posição tomada pelo CNPE, como passo a demonstrar.

Antes de mais nada, há evidências econômicas que levam a questionar a decisão de continuar a construção de Angra 3. O estudo “Custos e benefícios da termelétrica Angra 3”, publicado em dezembro de 2018 pela Consultoria PSR (peça 58), indica que a opção de não construir Angra 3 representa economia da ordem de R\$ 12,5 bilhões, em 35 anos (peça 58, p. 19):

“Neste trabalho considerou como estratégia para o abandono da obra a quitação de todos os custos e a construção de usinas solares na região Sudeste. Se considerarmos o pagamento à vista dos custos para o abandono da obra, repassados para os consumidores de energia ao longo de 20 anos, a economia para o sistema será de R\$ 12,5 bilhões, o que significa R\$ 103/MWh ao longo de 35 anos.”

Tal estudo incorpora ao preço da energia os custos com subsídios e isenções. Considerando tais fatores, conclui que a energia de Angra 3 é 28% maior que a contratação de termelétricas a gás natural ciclo aberto no Sudeste (R\$ 528MWh para Angra 3 e de R\$ 412/MWh para termelétricas a gás

conforme consta de relatório do TCU, foi publicada pelo MME a resolução nº 14 do CNPE, definindo as condições consideradas adequadas para tornar possível a conclusão da usina.

No relatório “Medidas para Viabilização da Usina Nuclear Angra 3”, o GT, integrado por representantes do MME, dos então ministérios da Fazenda e Planejamento, do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, da Secretaria Especial do Programa de Parceria de Investimentos (PPI) – atualmen-

te lotada no Ministério da Economia –, da Eletrobras, da Eletronuclear e da EPE, concluiu que o preço da tarifa fixado no contrato de energia de reserva não seria suficiente para assegurar a viabilidade econômica do empreendimento.

De acordo com o relatório da auditoria do TCU que embasou o Acórdão 208/2020 do órgão de controle, com votação unânime, determinando que a União comprove efetivamente que a conclusão da obra é a melhor alternativa do ponto de vista energético, o cálculo do novo preço foi feito pela EPE com base no modelo do fluxo de caixa descontado, considerando uma vida útil de 40 anos para a usina.

O valor da energia gerada ficaria entre R\$ 400 e R\$ 560 por MWh para cobrir os investimentos, operação, manutenção, renumeração do empreendedor e descomissionamento<sup>1</sup> da usina ao final de sua vida útil. Segundo o relatório do TCU, o GT sugeriu R\$ 480 como valor de referência (números de julho de 2018), estimando

<sup>1</sup> Segundo a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), descomissionar significa tomar todas as providências necessárias para a desativação de uma instalação nuclear ao final de sua vida útil, observando-se todos os cuidados para proteger a saúde e a segurança dos trabalhadores e das pessoas em geral, e ao mesmo tempo, o meio ambiente.

em 1,26% o impacto sobre a tarifa de energia dos consumidores do Ambiente de Contratação Regulada (ACR)<sup>2</sup>. O investimento adicional para conclusão da usina seria de R\$ 15,5 bilhões.

Nos 60 dias de prazo que teve para apresentar suas sugestões, o GT concluiu pela necessidade de um parceiro privado para viabilizar a conclusão da usina, mas não obteve consenso quanto ao modelo ideal dessa parceria, tendo apresentado duas. Na primeira, sugerida pela Eletronuclear, o agente privado entraria com recursos e se tornaria sócio minoritário da estatal na usina. A segunda seria um contrato de EPC (execução e gerenciamento de obra – *Engineering, Procurement and Construction*, para a sigla em inglês) pelo qual o contratado se financiaria para executar a obra e ao final seria titular de uma parte do contrato de venda da energia de Angra 3. A sugestão do grupo de trabalho foi de que coubesse ao PPI definir qual seria a proposta ideal. O PPI, por sua vez, contratou o BNDES para que o banco estatal de fomento desse um parecer

### ESTUDO Escolhas/PSR MOSTRA QUE ENERGIA DE ANGRA 3 É A OPÇÃO MAIS CARA

Comparativo de custo da energia de Angra 3 e das diversas alternativas

Fonte	Custo (R\$ MWh)
Térmica a gás ciclo combinado NE (sazonal)	346
Térmica a gás ciclo combinado SE (flexível)	216
Térmica a gás ciclo aberto SE (Flexível)	412
Térmica GNL ciclo combinado SE (sazonal)	166
UHE	286
Eólica NE	195
Eólica Sul	244
PCH SE	285
Biomassa SE	168
Solar NE	297
Solar SE	328
Angra 3	528

Fonte: Elaboração Escolhas/PSR

liberação da Secretaria Especial do PPI, criando as condições para que a União publique no segundo semestre deste ano o edital de uma Chamada Pública Internacional para a atração do parceiro que irá viabilizar a conclusão da usina. A divulgação do que foi decidido pelo PPI

contexto da Política Energética Brasileira e não como premissa para saldar compromissos contratuais firmados em anos anteriores justamente para viabilizar a construção do empreendimento, cujas obras se arrastam por décadas a fio. Adicionalmente, não foram identificadas, por esta auditoria, informações ou estudos alternativos com nível de detalhamento compatível que o caso requer, acompanhadas de pertinentes análises e cenários sobre o eventual cancelamento do projeto e o fornecimento da mesma quantidade de energia por fontes similares.”

O Instituto Escolhas, seguindo sua diretriz básica de produzir estudos e promover o debate qualificado de questões relevantes sobre temas vitais para o desenvolvimento sustentável, identificou a questão a ser respondida e idealizou o estudo. Para auxiliar no processo de obtenção de argumentos, números e respostas, celebrou parceria com a respeitada consultoria energética PSR para examinar a situação de Angra 3 sob o ponto de vista do seu custo *vis-à-vis* outras alternativas de fonte energética disponíveis no mercado.

## “Existem outras fontes energéticas com menor custo para entrega da mesma quantidade de energia”.

Relatório do TCU

sobre o melhor rumo a tomar.

De acordo como jornal "Valor Econômico", em matéria do dia 12 de março de 2020, o parecer do banco foi entregue à Eletrobras, controladora da Eletronuclear, para que ela o encaminhe para de-

está prevista para os próximos dias, (a partir da data da matéria) tornando urgente acelerar e ampliar o debate sobre se realmente o país precisa construir Angra 3, mesmo considerando os investimentos já feitos.

O relatório da auditoria do TCU, no seu item 89, é claro quanto ao foco que deve balizar a decisão do Estado brasileiro sobre o tema: “A retomada de Angra 3 deve ser tratada enquanto opção no

<sup>2</sup> Ambiente de Contratação Regulada (ACR) - Segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica entre agentes vendedores e agentes de distribuição, precedidas de licitação, ressalvados os casos previstos em lei, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos.

## CUSTO DE ABANDONAR PROJETO É DE R\$ 11,92 BILHÕES

Gastos que seriam necessários para abandonar a obra de Angra 3

Custo	Valor (R\$ milhões)
Multa – Rescisão contrato de energia de reserva	2.310,40
Liquidação antecipada de financiamentos	6.915,60
Desmobilização	650
Rescisão de contratos nacionais	190
Rescisão de contrato com Areva (equipamentos)	1.000,00
Compensações socioambientais	270
Reserva de Contingência	174,4
Renúncias fiscais	414,3
<b>Total</b>	<b>11.924,70</b>

Fonte: Escolhas/PSR – com dados da Eletronuclear

O trabalho minucioso, citado entre os itens 128 e 131 do relatório do TCU, demonstrou que a alternativa de concluir Angra 3 é a mais cara entre todas as fontes disponíveis no mercado.

