



Informativo da Associação Brasileira  
de Energia Nuclear  
Ano 22 • Numero 46 • 2017

# BRASIL NUCLEAR



## O desafio da ESTABILIDADE

Expansão de renováveis  
demanda ações para mitigar  
intermitência na rede



Energia limpa. Segura. Indispensável.

**Indústrias Nucleares do Brasil**

[www.inb.gov.br](http://www.inb.gov.br)



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



# Para não perder o que se conquistou

Entrevista  
**Eduardo Azevedo,**  
secretário de  
Planejamento e  
Desenvolvimento  
do Ministério de  
Minas e Energia

4

A matéria de capa desta edição da **Brasil Nuclear** aborda um tema que preocupa especialistas do setor elétrico: o crescimento da participação das fontes renováveis não convencionais na matriz elétrica, devido às suas características de forte intermitência e imprevisibilidade. Está prevista uma expansão expressiva da geração eólica nos próximos cinco anos e, para evitar impactos sistêmicos e locais da intermitência intrínseca dessa fonte no Sistema Integrado Nacional (SIN), o Plano de Operação Energética (PEN) 2016/2020 propõe algumas reflexões que deveriam ser consideradas na definição das diretrizes gerais da expansão do SIN. Além da inclusão, na medida do possível, de novos reservatórios de regularização e do aumento da participação de fontes térmicas convencionais (carvão mineral e gás natural) no médio prazo, o documento propõe a viabilidade da expansão do parque nuclear no longo prazo, por serem usinas tipicamente de base e poderem contribuir para atenuar a perda crescente de regularização do SIN.

Capa  
**O desafio da  
expansão das  
fontes renováveis  
na matriz elétrica**

7

A reflexão proposta no PEN 2016/2020 reflete a tendência mundial de emprego da geração nuclear na composição da base da matriz elétrica, como demonstram as 72 usinas nucleares em construção no mundo. Mas a realidade do setor nuclear brasileiro mostra o oposto: é preciso uma mudança radical para que essa reflexão se transforme em planejamento e em ações.

Indústria  
**INB prepara a  
segunda fase do  
enriquecimento**

11

O setor nuclear vem lutando há décadas contra a falta de planejamento e de investimento. Por não ter recursos para investir na exploração das reservas de urânio e nas outras etapas da fabricação do elemento combustível nuclear, o país corre sério risco de perder a tecnologia do ciclo do combustível nuclear, que hoje domina. A situação beira o absurdo pelo fato de o Brasil ter a quinta maior reserva de urânio do mundo, comparável em termos energéticos às reservas de petróleo do pré-sal, e hoje importa urânio para abastecer as usinas nucleares Angra 1 e Angra 2. Neste ritmo, perderemos a riqueza potencial devido à falta de uma política de Estado para o setor nuclear.

Tecnologia  
**DES-SAL: do mar  
para as torneiras**

14

Uma política de Estado deve envolver um planejamento de longo prazo, com recursos específicos e sem o limite temporal de governo. No caso do setor nuclear, entre as medidas mais urgentes estão o investimento no órgão licenciador para proporcionar condições de fiscalizar e licenciar as instalações nucleares em operação e as novas, a implantação, até 2025, do repositório definitivo dos rejeitos nucleares – sob o risco interromper a operação das usinas Angra 1 e Angra 2, a conclusão do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), o investimento no ciclo do combustível nuclear, investimento na formação de recursos humanos para repor os técnicos qualificados que estão se aposentando, a retomada da construção da usina nuclear Angra 3 e a conclusão do submarino nuclear.

Pesquisa  
**Finep libera  
recursos para  
projetos de seis  
institutos da Cnen**

18

O país vive um momento crítico no plano econômico e político, sem perspectiva de melhora a curto prazo. Mas as crises podem trazer oportunidades de reestruturação e de retomada que devem ser aproveitadas. No setor nuclear, é o caso de projetos estruturantes como o RMB e a conclusão do ciclo do combustível, visando a autossuficiência na geração nucleoeletrônica, e que demandam menos investimento que alguns estádios (ou arenas) de futebol construídos apenas para a Copa do Mundo 2014 e que se tornaram verdadeiros “elefantes brancos”, sem serventia, quando os jogos terminaram.

Recursos Humanos  
**Primeiros formados  
pela Engenharia  
Nuclear da UFRJ  
chegam ao mercado**

26

Este é mais um momento que se apresenta para rediscutir a condução do programa nuclear brasileiro e planejar a ampliação da geração nucleoeletrônica na matriz energética de forma consistente e constante.

Um tour nuclear na França

Átomos  
**Nova diretoria da  
Aben toma posse**

30

Presidente da Aben  
Olga Simbalista

Editora  
Vera Dantas

Impressão  
Gol Gráfica

Conselho Editorial  
Edson Kuramoto – Aben  
Francisco Rondinelli – Cnen  
Guilherme Camargo – Eletronuclear  
Mario Moura – INB  
Márcia Flores – Aben  
Paulo Affonso da Silva – CTMSP  
Rogério Arcuri – Eletronuclear

Colaboradores  
Bernardo Barata  
Verônica Couto

Produção Editorial  
Inventhar Comunicação

Edição de Arte  
IG+ Comunicação Integrada

Brasil Nuclear é uma publicação da  
Associação Brasileira de Energia  
Nuclear - Aben  
Av. Rio Branco, nº 53 • 17º andar  
Centro • Rio de Janeiro  
CEP 20090-004  
Tel: (21) 2266-0480 • 2203-0577  
aben@aben.com.br  
www.aben.com.br

# Por uma matriz elétrica **diversificada**

Eduardo Azevedo

O secretário de Planejamento e Desenvolvimento do Ministério de Minas e Energia, Eduardo Azevedo, define-se como um profissional, ao mesmo tempo, de Estado e de mercado. Engenheiro eletricista, com mestrado em Engenharia de Produção, ambos pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPe) e MBA em Comercialização de Energia, pela Universidade de Pernambuco, ele tem experiência na área privada em geração de energia, planejamento energético e segurança energética. Nos últimos cinco anos, esteve à frente da Secretaria Estadual de Energia de Pernambuco, com ênfase nas áreas de eficiência energética e energia renovável. Por essa experiência, uma de suas metas, no Ministério, é tornar a eficiência energética uma prática comum em todos os setores da economia. Defensor de uma participação cada vez mais relevante das fontes renováveis na matriz energética, ele diz que a estabilidade do sistema elétrico demanda a adoção de novas tecnologias, como os sistemas inteligentes de redes, a geração distribuída e a diversificação das fontes, de forma a colocar a geração mais próxima dos centros de carga e das áreas de consumo. “Se falta chuva, vamos ter vento, se falta vento, temos sol, se falta sol, temos biomassa, biogás, temos eventualmente nuclear e térmicas complementando”, diz ele, em entrevista a Vera Dantas, da **Brasil Nuclear**. Embora sem ter “um número exato”, uma vez que todo o modelo elétrico está sendo revisto, o secretário estima uma participação de 8 GW a 10 GW de geração termonuclear no horizonte de planejamento do Plano Nacional de Energia (PNE) 2050.

**Estudos técnicos do setor elétrico no Brasil e no mundo têm alertado para o risco representado pela crescente participação das fontes renováveis como eólica e solar na matriz energética. Devido ao seu caráter intermitente, com frequentes oscilações, essas fontes estariam colocando em risco a estabilidade do sistema elétrico. O senhor concorda com isso?**

Se considerarmos isoladamente, sim, a estabilidade do sistema é um problema. Mas, na prática, as fontes renováveis vão trabalhar em consórcio com as demais fontes que estão no *grid*. Nós contamos com uma estratégia de operação, o Sistema Regional de Alívio de Carga (Érac), que possibilita que se houver uma queda brusca de uma determinada fonte, outra fonte assumirá a geração, para que possa atender a carga sem variações. Normalmente, devido à sua grande capacidade de geração, as hidrelétricas têm uma atuação importante no Érac. Neste momento, no entanto, devido ao nosso regime hidrológico desfavorável, as hidrelétricas,

principalmente as do Nordeste, não têm sido capazes de atender as demandas geradas pela variação das eólicas. Por esse motivo, temos despachado térmicas para poder garantir a estabilidade da carga. Mas, em condições normais, o Brasil, diferentemente de outros países do mundo, tem uma posição muito privilegiada de usar uma fonte renovável, as hidrelétricas, para poder manter as fontes renováveis intermitentes, eólica e solar.

**Segundo alguns técnicos, as oscilações no sistema podem causar danos em alguns tipos de geradores, mais leves. O senhor concorda?**

Não é bem assim. Realmente, existe algum impacto. Mas as perturbações são minimizadas ou zeradas por um sistema de controle que os sistemas possuem. Para poderem ser conectados à rede, os geradores precisam receber um selo de controle que comprove que não irão perturbar nem serão perturbados por uma variação momentânea na rede.

Ainda não temos um número exato, mas nossa estimativa é que, ao longo do horizonte de planejamento do PNE 2050 haja em torno de 8 GW a 10 GW de geração termonuclear



**Em sua opinião, a solução para a questão da estabilidade da rede estaria na adoção de sistemas inteligentes de gestão como os *smart grids*, como defendido na conferência de abertura do encontro anual do Cigré (International Council on Large Electric Systems), realizado em agosto passado em Paris? Ou será preciso ampliar a participação da energia térmica na base do sistema elétrico como defendem especialistas?**

A solução seria ampliar a adoção dos sistemas de operação inteligentes da rede. Mas, durante algum tempo, numa época de transição entre o que nós queremos, que vai ser a operação do Erac utilizando os reservatórios das hidrelétricas com as térmicas que já existem na base, para que nesse período de transição a gente possa operar com estabilidade o sistema. O desafio tem sido operar o sistema com o mínimo impacto ambiental e econômico possível e projetar as próximas térmicas de forma que elas tenham algum sentido econômico depois que a transição ocorrer. Ou seja, que elas possam colaborar para um *backup* do sistema e não só para uma atuação momentânea para segurar o sistema.

**Nesse caso, mesmo sendo temporário, a energia nuclear teria um papel a desempenhar?**

Temporário que estou falando seria o período de transição para o sistema inteligente. Quando houver a inteligência aplicada no sistema e os reservatórios recompostos, o próprio sistema tem condição de se restabelecer com muito mais facilidade. Uma térmica nuclear, devido ao seu baixo impacto, tem uma vocação importante para retirar parte dessa carga.

**Recentemente, em entrevista ao Jornal do Commercio, de Pernambuco, o ministro Fernando Bezerra declarou que a energia nuclear tem uma participação pequena na matriz energética brasileira e que poderia ter uma relevância maior, muito mais pelo domínio da tecnologia e também pela geração. Em sua opinião, qual deveria ser essa participação?**

Todo modelo atual está sendo revisto, uma vez que foi projetado e estava sendo operado baseado em premissas que hoje não acontecem mais, que não são mais realidade. Essas premissas estão sendo reavaliadas e, a partir da validação dos contratos e da verificação de que projetos e em que condições estão gerando, vamos identificar as necessidades de cada uma fonte, inclusive a termonuclear. Ainda não temos um número exato, mas nossa estimativa é que, ao longo do horizonte de planejamento do Pano Nacional de energia (PNE) 2050, haja em torno de 8 GW a 10 GW de geração termonuclear.

**Ainda na mesma entrevista, o ministro levantou a possibilidade de haver, do ponto de vista estratégico, uma descentralização da geração nuclear, hoje concentrada**

**em Angra dos Reis. Isso significaria a construção de novas unidades em outras regiões do país? Quais?**

Devemos pensar em fontes estáveis próximas aos centros de carga. Dentro dessa metodologia, a Eletrobras, em conjunto com a Coppe e o Eletropower Research, dos EUA, fez um estudo verificando quais as principais áreas com mais vocação para receber um sítio nuclear. Mais de 40 áreas foram estudadas, sendo identificados locais na região do alto São Francisco, que inclui Minas Gerais e Bahia, e na região Nordeste, que inclui Pernambuco, que poderiam abrigar essas termonucleares.

**A Eletronuclear realizou e encaminhou para o ministério um estudo sobre a localização das novas usinas a serem construídas no país. Qual a avaliação do ministério sobre esse estudo?**

O estudo que a Eletronuclear nos enviou demonstra que existem sítios que tinham condições de receber as plantas termonucleares. Desse ponto de vista, existe a vocação técnica para receber esses empreendimentos. Escolher nesse momento é muito precipitado, porque não sabemos o horizonte em que essas usinas irão entrar. Dentro do horizonte do planejamento, vamos verificar sua real necessidade, inclusive temporal, e sua proximidade do centro de carga e das demais gerações que estarão próximas. Por isso, não podemos dizer, ainda, qual o local onde começar.

**O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) deveria ter tomado uma decisão sobre a retomada das obras da usina nuclear Angra 3, em sua 33ª reunião, realizada no último dia 14 de dezembro. A expectativa é que a construção da usina seja reiniciada em 2017. O senhor confirma esta data?**

De fato, é o CNPE que irá deliberar o próximo passo para Angra 3. Na última reunião, o MME informou aos conselheiros que estão sendo concluídos por parte da Eletrobras e do MME os estudos sobre a viabilidade da retomada das obras e alternativas, que serão apresentados no início de 2017.

**Declarações de representantes do governo dão conta de que, devido à escassez de recursos públicos, haverá uma mudança no modelo de construção e geração das próximas centrais nucleares, que será aberto à participação da iniciativa privada e de empresas estrangeiras. O senhor confirma essa tendência?**

Eu diria que não existe uma tendência, mas uma atenção especial para que possamos entender melhor essa oportunidade ou esse desafio. Na prática, trata-se de um desafio, uma vez que não temos recursos para atender essa necessidade. É uma oportunidade para que, dentro da estratégia que estamos traçando para a energia nuclear, possamos ter ou não parceiros que tenham conhecimento, tecnologia e recursos para investir no Brasil. Esta não é uma decisão sim-

ples, pois envolve segurança nacional, envolve planejamento energético, envolve planejamento ambiental. Sem falar que, em relação à participação estrangeira, nós temos uma limitação constitucional. Então, estamos primeiro avaliando se faz sentido estrategicamente, se o modelo de negócios faz sentido, e a partir daí, se vale a pena ou não brigar por uma mudança na Constituição.