“Nesse estudo, mencionado nesta auditoria a título de referência, constatou-se que o custo de finalizar Angra 3 é 28% mais caro que a contratação de termelétricas a gás natural ciclo aberto no Sudeste (R\$ 528,00/MWh e R\$ 412,00/MWh, respectivamente)”, diz o relatório do TCU, acrescentando que “o custo da energia atribuído a Angra 3 e às demais fontes considera não somente o preço da energia gerada, mas também os custos de subsídios e isenções, por exemplo”.

Tais dados constam em outro estudo desenvolvido pelo Escolhas/PSR “Quais os reais custos e benefícios das fontes de geração de energia elétrica no Brasil”. Com metodologia inédita, o estudo que calcula o custo total da geração de energia no Brasil por meio da avaliação e da valoração dos atributos de cinco componentes para cada fonte de geração prevista no Plano Decenal de Energia (PDE) 2026.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> [http://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2018/11/Quais\\_os\\_reais\\_custos\\_e\\_benef%C3%ADcios\\_das\\_fontes\\_de\\_gera%C3%A7%C3%A3o\\_el%C3%A9trica\\_no\\_brasil-SUM%C3%81RIO-EXECUTIVO.pdf](http://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2018/11/Quais_os_reais_custos_e_benef%C3%ADcios_das_fontes_de_gera%C3%A7%C3%A3o_el%C3%A9trica_no_brasil-SUM%C3%81RIO-EXECUTIVO.pdf)

Conforme mencionado pelo trabalho exaustivo feito pelos técnicos do TCU, o estudo Escolhas/PSR aponta que se a obra de Angra 3 fosse descontinuada e substituída por geração solar na região Sudeste, mantendo a mesma proximidade com o centro de carga - local de maior demanda de consumo - focado pela usina nuclear, haveria uma economia de R\$ 12,5 bilhões ao longo dos 35 anos da

**“Se a reativação dessa obra tem a ver com a manutenção do programa nuclear brasileiro e das estatais, isso deve ser explicitado de outra forma, como política de governo”**

Sergio Leitão, diretor do Instituto Escolhas

concessão de Angra 3, já descontados todos os custos da desativação da obra, quitadas as dívidas e considerados os investimentos necessários para suprir a intermitência da fonte solar.

Neste momento, em que uma decisão que pode ser irreversível está para

ser tomada, achamos oportuno produzir este Texto para Discussão (TD), buscando confrontar pontos de vista das partes interessadas e de especialistas no tema e trazer dados disponíveis que possam ajudar a sociedade brasileira a se posicionar corretamente, na expectativa de que o Governo Federal não apresente uma decisão sem compartilhar seu exame da forma mais ampla possível, conforme recomenda o TCU.

Adicionalmente, no momento de elaboração deste TD, a pandemia do coronavírus está provocando graves danos à economia brasileira, tornando-se essencial reavaliar custos de obras, em especial, quando há opções com custos menores e com a mesma eficiência de resultado.

Para Sergio Leitão, diretor executivo do Instituto Escolhas, o debate se faz necessário para que o governo explicitamente seus objetivos com a retomada da obra de Angra 3, uma vez que do ponto de vista do interesse do setor elétrico e do consumidor de energia ela não faz sentido. “Sob o ponto de vista de geração

de energia, [Angra 3] não se justifica”. “Se a reativação dessa obra tem a ver com a manutenção do programa nuclear brasileiro e das estatais, isso deve ser explicitado de outra forma, como política de governo”, pondera.

O TD traz ainda a debate, acessoria-

mente, por ser uma questão ainda não definida de forma oficial, a intenção do Governo Federal de aprofundar o programa de energia nuclear brasileiro com a construção de seis novos reatores, totalizando 6,6 mil MW, até 2050.

### Custo da energia de Angra 3 é de R\$ 528

O GT interministerial, que estudou a viabilidade econômica da retomada de Angra 3, optou por sugerir para a energia da usina por sugerir para a energia da usina um preço de referência (para a concorrência que escolherá o parceiro da Eletronuclear na obra) que é a mediana dos extremos encontrados pela EPE nos exercícios feitos de fluxo de caixa descontado – R\$ 400 e R\$ 560 MWh. Esse valor de R\$ 480, em números de setembro de 2018, é inferior em R\$ 58 reais, ou 12,08%, ao de R\$ 528 encontrado pelo estudo Escolhas/PSR ao fazer o cuidadoso levantamento de todos os custos da usina nuclear e de outras fontes alternativas.

Essa metodologia leva em conta os custos de investimento e operação (custo nivelado da energia, LCOE na sigla em inglês), dos serviços de geração, da infraestrutura de distribuição, dos subsídios e incentivos e os custos ambientais. O estudo parte do LCOE de 11 alternativas energéticas anteriormente calculado pelo Escolhas/PSR no estudo “Quais os

reais custos e benefícios das fontes de geração elétrica”, feito para o Instituto Escolhas, e inclui o LCOE de Angra 3 calculado a partir da tarifa de R\$ 480 definida pelo CNPE para a energia da usina e dela expurgando os valores referentes à tarifa de uso do sistema de transmissão (Tust) e das perdas na rede.

A opção por utilizar o número do CNPE decorreu da grande disparidade entre os custos de construção e das tarifas das usinas nucleares mundo afora. De acordo com o estudo Escolhas/PSR, dados do relatório da consultoria Lazard do final de 2018 mostravam que o investimento em energia nuclear ficava entre US\$ 6.500 e US\$ 12.250 por kWh instalado e o LCOE estava entre US\$ 112 e US\$ 189.

Feitos os ajustes dos valores da Tust e das perdas, que foram incorporados na etapa correspondente do cálculo do custo final da energia, o LCOE de Angra 3 fica em R\$ 453, perdendo apenas, entre as modalidades calculadas anteriormente pela PSR, para a térmica a gás de ciclo aberto, flexível, instalada na região Sudeste, cujo LCOE é de R\$ 794.

A etapa seguinte do cálculo final da tarifa – referente aos serviços de geração –, a flexibilidade da térmica a gás e seus benefícios para a modulação, sazonalização e robustez do sistema asseguram à térmica flexível do Sudeste uma redução de custo de R\$ 517 em relação ao LCOE,

enquanto a confiabilidade de Angra 3 reduz seu custo em R\$ 7.<sup>4</sup>

Nesse segundo estágio do cálculo, a energia de Angra 3 fica sendo a mais cara, com R\$ 446 por MWh, e a energia a gás flexível no Sudeste cai para o terceiro lugar, com R\$ 277 por MWh, abaixo dos R\$ 294 da térmica a gás de ciclo combinado no Nordeste. A geração solar no Sudeste fica praticamente estável, perdendo R\$ 1,00 em relação ao LCOE de R\$ 171 por MWh.

Na etapa dos custos de infraestrutura, enquanto Angra 3 incorpora basicamente a Tust e as perdas que haviam sido retiradas no cálculo do LCOE (R\$ 18 MWh), a solar, a eólica e a maior parte das térmicas a gás têm seus custos aumentados. Finalmente, a inclusão dos subsídios e incentivos para a composição do custo final penaliza Angra 3 com R\$ 64 por MWh, graças aos financiamentos a juros subsidiados do BNDES e da Caixa, mas penaliza ainda mais as fontes renováveis, especialmente a solar, que incorpora R\$ 102 ao custo, se na região Sudeste, e R\$ 135 por MWh, se na região Nordeste.