### **O ministério já recebeu alguma proposta de empresas estrangeiras?**

Somos frequentemente procurados por várias empresas de diversas nacionalidades, com tecnologias comprovadas – segundo elas. Atendemos todas e usamos isso como subsídio técnico para poder entender melhor a tecnologia, para uma possível participação dessas empresas em nossa matriz. Se houver mesmo a necessidade de contar com a participação externa, vai ter uma grande procura, vai ter uma discussão muito boa.

Estamos avaliando se faz sentido estrategicamente a participação estrangeira na área nuclear e, a partir daí, se vale a pena brigar por uma mudança na Constituição

### **Anunciado há três anos, o PNE 2050 ainda não foi lançado. Há previsão de lançamento?**

O PNE é um trabalho de muitas mãos, que tem sido coordenado até então pela EPE. É um trabalho muito complexo e que exigiu a dedicação de muitas horas de alguns dos melhores profissionais do país na área do planejamento. Só que foram empregadas premissas que talvez não sejam mais válidas. Por esse motivo, todo o material que foi feito para publicação está sendo revisto. Como o ministério tem a atribuição constitucional de fazer o planejamento e elaborar políticas, trouxemos para nossa responsabilidade e vamos entregar para a EPE um caderno de encargos onde apresentamos as políticas e as premissas validadas pelos órgãos que tenham legitimidade para tratá-las. Vamos falar sobre política de transportes, sobre políticas agrárias. Baseado nessas premissas, vamos ter impactos na oferta e na demanda e, a partir daí, vamos calcular, novamente, o cenário de matrizes, para que possamos identificar o caminho a seguir para o PNE 2050. Ainda não há uma data prevista

para publicação, mas estimamos que isso deva ocorrer no começo do segundo semestre do ano que vem.

### **No PNE 2050, o que o governo espera da energia nuclear nas próximas décadas?**

Não temos ainda nenhuma previsão.

**Nos últimos tempos, observa-se que, cada vez mais, as mudanças climáticas têm impactado o sistema elétrico brasileiro na forma de anos extremamente secos, o que sobrecarrega a rede, e eventos extremos no sul do país, onde estão localizadas as grandes linhas de transmissão de Itaipu. Nesse sentido, o que está sendo pensado pelo ministério para tornar o sistema elétrico brasileiro mais robusto, face a essas mudanças?**

Estamos trabalhando para tornar o sistema elétrico mais robusto, e a forma de conseguirmos isso é tornar a operação do sistema mais eficiente. E tornar a demanda mais qualificada. Precisamos tornar a eficiência energética uma prática comum nos setores residenciais, comercial, industrial, enfim, em todos os setores da economia. Assim, poderemos gastar de forma mais consciente e sobrecarregar menos o sistema; poderemos trabalhar a geração distribuída, a geração próxima à carga e, com isso, a perder menos energia no transporte e diversificar as fontes. Com a diversificação de fontes, ficaremos menos vulneráveis às características sazonais e, principalmente, àquelas que têm impacto com a mudança climática. Então, se falta chuva, vamos ter vento, se falta vento, temos sol, se falta sol, temos biomassa, biogás, temos eventualmente nuclear e térmicas complementando... E temos, também, a operação inteligente, como falamos no começo.

**Caso sejam construídas novas usinas nucleares, será preciso um contingente de especialistas para operá-las. Estima-se que cada usina demandará cerca de 200 técnicos especializados, o que significa a necessidade de 800 desses profissionais até 2030. Ainda segundo especialistas do setor, nesse prazo, o mercado não conseguirá formar recursos humanos para suprir essa demanda. A previsão é que será necessário importar técnicos estrangeiros. Qual sua opinião sobre esse cenário, em que um setor estratégico como o nuclear terá total controle externo (capital, tecnologia e operação)?**

Quando um empreendimento de qualquer natureza começa a ser construído, antes ele precisa ser planejado. No planejamento de uma usina que demora seis, oito, dez anos, para ficar pronta, está prevista a formação de pessoal para operar. Pensando numa formação de nível superior, tem cinco, seis anos para formar esse pessoal. Se essa nova unidade vai demorar dez anos para ficar pronta, há tempo mais que suficiente para formar e capacitar pessoal. Portanto, eu não vejo isso com grande preocupação.



# O desafio da expansão das fontes renováveis na matriz elétrica

Vera Dantas

No último dia 6 de setembro, cerca de 10% da carga do sistema interligado brasileiro foi atendido pela geração eólica. “Naquele instante, aquilo representava um fator de capacidade de 78% com as eólicas”, disse o assessor da Diretoria Geral do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Marcelo Prais, em palestra na Associação Comercial do Rio de Janeiro, em outubro passado. A informação confirma a tendência de crescimento das fontes renováveis não convencionais na matriz energética brasileira, a exemplo do que vem acontecendo no mundo (ver **Energia no Mundo**). No Nordeste, a energia eólica chega a responder por 52% da carga da região, como aconteceu no dia 5 de novembro último, quando foi atingido o recorde médio diário de 5.073 MW. “Este recorde evidencia

a importância deste tipo de geração para a região Nordeste, em especial, no cenário energético atual”, afirma Marcelo Prais.

Se por um lado, o aumento da participação das fontes renováveis na matriz elétrica apresenta o aspecto positivo de ocupar lugar de fontes poluentes e emissoras de CO<sub>2</sub>, por outro, a tendência traz algumas preocupações entre operadores e especialistas do setor elétrico (ver **O Risco da Subfrequência**). O problema é que, ao contrário das fontes hidráulica e térmica (gás, carvão e nuclear), que garantem estabilidade à base do sistema por sua capacidade de geração contínua, as fontes renováveis não convencionais, como eólica e solar, têm como principais características a forte intermitência e a imprevisibilidade – no caso da fonte eólica, dependendo das



## As usinas térmicas não foram concebidas para lidar com problemas de variação de potência

Marcelo Prais

condições meteorológicas, num mesmo dia é possível ter muito ou pouco (ou até mesmo nenhum) vento.

Em sua palestra na Associação Comercial, Marcelo Prais disse ser possível visualizar claramente a questão da intermitência da geração eólica ao analisar a média diária, calculada em frações de 30 minutos, dos 31 dias no mês de julho. Ele citou o exemplo do dia 13 de julho, quando a variação entre o máximo e o mínimo chegou a 2600 MW no mesmo dia. “Quanto mais for a energia instalada mais esse fenômeno pode acontecer”, disse.

### Compensação térmica

A instabilidade das fontes renováveis não convencionais pode afetar o desempenho das redes de transmissão, o que exige dos operadores iniciativas para cobrir a intermitência. Hoje, essa cobertura é feita na região Nordeste com base na geração térmica e no intercâmbio, onde uma parte da linha de transmissão fica reservada para fazer a gestão dessa intermitência.

Mas o uso não convencional da geração térmica traz um problema adicional. As usinas térmicas foram contratadas inicialmente para fazerem a complementação da base hidráulica e não para fazer face à variação da carga das fontes eólica e solar. Isso significa que foram concebidas para períodos de despacho mais longos, para lidar com problemas energéticos e não com problemas de variação de potência, que acontecem ao longo de um dia. “Quase que a totalidade das térmicas que estão no Nordeste não são as mais adequadas para prestar esse serviço e nem são remuneradas para tal”, adverte Marcelo Prais. “Essas usinas não foram projetadas para ligar e desligar, fazer tomada de carga e desligar em frações horárias do dia; elas foram feitas para, uma vez despachadas, ficarem despachadas. Há variações de geração de eólica ao longo de um dia que são muito significativas. Isso viola as condições para as quais elas foram contratadas”, explica o assessor do ONS.

### Mudança no perfil

O uso das usinas térmicas e do intercâmbio para fazer o controle da variação da geração reflete uma evolução na operação do Sistema Integrado Nacional (SIN), provocada, por sua vez, pela mudança no perfil da matriz elétrica brasileira, baseado no aproveitamento de recursos hídricos, através da construção de hidrelétricas com grandes reservatórios. Devido às restrições ambientais, as novas hidrelétricas são do tipo fio d’água, ou seja, não contam com reservatórios que permitam acumular água da época de chuvas para utilização nos períodos mais secos. “Desde 1998, quando se construiu Serra da Mesa, não foram feitas mais usinas com reservatórios. Isso significa que uma usina como Belo Monte é praticamente desligada no período seco. Há, portanto, uma relação de quase 11 para um entre a energia produzida no período úmido e no período seco”, explica Marcelo Prais.

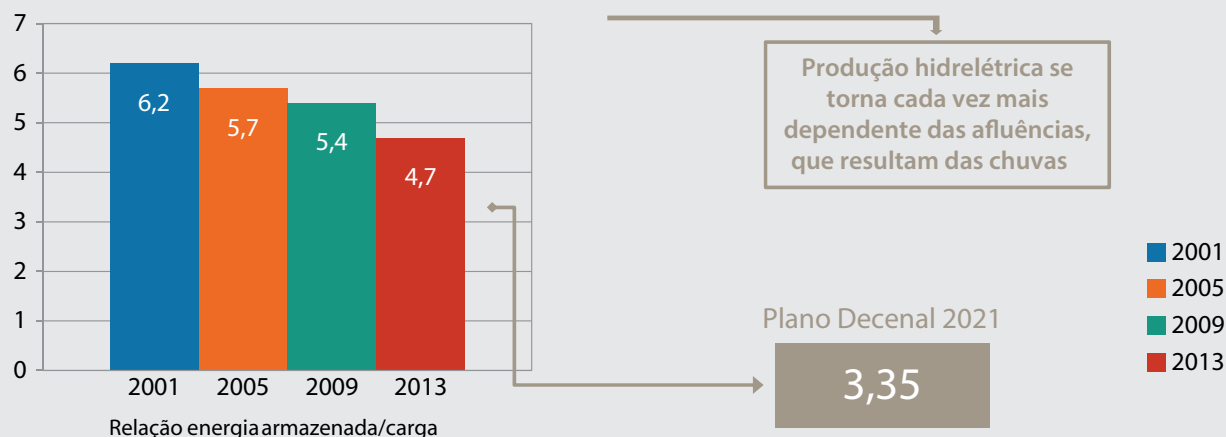
De acordo com o Plano de Operação Energética (PEN) 2016/2020, “um exemplo claro da constatação da perda de regularização do Sistema Integrado Nacional é a situação hidroenergética vivenciada nos anos de 2014 e 2015, quando as condições climáticas nas estações chuvosas 2013/2014 e 2014/2015 imputaram condições hidroenergéticas desfavoráveis que impediram a retomada dos estoques armazenados nos principais reservatórios dos subsistemas Sudeste/Centro-Oeste e Nordeste nas estações chuvosas, apesar da plena utilização do parque térmico, o que levou a níveis iniciais de armazenamentos do PEN 2014 e do PEN 2015 bastante inferiores aos normalmente utilizados em edições anteriores do Plano da Operação Energética”.

Essa situação tende a se tornar mais complexa. Segundo as projeções do PEN para o período 2015/2020, embora continue como a principal fonte de geração de energia, a hidroeletricidade sofrerá uma redução nos próximos cinco anos, passando de 72,7% para 66,8%. Já a geração eólica passará de 5% da matriz de energia elétrica para 10,1% ao final de 2020. “Mas o crescimento da fonte hidráulica nos próximos cinco anos está concentrado em Belo Monte, Santo Antônio, Jirau e Teles Pires. São 17 mil MW em usinas sem capacidade de acumulação. Há, portanto, uma combinação de usinas a fio d’água com fontes intermitentes, o que aumenta a complexidade de operação do sistema”, adverte Marcelo Prais.

Marcelo Prais não vê problemas em relação à segurança do atendimento, devido à recessão, que atrasou em cerca de dois anos a previsão de crescimento do consumo de energia do país. “A carga de energia que tem se verificado ao longo de 2016 se esperava que fosse 2014. Quando se olha para a frente, 2018 é a carga que há dois anos atrás a gente esperava para 2016. Isso tem impacto muito grande. Temos uma sobra de energia no sistema que nos dá certa tranquilidade até 2020. O que não significa que o custo do atendimento vá ser baixo. A gente tem energia suficiente para atender a demanda”, diz ele.

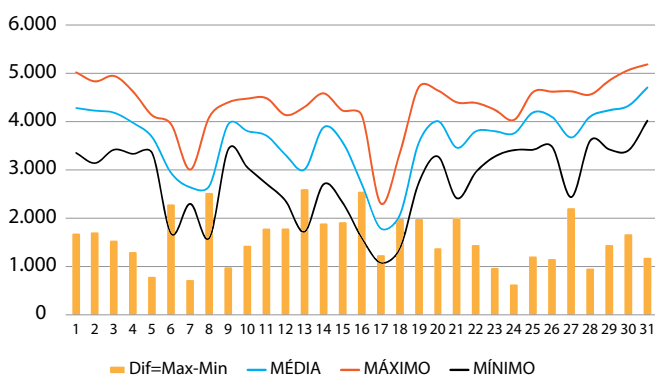


## Redução gradativa da regularização plurianual

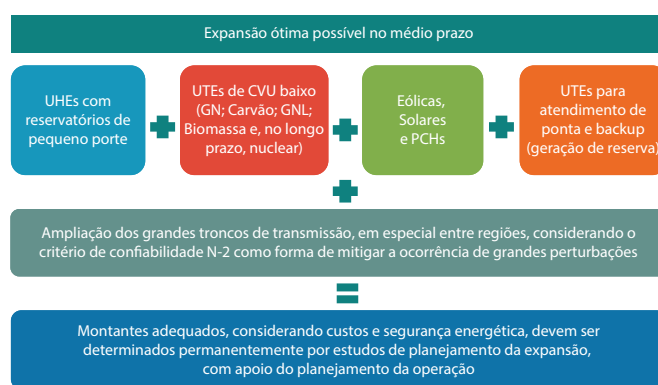


## Geração Eólica Nordeste - Julho/2016

Média diária e valores máximos e mínimos em 30 min



## O Futuro do SIN com a Nova Matriz Elétrica



Fonte: Perspectivas para o setor elétrico - a visão do operador

## ENERGIA NO MUNDO

A exemplo do que acontece no mundo, a participação das fontes renováveis também cresce na matriz energética brasileira. De acordo com dados do Ministério de Minas e Energia, em 2015 as fontes renováveis no Brasil totalizaram participação de 41,2% na matriz energética, indicador quase três vezes superior ao indicador mundial, de apenas 13,8%. O país também se destaca na matriz de geração elétrica com 74% de renováveis, enquanto o mundo detém 23,8%. Os dados constam no boletim "Energia no Mundo 2014-2015", divulgado anualmente pela Secretária de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia (MME).

Em 2015, a demanda mundial de energia atingiu o montante de 13.777 Mtep (tonelada equivalente de petróleo), das quais, 81,4% de combustíveis fósseis, valor 46 vezes maior que a demanda brasileira de energia, esta com apenas 57,5% de

fontes fósseis. Entre as fontes consumidas no mundo, o petróleo representou 31,4%; o carvão mineral (28,1%); gás natural (21,6%); energia nuclear (4,9%); energia hidráulica (2,6%) e outras fontes não especificadas (11,4%).

Das fontes utilizadas para geração de energia elétrica, 39,1% foram de carvão mineral, 22,3% de gás, 3,9% de óleo, 10,6% de urânio, 17,1% de hidráulica e 7% de outras não especificadas. As fontes renováveis somaram 23,8%, dos quais, 3,5 pontos percentuais de eólica e 1 de solar.

O boletim "Energia no Mundo" apresenta gráficos e dados sobre as matrizes energética e elétrica de 89 países. O documento também traz indicadores sobre a produção e o consumo de energia nesses países e suas relações com o PIB, população e emissões de CO<sub>2</sub>.

Fonte: Assessoria de Comunicação Social do Ministério de Minas e Energia

De acordo com o PEN 2016, a expressiva expansão da geração eólica para os próximos cinco anos exige ações operativas mitigadoras dos potenciais impactos sistêmicos e locais da forte intermitência, intrínseca dessa nova fonte na Matriz de Energia Elétrica, além de sua baixa previsibilidade.

Todos esses aspectos conduzem a mudanças na definição das estratégias de operação do sistema, com custos de operação mais elevados em decorrência do significativo despacho térmico. Portanto, tornam-se necessárias algumas reflexões sobre os atributos da Matriz de Energia Elétrica desejada para o futuro, sendo que, neste contexto, as seguintes reflexões devem ser consideradas para a definição das diretrizes gerais quanto à expansão do SIN:

- Inclusão, na medida do possível, de novos reservatórios de regularização, que serão importantes para mitigar as intermitências de geração das fontes não convencionais, como as usinas eólicas e, proximamente, as usinas solares, bem como restaurar a capacidade do SIN de suportar períodos hidrológicos desfavoráveis;
- O aumento da participação de fontes térmicas convencionais (carvão mineral e gás natural) no médio prazo, para a complementação da geração

hidroelétrica com sinal locacional pré-definido; e

- A viabilidade da expansão do parque nuclear no longo prazo, visto que são usinas tipicamente de base e podem contribuir para atenuar a perda crescente de regularização do SIN.

O documento recomenda a exigência de requisitos mínimos operativos no uso de fontes renováveis não convencionais intermitentes (eólicas e solares), para não comprometer a segurança operativa do SIN na ocorrência de grandes perturbações sistêmicas e/ou locais.

## O risco da operação em subfrequência

A preocupação em como operar os sistemas elétricos tendo em vista a crescente inserção das fontes renováveis não convencionais foi um dos temas presentes durante o encontro realizado em Paris, em agosto passado, pelo Cigré (International Council on Large Electric Systems), entidade que reúne empresas geradoras e operadoras de diversos países.

De acordo com o engenheiro eletricitista da Assessoria de Comercialização da Eletronuclear, Eduardo da Silva Filho, uma das questões observadas foi o aumento da ocorrência de frequências abaixo da nominal na rede (subfrequência), especialmente pelo comportamento das fontes renováveis quando expostas a condições de instabilidade na rede. “Estamos lidando com situações que antes não eram tão recorrentes”, afirma ele, explicando que, de acordo com a norma IEEE, da década de 1980, a subfrequência é apresentada como um evento “cuja ocorrência era de baixa probabilidade”.

Devido a essa mudança de cenário, operadores de diversos países estão adotando novas exigências para os seus agentes, de modo que estes possam enfrentar esses eventos, evitando, assim, um colapso no sistema. “A NERC (North American Electric Reliability Corporation), entidade que estabelece os procedimentos de rede para os EUA, está sendo muito categórica com a questão da frequência e vem adotando novos requisitos, para que os geradores possam contribuir ainda mais para a estabilidade do sistema”, diz Eduardo.

“Num evento de subfrequência, é de extrema importância que os relés de proteção estejam bem ajustados e coordenados, evitando assim uma operação fora do previsto. Caso contrário, o sistema como um todo pode entrar em colapso, por exemplo, podendo ocorrer a saída de várias usinas, por conta de uma operação fora do previsto”, afirma Eduardo. Segundo ele, quando ocorrem eventos de subfrequência, há uma faixa de operação que deve ser evitada, pelo risco



Eduardo Silva Filho: situações de subfrequência não eram tão recorrentes

de danos às turbinas, especialmente as que possuem projetos mais antigos e, que, portanto, podem vir a operar em condições para as quais não foram projetadas. “O gerador tem o compromisso de gerar todo o tempo que estiver despachado, entretanto, ele também precisa preservar seu ativo”, diz.

O engenheiro ressalta que, ao longo do ano de 2016 ocorreram eventos onde a frequência esteve abaixo da nominal. “Durante esses eventos, as usinas Angra 1 e Angra 2 permaneceram conectadas na rede, ajudando a garantir a estabilidade do sistema”, conclui.



# INB prepara a segunda fase do enriquecimento

Início será em 2019, com prazo previsto de oito anos de duração

A Indústrias Nucleares do Brasil (INB) já está preparando a entrada na segunda fase do enriquecimento isotópico de urânio, prevista para 2019. A empresa espera encerrar até essa data a primeira fase do projeto de enriquecimento, atualmente em curso, quando serão atendidas 100% das necessidades de urânio enriquecido da usina nuclear Angra 1. Na segunda fase, que deverá ter oito anos de duração, o objetivo é atender também as necessidades das usinas Angra 2 e Angra 3 e, ainda, contar com uma produção adicional para exportação.

Atualmente, a usina de enriquecimento da INB, localizada no município de Resende (RJ), conta com uma planta de demonstração com seis cascatas de ultracentrífugas em operação, cuja produção permite atender cerca de 40% das necessidades da usina Angra 1. Até o fim da primeira fase, serão adicionadas mais quatro cascatas. Já na segunda fase, haverá o acréscimo de mais 11 módulos, que deverão ser instalados em 2022. Com isso, a produção de urânio enriquecido, hoje ainda em fase de demonstração, deverá ganhar escala industrial.

O Brasil já domina a tecnologia de enriquecimento de urânio, que foi desenvolvida pelo Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), em parceria com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen). No entanto, a atividade demanda um processo constante de desenvolvimento tecnológico, como explica o presidente da INB, João Carlos Derzi Tupinambá. “Todo projeto de enriquecimento, seja de que nacionalidade for, está sempre evoluindo. Os equipamentos empregados são cada vez melhores, mais eficientes e econômicos. A Rússia está na 9ª geração de máquinas de enriquecimento. A China, que começou o seu projeto importando tecnologia da Rússia, conseguiu evoluir e tem, hoje, máquinas muito superiores às iniciais”, diz.

O início da segunda fase do enriquecimento foi projetado para 2019, tempo necessário para uma esperada recuperação do país. Se fosse agora, a situação seria muito difícil

João Carlos Derzi Tupinambá



Samuel Tosta

Para garantir a viabilização da segunda fase do enriquecimento, a INB precisa investir cerca de US\$ 600 milhões. Segundo a empresa, o investimento vai gerar uma economia anual de divisas de US\$ 51 milhões, com o fim do serviço de enriquecimento no exterior. Os recursos virão do Tesouro Nacional, uma vez que a empresa é vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC). Mas, em função dos cortes e restrições atuais no orçamento governamental, o início da segunda fase foi projetado para 2019, tempo necessário para uma esperada recuperação econômica do país. “Se fosse agora, a situação seria muito difícil”, reconhece Tupinambá.

Para não depender exclusivamente do Tesouro, a INB busca alternativas de obtenção de recursos. Uma delas é a realização de uma nova parceria para ampliar a exploração de urânio, a exemplo da realizada na associação com o Grupo Galvani, do setor de fertilizantes, para a exploração de urânio e fosfato da jazida de Itataia, em Santa Quitéria (CE). Nesse sentido, a empresa encomendou à Fundação Getúlio Vargas a modelagem econômica para a futura parceria, que tanto pode ser com uma empresa nacional como estrangeira.

Na busca de recursos, uma comitiva da empresa visitou a China em dezembro, a convite da China National Nuclear Corporation (CNNC). “Inicialmente, vamos assinar uma carta de intenção para cooperação técnica na área do ciclo do combustível, mas já estamos conversando também sobre a possibilidade de parceria na área de produção de urânio”, informou, em entrevista antes da viagem, o presidente da INB. A CNNC é uma empresa que atua em todos os segmentos da produção nuclear, operando reatores próprios e no desenvolvimento do ciclo do combustível. “A China tem um amplo programa de desenvolvimento na área nuclear e, para garantir o seu sucesso, adotou uma estratégia de parcerias internacionais”, afirma Tupinambá.

## Mineração

Em agosto de 2017 está prevista a retomada das atividades de mineração da INB no município baiano de Caetité, interrompidas há dois anos. A empresa vai começar a explorar a Anomalia 9 da Mina do Engenho, a céu aberto, e a previsão inicial é uma produção de 165 toneladas de concentrado de urânio já no ano que vem.

O projeto de mineração em Caetité começou no ano 2000 com a exploração da Mina da Cachoeira a céu aberto. Após 15 anos, os recursos a céu aberto se esgotaram e a empresa iniciou um projeto para a exploração subterrânea da Mina. O processo de licenciamento já foi iniciado junto à Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) e a previsão é que a lavra subterrânea tenha início em 2020/2021. Juntas, as duas unidades de Caetité devem fornecer 800 toneladas de concentrado de urânio por ano em 2022,



Arquivo INB

O Brasil ocupa a quinta posição no ranking mundial de reserva de urânio, com 309 mil toneladas, representado 5,3% do total no planeta. Entre os cinco países com maior reserva estão Austrália (28,7%), Cazaquistão (11,2), Canadá e Rússia (8,3% cada).

Fonte: Boletim de Energia Nuclear Brasil e Mundo 2016, Ministério de Minas e Energia (MME).

quando as obras de ambas estiverem prontas. No total, o investimento será de R\$ 571 milhões.

Em Santa Quitéria, no Ceará, a jazida de Itataia está em fase de licenciamento e deve começar a operar em 2021. A produção de urânio prevista para o primeiro ano é de 700 toneladas de concentrado de urânio; para o segundo ano, 1.200 toneladas e, no terceiro, 1.600 toneladas. Ao mesmo tempo, a INB já iniciou a pesquisa de uma nova rota tecnológica para extração do tório, também encontrado na região. A pesquisa será realizada em parceria com o Instituto de Engenharia Nuclear (IEN).

### Exportação

A INB forneceu quatro toneladas de urânio enriquecido para a empresa estatal argentina Combustibles Nucleares Argentinos (Conuar). O contrato foi no valor de US\$ 4,5 milhões. Embora seja um volume pequeno, o contrato é considerado representativo pelo presidente da INB, por causa das oportunidades que pode gerar. “Não só consolida a presença da INB, mas a nossa capacidade tec-

nológica e nossa presença no cenário internacional do enriquecimento de urânio para fins pacíficos”, disse.

De acordo com Tupinambá, a INB tem como objetivo se tornar fornecedora regular da Argentina. No entanto, para que isso aconteça, é preciso remover as barreiras burocráticas, que dificultam o processo de exportação e geram insegurança no parceiro importador. “Foram necessários cerca de nove meses, entre os diversos trâmites burocráticos. Como era para um reator de pesquisa, esse prazo não impactou a compra. Mas, caso viermos a fornecer para Atucha 1 ou Atucha 2, que são usinas comerciais, essa demora não poderá acontecer. A entrega precisa ser no prazo certo”, afirma o presidente da INB. Embora ressaltando ser compreensível que a legislação nuclear tenha sido elaborada nos anos 1970, “quando o mundo era outro, geopoliticamente”, ele diz ser preciso que ela seja atualizada. “Se o Brasil quer formar *players* internacionais, é preciso ter normativa que facilite essa operação. Dentro do escopo do novo Programa Nuclear Brasileiro, precisamos tratar essas questões para dar agilidade para todos que estão nessa atividade. Precisamos obter mais fluidez nos processos para que possamos atuar no mercado internacional com mais tranquilidade e confiabilidade”, afirma.

A INB forneceu quatro toneladas de urânio enriquecido para a empresa estatal argentina Combustibles Argentinos

# DES-SAL: do mar para as torneiras

Cnen, Marinha e universidades lançam projeto de dessalinização nuclear para a segurança hídrica, energética e alimentar



Vera Dantas

Uma das principais estratégias adotadas mundialmente para enfrentar a falta de água potável é a utilização do processo de dessalinização de água, já aplicado em 150 países. Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Kuwait, Catar, Barein e Omã obtêm cerca de 90% de sua água potável através do processo de dessalinização, sendo esses países os que produzem 45% de toda a água dessalinizada no mundo. Embora a maior parte das plantas existentes empregue como fontes primárias de energia a eletricidade ou combustíveis fósseis convencionais, cresce o uso da energia nuclear em projetos de dessalinização. “A dessalinização nuclear já é uma realidade em várias partes do mundo. O processo já é adotado em países como Canadá, Rússia, Paquistão e Argentina”, afirma o assessor da presidência da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), Auro Pontedeiro.

Essa deverá ser, em breve, a realidade brasileira. Uma parceria foi formada entre a Cnen, o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro para o desenvolvimento de um projeto nacional em dessalinização nuclear, o DES-SAL Nuclear. O Termo de Referência do projeto foi aprovado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), do Mi-

nistério de Ciência, Tecnologia Inovações e Comunicações. Segundo Auro Pontedeiro, outras universidades serão agregadas ao projeto, como a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade Federal de Pernambuco (UFPe), que estão mais avançadas no processo.