O resultado final que dá um custo de, R\$ 528 por MWh para Angra 3, de acordo com o estudo da Escolhas/PSR, decorre principalmente dos custos de capital da usina nuclear e dos custos fixos de operação. Para a alternativa solar no Sudeste, mesma região do complexo nuclear de Angra dos Reis, o custo nivelado quase dobra com a incorporação dos subsídios, incentivos e custos de infraestrutura, mas ainda assim sua energia fica em R\$ 328 por MWh, R\$ 200 reais abaixo da usina nuclear que o Governo brasileiro pretende concluir em 2026, quatro décadas e meia após o início de sua construção.

<sup>4</sup> A modulação é a capacidade que o gerador tem de atender ao perfil horário da demanda ao longo do mês, a sazonalização é a mesma capacidade de atendimento da demanda mensal ao longo do ano e a robustez é a capacidade de atender à demanda acima do despacho econômico.

#### VALOR DO QUE FALTA PARA CONCLUIR A OBRA VARIA CONFORME A FONTE E O MOMENTO

Recursos que faltam para terminar Angra 3 segundo a fonte da informação

Fonte	Mês/ano	Valor (R\$ bilhões)
O Estado de S. Paulo (1)	Jul-17	17
Eletronuclear	Mar-18	13,8
Ministério de Minas e Energia (MME)	Out-18	15,5

Fonte: Escolhas/PSR



Com base nos cálculos acima e nos cálculos da própria Eletronuclear de que os custos para abandono da obra seriam de R\$ 11,92 bilhões e no valor estimado pelo MME para a conclusão da usina, de R\$ 15,5 bilhões (há outras estimativas, conforme tabela abaixo), o estudo Escolhas/PSR, coordenado pelo diretor técnico Bernardo Bezerra, concluiu que, considerando apenas os valores envolvidos, sem levar em conta outras razões para terminar ou deixar de terminar a usina, sua substituição por geração solar no Sudeste significaria uma economia de R\$ 12,5 bilhões ao longo dos 35 anos do contrato da usina nuclear, mesmo se pagando os custos do abandono.

Esse valor representa a diferença de R\$ 528 menos R\$ 328, descontados os R\$ 12 bilhões que o Governo teria que desembolsar para lacrar a obra e saldar seus débitos, à vista, sendo o dinheiro captado a um custo de IPCA mais 5,19% que era o custo das NTN-B (notas do Tesouro Nacional, série B) na época em que o estudo foi feito.

O estudo ressalta ainda que a energia de Angra 3 seria 28% maior do que a segunda opção mais cara, a térmica a gás flexível no Sudeste. A opção pela energia solar justifica-se por suas características positivas semelhantes às da nuclear, ou seja, não emite CO<sub>2</sub>, tem baixa variabilidade anual de produção e ficaria também localizada no Sudeste. A desvantagem da energia solar é sua intermitência, o que aumenta os custos com reserva operativa<sup>5</sup> e a necessidade de potência, gastos esses já incluídos no cálculo do seu preço, no item “custos com a infraestrutura do sistema” (R\$ 55 MWh).

Como a análise considera que a energia solar seria contratada por 20 anos, tempo de vida útil dos painéis

fotovoltaicos, mais 15 anos adicionais posteriormente contratados, ao mesmo preço atual, o trabalho conclui que os cálculos foram feitos em bases conservadoras, “pois não considera a potencial redução nos custos de investimento da energia solar após os 20 anos de operação”.

### TCU mostra que Angra 3 é a energia de reserva mais cara

O relatório do TCU que baseou o acórdão questionando a validade da conclusão da obra de Angra 3 destaca no seu item 115 que o preço cancelado pelo CNPE para a energia de Angra 3 não tem preceden-

te preço médio nominal de todos os leilões de energia nova realizados de 2008 a 2018, que foi de R\$ 207,45 por MWh.

Ao reclamar da “ausência de estudo específico e de transparência sobre a decisão de retomada ou cancelamento de Angra 3”, o relatório de mais de 200 páginas do órgão de controle aponta várias “inconformidades” que justificam seus questionamentos. Uma delas é o fato de o preço fixado para a energia da nova usina ser 108,39% maior do que os R\$ 230,33 cobrados então pela energia das suas “irmãs” Angra 1 e Angra 2.

Na sequência, o trabalho do TCU alfineta que, “a respeito dos focos de Angra

## “O estudo [Escolhas/PSR], ao tratar de fontes de forma individualizada, não considera a operação conjunta do sistema elétrico”.

Ministério de Minas e Energia

te nos nove leilões de energia de reserva (LER) realizados de 2008 a 2016. Nesses leilões, o preço médio que mais se aproximou dos R\$ 480 reais por MWh da usina nuclear foi o de R\$ 354,92 (atualizado com base no IPCA de dezembro/2018), apurado pelos 833,80 MW contratados no leilão de energia solar realizado no dia 28 de agosto de 2015.

Esse número do LER de 2015 ficou totalmente defasado ao longo dos últimos cinco anos, e no dia 28 de junho de 2019 a energia solar fotovoltaica surpreendeu o mercado, sendo vendida, no leilão de energia nova realizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), ao preço médio inimaginável de R\$ 67,48 por MWh. O relatório do TCU destaca ainda que o preço da energia de Angra 3 será 131,38% mais caro do que o

3 nos benefícios para o setor elétrico, vale lembrar que a resolução nº 3 do CNPE, de 25/06/2007, estabelecia como critério para a definição do preço da energia da usina que ele fosse ‘compatível com os preços praticados nos atuais leilões de compra de energia proveniente de novos empreendimentos de geração’, ressaltando que a política do Conselho naquele momento era exigir que a energia de Angra 3 não tivesse preço discrepante com as demais contratações de energia de reserva, dentro da política de modicidade tarifária perseguida pelo setor elétrico.

Os auditores do TCU estranham a mudança de postura do CNPE, feita sob o argumento de que a manutenção da paridade com os leilões de reserva geraria preços insuficientes para a cobertu-

<sup>5</sup> Reserva de Potência Operativa (POR) é a parcela de geração utilizada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico para atender compensar desequilíbrios no balanço entre a carga e a geração de energia no sistema.

## SERVIÇO DA DÍVIDA CUSTA R\$ 67,4 MILHÕES POR MÊS À ELETRONUCLEAR

Detalhamento do serviço da dívida da Eletronuclear para a construção da usina

Credor	Final do prazo de carência	Pagamento mensal (R\$ milhões)
BNDES	Out-17	30,9
Caixa	Jul-18	24,7
Eletrobras	Dez-18	9,8
Eletrobras/CCEE	Fev-18	5,2
Total		67,4

Fonte: TCU

ra dos custos. Os técnicos questionam, o novo critério adotado pelo Conselho, com base em “comparação em nível internacional de preços de energia obtida a partir de empreendimentos nucleares”, citando como fonte de informação o relatório do GT interministerial que sugeriu as medidas a serem adotadas para viabilizar a retomada da obra.

“Este critério é de difícil acurácia em virtude das diferenças de custo locais e da complexidade de comparação dos empreendimentos”, argumenta o relatório do TCU. Para os autores do texto, a revisão de critérios do CNPE, abandonando a decisão de perseguir a modicidade tarifária, “demonstra a mudança de prioridade do Conselho”, trocando a “minimização do impacto tarifário para o consumidor” pelo objetivo de conclusão da obra.

O documento ressalta que a Aneel calculou que o impacto do novo preço da energia de Angra 3 para os consumidores seria de 1,35%, podendo chegar a 1,8% caso venha a ser adotado o preço de R\$ 560 por MWh, teto do cálculo feito pela EPE para o GT interministerial. Mais à frente, o relatório questiona a própria metodologia de cálculo do preço pela EPE, por fragilidades técnicas nos dados anteriormente calculados e entregues à empresa, e pede que esses cálculos sejam revistos.

O TCU também aponta, no item 260 do relatório, a constatação de outro fato grave, fora do objeto da sua auditoria: a “precarização dos investimentos em manutenção necessários à operação das usinas Angra 1 e Angra 2 em decorrência da situação financeira deficitária da Eletronuclear e da ausência de fiscalização da Aneel”. A virtual quebra da Eletronuclear está diretamente relacionada com o descumprimento do cronograma da obra de Angra 3.

Sem a usina gerando caixa a partir de 2016, como previsto, e os compromissos vencendo, a situação financeira da concessionária foi se agravando rapidamente. Segundo o relatório do TCU, somente com serviço da dívida decorrente dos empréstimos contraídos, a empresa gastava no final de 2018, após o vencimento do último prazo de carência, R\$ 67,4 milhões, sendo R\$ 30,9 milhões com o BNDES desde outubro de 2017.

O foco principal do trabalho do órgão de controle, porém, é o preço da energia da usina e a tomada de decisão sobre a continuidade da obra. Após citar a alternativa proposta pelo estudo Escolhas/PSR (vide texto acima), o relatório do TCU reclama da “ausência de participação social e dos agentes do setor no processo de decisão da retomada das obras de Angra 3” e da concentração exclusivamente no consumidor do ônus corres-

pondente aos novos custos da usina.

Logo adiante propõe que seja recomendado ao MME – o que foi feito pelo acórdão aprovado pelo plenário do órgão – encontrar outra fonte de custeio para a usina, considerando a unidade como “prioritária ao programa nuclear brasileiro”. O argumento é que, do ponto de vista exclusivo da geração elétrica, “existem outras fontes energéticas com menor custo para entrega da mesma quantidade de energia”.

Diante de tantos argumentos, o órgão de controle quer que o governo faça uma consulta pública para ouvir os agentes do setor antes de decidir pela retomada ou não da conclusão da usina.

Ou seja, o TCU quer o mesmo que o Instituto Escolhas e outros segmentos da sociedade reclamam: um debate amplo que deixe claro para a sociedade os motivos pelos quais a decisão será tomada e quais os custos para ela dessa decisão.

### MME e Eletronuclear questionam estudo Escolhas/PSR

O MME e a Eletronuclear criticaram o estudo Escolhas/PSR comparando os custos da energia gerada por diversas fontes com os da energia de Angra 3, entendendo que as conclusões do trabalho apresentam inconsistência metodológica e deixam de valorar adequadamente as virtudes da geração nuclear.

“O estudo, ao tratar de fontes de forma individualizada, não considera a operação conjunta do sistema elétrico”, diz o ministério. O órgão considera que se essa abrangência fosse observada o trabalho “teria que reconhecer que a operação com alta disponibilidade e alto fator de capacidade da fonte nuclear permitiria, por exemplo, a economia de água nos reservatórios das hidrelétricas”, possibilitando que estas pudessem contar com reserva de geração para enfrentar a variabilidade das fontes renováveis inter-



Bernardo Bezerra, diretor técnico da PSR

mitentes, como a solar e a eólica.

O MME acrescenta como virtude da geração nuclear a possibilidade de que ela permita “maior flexibilidade da geração de energia advinda do gás e uma maior confiabilidade de todo o sistema elétrico brasileiro”. Ainda de acordo com o ministério, segue em debate a precificação da variabilidade das fontes não controláveis, um possível custo adicional que a energia nuclear não possui. “Ao agregar valores sem qualquer demonstração do custo das diversas fontes, sem considerar as vantagens com a operação integrada do sistema, o estudo pode tornar-se uma mera especulação, indo pouco além de uma avaliação qualitativa”, pondera o MME.

A Eletronorte diz entender “que há diversas falhas metodológicas no estudo, com a atribuição de fatores e pesos sem base técnica”. Para a empresa executora do monopólio estatal da geração nuclear, a metodologia utilizada no estudo não é “referenciada em qualquer normativa legal ou metodologia acadêmica”.

Para exemplificar a acusação de inconsistência técnica do estudo Escolhas/PSR, a empresa estatal utiliza a comparação entre os custos da energia de Angra 3 e da térmica a gás flexível instalada na região Sudeste. “O estudo,

arbitrariamente, elevou a tarifa de Angra 3 de R\$ 453 por MWh (sem impostos) para R\$ 528 por MWh, um aumento de 16,5%, enquanto reduziu o preço do gás no Sudeste de R\$ 794 por MWh para R\$ 412 por MWh, redução de 48%, afirma, ressaltando que na fase inicial do trabalho, “antes do tratamento”, o preço da

## “A energia nuclear não faz sentido em qualquer lugar do mundo com o desenvolvimento da solar e da eólica”

Roberto Schaeffer – professor da Coppe/UFRJ

energia de Angra 3 é 40% mais barata do que a da sua concorrente a gás.

O texto acima sobre o estudo Escolhas/PSR relata as diversas etapas do cálculo dos preços das diversas fontes, explicando como o conjunto das características de cada uma delas para geração e fornecimento de energia ao Sistema Integrado Nacional (SIN) contribui para a formação do preço final da energia fornecida por elas a partir dos custos nivelados (LCOE) de cada uma.

O engenheiro Bernardo Bezerra, di-

retor técnico da PSR, explicou, em resposta ao MME, que o efeito da elevação dos reservatórios gerado pela energia nuclear, no caso, por Angra 3, foi levado em conta e lembrou que as fontes solar e eólica, por possuírem baixa variabilidade anual (característica de sazonalização), “também contribuem para a elevação dos reservatórios”.

Bezerra disse ainda que o efeito da variabilidade das fontes não controláveis foi capturado pelo estudo “no atributo ‘reserva probabilística dinâmica6” e que esse custo foi devidamente alocado para todas as fontes não controláveis. A reserva probabilística é um dos itens que compõem a contribuição de cada fonte para os custos de infraestrutura do sistema.

Sobre o questionamento metodológico, Bezerra ressalta que o detalhamento metodológico, teórico e quantitativo, do estudo encontra-se disponível nos cadernos publicados no site do Instituto Escolhas ([www.escolhar.org](http://www.escolhar.org)), acrescen-

tando que lá “todos os atributos selecionados e quantificados são analisados detalhadamente”.

Independentemente das objeções ao estudo Escolhas/PSR, tanto o MME quanto a Eletronuclear defendem veementemente os investimentos na conclusão de Angra 3 e em energia nuclear nos próximos anos, ressaltando que a decisão sobre o que virá para além da terceira usina em território fluminense ainda vai depender das conclusões do Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050), em fase fi-

nal de elaboração pela EPE.

“Desconsiderar a importância da energia nuclear para o país e a necessidade de se concluir Angra 3 é fechar as portas para um futuro com segurança energética e baixa emissão de carbono. Não podemos nos dar a esse luxo”, diz a estatal nuclear. De acordo com a empresa, apenas as usinas hidrelétricas e as térmicas, “com destaque para gás natural e nuclear”, podem fornecer a energia firme, de base, que a segurança energética do SIN exige.