## O projeto

O projeto DES-SAL Nuclear tem um tempo de duração de seis anos, divididos em três etapas de dois anos. A primeira etapa tem como objetivos principais a elaboração dos projetos conceituais do reator nuclear de pequeno porte geração GIII+ e de uma usina de dessalinização. A instalação terá duplo propósito, a produção de energia



Douglas Troufa Salles

O DES-SAL é um projeto de arraste tecnológico. Esperamos que esse projeto revitalize as áreas de concepção de reatores em todos os nossos institutos e nas universidades, que estavam se extinguindo

Auro Pontedeiro

e de água potável. Nesse período inicial, está prevista a implantação de um laboratório de dessalinização no Instituto de Engenharia Nuclear (IEN). Na segunda etapa, serão realizados experimentos para a validação dos aspectos inovadores do projeto e o desenvolvimento do projeto básico. A equipe espera chegar na última etapa com um projeto detalhado, necessário para seu licenciamento junto ao órgão regulador. Para este fim, também será feita a análise de segurança da instalação. O financiamento solicitado à Finep, no valor de R\$ 6,3 milhões, cobrirá os dois primeiros anos do projeto.

O laboratório de dessalinização a ser implantado no IEN será utilizado para o estudo da tecnologia associada à Destilação por Membranas (DM), que tem se revelado muito promissora, segundo Auro Pontedeiro. Além disso, a unidade piloto permitirá avaliar a eficiência energética e a adequação desse processo ao acoplamento com o reator nuclear. Segundo ele, resultados de outro projeto de dessalinização por membrana utilizando energia solar, desenvolvido pela Coppe, serão utilizados para a otimização do processo em uma escala maior.

Em princípio, o primeiro protótipo do DES-SAL Nuclear será implantado no Nordeste, uma área com grande potencial para instalações desta natureza. “Quando se pensa em água, se pensa no Nordeste. Por isso, quando começamos o projeto, nosso alvo inicial foram regiões carentes de água tanto no interior como perto do litoral, onde há uma grande quantidade de poços artesianos”, informa Pontedeiro. A operação ficará a cargo do Centro Regional de Pesquisas Nucleares do Nordeste (CRCN-NE), instituto de pesquisas da Cnen com sede em Recife. O local será definido a partir de estudos preliminares já realizados pela Eletronuclear identificando regiões potencialmente aptas a receber uma planta de energia e dessalinização.

Os benefícios previstos podem ser multiplicados com a adoção de medidas sugeridas pelo grupo de trabalho que estruturou a proposta, como a criação, em torno do empreendimento, de um parque agroindustrial abastecido pela eletricidade gerada e do desenvolvimento de atividades agrárias irrigadas com excedentes de água da região, contando com a garantia de abastecimento da população e de determinados processos com a água dessalinizada produzida.

### Histórico de sucesso

A parceria entre a Marinha do Brasil e a Cnen – que tem antecedentes históricos de sucesso, como o domínio do processo de enriquecimento de urânio – prevê o desenvolvimento do projeto conceitual de um reator de pequeno porte da geração GIII+ tendo como ponto de partida o reator Labgene, desenvolvido para o projeto do submarino nuclear. “A ideia é transformar o Labgene, que é um reator de geração GII, em um reator de geração GIII+, com os novos requisitos de segurança exigidos pelos órgãos reguladores

### REATORES DE POTÊNCIA DE PEQUENO E MÉDIO PORTE:

- Projeto mais simples e mais robusto
- Menos sujeitos a problemas operacionais
- Menor risco de acidentes com derretimento do núcleo
- Maior independência da ação do operador
- Maior disponibilidade e vida operacional de 60 anos
- Processo de licenciamento mais ágil
- Utilização de nossa experiência prévia de projeto e de operação
- Incorporação das lições de Fukushima

### VANTAGENS DO DESENVOLVIMENTO:

- Tecnologia própria, podendo evoluir para reatores de grande porte
- Desenvolvimento de cadeia de suprimento
- Serialização e modularização
- Tempos menores de construção e menores custos de capital
- Atendimento de mercados menores
- Menos sujeitos a instabilidades econômicas
- Aprendizado
- Formação de pessoal

após o acidente de Fukushima”, explica Pontedeiro. “Os sistemas de segurança dos reatores da geração GII são ditos ativos, pois dependem de operação elétrica ou mecânica, enquanto que nos projetos da geração GIII+, os principais sistemas de segurança são ditos passivos e inerentemente seguros, pois são acionados utilizando a força da gravidade

O primeiro protótipo do DES-SAL será implantado no Nordeste, uma área com grande potencial para instalações dessa natureza

e circulação natural do fluido refrigerante, independentemente da disponibilidade de energia elétrica”, completa.

Por essas características, segundo ele, o DES-SAL é um projeto de arraste tecnológico. “Esperamos que esse projeto revitalize as áreas de concepção de reatores em todos os nossos institutos e nas universidades, que estavam se extinguindo, com o pessoal se aposentando e sem ter um projeto de continuidade”, declara.

Além dos recursos da Finep para a fase inicial do projeto, o grupo pretende formar parcerias com outras instituições nacionais e internacionais. Em novembro, o gerente-geral técnico do DES-SAL Nuclear, Paulo Berquó, do IEN, apresentou o projeto ao grupo de pesquisa em dessalinização da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). O grupo foi criado em 1998 e é formado por institutos de diversos países, que compartilham as últimas pesquisas e desenvolvimentos em dessalinização nuclear.

### Pequeno porte

Uma das características comuns dos projetos de dessalinização é a utilização de reatores nucleares de pequeno (75 MW) e médio porte (entre 200 MW e 300 MW). Entre suas vantagens, segundo Auro Pontedeiro, destacam-se: projeto mais simples e robusto, menos sujeitos a problemas operacionais, menor risco de acidentes com derretimento do núcleo, maior independência da ação do operador, processo de licenciamento mais ágil e utilização de nossa experiência prévia de projeto e de operação. Grande parte dos componentes e sistemas de uma usina pode ser manufaturada em locais controlados e, posteriormente, transportados para o sítio escolhido para a usina, minimizando a necessidade de grandes canteiros de obras e de pessoal especializado local. Além disso, “reatores de menor porte podem ser construídos em períodos menores de tempo, minimizando os prejuízos oriundos de instabilidades ou descontinuidades econômicas ou políticas”, diz.

Ele destaca também o aspecto econômico, principalmente quando há produção em escala. “É possível utilizar clusters de vários reatores pequenos, que vão sendo adicionados. Com isso, o tempo de execução é bastante reduzido e o custo também começa a ser amortizado já com a operação da primeira unidade”, explica. “Muitos países estão planejando adotar clusters de reatores pequenos para a produção de energia. Esta é uma tendência mundial”, afirma.

## SEGURANÇA HÍDRICA

A escassez de água é uma das grandes preocupações mundiais, junto com a preservação do meio ambiente, o combate à fome e à mortalidade infantil. Mas falar de escassez em um planeta que tem 70% de sua superfície coberta por água poderia parecer um contrassenso não fosse o fato da maior parte desse volume (97,5%) estar nos mares e oceanos, ou seja, ser água salgada, imprópria para o consumo humano e para a produção humana. Além disso, os 2,5% restantes de água doce também não estão inteiramente disponíveis para o uso, uma vez que a maior parte (68,9%) se encontra nas calotas polares e geleiras, 29,9% constituem as águas subterrâneas e 0,9% são relativas à umidade dos solos e pântanos. A água dos rios e lagos representa apenas 0,3% do total de água doce do planeta. Mesmo pequena, essa parcela seria mais que suficiente para atender à demanda da população terrestre se ela estivesse distribuída de forma homogênea por todas as regiões. Mas isso não acontece. Somente 23 países detêm dois terços das reservas de água potável. Com o crescimento populacional, agravado pela poluição e o desmatamento, a crise de escassez de água tende a se agravar, afetando principalmente os países em desenvolvimento.

Neste cenário, existe uma grande preocupação em garantir a segurança hídrica. Segundo a Declaração Ministerial do 2º Fórum Mundial da Água 2000, ratificado na Conferência das Nações Uni-



das sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), em 2012, segurança hídrica consiste em “garantir que ecossistemas de água doce, costeira e outros sejam protegidos e melhorados, possibilitando que cada pessoa tenha acesso à água potável suficiente a um custo acessível para levar uma vida saudável e produtiva, e que a população vulnerável seja protegida contra os riscos relacionados à escassez de água”<sup>1</sup>

A água doce é utilizada em várias atividades como agricultura, indústria e no uso doméstico. No setor agrícola, a água doce é indispensável para a irrigação. A geração de energia elétrica requer água doce como água de processo e como água de resfriamento e aquecimento. No setor de mineração – que, no Brasil, respondeu por cerca de 18% da balança comercial em 2015 –, a água doce é indispensável para a extração dos metais dos minérios.

<sup>1</sup> Conference on Sustainable Development, Planet under Pressure, March 26-29, London.

Dada a crise hídrica que o país enfrenta, não apenas na região nordeste, mas abrangendo outros estados, o processo de dessalinização se torna uma alternativa bastante promissora para reverter a escassez de água. O método de dessalinização não se restringe à água do mar e pode ser aplicado também no reaproveitamento de água de esgoto, que é tratado, depurado do sal e de outros minerais e elementos indesejáveis.

A demanda pelo processo de dessalinização cresce a uma taxa de 15% ao ano. Existem 20 mil usinas de dessalinização no mundo, fornecendo água potável a 300 milhões de pessoas. No Brasil existe apenas uma usina de dessalinização, em Fernando de Noronha, que produz 650 metros cúbicos de água por dia. Isso equivale a 0,1% da produção da maior usina do mundo, em Abu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos. Toda a água dessalinizada em Noronha é consumida pela população do arquipélago.

### DESSALINIZAÇÃO:

- No mundo:
  - › 97,5% da água é salgada
  - › 2,5% da água é doce (76,4% geleiras e lençóis glaciais, 22,8% lençóis subterrâneos, 0,8% água de superfície)
  - › Acesso do homem a apenas 1,0% da água
- Água é um recurso renovável, porém finito
- Crises hídricas no país e no mundo (crescimento do consumo mundial de água é o dobro do crescimento demográfico)
- Poluição, contaminação e desperdício
- Má distribuição, sazonalidade e variabilidade

### RECURSOS HÍDRICOS:

- Produção e exportação de alimentos
  - › 25% do PIB, em 2015
- Mineração
  - › 18% da balança comercial, em 2015
- Crises hídricas (geração elétrica, irrigação e abastecimento humano e dessedentação animal)
- Poluição, contaminação e desperdício (esgotos e uso do solo)
- Má distribuição (Bacias Amazônica + Tocantins – 85% da disponibilidade hídrica e 10% da população), sazonalidade (BR – outubro a abril – período chuvoso) e variabilidade climática (Pacífico e Atlântico)

# Finep libera recursos para projetos de seis institutos da Cnen

Bernardo Mendes Barata e Vera Dantas

Em meio à crise econômica que o Brasil atravessou em 2016, uma boa notícia para o setor de ciência e tecnologia surgiu no fim de agosto, quando saiu o resultado final de um edital da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) destinado a liberar mais de R\$ 190 milhões para 21 institutos de pesquisa vinculados ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

Esses recursos, não reembolsáveis, são do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e devem ser liberados durante cinco anos. Seis instituições vinculadas à Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) foram contempladas no edital: Centro de Desenvolvimento

de Tecnologia Nuclear (CDTN), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), Centro de Pesquisas Nucleares para o Nordeste (CRCN-NE), Centro Regional de Pesquisas Nucleares do Centro Oeste (CRCN-CO), Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) e Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD).

Os recursos serão destinados a ampliar as atividades multiusuárias dos institutos e o desenvolvimento de projetos inovadores e que atendem às demandas de diversas áreas da sociedade, como é o caso de uma unidade móvel com um acelerador de feixe de elétrons voltada para aplicações como o tratamento e reciclagem de efluentes industriais, que está sendo desenvolvida pelo Ipen. Existem apenas cinco unidades semelhantes em operação no mundo. Outro projeto inovador é o da implantação, pelo CRCN-NE, do primeiro laboratório do Nordeste dedicado à obtenção de imagens moleculares em cobaias por meio da tecnologia PET-CT.

## CDTN

Dos institutos vinculados à Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), o CDTN é o que vai receber a maior parcela de recursos do edital da Finep, com um montante de R\$ 15,7 milhões. Os recursos serão aplicados na modernização de vários laboratórios multiusuários voltados para pesquisa nas áreas de saúde, meio ambiente, nanotecnologia, radiações e proteção radiológica. O projeto, que chegou à casa dos R\$ 20 milhões, objetiva garantir a manutenção destes laboratórios pelos próximos cinco anos, tanto adquirindo novos equipamentos e sistemas acessórios para modernizar a competência técnica, como contratando pessoal especializado e bolsistas para operá-los. Está previsto o envolvimento de 43 pesquisadores e 15 pessoas de apoio técnico do CDTN, além da contratação de três profissionais e sete bolsistas.

“O projeto vem em boa hora. Uma ótima notícia nesse cenário de restrições orçamentárias”, avalia o diretor do CDTN, Waldemar Macedo. Ele reforça que, para alguns laboratórios, os recursos são vitais. “O Laboratório de Radiação Gama tem uma fonte de cobalto-60 que precisa ser renovada a cada cinco anos e custa cerca de R\$ 3,5 milhões. Não tínhamos a menor possibilidade de fazer isso. Esse projeto vai dar uma sobrevida a esse laboratório, que vai ter sua capacidade produtiva restaurada”, afirma.

O laboratório é utilizado em várias aplicações, como no tratamento de sangue e hemoderivados. Além da nova fonte



Fotos: Arquivo CDTN





Macedo: projeto vai dar sobrevida ao Laboratório

de cobalto-60 para o Laboratório de Radiação Gama, serão adquiridos monitores de radiação diversos para a proteção radiológica, de forma a aumentar a capacidade de atendimento às demandas internas e externas ao CDTN e sistemas acessórios para aumentar a capacidade de dosimetria interna e para modernização da metodologia de avaliação da qualidade de imagem em mamografia. Outros equipamentos e sistemas, além de capacitação de pessoas permitirão a consolidação das técnicas nucleares aplicadas ao meio ambiente e a modernização e fortalecimento dos laboratórios de nanotecnologia e materiais avançados, de integridade estrutural e de caracterização de minerais.

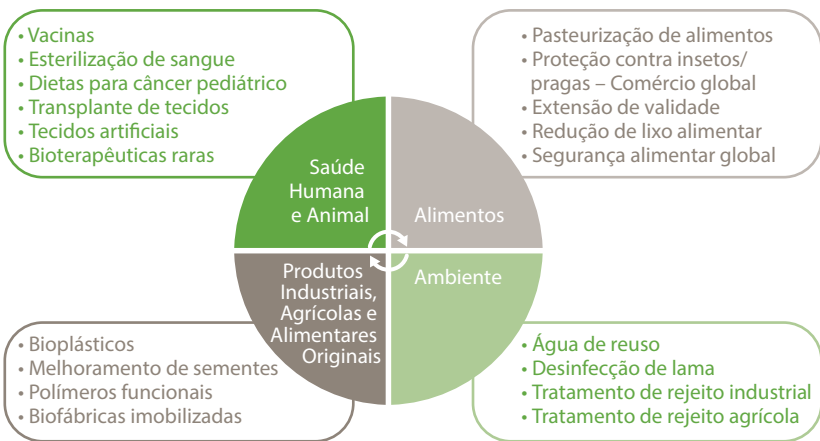
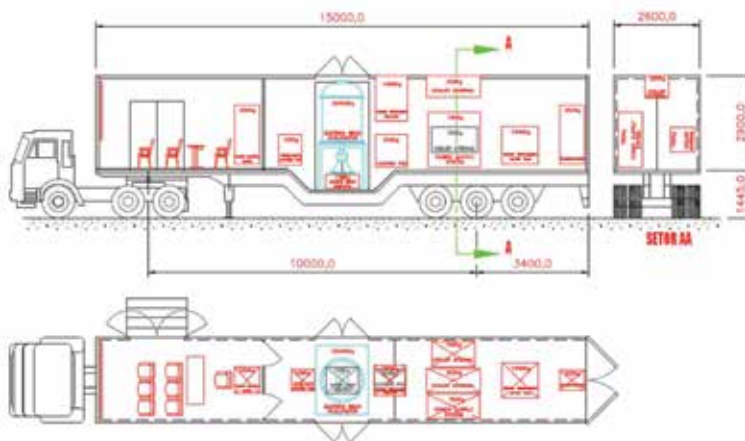
Sediado em Minas Gerais, o CDTN é uma instituição multidisciplinar com quatro grandes áreas de competência (Materiais e Minerais, Saúde, Meio Ambiente e Tecnologia de Reatores), que mantém um programa de pós-graduação abrangente, com 130 alunos ativos.

## Ipen

O Ipen foi contemplado com o total de R\$ 13,5 milhões no edital da Finep, que serão destinados à aquisição e à manutenção de equipamentos e contratação de pessoal para fortalecimento e operacionalização de seus laboratórios multiusuários. O Ipen já possui quatro Laboratórios de Equipamentos Multiusuários (LEM) de Pesquisa e outros dois em estruturação, que proporcionam acesso garantido para pesquisadores entre os centros de pesquisa e de outras instituições.

Um dos principais subprojetos aprovados pelo edital, no valor de R\$ 2,38 milhões, destina-se ao projeto, desenvolvimento e construção de um acelerador de elétrons móvel com energia de 700keV para ser utilizado no tratamento de resíduos líquidos (degradação de compostos orgânicos e redução de carga microbiana), sólidos (redução de carga microbiana em lodo proveniente de ETE) e gasosos (tratamento de gases de combustão provenientes de termoeletricas a carvão mineral ou óleo). Segundo o diretor da Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino (DPDE) do Ipen, Marcelo Linardi, o objetivo do projeto é levar a tecnologia do uso da radiação ionizante, por meio da unidade móvel, para desenvolvimentos, testes e uso específico industrial. "A unidade serve também para demonstrar a viabilidade técnico-econômica, possibilitando à empresa a instalação de um acelerador de elétrons *in house*, integrado à produção. Esta técnica é altamente competitiva às tecnologias convencionais do mercado, mas carece de desenvolvimento e comprovação para cada caso específico. Unidades móveis com este equipamento são de alta tecnologia, havendo no mundo apenas cinco unidades, nos EUA, Alemanha, França, Coreia do Sul e Japão", explica ele.

As unidades móveis vão levar o caráter multiusuário do projeto para além das fronteiras do Ipen, tanto no que se refere à atividade de Pesquisa e De-





E. R. Paiva



E. R. Paiva

Inauguração do Laboratório Multiusuário no Centro de Lasers e Aplicações (CLA), em 29 de agosto de 2016. Na imagem, o gerente do centro, Niklaus U. Wetter, apresenta aos visitantes os equipamentos dada área. Abaixo, à esquerda, o acelerador de elétrons do Ipen; ao centro, unidade móvel da EB-Tech e, à direita, Marcelo Linardi.



E. R. Paiva



E. R. Paiva

envolvimento (P&D) como à prestação de serviços. “Oferecemos, com estes subprojetos, nossa *expertise* de mais de 30 anos nesta área à sociedade e a qualquer instituição no Brasil, que queira fazer P&D com um irradiador de elétrons, equipamento não óbvio e nem de fácil acesso, de uma maneira geral”, afirma Linardi.

Aceleradores de elétrons móveis são de alta tecnologia, havendo no mundo apenas cinco unidades, nos EUA, Alemanha, França, Coreia do Sul e Japão

O Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do Ipen desenvolve trabalhos de P&D em tratamento de resíduos sólidos, líquidos e gasosos utilizando a radiação ionizante (raios gama e feixe de elétrons) desde 1992. Após vários experimentos em escala de laboratório, foi construída uma planta piloto com capacidade para tratamento de resíduos líquidos de 3 m<sup>3</sup>/h, no Acelerador Industrial de Elétrons de

1,5MeV do Centro. Em função da necessidade da demonstração da tecnologia e prestação de serviço tecnológico na própria indústria, o Centro iniciou, em 2004, estudo de viabilidade técnica e econômica da unidade móvel para tratamento de efluentes industriais com feixe de elétrons. Hoje, em função das aprovações do Projeto Finep e da AIEA, a unidade móvel com tecnologia nacional deverá iniciar operações em 2018.

O projeto aprovado pelo edital da Finep também contempla a aquisição de uma plataforma de imagem digital por laser voltada para avaliar, através da análise da fisiologia celular, os efeitos de qualquer substância (dosimetria biológica, pesquisa de radiofármacos, biofármacos e nanocompostos, por exemplo) em sistemas *in vitro*. Com custo previsto de R\$ 2 milhões, o equipamento pode ser usado para a avaliação de trabalhadores expostos à radiação ou em estudos ambientais. Pode, em alguns casos, ser utilizado também em substituição a estudos *in vivo* que utiliza animais.

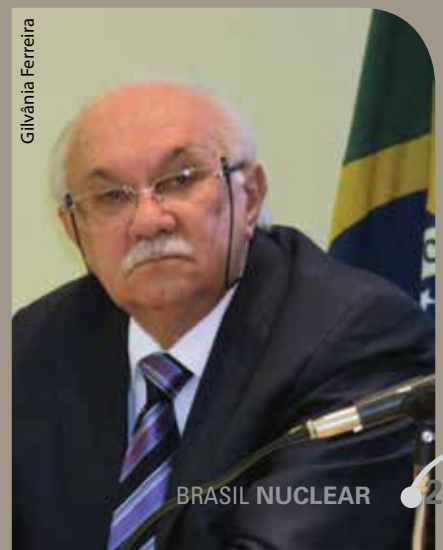
Também foi aprovada a aquisição de um espectrômetro de fotoelétrons excitados por raios-X, no valor de R\$ 2,5 milhões. O equipamento, de alta tecnologia, possui alto caráter multiusuário, uma vez que fornece informações fundamentais para apoio às pesquisas que envolvem diretamente as tecnologias de troca e crescimento superficial.

## CRCN-NE

O CRCN-NE foi contemplado com pouco mais de R\$ 8 milhões para o projeto do Centro Nuclear Multiusuários para Atividades Estratégicas e Inovadoras do Nordeste (Cenuno). Além de continuar as atividades multiusuários do CRCN-NE com relação aos ensaios metrológicos em feixes de raios-X, às dosimetrias individual e biológica e às análises químicas e radiométricas, o projeto Cenuno contemplará a implantação do primeiro laboratório de calibração de medidores de ultrabaixas correntes elétricas, disponibilizará infraestrutura para novas tecnologias de imagens PET e proverá estrutura inovadora para avaliação de biomarcadores e radioprotetores.

Uma grande inovação do projeto Cenuno é a implantação de um laboratório dedicado à obtenção de imagens moleculares em cobaias por meio da tecnologia PET-CT (Tomografia por Emissão de Pósitrons). Para tanto, será adquirido um tomógrafo PET de pequeno porte, com custo estimado em R\$ 1,7 milhões. O sistema, integrado pelo equipamento de imagens, *workstations*, softwares e sistema de anestesia, “será indispensável para a realização de experimentação com pequenos animais, no desenvolvimento de novos radiofármacos, novas estratégias de vetorização de radiofármacos, estudos de neurociência, estudos farmacofisiológicos, entre outros”, informa o diretor do CRCN-NE, Fernando Roberto de Andrade Lima.

A aquisição do micro PET-CT, que será o primeiro da região Nordeste, faz parte de um projeto do CRCN-NE de ampliar a sua produção de radiofármacos de meia-vida curta. Hoje, o Centro produz o radiofármaco FDG-18, que é fornecido para hospitais e clínicas da região. Mas, para obter o registro de novos radiofármacos, será preciso realizar testes clínicos em animais e, depois, em pessoas, uma das exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). “O micro PET-CT vai permitir estabelecer a



Acima, o ciclotron do CRCN-NE; à direita, o diretor Fernando Andrade Lima; imagens das unidades de produção de radiofármacos e de radioproteção

taxa de dose adequada que pode ser aplicada sem afetar a saúde das pessoas”, explica o coordenador do projeto, Elvis Joacir de França.

Outra área beneficiada com os recursos do edital da Finep é a de radioproteção. “Os nossos equipamentos, com quase 20 anos de atividade, estão obsoletos, o que dificulta a manutenção”, explica o pesquisador Clayton Augusto

Ao lado do presidente da Cnen, Marcelo Dami, o presidente João Goulart assina a ata simbólica do reator Argonauta, em 23 de agosto de 1963



Fotos: O Reator Argonauta do Instituto de Engenharia Nuclear - 50 Anos, Assessoria de Comunicação do IEN

O presidente João Goulart sobe ao topo do reator Argonauta, pré-montado na empresa CBV, com o diretor da CBV, Paulo Didier Viana, e Marcelo Dami



Benevides. A área de dosimetria termoluminescente será equipada com uma nova leitora de TLD, “mais dinâmica com relação à diversidade de materiais e à capacidade de aumentar o número de usuários, uma vez que as antigas leitoras do CRCN-NE não conseguem suprir a demanda de usuários”, completa.

O também pesquisador Fernando Roberto de Andrade Lima está bastante satisfeito com o volume de recursos destinado pela Finep ao CRCN-NE. “Estamos satisfeitos com a captação destes recursos não só em função do pequeno número de doutores que possuímos quando comparado ao que foi destinado aos demais institutos, mas, principalmente, porque essa verba, se dividida pelo prazo de cinco anos, ultrapassa o nosso orçamento anual. Portanto, foi um resultado muito satisfatório para nós, em um ano difícil, como foi 2016”, comemora.

## IEN

O IEN, do Rio de Janeiro, vai receber R\$ 8,9 milhões para a modernização e adequação das instalações do Reator Argonauta e de laboratórios associados. Com 50 anos de atividades, o reator Argonauta ganhará novos sistemas operacionais, de instrumentação de segurança e controle de proteção radiológica. O responsável pelo projeto, Francisco Ferreira, que trabalha com o Argonauta há 30 anos, prevê que, com os melhoramentos e a aplicação de um bom plano de manutenção preventiva, o reator terá ainda uma longa vida útil pela frente.

O reator Argonauta foi projetado no Laboratório de Argonne nos EUA, cuja finalidade foi desenvolver um reator de baixa potência e bastante seguro, de modo que pudesse ser instalado em centros universitários, visando principalmente o treinamento de alunos na área tecnológica, e assim disseminar a energia nuclear e seus benefícios. Em seus primeiros 15 anos, o Argonauta foi utilizado para coleta de parâmetros nucleares, que alimentavam um banco de dados internacional, e principalmente, para treinamento e formação de pessoal, com cursos práticos e pesquisas acadêmicas. A espectrometria era uma das técnicas empregadas. A partir da década de 1980, na busca por novos usos do feixe de nêutrons térmicos do reator, vieram as pesquisas usando técnicas como neutrografia com filmes radiológicos e análise por ativação.

Da década de 1990 em diante, as atividades do reator foram ampliadas com o desenvolvimento de técnicas nucleares para análises não destrutivas de materiais, com aplicações diversas. Além das metodologias já utilizadas, criaram-se linhas de pesquisa com produção de radioisótopos e tomografia com nêutrons. Recentemente, segundo Francisco Ferreira, o Argonauta tem sido utilizado como laboratório de validação de simulações computacionais realizadas com código de transporte de partículas (MCNP) e ambientes de realidade virtual.

Nos 50 anos de operação, foram desenvolvidas nas instalações do reator mais de 80 pesquisas para dissertações de mestrado e teses de doutorado, nas áreas de técnicas nucleares e física experimental de reatores.

O Argonauta também é utilizado no desenvolvimento de técnicas nucleares para análises não destrutivas na indústria, agricultura, segurança, meio ambiente, ciências biológicas e outras áreas como: ensaios não destrutivos aplicando a técnica neutrongráfica na inspeção de controle de qualidade de componentes usados na indústria aeroespacial; detecção de drogas ilícitas e explosivos aplicando a tomografia computadorizada com neutrons; detecção de micro-bactérias aplicando a neutrongrafia com detectores de traços; determinação de nutrientes em leite materno aplicado à técnica de Análise por Ativação Neutrônica; análise de poluentes em sistemas de tratamento e ecológicos.

A radiação produzida pelo Argonauta é utilizada no desenvolvimento de técnicas nucleares para análises não destrutivas na indústria, agricultura, segurança, meio ambiente, ciências biológicas e outras áreas.

## IRD

O Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), no Rio de Janeiro, receberá R\$ 8,8 milhões para o projeto “Ampliação e modernização da Infraestrutura de análise instrumental e de dados computacionais dos laboratórios de pesquisa do IRD”. Esses recursos são voltados para a compra de equipamentos, modernização de laboratórios multiusuários e contratação de pessoal qualificado.