Na comparação da geração a gás com a nuclear, a empresa estatal afirma que, apesar de o investimento para a construção de uma planta nuclear ser bem maior do que o necessário para uma térmica a gás, o combustível da primeira não só é mais barato como está menos sujeito à volatilidade do mercado e a variações cambiais. A Eletronuclear destaca ainda que as usinas atômicas operam com um fator de capacidade superior a 90% e que têm vida útil de 60 a 80 anos, contra 15 a 20 da térmica a gás natural.

Ainda em relação à tarifa de R\$ 480

**“Não ter nuclear para ter renovável mais barata é interessante, agora, se é uma questão estratégica, aí é outra coisa”.**

Renato Queiroz – professor da UFRJ, membro do GEE

estabelecida para a energia de Angra 3, a empresa ressalta que, por se tratar de um preço de referência para a chamada internacional que deverá escolher seu parceiro minoritário – eliminando, na sua avaliação, a necessidade de mudança constitucional, por não haver quebra de monopólio-

na conclusão da obra, a disputa entre os interessados deverá reduzir esse valor. “De qualquer forma, a construção de Angra 3 causará impacto positivo na conta do consumidor porque substituirá a energia mais cara de térmica a óleo diesel e a óleo combustível”, avalia.

**“Ninguém consegue justificar nuclear por questões energéticas”**

A frase acima é do engenheiro eletricista Roberto Schaeffer, professor do Programa de Planejamento Energético da Coppe/UFRJ, mestre em energia nuclear e doutor em planejamento energético, com 30 anos de experiência. A declaração se aplica ao momento atual da conjuntura energética no qual o avanço das novas renováveis – solar e eólica-, aliado à busca de alternativas de geração que não emitam gases causadores do efeito estufa, estão provocando uma transição energética global sem precedentes. Ressalvado que as usinas nucleares também não emitem gases de efeito estufa (GEE).

“Não faz sentido [a nuclear] em qualquer lugar do mundo com o desenvolvimento da solar e da eólica”, reafirma. Schaeffer avalia que a inflexibilidade das usinas nucleares as coloca em oposição às renováveis, diferentemente das térmicas a gás natural de ciclo aberto, pelo



Roberto Schaeffer – professor da Coppe/UFRJ

atributo da flexibilidade. De acordo com a análise do professor da Coppe/UFRJ, em 2007/2009, quando foi decidida pela primeira vez a retomada das obras de Angra 3 essa decisão até era “razoável”, considerando que os preços das renováveis eram muito elevados, algo que “derreteu” ao longo da última década.

A maior prova de que o momento da energia nuclear passou, segundo a avaliação de Schaeffer, é que o fluxo de novas construções é sensivelmente menor do que a necessidade de substituição das usinas que estão tornando-se obsoletas. As mais recentes estatísticas da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), referentes a dezembro de 2018, mostram que havia em construção no mundo 55 novos reatores para geração nuclear e que o número de unidades em operação, 451, tem ficado praticamente estável ao longo das duas primeiras décadas deste século.

“Os Estados Unidos praticamente não colocam nenhum novo reator em operação desde 1985”, exemplifica. Os



Clarice Ferraz – professora da UFRJ, membro do GEE

norte-americanos possuíam 98 reatores operando em dezembro de 2018, totalizando 99.061 MW de potência instalada e apenas dois em construção, com 2.234 MW de potência. Em 2016 a energia nuclear respondia por 19,3% da geração elétrica do país.

O especialista avalia que a força que a energia nuclear ainda tem no mundo decorre do poder de convencimento das grandes empresas internacionais do setor. Schaeffer suspeita que no caso brasileiro o “lobby” mais forte vem da China e de sua capacidade de oferecer financiamento barato não só para a conclusão de Angra 3 como também para um possível programa de expansão já sinalizado pelo MME.

Ele considera inclusive que o argumento em voga entre os defensores da energia nuclear, de que o investimento no setor é justificável para assegurar a manutenção do fluxo de formação de profissionais da área nuclear como um todo até “faz sentido”. Mas argumenta que para que esse aprofundamento da capacidade técnica dos profissionais não é necessário construir usinas para gerar

energia elétrica e sim investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de novas tecnologias do setor. “Até porque o reator de Angra 3 é uma tecnologia dos anos 1980”, alfineta.

Questionado sobre se o fato de o atual ministro de Minas e Energia (MME), Bento Albuquerque, ser um almirante e ex-diretor-geral do Programa de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Ma-

**“A energia nuclear pode ser uma excelente energia de base, mas é cara e não há como colocá-la na base e a energia continuar barata”.**

Clarice Ferraz – professora da UFRJ, membro do GEE

rinha, a área responsável pelo desenvolvimento do submarino nuclear brasileiro, estaria relacionado com o novo impulso que a retomada de Angra 3 ganhou neste governo, Schaeffer disse ser possível que ele tenha trazido “simpatia” para o proje-

to, mas ressaltou que o ministro é da área nuclear, mas não da área de energia.

O professor da Coppe/UFRJ é otimista quanto ao desenvolvimento de tecnologias que venham a superar a intermitência das renováveis, como já estaria acontecendo com as eólicas *offshore* na Europa e com o desenvolvimento de baterias possantes para veículos que poderiam, além de movimentar esses carros, colocar energia nas redes nos períodos em que esses veículos estivessem parados. “Não sou contra a tecnologia nuclear. Sou contra seu uso por razões energéticas”, resumiu.

### Construir em nome da tecnologia

Preservar e expandir a tecnologia já adquirida para usos múltiplos e evitar o desperdício dos investimentos já feitos são os principais argumentos do economista Renato Queiroz, professor e membro do Grupo de Economia da Energia (GEE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), para se posicionar a favor da conclusão de Angra 3, ainda que considere uma obra cara e que reconheça o avanço e o barateamento das energias renováveis.

“A questão nuclear é como jiló: uns adoram e outros detestam”, resume Queiroz. No seu caso, ele entende ser necessário olhar o contexto estratégico e, embora veja vantagens na geração nuclear, como a possibilidade de ope-

## PICO DE NOVAS OBRAS FOI ENTRE 1966 E 1985 – DE CONEXÕES, ENTRE 1970 E 1990

Início de obras, conexão à rede e reatores em operação por quinquênio (1954 a 2018)

Período	Início de construção (em unidades)	Conexão à rede elétrica	Reatores em operação (no ano final do período)
1954 a 1955	9	1(*)	1
1956 a 1960	42	14	15
1961 a 1965	38	35	48
1966 a 1970	127	42	84
1971 a 1975	152	93	169
1976 a 1980	136	86	245
1981 a 1985	82	131	363
1986 a 1990	39	85	416
1991 a 1995	11	30	434
1996 a 2000	20	23	435
2001 a 2005	13	20	441
2006 a 2010	50	12	441
2011 a 2015	32	29	441
2016 a 2016	12	23	451

Fonte: Dados da AIEA

(\*) A primeira usina nuclear comercial conectada à rede elétrica foi o chamado Reator Obninsk, na cidade do mesmo nome, na antiga União Soviética (no território hoje da Rússia). Tinha apenas 5 MW de potência e operou comercialmente até 1959, passando depois a ser utilizado para pesquisas.

rar bem perto da capacidade instalada nominal por tempo indeterminado, vê também problemas, como o custo elevado e a questão do que fazer com os rejeitos (varetas de combustível radioativo substituídas).

No complexo de Angra, essas varetas são armazenadas em piscinas especiais e, segundo a Eletronuclear, hoje não são tratadas como rejeitos, mas como reserva de combustível que poderá, no futuro, ser reutilizada, uma tecnologia em fase de desenvolvimento.