O diretor do IRD, José Ubiratan Delgado, explicou que o projeto abrange cinco linhas de pesquisa da instituição: metrologia científica, monitoração individual, radiobiologia e radioecologia, física médica e rede de armazenamento de dados para simulação. “O nosso foco na qualidade e na



excelência da pesquisa científica, dos serviços, e da formação de pessoal de alto nível é fundamental e esses recursos são de extrema importância nesse momento”, exalta Delgado.

Enquanto no campo da metrologia científica o IRD desenvolve um trabalho multiusuário na rede brasileira de calibração e medição, o objetivo da monitoração individual é fazer um controle ocupacional no país inteiro para quem utiliza radiação ionizante - trabalhadores e pacientes.

“Esse projeto vai trazer tudo que sonhamos, mas que não conseguíamos ter até então, em virtude de verbas limitadas”

José Ubiratan Delgado

O trabalho de radiobiologia e radioecologia, desenvolvido há cerca de três décadas no IRD, engloba pesquisas no campo da hidrologia isotópica, fluxo de rios e águas fluviais, com a aplicação de radioisótopos e realização de estudos radiométricos a fim de observar e propor soluções para problemas ambientais. O diretor do IRD explica que há a ideia de juntar diferentes grupos de produção científica e inovação tecnológica para aumentar a “sinergia entre instituições em todo o país”.

Já na área de física médica, o IRD atua na melhoria de metodologias nos campos da dosimetria e proteção radiológica para profissionais e pacientes. Segundo José Delgado, há um grupo na instituição com mais de 30 anos de experiência que faz trabalhos junto com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para aperfeiçoar critérios e práticas de radiodiagnósticos.

Por fim, a parte de rede de armazenamento de dados para simulação está inserida no setor de tecnologia da informação. Há modelos matemáticos, programas e estudos avançados tocados em conjunto com importantes entidades como o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ), o CDTN e o IEN.

“Os recursos da Finep vão reforçar a infraestrutura, as equipes multiusuárias e as redes de colaboração com outras instituições. Sou um profundo entusiasta do projeto. Ele vai trazer tudo que sonhamos, mas que não conseguíamos ter até então, em virtude de verbas limitadas. Esses recursos aumentarão a inserção do IRD na sociedade, consolidando cada vez mais sua missão de promover o uso seguro da radiação no país”, comemora Delgado.

Os quase R\$ 9 milhões destinados ao IRD serão desembolsados durante meia década, mas o diretor acredita que parte da verba apareça já este ano. “A expectativa é de receber recursos em 2017. Vai ser muito difícil manter o IRD sem esses investimentos, pois a ideia é ter alguns equipamentos em breve. As cinco linhas de pesquisa estão no mesmo grau de relevância, mas cada uma tem sua dificuldade. Outro fator que nos afeta é a variação cambial, pois muitos materiais são importados”, comenta. E frisa: “Estou muito satisfeito com a expectativa de poder usar recursos em 2017, formar equipes, colocar projetos à frente e estabelecer parcerias. Todas essas áreas fazem parte da tradição do IRD”.

Assim como outras instituições públicas, o IRD sofre com a perda de pessoal experiente em decorrência de aposentadorias, assinala José Delgado. De acordo com ele, é uma tarefa muito difícil repor mão de obra altamente qualificada durante 20 ou 30 anos sem passar pelo mecanismo de gestão e transmissão do conhecimento. Dos 249 funcionários que o IRD tinha no início de 2016, restam cerca de 200. Com o aporte financeiro da Finep, esse problema vai ser amenizado, pois o IRD poderá contratar alguns temporários que, futuramente, poderão ingressar definitivamente nos quadros do instituto, quando forem realizados concursos públicos para a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen). “Desse modo, receberemos pessoal com alguma experiência. Será ótimo”, finaliza o diretor do IRD.

## CRCN-CO

O projeto do CRCN-CO aprovado no edital da Finep, no valor de R\$ 1,2 milhões, tem como objetivo equipar e adequar seus laboratórios de Radioproteção e Radioecologia para atender às demandas de pesquisa e formação de recursos humanos na área de radioproteção no meio ambiente e na saúde do estado de Goiás. Sua finalidade também será a de permitir o uso de equipamentos por usuários externos, de instituições de pesquisa e órgãos ambientais. Atualmente, muitas demandas de desenvolvimento técnico-científico que chegam aos laboratórios do CRCN-CO não podem ser atendidas, devido à falta de equipamentos, recursos humanos e implementação de algumas metodologias.

Hoje, os laboratórios do CRCN-CO têm como principal missão, em termos de análises rotineiras, determinar os teores de Cs-137 em água, solo, sedimento, vegetação e ar, nas áreas impactadas da cidade de Goiânia e seu entorno, e no Parque Telma Ortegal, que abriga os depósitos definitivos do acidente radiológico ocorrido em Goiânia, em 1987. Os laboratórios desenvolvem, também, pesquisas voltadas para as análises de radionuclídeos, mediante o desenvolvimento de um projeto de pesquisa em parceria com a Superintendência de Vigilância Sanitária (Suvisa) e Saneamento de Goiás (Saneago), sobre a potabilidade da água quanto à radioatividade. Desenvolve, ainda, na área da saúde, pesquisa de avaliação de risco de câncer radioinduzido em exames de radiodiagnóstico, projeto realizado em parceria com a Suvisa e a Universidade Federal de Goiás (UFG). Além de realizar em suas instalações pesquisas e programas sobre gestão de rejeitos radioativos oriundos de atividades associadas à indústria, medicina, pesquisa, etc.

Alguns dos laboratórios do CRCN-CO utilizam os mesmos equipamentos desde 1997. Devido à sua obsolescência, demandam uma grande quantidade de paradas de manutenção, atualizações e reposições de peças, além de não apresentarem condições competitivas para publicações nacionais e internacionais.

Um equipamento fundamental nos trabalhos rotineiros do CRCN-CO é o Espectrômetro Gamma, que faz análises de Césio-137 no depósito definitivo e nas áreas remediadas do acidente radiológico ocorrido em Goiânia, em 1987. O que está em uso, tanto a sua eficiência quanto a sua resolução são consideradas baixas em relação aos equipamentos usados no mercado atual. A aquisição



Fotos: Arquivo CRCN-CO





de um novo aparelho, viabilizada pelo edital da Finep, permitirá a ampliação da pesquisa nessa área.

Os novos serão utilizados para ampliar as análises de isótopos radiativos e/ou metais pesados nas matrizes ambientais e possibilitar aos multiusuários (CRCN-CO, Saneago, Suvisa, UFG) desenvolver projetos de pesquisas, em radioproteção e dosimetria, voltados para as áreas do agronegócio, indústrias, mineradoras, saúde e meio ambiente.

No CRCN-CO, na área de saúde, os equipamentos propiciarão a otimização de técnicas em radiodiagnóstico e estudos epidemiológicos dos efeitos do uso das radiações ionizantes no indivíduo do público e indivíduo ocupacionalmente exposto.

Na área do meio ambiente, os equipamentos auxiliarão o desenvolvimento de metodologias para implantação de técnicas analíticas que possibilitem a caracterização de radionuclídeos e metais pesados em matrizes ambientais (águas, radônio, alimentos, solo). Também permitirão desenvolver projeto para avaliação dos níveis de radiação gama no meio ambiente, em municípios goianos, subsidiando estudos do agronegócio, sustentabilidade ambiental, recursos hídricos e segurança radiológica da população goiana.

Será substituído o equipamento Espectrometria Gama, do laboratório de Radioecologia, utilizado nas análises de amostras ambientais (solo, sedimento, água e vegetação), em que alguns dos resultados são usados para elaboração do Programa de Monitoração Radiológica Ambiental (PMRA) do Repositório Definitivo de Abadia de Goiás e das áreas remediadas após o acidente radiológico com o Césio-137, no município de Goiânia. O atual equipamento está obsoleto, não atendendo a outros tipos de análises devido à baixa eficiência e resolução em relação a outros mais modernos.

Também será adquirido um Monitor de Área Simples com um detector gama incorporado, para gerenciamento de rejeitos em instalação radiativa do tipo depósito intermediário (instalação de pesquisa). O equipamento será usado em cursos e treinamentos na área de radioproteção, para formação de pessoal qualificado na área de gerenciamento de rejeitos radioativos. Geralmente, soli-

citam tal treinamento, o pessoal da vigilância sanitária, exército, bombeiros e defesa civil. Todos os equipamentos serão usados por uma comissão de usuários, parceiras do CRCN-CO.





Fernanda Werner (à esquerda), uma das alunas da segunda turma do curso de Engenharia Nuclear da UFRJ, junto com Paula Rodrigues, também da UFRJ, durante visita à Areva-EDF, na França. Ambas foram premiadas em 2016 no concurso da empresa francesa com o melhor projeto de aceitação pública da energia nuclear no Brasil

## Primeiros formados pela Engenharia Nuclear da UFRJ chegam ao mercado

Verônica Couto

A única graduação brasileira em Engenharia Nuclear, criada em 2010 na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), formou 22 profissionais no final de 2016. “Com a abertura do curso, a UFRJ deu uma contribuição importante para a preparação de recursos humanos na área”, diz Aquilino Senra, professor titular da Coordenação de Programas de Pós-Graduação (Coppe-UFRJ) e um dos idealizadores do curso de Engenharia Nuclear. “Do que precisamos, agora, é da retomada dos projetos estratégicos do setor, que estão com financiamentos aquém do necessário para atender aos cronogramas originais.”

Segundo ele, a reabertura das contratações nas empresas brasileiras para os novos profissionais que chegam ao mercado é crucial para assegurar a tecnologia nuclear adquirida no país. A maior parte do pessoal qualificado na área, observa Senra, formou-se durante as décadas de 1960 e 1970 para o então Programa Nuclear Brasileiro. “Esses técnicos estão se aposentando sem a oportunidade de transmitirem o que sabem para as novas gerações”, alerta o professor. “O que vejo são programas de incentivo à demissão ou à aposentadoria. Assim, sob o argumento da eficiência econômica, vai se promovendo a desconstrução das empresas, por meio da perda de seu capital intelectual.”

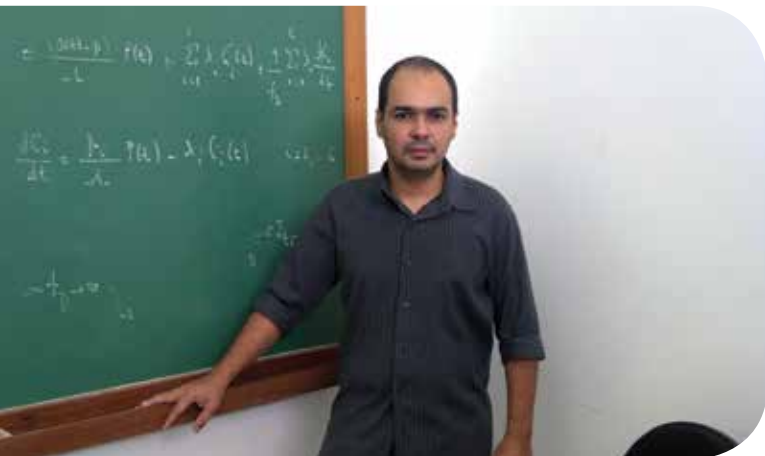
Dos 14 alunos que se formaram na primeira e na segunda turmas de Engenharia Nuclear da UFRJ, oito estão trabalhando no setor: na Westinghouse, na Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) e na empresa Amazul. Entre os demais, informa o professor Alessandro Gonçalves, coordenador do curso, quatro fazem mestrado no Programa de Engenharia Nuclear da Coppe, e outras duas alunas, doutorado nos Estados Unidos, na PennState University e na Universidade de Wisconsin-Madison.

Dos 14 alunos que se formaram na primeira e na segunda turmas de Engenharia Nuclear da UFRJ, oito estão trabalhando no setor

“O resultado é muito bom”, avalia Senra, que destaca a aceitação internacional da qualificação. “A maioria dos alunos está sendo contratada. Aqueles que não estão, foram fazer doutorado no exterior ou outras atividades de formação.” Por exemplo, uma das alunas da segunda turma do curso, Fernanda Werner, foi premiada em 2016 no concurso EDF-Areva Public Acceptance Competition (*ver box*), com o melhor projeto de aceitação pública da energia nuclear no Brasil. E Alice Cunha da Silva, da mesma turma, ganhou a Olimpíada Nuclear Mundial de 2015.

Para Fernanda, a grande barreira no Brasil ainda é a falta de novos concursos públicos – o principal canal de ingresso às estatais que tocam os projetos nacionais estratégicos. Enquanto eles não acontecem, a alternativa

Gonçalves: Objetivo foi formar uma nova modalidade de engenharia com conhecimentos específicos de engenharia nuclear e uma sólida base profissional e técnica-científica



são os estágios, aliás obrigatórios no curso de Engenharia Nuclear. Desde maio, Fernanda faz estágio na Gerência de Segurança Nuclear da Eletronuclear, com contrato já renovado até maio de 2017.

Várias entidades do setor apontam a necessidade de reposição de quadros na área. De acordo com dados da revista *Brasil Nuclear* (edição nº 45), 623 funcionários deixaram no final de 2015 a Eletronuclear, em um programa de desligamento incentivado. E o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), que já teve 1.300 integrantes, soma, hoje, 830. Além dos afastamentos incentivados, a média de idade do setor é alta. No Centro de Desenvolvimento de Técnicas Nucleares (CDTN), cerca de 70% da força de trabalho têm mais de 50 anos.

“Reposição de capital intelectual não é igual a jogador reserva no futebol, que entra imediatamente em campo se for necessário”, explica o professor Senra. “Na área técnica, é preciso um tempo de coexistência entre as gerações, para que a transferência de conhecimento aconteça.”

O curso de Engenharia Nuclear foi criado pelos docentes do Programa de Engenharia Nuclear da Coppe e da graduação da Escola Politécnica da UFRJ. O objetivo, de acordo com o professor Gonçalves, foi “formar uma nova modalidade de engenharia com conhecimentos específicos de engenharia nuclear e uma sólida base profissional e técnica-científica, capaz absorver e desenvolver novas tecnologias, de modo a responder às demandas iminentes do mercado”. Entre essas demandas, ele aponta empreendimentos que, embora atrasados, estão em desenvolvimento: a construção da usina nuclear Angra 3, o Reator de Multipropósito Brasileiro (RMB) e o submarino nuclear SN-BR (incluindo o “estaleiro nuclear”) da Marinha.