Ainda que se posicione pela conclusão de Angra 3, o economista entende que o desenvolvimento das novas renováveis é uma alternativa para o futuro, excluindo a necessidade de um outro programa de usinas nucleares como o que se encontra em gestação no atual governo. Ex-funcionário da EPE, Queiroz entende que os reservatórios das hidrelétricas podem servir de base para a

expansão das solares e das eólicas sem necessidade de novas usinas nucleares. “Não ter nuclear para ter renovável mais barata é interessante, agora, se é uma questão estratégica, aí é outra coisa.

Em um olhar mais prospectivo sobre a conjuntura atual, porém, o economista avalia que a forte presença militar no atual governo é um fator que estimula o desenvolvimento de um novo programa de energia nuclear em um contexto que envolve todas as demais iniciativas relacionadas com a fonte, como o programa do submarino nuclear.

Paralelamente, Queiroz entende que dificilmente será possível atrair um parceiro que queira investir exclusivamente em Angra 3. Nesse caso, o projeto das seis novas usinas pode vir a ser um chamariz para a conclusão da obra parada, ainda que, lembra, a obrigatoriedade de que haja uma nova licitação para o programa dessas usinas não assegure ao

parceiro de Angra 3 que ele será o fornecedor dos reatores das unidades que viriam depois.

### Só faz sentido para quem não tem alternativa

Em podcast gravado com outros dois colegas do GEE, os professores Clarice Ferraz e Ronaldo Bicalho, sobre a necessidade ou não de se concluir Angra 3 e de fazer novas usinas no Brasil, a posição de Queiroz funcionou como uma espécie de fiel da balança entre uma Ferraz determinadamente contra e um Bicalho favorável, ainda que reticente quanto ao sucesso da empreitada na conjuntura atual do Brasil.

A economista Ferraz foi categórica: “não sou favorável a mais usinas nucleares na matriz energética brasileira”. Para ela, a agenda nuclear tem ligação com uma agenda de soberania nacional. “Mas não vejo a soberania nacional em pauta

e não vejo razão para colocar essa fonte na pauta”, avaliou. Para a economista, as fontes renováveis, leia-se solar, eólica e biomassa, têm todas as condições de suprir as necessidades de expansão da matriz elétrica brasileira.

Na avaliação da especialista, o investimento novo em geração nuclear só faz

transição energética global e, também, na brasileira, embora duvide da capacidade de coordenação do atual governo para levar adiante o projeto, seja da conclusão de Angra 3, seja da construção de novos reatores.

Na sua agenda, a fonte nuclear no Brasil teria o papel de contribuir para a

recuperação dos reservatórios das hidrelétricas para que estes pudessem fazer o “backup” das renováveis. “A solução, se eu pudesse escolher, seria nuclear, reservatórios, renováveis e um pouco de combustível fóssil”, projeta. O combustível fóssil seria o gás.

O problema, segundo a avaliação de Bicalho, é que hoje no Brasil há um embate entre duas dentro do governo. A do MME, o ministro Bento defendendo a solução nuclear dentro de uma estratégia de desenvolvimento de todas as pernas do antigo programa nuclear brasileiro, incluindo o enriquecimento de urânio em escala comercial e o submarino nuclear, e a do Ministério da Economia, que tem o gás como prioridade e a Aneel como aliada.

“Coordenação neste momento [de redefinir a matriz energética] é decisivo, mas acho que não vamos conseguir coordenar. Acho que nem o [ministro] Bento vai ver suas nucleares, nem o [ministro] Paulo Guedes verá o programa do gás dele coordenado”, analisou. Falta, na sua opinião, um Estado atuante, coordene-

**“Coordenação neste momento é decisivo, mas acho que não vamos conseguir coordenar. Acho que nem o [ministro] Bento vai ver suas nucleares e nem o [ministro] Paulo Guedes verá o programa do gás dele coordenados”.**

Ronaldo Bicalho – professor da UFRJ, membro do GEE

sentido hoje para sociedades que não têm outra alternativa para descarbonizar sua produção de energia elétrica, como é o caso do Japão, que tentou dizer não ao nuclear após Fukushima, mas está precisando voltar atrás. “Faz sentido para o Brasil? Não”, pergunta e responde.

Ainda segundo ela, o Brasil não precisa porque tem abundância de outros recursos e pode resolver seu problema de descarbonização e de necessidade de formação de estoques combinando essa abundância. “A gente pode ter hidro, solar, eólica, biomassa e ponto”, resumiu. Para Ferraz, a energia nuclear pode ser uma excelente energia de base, mas é cara e não há como colocá-la na base e a energia continuar barata.

Já o economista Bicalho avalia que a energia nuclear ainda tem espaço na

#### ESCASSEZ DE ÁGUA TEM PREÇO

No estudo “Setor elétrico: como precificar a água em um cenário de escassez”, realizado em 2019 pelo Instituto Escolhas, embora a hipótese de que sejam construídas usinas nucleares na bacia do São Francisco não tenha feito parte do trabalho, há uma indicação do que poderia vir a acontecer no âmbito apenas dos custos, sem considerar outros fatores socioambientais.

Com base nos dados do Plano Decenal de Energia 2026 (PDE 2026), que prevê 16 termelétricas a gás e a biomassa para a região da bacia do “Velho Chico”, somando-se às 13 já existentes, o estudo calculou que, em caso de situação de escassez hídrica como a que caracterizou o São Francisco durante praticamente toda a década de 2010, as usinas, com sistemas de resfriamento fechado úmido, poderiam paralisar a geração. Com isso, teriam que ser gastos R\$ 100 milhões na compra de energia para cumprir contratos, considerando apenas os meses de estiagem e a hipótese conservadora de o preço da energia no mercado livre não passar de R\$ 500 por MWh.

O estudo do Escolhas ressalta ainda que, embora esse custo de R\$ 100 milhões seja das próprias empresas geradoras, a falta da energia que elas produziram vai pressionar os custos de operação do sistema elétrico como um todo, impactando por via indireta o bolso do consumidor.

nando as medidas legislativas necessárias com o Congresso Nacional e fazendo as mudanças regulatórias que precisam ser feitas.

### Tarifa pelo custo do que falta fazer

O presidente da Thymos Energia, João Carlos Mello, defende a conclusão de Angra 3 e a expansão da presença nuclear na base da matriz elétrica brasileira, mas reconhece que o preço de referência para a energia da usina é alto. Ele propõe uma solução: tudo que já foi gasto seria assumido pelo responsável por essa despesa, o Estado brasileiro, e o preço da tarifa seria fixado com base no investimento necessário para a conclusão da obra, que ele avalia em R\$ 10 bilhões.

“O que já foi pago está pago, vamos ver daqui para a frente”, explica. Segundo seus cálculos, a tarifa fixada dessa forma ficaria em torno de R\$ 250 por MWh, permitindo competir com outras fontes como gás natural e GNL. “É melhor gastar R\$10 bilhões do que jogar R\$12 bilhões fora”, avalia, referindo-se ao custo necessário para desistir da obra. Mello

gia nuclear tem o espaço dela no Brasil, considerando a intermitência das novas renováveis, que “devem entrar maciçamente nos próximos anos por serem

pondera o especialista, entendendo que a energia nuclear e as térmicas a gás, utilizando-se o gás do Pré-sal seriam essas alternativas à insegurança trazida pela escassez estrutural de chuvas nas regiões em que se encontram os principais reservatórios das hidrelétricas.

Ainda que veja a energia nuclear como uma alternativa importante para o país, Mello separa a solução proposta para Angra 3 do investimento em novas usinas, considerando que estas deverão ser construídas, se assim for decidido, com tecnologia moderna que permita fazer usinas menores, “como os ingleses estão fazendo”.

Dada a dificuldade de financiamento para novas nucleares, um problema global, Mello admite como possibilidade a solução que vem sendo proposta pelos ingleses, em que os investimentos em nuclear estão liberados, para que o Estado dê garantias aos empréstimos, encorajando os bancos privados a as-

## “O São Francisco já está submetido a diversos processos de degradação da quantidade e qualidade das suas águas”.

Anivaldo Miranda –  
presidente do CBHRSF

lembra que a tecnologia de Angra 3 “não é tão moderna”, o que seria outra justificativa para não considerar os gastos passados na tarifa.

Definida essa questão essencial da formação do preço da energia, o presidente da Thymos entende que a ener-

baratas e limpas”, e o contexto “complicado” das hidrelétricas, de reservatórios, idealmente as melhores alternativas para lidar com a intermitência, pressionadas pela tendência declinante da curva hidrológica.

“Precisamos ter uma energia firme”,



Anivaldo Miranda – presidente do CBHRSF



sumirem os riscos dos financiamentos, considerados muito altos. A solução do Reino Unido é uma espécie de usina pré-paga, pela qual os consumidores pagam previamente uma tarifa para abatimento posterior. “Como política pública, eu posso fazer um pré-pago para compensar lá na frente”, admite Mello.

Sobre a localização de possíveis novas nucleares, o especialista avalia que no Nordeste seria uma boa alternativa, dado o forte desenvolvimento da eólica e da solar na região, de modo que a alternativa à intermitência dessas fontes ficaria na própria região, barateando-se os custos de infraestrutura.

Quanto à possível escolha das margens do rio São Francisco para receber

Angra 3, ainda não está tomada, embora venha sendo tratada com certa pelas autoridades. De acordo com a Eletronuclear, será necessária a publicação do PNE 2050 pela EPE “para saber qual o acréscimo de capacidade instalada de que o país precisará nas próximas décadas e qual será o papel da energia nuclear nesse contexto”.

O MME, contudo, por intermédio do secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético, Reive Barros, já deu mais de uma declaração pública admitindo a presença de seis novas nucleares no PNE 2050, totalizando 6,6 mil MW de potência, inclusive sugerindo a localização destas, o município pernambucano de Itacuruba, margem esquerda do São

fundida entre os moradores estaria nas perturbações geradas no cotidiano da comunidade pela mudança compulsória do local de moradia.

Ainda não há uma definição sobre a tecnologia a ser utilizada nessas novas usinas e, conseqüentemente, não se pode precisar qual quantidade de água do rio seria necessária para fazer o resfriamento dos reatores. De acordo com a Eletronuclear, com a tecnologia de circuito fechado, “usada em rios da Europa”, essa quantidade seria muito baixa, entre 0,015 a 0,06 m<sup>3</sup>/s por reator de 1,1 mil MW, quantidade necessária para repor o líquido evaporado nas torres de resfriamento.

A empresa estatal não chancela a localização do possível novo complexo nuclear. Segundo a Eletronuclear, ela própria vem estudando localizações para as usinas, tendo identificado 40 sítios aptos em todo o país, levando em conta, entre outros aspectos, a disponibilidade de água para resfriamento dos reatores. Quando o assunto esteve em evidência, as margens do rio São Francisco, em Pernambuco, em Alagoas (na foz) e em Minas Gerais foram as possibilidades mais aventadas.

Nas usinas convencionais de Angra 1 e Angra 2, que utilizam a água do mar, o volume necessário de água é de 40 m<sup>3</sup>/s e de 77 m<sup>3</sup>/s, respectivamente, segundo dados de 2004 da própria Eletronuclear (3). O volume consumido por Angra 3 seria o mesmo de Angra 2, gerando uma descarga total no mar de 194 m<sup>3</sup>/s de águas na localização conhecida como Saco Piraquara de Fora.

O presidente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Anivaldo Miranda, disse que considera “uma maldade” e “uma ideia totalmente fora de contexto” a cogitar fazer o complexo nuclear em Itacuruba ou em qualquer outro local às margens do rio. “O São Francisco já está submetido a diversos processos de degradação da quantidade e qualidade das suas águas”, argumenta. No

## Será necessária a publicação do PNE 2050 pela EPE “para saber qual o acréscimo de capacidade instalada de que o país precisará nas próximas décadas e qual será o papel da energia nuclear nesse contexto”.

Eletronuclear

essas usinas, ele lembra que a queda sucessiva da afluência fez com que aquele rio deixasse de ser um rio de energia para atender a outras prioridades. Questionado se haveria água disponível para o resfriamento dos reatores, ele responde: “Aí já não é minha especialidade”.

### “Uma ideia totalmente fora de contexto”

A decisão de construir novas usinas nucleares no Brasil, após a conclusão de

Francisco, com investimentos estimados em US\$ 30 bilhões.

A Itacuruba atual é um reassentamento da cidade original, inundada pelo reservatório da usina hidrelétrica de Itaparica, construído na década de 1980. Em 2014, a cineasta Isabela Cribari produziu o impactante documentário curta-metragem “De Profundis” sobre o elevado índice de depressão e suicídio na cidade, considerado proporcionalmente o mais alto do Brasil. A causa mais di-



Usina Nuclear de Angra, Central Nuclear  
Almirante Álvaro Alberto, Rio de Janeiro, Brasil

que toca a Itacuruba, também a atenção para o sofrimento da população relatado no documentário citado e para o risco de que novo trauma esteja a caminho.

Miranda ressaltou que após a crise hídrica de 2013/2014, quando as vazões afluentes do São Francisco minguaram, a vazão defluente do lago de Sobradinho, principal regulador do fluxo de água no médio e no baixo São Francisco, precisou ser reduzida pela Agência Nacional de Águas (do mínimo de 1,3 mil m<sup>3</sup>/s para 500 m<sup>3</sup>/s), atendendo apenas a necessidades essenciais (abastecimento humano, animal e irrigação).

Hoje a vazão de Sobradinho está em cerca de 800 m<sup>3</sup>/s, apesar da hidrologia

favorável, para permitir o enchimento do reservatório que, no dia 17 de março de 2020, ultrapassou os 60% de volume pela primeira vez desde o dia 10 de junho de 2012.

Segundo Miranda, a redução do caudal do São Francisco dá-se devido a vários fatores, que vão além dos níveis de precipitação pluviométrica, entre eles o uso intensivo de suas águas para agricultura irrigada no oeste da Bahia, debilitando o aquífero Uruçuia, que seria o principal garantidor da perenidade do rio durante o período seco (maio a novembro).

“O São Francisco não tem plano B, temos que combater os riscos de degradação a todo custo, sob pena de que-

brarmos o Brasil ao meio”, conclama, entendendo que a instalação de usinas nucleares acrescentaria mais elementos a esse processo de degradação, não só pelo acréscimo de mais um grande consumidor de água, mas pelos riscos inerentes às usinas nucleares para as populações. “O nuclear já passou”, afirma.

### Medo que as estatísticas evidenciam

O exame das estatísticas da AIEA referentes ao período até dezembro de 2018, as mais atualizadas até agora, torna impossível não fazer uma correlação entre o ritmo de crescimento de novas unidades de geração nuclear em escala

global e os três grandes acidentes que marcaram a história do setor, embora não haja um estudo conclusivo sobre essa correlação.