Juntos, o Departamento de Engenharia Nuclear da Poli/UFRJ e o Programa de Engenharia Nuclear da Coppe contemplam cinco grandes áreas de pesquisa: Análise de Segurança, Engenharia de Reatores Nucleares, Enge-

Alunos do curso de Engenharia Nuclear, durante a Semana de Engenharia Nuclear



nharia de Fatores Humanos, Física Nuclear Aplicada e Física de Reatores Nucleares. Todas são abordadas na graduação durante o ciclo profissional. Antes da existência do curso, Gonçalves lembra que a formação na área se dava exclusivamente na pós-graduação (mestrado e doutorado), com ênfase acadêmica.

### Mercado de trabalho

Alice Cunha da Silva, 26 anos, ganhadora da Olimpíada Nuclear Mundial de 2015, ingressou na segunda turma do curso e, atualmente, trabalha na Westinghouse com cálculo de recarga de reatores. Ela fica no escritório da empresa no Rio e trabalha on-line com as equipes da sede, nos Estados Unidos.



Alice Cunha da Silva e André Luiz Pereira Rebello Jr. foram contratados pela Westinghouse



Paulo Rodrigues

A maioria dos alunos está sendo contratada. Aqueles que não estão foram fazer doutorado no exterior ou outras atividades de formação

Aquilino Senra

A Westinghouse presta serviço para instalações envolvendo cerca de 60 reatores. No Brasil, onde essa atividade é exclusiva da Eletronuclear, oferece serviços de software e treinamento à estatal. O contato de Alice com a empresa norte-americana aconteceu em um estágio nos EUA, durante o período em que participou do programa federal Ciências sem Fronteiras, de bolsas de intercâmbio. Além do estágio, cursou dois semestres na Universidade Estadual da Pensilvânia (PennState) e observou que, em apenas um semestre, 80 alunos se formaram nesta universidade em Engenharia Nuclear. “Muito diferente do Brasil”, compara.

No ano passado, Alice disputou o World Nuclear University (WNU), olimpíada voltada para o público universitário de diferentes áreas, que tinha como tema o uso de técnicas nucleares para o desenvolvimento global. Com uma dissertação sobre radioisótopos, a brasileira ganhou o troféu, entregue a ela em Viena, na Áustria, pelo diretor-geral da Agência Internacional de Energia Atômica, Yukiya Amano.

Colega de turma de Alice na UFRJ e na PennState, e também contratado pela Westinghouse, André Luiz Pereira Rebello Jr., 22 anos, fez a graduação com foco em Física de Reatores. No Brasil, entre as estrangeiras, ele diz que apenas a Westinghouse oferece vagas para atuar diretamente com engenharia nuclear. “Como tudo é on-line, pelo computador ou em salas de videoconferência, não faz diferença onde estamos”, explica. “Nas outras multinacionais, a procura é, principalmente, por profissionais para vendas e prospecção de negócios.”

De acordo com o professor Alessandro Gonçalves, os salários da área acompanham o piso dos engenheiros de nível superior, que, segundo a lei, é de 8,5 salários mínimos para jornadas de trabalho de 44 horas semanais. No caso do setor nuclear, há um adicional de radiação ionizante de 30% do salário-base. “Ainda assim, é possível achar profissionais recém-ingressos no mercado de trabalho com remunerações superiores, devido a peculiaridades do engenheiro nuclear”, avalia.

## Um tour nuclear na França

As alunas brasileiras Fernanda Werner, da graduação de Engenharia Nuclear, e Paula Rodrigues, da Engenharia Naval e Oceânica, ambas da UFRJ, venceram o concurso EDF-Areva Public Acceptance Competition, com o melhor projeto para aceitação pública da energia nuclear no Brasil. Como prêmio pelo aplicativo "Supernuclear", foram convidadas a um "Nuclear Discovery Tour", de 26 de junho a 2 de julho, na França, onde funcionam 58 reatores, responsáveis por 80% da matriz energética do país. Junto com Monise Boaro, vencedora do melhor trabalho técnico no Inac 2015, as estudantes visitaram os escritórios da Areva-EDF, a Usina de Reciclagem de Combustível La Hague, a Usina Nuclear de Flamanville 3, o Centro de Treinamento (Cetic), a Fábrica de Equipamentos Pesados Chalon/St-Marcel, a Central Nuclear de Gravelines e a World Nuclear Exhibition (WNE), principal feira global do setor, que reuniu cerca de 700 empresas.

Em Flamanville 3, conheceram de perto o principal projeto da indústria nuclear francesa – o European Pressurized Reactor (EPR), reator de 1650 MWe –, previsto para entrar em funcionamento em 2018. Segundo Fernanda, é a terceira geração de reatores, com um conceito inovador que inclui uma série de sistemas passivos de segurança, baseados em fenômenos físicos naturais.

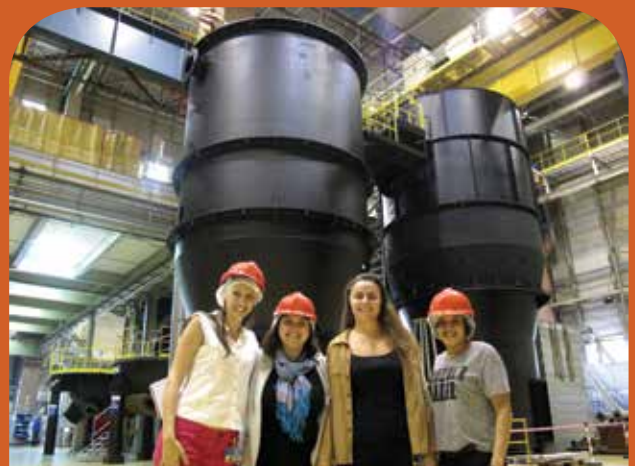
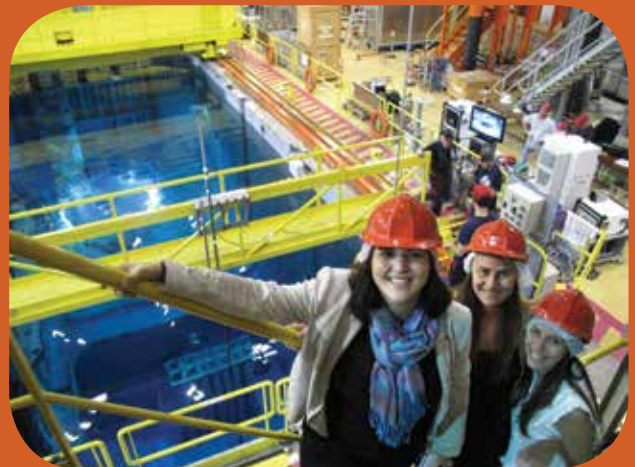
"Em um acidente, não seria necessário, por exemplo, acionar mecanismos com bombas que dependam de energia, como aconteceu no acidente de Fukushima, em 2011, no Japão", diz. "Os sistemas novos usam leis da natureza para trocar calor, promover a circulação e manter o gradiente de temperatura. O projeto também prevê um sistema de segurança adicional denominado 'core catcher': no caso, pouco provável, de fusão do núcleo, há sob ele um compartimento blindado para evitar que o material chegue ao solo ou ao lençol freático."

Fernanda também destaca a planta de reciclagem, com 300 hectares, capaz de reciclar 96% de um elemento combustível usado, para gerar energia novamente, e a experiência desenvolvida na cidade de Gravelines, onde está a maior usina nuclear do oeste europeu (6 PWR de 900 MW), produzindo cerca de 37.5 TWh.

Para Paula Rodrigues, a visita revelou a grande preocupação dos franceses com a qualidade. "Como sou da área naval, acostumada a visitar estaleiros e indústrias de materiais pesados, fiquei impressionada com a organização das plantas e com a atenção aos processos. Ainda estamos na fase de desenvolver métodos de construção, mas eles já estão na etapa de otimizá-los."



Da esquerda para a direita: Monise Boaro, Paula Rodrigues, Narjiss Hajjaj Haddaoui, da Areva-EDF, e Fernanda Werner



# Nova diretoria da Aben toma posse

Bernardo Mendes Barata

Tomou posse no dia 6 de dezembro de 2016 a nova diretoria da Associação Brasileira de Energia Nuclear (Aben). Eleita para o biênio 2016-2018, a 18ª Diretoria da Aben tem como presidente a engenheira elétrica Olga Simbalista, que possui mestrado em Engenharia Nuclear e especialização em Termohidráulica de Reatores na Alemanha. Olga Simbalista é uma das mais experientes profissionais do setor, reunindo, em seu currículo, cargos de destaque nas principais empresas e órgãos da área de energia. Os vice-presidentes eleitos são Ivan Pedro Salati de Almeida (1º) e Luciano Pagano Junior (2º), da Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (Amazul).

“Vamos contribuir para a ampliação, preservação e difusão do conhecimento técnico na área nuclear”

Olga Simbalista

A mesa da sessão solene de posse foi composta por Olga Simbalista; Antonio Teixeira e Silva, último presidente (biênio 2014-2016); Leonam dos Santos Guimarães, diretor de Planejamento, Gestão e Meio Ambiente da Eletrobras Eletronuclear; Wilson Paulucci Rodrigues, diretor-presidente do Instituto Brasileiro da Qualidade Nuclear (IBQN), e o almirante Wilson Jorge Montalvão.

Em seu discurso de entrega de cargo, o ex-presidente da Aben Antonio Teixeira frisou as dificuldades econômicas no Brasil e no setor nuclear enfrentadas durante sua gestão. “Com um pouco de pesar assistimos, nos dois últimos anos, à descontinuidade de projetos importantes da área nuclear

como a construção da usina Angra 3, do projeto do Reator Multipropósito Brasileiro na sua fase de detalhamento e outros projetos como em instalações do ciclo nuclear e nas atividades de enriquecimento do combustível nuclear”, lamentou.

Teixeira também lembrou da constante participação da Aben em fóruns e debates nacionais que tratam de temas de interesse do setor nuclear, lutando em defesa da energia nuclear, “principalmente pela promoção pacífica da energia nuclear em todas as suas formas de aplicação por meio do seu Programa de Aceitação Pública da Energia Nuclear (Apub)”.

Com 46 anos de trajetória no setor nuclear, a nova presidente da Aben, Olga Simbalista, falou inicialmente sobre as dificuldades enfrentadas por mulheres no mercado de Engenharia naquela época e a paixão pelo nuclear. “Depois que temos o primeiro contato com o setor nuclear, ficamos, de certa forma, hipnotizados. A tecnologia nuclear permitiu desenvolver muitos tipos de alimentos, que minimizam a fome no mundo. Ela está presente em quase todos os campos da ciência. Não se faz uma intervenção médica ou odontológica mais complexa sem ser precedida por um raio X, por mais simples que seja. Essa mesma indústria iniciou a fabricação de submarinos nucleares, hoje de importância vital para a defesa da nossa costa, a Amazônia Azul. É um papel extremamente estratégico”, assinalou.

Segundo Olga Simbalista, hoje o parque de geração nuclear no mundo tem 350 gigawatts (GW) de potência instalada, que representa quase três vezes a potência instalada no Brasil, considerando todas as fontes de energia elétrica. Em seu entendimento, os avanços só não foram maiores em virtude da barreira da não-proliferação. Desse modo, a energia nuclear tem um grande campo de crescimento pela frente.

“É nesse contexto que essa diretoria me deu a honra de poder trabalhar junto. Estamos nos propondo a um programa que tem por objetivo dar continuidade às ações em defesa das conclusões do Reator Multipropósito Brasileiro, do submarino com propulsão nuclear, da usina Angra 3 e das instalações de enriquecimento e conversão de hexafluoreto e da retomada da produção de urânio no



Fernando Alvim



país. Também queremos promover debates sobre a importância da energia nuclear no âmbito da matriz energética e articulação com o Ministério de Minas e Energia (MME) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), salientou.

De acordo com a nova presidente da Aben, será intensificado o trabalho de aceitação pública e de busca de novos sócios institucionais, tanto do escopo nuclear quanto do setor energético em geral, universidades e institutos de pesquisa. A nova diretoria também pretende aumentar a projeção nacional e internacional dos eventos promovidos pela Aben: Inac, Enin, Enan e Enfir.

“Vamos contribuir para a ampliação, preservação e difusão do conhecimento técnico na área nuclear”, prometeu Olga Simbalista, que encerrou o discurso com o alerta de que, a despeito do crescimento populacional e da entrada no mercado de consumo de uma demanda reprimida - principalmente de países da África - o pico de demanda *per capita* de energia deverá ocorrer antes de 2030, havendo uma redução no consumo e ocasionando enormes desafios para as empresas de energia.

#### Diretoria Aben 2016-2018

Além da presidente Olga Simbalista e dos vice-presidentes Ivan Pedro Salati de Almeida (1º) e Luciano Pagano Junior (2º), a diretoria da Associação Brasileira de Energia Nuclear no biênio 2016-2018 é composta pelo tesoureiro Roberto Cardoso de Andrade Travassos, 1º secretário Rogério Arcuri Filho, 2º secretário Paulo Roberto de Souza, e vogais Antonio Teixeira e Silva, André Luiz Rodrigues Osório, Alice Cunha da Silva e João da Silva Gonçalves. O Conselho Fiscal é formado por Marcelo Gomes da Silva, Maria de Lourdes Moreira, Ronaldo Barata de Andrade, Noriyuki Koishi, Margarida Mizue Hamada, Hugo Cesar Resende, Mércia Liane de Oliveira e Marcelo Melo Moraes.

## Governo fará esforço para Cnen continuar a sua contribuição ao desenvolvimento do país

O ministro da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Gilberto Kassab, garantiu que “o governo brasileiro vai se esforçar da melhor maneira possível para que a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) continue a contribuir para o nosso crescimento e para que possa receber um fomento bem maior, em todos os campos”. A afirmação foi feita durante a cerimônia que deu início à comemoração dos 60 anos de criação da Comissão. Ele expressou sua confiança de que o futuro da Cnen se assemelhe aos primeiros 60 anos da autarquia federal em contribuições para o desenvolvimento do Brasil e a qualidade de vida da população. “Trago uma mensagem carregada de orgulho e confiança para que o futuro da Cnen seja construído como seu passado”, afirmou.

Para o ministro “não há país que consiga apresentar índices adequados de melhoria de qualidade de vida, crescimento e geração de empregos sem investir de uma maneira adequada em pesquisa, ciência e tecnologia. E a Cnen é um exemplo”, acrescentou.

A Cnen foi criada em 10 de outubro de 1956. Atualmente, é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Entre seus objetivos centrais estão o licenciamento e controle das instalações do setor nuclear brasileiro; a pesquisa, desenvolvimento e ensino na área nuclear, entre outras atividades.

A programação comemorativa dos 60 anos da Cnen contou com debates sobre a história, metas, desafios e principais projetos da instituição. Um dos convidados especiais foi o ex-presidente Rex Nazaré Alves, que ressaltou o relevante papel que a Cnen desempenhou e ainda desempenha para o desenvolvimento da energia nuclear no Brasil e atribuiu este prestígio ao esforço individual de cada um de seus servidores.

Fonte: Assessoria de Comunicação do MCTIC

# Referendo mantém geração nuclear ativa na Suíça

Em uma consulta popular realizada através de referendo, a população da Suíça rejeitou o plano do Partido Verde para forçar o governo a acelerar o abandono das usinas nucleares. A opção foi por manter suas usinas nucleares ativas.

O governo suíço tinha decidido abandonar a energia nuclear pouco tempo depois do acidente de Fukushima, no Japão, em março de 2011. As autoridades suíças haviam decidido deixar os reatores fora de serviço à medida em que cheguem ao final do seu ciclo de vida. O Partido Verde, no entanto, apresentou proposta de fechar três dos cinco reatores do país já no ano que vem. Os demais seriam desligados até 2029.

Mais de 55% da população votaram contra a proposta do Partido Verde de acelerar o processo de desligamento progressivo das usinas nucleares do país. A proposta também previa limitar a um máximo de 45 anos o ciclo de vida dos reatores. Com a rejeição da proposta, todas as usinas nucleares suíças continuarão produzindo eletricidade enquanto cumprirem com os critérios de segurança.

Todas as centrais nucleares estão na parte de língua alemã do país. No cantão de Argovia, com suas três unidades nucleares, 63% disseram não à iniciativa. No cantão de Solothurn, com uma unidade, 61% declararam não, enquanto

que no cantão de Berna, com uma unidade, 56% foram contrários. Dos 26 cantões, 20 rejeitaram a proposta.

Os cinco reatores nucleares produzem um terço da energia elétrica da Suíça. Cerca de 60% da eletricidade são produzidos com usinas hidrelétricas e 4% com fontes de energia renovável, como a solar ou a eólica. O governo alertou sobre o risco de problemas de abastecimento que poderiam ocorrer com o “fechamento prematuro” das usinas. “Seria impossível compensar a tempo o abandono da eletricidade nuclear com eletricidade procedente de energias renováveis e produzida na Suíça”, indica um documento oficial do governo.

Caso a proposta pelo aceleração fosse vitoriosa, a central de Beznau, a mais antiga o mundo e que está em operação há 47 anos no norte do país, perto da fronteira com a Alemanha, encerraria as atividades de seus dois reatores no ano que vem, assim como a usina de Muhlberg, no centro do país. As demais fechariam suas portas até 2029.

O referendo de novembro de 2016 foi o sétimo desde 1979, no que diz respeito ao fim da utilização da energia nuclear e à limitação da vida operacional das centrais nucleares. Em todos, a maioria dos eleitores foi amigável à geração nuclear, afirmou o jornal *Neue Zürcher Zeitung*.

Fontes: AFP e NucNet

## SBMN tem nova diretoria

A Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear (SBMN) tem nova diretoria, que presidirá a entidade no biênio 2017-2018. O novo presidente é Juliano Cerci, diretor do Serviço de PET/CT da Quanta Diagnóstico e Terapia, professor convidado da UFPR, médico pesquisador do Incor da FMUSP e consultor da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) da ONU.



Na foto (da direita para esquerda) Gustavo Gomes, Celso Darío Ramos, Juliano Cerci, George Coura Filho e Rafael Lopes

De acordo com Juliano Cerci, os eixos norteadores da Sociedade estarão balizados na consolidação e ampliação das ações que já vem sendo empreendidas. Entre os aspectos estão promover atividades de educação continuada; aperfeiçoar a qualificação tanto profissional quanto das práticas dos serviços; estimular a produção científica nacional; desenvolver novas diretrizes da medicina nuclear; acompanhar o andamento do processo de revisão da tabela de procedimentos SUS; promover a aproximação junto às demais sociedades de especialidades médicas e, também, com instituições de pacientes cuja medicina nuclear possua aplicabilidade diagnóstica e terapêutica.

Também integram a diretoria da SBMN: George Barberio Coura Filho (vice-presidente), Rafael Willain Lopes (primeiro secretário), Gustavo do Vale Gomes (segundo secretário), Marília Martins Silveira Marone (primeira tesoureira), Ricardo Cavalcanti Quartim Fonseca (segundo tesoureiro), Bárbara Juarez Amorim (diretora científica) e Celso Darío Ramos (diretor de Ética e Defesa Profissional).





## Apoio político é importante para a área nuclear, diz diretor-geral da AIEA

O diretor-geral da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), Yukiya Amano, anunciou que o lema da agência, que comemora 60 anos em 2017, será ampliado do atual “Átomos para a Paz” e passará a ser “Átomos para a Paz e o Desenvolvimento”. Amano esteve no Brasil no final de novembro e participou de uma extensa programação voltada para o setor nuclear, que incluiu visitas ao Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), à sede da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), no Rio de Janeiro (na foto com o presidente Renato Cota), e a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em Angra dos Reis.

Um dos objetivos estratégicos da visita do diretor-geral da AIEA era acompanhar as iniciativas de utilização da tecnologia nuclear no combate ao vírus da zika no Brasil, através da esterilização do mosquito *Aedes Aegypti*, transmissor da doença. A AIEA desenvolve no país um projeto piloto que permite a criação em grandes quantidades de mosquitos estéreis com objetivo de reduzir gradualmente a população desse inseto.

Em Brasília, Yukiya Amano reuniu-se com os ministros da Saúde, Relações Exteriores e Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Durante o encontro com o ministro Gilberto Kassab, do MCTIC, Amano disse que, na área nuclear, o apoio político é importante e precisa ser sustentado ao longo do tempo. O secretário-executivo do MCTIC, Elton Zacarias, ressaltou que o grande desafio do Brasil é o financiamento para a pesquisa e o desenvolvimento na área nuclear, que é extremamente importante. “Nós saímos de um momento difícil, estamos caminhando para a recuperação econômica e o próximo desafio é trazer recursos para sustentar as pesquisas em energia nuclear”, disse.

### Visita à CNAAA

Foi a primeira vez que um diretor-geral da AIEA visitou as usinas nucleares brasileiras. Amano, que também nunca tinha visitado uma usina de projeto alemão, teve a oportunidade de conhecer a sala de controle e a turbina da usina Angra 2. Ele se mostrou bastante interessado e fez perguntas sobre sistemas, funcionamento e situações de emergência. “Estou muito impressionado com a segurança e a dedicação de todas as pessoas que estão tocando o projeto nuclear no Brasil. Atualmente, este tipo de fonte é responsável por cerca de 3% da matriz do país, mas, no futuro, certamente o Brasil irá precisar de mais energia e a nuclear pode ser uma das opções”, aposta.

Em seguida, os representantes da AIEA conheceram as instalações da primeira usina nuclear brasileira. O grupo teve acesso à sala de controle e também ficou bastante impressionado com o que viu. Para Amano, a visita ao Brasil foi uma grande oportunidade de compartilhar experiências. “Estou muito feliz. Pude conversar com líderes políticos, engenheiros e cientistas e tive a chance de aprender mais sobre o setor no país. Por outro lado, também pude explicar as prioridades da AIEA. Isso tornará possível uma cooperação de modo integrado”, complementa. (Fontes: Assessoria de Comunicação do MCTIC e Assessoria de Comunicação Social da Eletronuclear)

## Finlândia vai banir carvão completamente até 2030

A Finlândia propôs banir, completamente, até 2030, o uso de carvão para geração de energia. A proposta é mais rigorosa que uma eliminação progressiva, que poderia, em alguns casos, permitir que certas usinas de carvão continuassem operando. No Canadá, que também planeja eliminar o carvão até 2030, as usinas podem tecnicamente permanecer abertas após esse prazo se instalarem tecnologia de captura de carbono.

A proibição, que ainda precisa ser aprovada pelo parlamento finlandês, mostra-se viável porque o uso do carvão vem diminuindo na Finlândia, com o aumento das energias renováveis. Hoje, poucas centrais de carvão ainda funcionam, suprimindo cerca de 8% da demanda energética daquele país, que importa energia a partir dessa fonte, principalmente da Rússia. Seu uso é mais intenso durante o inverno, quando os níveis de consumo de energia disparam.

A nova política energética prevê a expansão da energia nuclear. “Dentro de alguns anos teremos uma nova usina nuclear produzindo eletricidade, e é mais do que provável que a maioria das plantas de carvão sejam fechadas. Será, portanto, um abandono mais rápido do que seria de outra forma”, afirma o professor de economia ambiental e de recursos na Universidade de Helsinque, Markku Ollikainen.

Vários países da Europa, como a Bélgica, já fecharam as suas últimas usinas de carvão. Outros pretendem abandonar essa fonte antes da Finlândia: Portugal em 2020, a França em 2023 e o Reino Unido e a Áustria tem planos para 2025.

Fonte: FastCoExist.com

## Angra 1 bate recorde mensal de geração

Em outubro, Angra 1 teve o melhor mês de geração de energia de sua história. A usina gerou 483.705,722 megawatts-hora (MWh), batendo, assim, o recorde anterior, de julho de 2014, quando produziu 482.221,362 MWh.

Isso seria suficiente para abastecer sozinha estados como Rio Grande do Norte, Mato Grosso do Sul, Alagoas e Paraíba durante o mesmo período. Também atenderia quase todo o consumo mensal de energia da indústria automotiva do país.

O marco coroa o bom desempenho que Angra 1 vem tendo nos últimos anos. Em 2015, a unidade registrou a quinta maior produção de sua história, com 4,1 milhões de MWh. O recorde anual foi alcançado em 2014, quando ela gerou em torno de 5 milhões de MWh.

Para o superintendente de Angra 1, Abelardo Vieira, este marco é fruto de um somatório de esforços feito ao longo dos anos. “Buscamos reduzir o número de desligamentos e reduções não planejadas de carga e aprimorar e substituir equipamentos, de forma a aumentar a confiabilidade”, frisa.

O engenheiro acrescenta que também foi feito um trabalho de engenharia e manutenção para aumentar a eficiência térmica da unidade. Houve, ainda, uma otimização na aquisição de materiais e serviços. Por fim, foram feitas melhorias de performance humana.

Fonte: Assessoria de Comunicação Social da Eletronuclear

## Mérito Acadêmico para Aquilino Senra

O professor Aquilino Senra Martinez, do Programa de Engenharia Nuclear, foi contemplado com o Prêmio Coppe Mérito Acadêmico 2016, entregue pela Coppe/UFRJ a docentes que se destacam pela trajetória profissional e contribuição à instituição.

Aquilino Senra Martinez é mestre e doutor em Ciências da Engenharia Nuclear pela Coppe, defendeu sua dissertação em 1977, sob a orientação do professor Luiz Pinguelli Rosa, e o doutorado em 1983, sob a orientação do professor Yung-AnChao, da Carnegie Mellon University, em Pittsburgh, Pensilvânia, EUA, onde passou dois anos. Sua tese foi a primeira a ser defendida no Programa de Engenharia Nuclear da Coppe. Em 40 anos de universidade, construiu uma sólida carreira. Na Coppe ingressou em 1978, como docente do Programa de Engenharia Nuclear da Coppe, do qual foi coordenador de 1984 a 1986. Foi presidente do Conselho Deliberativo (2002 – 2005), diretor (2003) e vice-diretor (2007-2012).

Recebeu várias premiações, entre elas a Comenda da Ordem Nacional do Mérito Científico (2009), em reconhecimento a sua contribuição para o desenvolvimento tecnológico e científico do país. Em 2013, assumiu a presidência da empresa Indústrias Nucleares do Brasil (INB), onde permaneceu até 2016.

Fonte: Assessoria de Comunicação da Coppe



## Nova cascata de enriquecimento para o RMB

Foi inaugurada, em Iperó (SP), uma cascata de enriquecimento isotópico para a produção do combustível nuclear do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), com capacidade de enriquecer até 19,95%. Essa cascata de ultracentrífugas foi fabricada e montada em Aramar com tecnologia inteiramente nacional desenvolvida pela Marinha do Brasil. Feito em conjunto pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) e Fundação Parque de Alta Tecnologia da Região de Iperó e Adjacências (Patria), o projeto foi financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

Fonte: CTMSP



**2017**  
**inac**  
INTERNATIONAL NUCLEAR  
ATLANTIC CONFERENCE



# Energia Nuclear para Projetos Nacionais

22 a 27 de outubro de 2017  
Dayrell Hotel & Centro de Convenções  
Belo Horizonte - MG, Brasil

**Informações:**

[www.inac2017.org.br](http://www.inac2017.org.br)  
[aben@aben.com.br](mailto:aben@aben.com.br)  
+55 (21) 2266-0480 | 2203-0577



**Completando 60 anos de fundação em 2016, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) celebra seu papel precursor em pesquisa, desenvolvimento e regulação na área nuclear, bem como em formação de recursos humanos em engenharia, segurança e tecnologia nucleares.**

### • Reator Multipropósito Brasileiro

O RMB produzirá radioisótopos para medicina nuclear e diversas outras áreas. Será essencial para testes de irradiação de combustíveis nucleares e materiais estruturais de reatores de potência e para pesquisas com feixes de nêutrons.



### • Radiofármacos

Produção de Radiofármacos utilizados em 1,6 milhão de procedimentos em 430 serviços de medicina nuclear no Brasil.



### • DES-SAL

Projeto de dessalinização nuclear (DES-SAL): energia nuclear contribuindo para a segurança hídrica, energética e alimentar dos brasileiros.

### • Pós-graduação

Em 2016 foram formados 115 mestres e 65 doutores nos programas de pós-graduação dos institutos da CNEN.



### • Segurança

Licenciamento e Controle de 4230 instalações nucleares e radioativas em 2016.

### • Grandes eventos

Segurança nuclear e radiológica dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos Rio 2016.



[www.cnen.gov.br](http://www.cnen.gov.br)