Esses três eventos ocorreram em 28 de março de 1979, na usina norte-americana de *Three Mile Island*, em 26 de abril de 1986, o mais grave de todos, em Chernobyl, Ucrânia (à época, parte da antiga União Soviética) e em 11 de março de 2011, em Fukushima, Japão.

Desde que a primeira usina nuclear de geração elétrica em escala comercial foi inaugurada, em 1954, na cidade russa de Obninsk (na época, parte da União Soviética), com apenas cinco MW de potência instalada, o mundo conheceu o *boom* de novas instalações entre a segunda metade da década de 1960 e a primeira da década de 1980, com destaque para o período entre 1966 e 1980, quando foram iniciadas as obras de 415 usinas.

Nos cinco anos que se seguiram ao acidente de *Three Mile Island*, refletindo decisões já tomadas, ainda foram iniciadas 82 obras, mas que representavam 60% das 136 construções começadas no quinquênio anterior. De 1986 a 1990 o número de novas obras cai para 39, em ritmo fortemente decrescente a partir de 1987, o ano seguinte ao acidente de Chernobyl.

Nos 15 anos seguintes a atividade no setor segue fraca, totalizando 44 novas obras no período, até que sofre forte aceleração entre 2006 e 2010, indicando uma retomada da confiança, e 50 novas usinas nucleares começam a ser construídas. Vem o acidente de Fukushima no ano seguinte e uma desaceleração abrupta no mesmo ano, passando a ser apenas quatro a quantidade de novas obras, ou 25% do total de 2010.

Nesse ano, vários países desistiram ou adiaram seus novos projetos, e a Alemanha decidiu fechar todas as suas usinas nucleares. Apesar de uma reação maior em 2013, com dez novas usinas

sendo iniciadas, as quantidades permaneceram baixíssimas para os padrões do período áureo e ainda não há indicação de que possa haver uma aceleração forte nos próximos anos, suficiente para – considerados os descomissionamentos por idade – ampliar o total de usinas em operação no mundo para muito além da quadra entre 440 e 450, número que permanece desde o início deste século.

Como foi dito por parte dos especialistas consultados para este texto, a geração nuclear parece ter ficado como alternativa de descarbonização para países que não têm outra alternativa menos cara. Mesmo os Estados Unidos, país que possui a maior quantidade de usinas nucleares em operação, possui atualmente apenas duas novas em construção.

A França, recordista de participação nuclear na sua matriz elétrica (71,7% em 2018), possui apenas duas novas usinas em construção, contra 58 operando. O país vem travando renhida luta interna na União Europeia com a Alemanha na tentativa de que o bloco aceite classificar a fonte nuclear como “energia verde”, algo que os alemães, dispostos a desativar até dezembro de 2022 suas sete usinas que ainda operavam no final de 2018, não estão dispostos a aceitar.

Mesmo o Reino Unido, que tenta encontrar uma equação financeira para fazer novas usinas, tinha em construção em 2018 apenas uma usina para somar às suas 15 em operação. Já o Japão, que após Fukushima, chegou a anunciar o desligamento definitivo de todos os seus reatores, pressionado pelos elevados custos de importação de gás natural para substituir as nucleares, vem religando gradativamente suas 39 usinas.

Dos 55 novos reatores que estavam em construção no fechamento do relatório da AIEA de 2018, incluindo a paralisada obra de Angra 3, China (11), Índia (7), Rússia (6), Coreia do Sul (5) e Emirados Árabes Unidos (4) respondiam por 60%,

33 unidades. Emirados Árabes, Bangladesh (2), Bielorrússia (2) e Turquia (1) são os novos países que estão ingressando no clube dos produtores de energia elétrica de fonte nuclear, grupo integrado, sem contar estes últimos, por 30 nações.

Apesar de seguir amada por uns e odiada por outros, como observou o professor Queiroz, da UFRJ, as estatísticas deixam claro que os dias de esplendor das usinas nucleares ficaram para trás e que os acidentes ocorridos e os custos gerados, potencializados pelas medidas de segurança acrescidas após cada um deles, mais que justificam o medo das sociedades quanto à sempre presente hipótese de novo desastre e as preocupações em relação ao custo-benefício da empreitada.

O recente sucesso da minissérie “Chernobyl”, exibida pela HBO, reacendeu no imaginário das populações mundo a fora os horrores da radiação e dos riscos que as usinas nucleares irão sempre representar.

Cabe a nós decidir se queremos aprofundar esses riscos no Brasil, a custos muito além de alternativas mais baratas e com riscos menores, se nos ativermos aos aspectos exclusivamente energéticos. ●

**REATORES EM CONSTRUÇÃO NÃO REPÕEM ESTOQUE EM OPERAÇÃO**

Reatores em operação e em construção no mundo em 31/12/2018

País	Reatores em operação	Potência instalada (MW)	Reatores em construção	Potência Programada (MW)
Argentina	3	1633	1	25
Armênia	1	375	0	0
Bangladesh	0	0	2	2160
Belarus	0	0	2	2220
Bélgica	7	5918	0	0
Brasil	2	1884	1	1340
Bulgária	2	1966	0	0
Canadá	19	13554	0	0
China	46	42858	11	10982
República Tcheca	6	3932	0	0
Finlândia	4	2784	1	1600
França	58	63130	1	1630
Alemanha	7	9515	0	0
Hungria	4	1902	0	0
Índia	22	6255	7	4824
Irã	1	915	0	0
Japão	39	36974	2	2653
Coreia do Sul	24	22444	5	6700
México	2	1552	0	0
Holanda	1	482	0	0
Paquistão	5	1318	2	2028
Romênia	2	1300	0	0
Rússia	36	27252	6	4573
Eslováquia	4	1814	2	880
Eslovênia	1	688	0	0
África do Sul	2	1860	0	0
Espanha	7	7121	0	0
Suécia	8	8613	0	0
Suíça	5	3333	0	0
Turquia	0	0	1	1114
Emirados Árabes Unidos	0	0	4	5380
Reino Unido	15	8923	1	1630
Ucrânia	15	13107	2	2070
Estados Unidos	98	99061	2	2234
<b>Total</b>	<b>451</b>	<b>396911</b>	<b>55</b>	<b>56643</b>

Fonte: Dados da AIEA

**Notas:**

Ver livro *Bomba atômica! para quê?*, da jornalista Tania Malheiros, p. 75 (Editora Lacre).

Ver "Geração Núcleo-Elétrica: retrospectiva, situação atual e perspectivas futuras". Tese de mestrado de Sara Tânia Mongelli para o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (autarquia associada à USP) – 2006.

**Referências:**

Resolução no 14, de 9 de outubro de 2018. Estabelece condições iniciais para a viabilização da usina nuclear Angra 3, e dá outras providências

<http://www.mme.gov.br/documents/36074/265770/Resolu%C3%A7%C3%A3o24-09-10-2018.pdf/dfb86660-c4df-a8aa-ef2a-ec6356610668>

Acórdão 208/2020 \_ TCU – "Auditoria nas ações em curso, promovidas pelo CNPE, MME, Aneel, Eletronuclear e Eletrobras para a retomada ou descontinuidade da UTN Angra 3".

<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/acordao-completo/ac%25C3%25B3rd%25C3%25A3o%2520208%252F2020/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%-252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/O/%2520?uuid=6224baf0-7f35-11ea-b395-5be55d8b1593>

Podcast GEE Energia: O Brasil Precisa Construir Novas Usinas Nucleares?

Renato Queiroz, Clarice Ferraz e Ronaldo Bicalho – Grupo de Economia da Energia

<https://www.youtube.com/watch?v=yEpQmBJzMzM>

Apoio:

