



Informativo da Associação Brasileira
de Energia Nuclear

Ano 23 • Numero 47 • 2017

BRASIL NUCLEAR



PELE NOVA

**Brasil inova no tratamento
de queimados com curativo
de pele de tilápia, irradiada**



ABACC

Agência Brasileiro-Argentina de
Contabilidade e Controle de
Materiais Nucleares

Agencia Brasileño-Argentina de
Contabilidad y Control de
Materiales Nucleares



2.838

inspeções realizadas no
Brasil e na Argentina entre
1992 e 2016

78

instalações sob
salvaguardas

87

curso de capacitação
técnica realizados entre
1992 e 2016

VERIFICANDO O USO PACÍFICO DA ENERGIA NUCLEAR NA ARGENTINA E NO BRASIL
VERIFICANDO EL USO PACÍFICO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN ARGENTINA Y BRASIL

<http://www.abacc.org.br>

A tecnologia nuclear a serviço da sociedade

Entrevista
Almirante Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Jr., diretor-geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha 4

Capa
Brasil inova no tratamento de queimaduras 7

Tecnologia
Ipen e CTMSP concluem primeiro combustível para o RMB 12

Radioproteção
30 anos do acidente de Goiânia 16

Indústria
As ações da Eletronuclear para retomar as obras de Angra 3 20

Indústria
INB: Rumo à autossustentabilidade 24

Átomos
No mar, o início e o futuro da energia nuclear 27

A capa desta edição mostra uma das belas imagens que integram o projeto “Under the Skin”, exposição de fotos e livro que utilizam a arte para restaurar a autoestima de vítimas de queimaduras. O corpo feminino que serve como tela para o *body painting* é de uma voluntária vítima de queimadura, tratada pelo Instituto de Apoio ao Queimado de Fortaleza, que receberá os recursos da venda do livro para aplicar no projeto revolucionário que está desenvolvendo: o uso da pele de tilápia no tratamento de queimaduras. Trata-se de uma técnica inédita no mundo e os ótimos resultados já alcançados nos testes clínicos despertaram o interesse de diversos países. Mas o uso seguro da pele de tilápia em humanos só é possível com o emprego da radiação ionizante. Daí a importância da participação do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) para o sucesso do projeto. Graças à parceria com o Ipen, foi identificada a dosagem adequada de irradiação gama, gerada a partir de uma fonte de Cobalto 60 que garante a plena esterilização da pele e, ao mesmo tempo, a preservação dos tecidos.

A irradiação da pele de tilápia, e também de tecidos humanos como pele, ossos e âmnion (película que integra a estrutura da placenta), é um exemplo do uso da tecnologia nuclear na área da saúde. Outro exemplo é a medicina nuclear, que oferece avançadas técnicas de diagnóstico e terapias. A tecnologia nuclear também está presente em aplicações na indústria, agricultura e meio ambiente. Um dos projetos mais importantes do país, o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), visa garantir a autonomia nacional na produção de radioisótopos para aplicações nessas áreas. Hoje, só para atender à demanda anual de 2 milhões de procedimentos em medicina nuclear, o país gasta cerca de US\$ 18 milhões com a importação de radioisótopos. O empreendimento também colocará à disposição da comunidade científica nacional um Laboratório de Análise de Materiais Irrradiados, um Laboratório de Radioquímica e um Laboratório Nacional de Feixes de Nêutrons para suporte a pesquisas em áreas como nanotecnologia, biologia estrutural, desenvolvimento e caracterização de novos materiais. O investimento previsto é de US\$ 500 milhões, uma verba modesta para um projeto deste porte e abrangência. Mesmo assim, os desembolsos não estão garantidos, o que provoca sucessivos atrasos na continuidade do projeto. Previsto para operar em 2014, o RMB só deverá ser inaugurado em 2023.

Esta edição da **Brasil Nuclear** vai circular na Inac 2017, que tem como tema *Energia Nuclear para Projetos Nacionais*. Mais uma vez, a Associação Brasileira de Energia Nuclear coloca em discussão em seu congresso a necessidade de uma política de estado para a energia nuclear. E, também, mais uma vez, alertamos para a perda da capacidade técnica, fruto da falta de reposição dos quadros que estão se aposentando.

Mas, é com alento que vemos a recente criação do Comitê para o Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro - PNB, vinculado ao Gabinete de Segurança Institucional (GSI), ligado à Presidência da República. Esperamos que o GSI assuma seu papel coordenador e tome a iniciativa de agregar as diversas ações do PNB, hoje dispersas por diversos ministérios. Só assim, o governo demonstrará que incluiu a energia nuclear em sua agenda.

<p>Presidente da Aben Olga Simbalista</p>	<p>Editora Vera Dantas</p>	<p>Impressão Gol Gráfica</p>
<p>Conselho Editorial Edson Kuramoto – Aben Francisco Rondinelli – Cnen Guilherme Camargo – Eletronuclear Mário Moura – INB Márcia Flores – Aben Koishi Noriyuk – CTMSP Rogério Arcuri – Eletronuclear</p>	<p>Colaboradores Bernardo Barata Lúcia Teixeira</p> <p>Produção Editorial Inventhar Comunicação</p> <p>Edição de Arte IG+ Comunicação Integrada</p>	<p>Brasil Nuclear é uma publicação da Associação Brasileira de Energia Nuclear - Aben</p> <p>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</p>

Capa: foto de Cival Jr. de pintura da artista Jasmin Walsh sobre o corpo de uma voluntária do Instituto de Apoio ao Queimado, de Fortaleza (CE), como parte do projeto Under the Skin.

Estamos vendo nossos objetivos se tornarem realidade

Almirante Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Jr

O desenvolvimento da energia nuclear no Brasil está inteiramente ligado à Marinha, desde o pioneirismo do almirante Álvaro Alberto, que representou o país, em 1946, na recém-criada Comissão de Energia Atômica do Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU). Um dos idealizadores do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) e seu primeiro presidente, Álvaro Alberto participou da criação de diversos outros órgãos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico do país, dentre eles a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen).

“O almirante Álvaro Alberto foi um visionário que, já nos anos de 1950, vislumbrou a necessidade crucial de o Brasil dominar, por seus próprios meios, uma tecnologia que as grandes potências jamais quiseram compartilhar com outras nações”, afirma o almirante de esquadra Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior, diretor-geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. Ele lembra que no final da década de 1970, a Marinha iniciou seu programa estratégico, com o objetivo de desenvolver um submarino com propulsão nuclear e, para isso, “precisou dominar o ciclo do combustível nuclear, bem como a capacidade para projetar e construir uma planta de propulsão nuclear”. Tendo ingressado na Marinha do Brasil em 1973, o almirante Bento Costa Lima ocupou diversos cargos na instituição, dentre eles os de observador militar das Forças de Paz da ONU nos setores de Sarajevo, Bósnia e Herzegovina, e Dubrovnik, na ex-Iugoslávia, comandante da Base de Submarinos Almirante Castro e Silva, Comandante em Chefe da Esquadra e secretário de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha. Em entrevista a Vera Dantas, da **Brasil Nuclear**, ele diz que “hoje, nós estamos vendo nossos objetivos se tornarem realidade, com a construção do Labgene¹, a primeira instalação de energia nucleoeleétrica totalmente projetada no País”.

O que levou a Marinha a desenvolver um programa nuclear?

No final da década de 1970, a Marinha iniciou seu programa estratégico, visando ao objetivo de desenvolver um subma-

¹ Labgene, sigla para Laboratório de Geração de Energia Nucleoeleétrica, é o protótipo, em terra, da planta de propulsão nuclear do submarino. Está sendo construído no Centro Industrial Nuclear de Aramar, localizado no município de Iperó (SP).

rino com propulsão nuclear. Como esse tipo de tecnologia não é transferido por nenhum país, houve a necessidade de pesquisa e desenvolvimento totalmente autóctones. Para chegar ao submarino, a Marinha precisou dominar o ciclo do combustível nuclear, bem como a capacidade para projetar e construir uma planta de propulsão nuclear. Em 1987, a Marinha divulgou, oficialmente, o domínio do difícil processo do enriquecimento de urânio por ultracentrifugação. A partir dessa tecnologia, a Marinha passou a colaborar com as Indústrias Nucleares do Brasil (INB), fornecendo ultracentrífugas para sua planta industrial em Resende (RJ), onde é produzido o combustível nuclear para as usinas de Angra. Hoje, nós estamos vendo nossos objetivos se tornarem realidade, com a construção do Labgene, a primeira instalação de energia nucleoeleétrica totalmente projetada no País, que será, em terra, o protótipo da planta de propulsão do nosso submarino nuclear.

Como começou o seu envolvimento com a tecnologia nuclear?

Eu acompanho assuntos tecnológicos desde 2006, quando assumi a chefia da então recém-criada Divisão de Ciência e Tecnologia do Estado-Maior da Armada, embrião do que viria a ser a Secretaria de Ciência e Tecnologia e Inovação da Marinha. Depois, entre 2007 e 2008, como assessor-chefe parlamentar do Gabinete do Comandante da Marinha, tive a oportunidade de acompanhar as assinaturas dos acordos de parceria estratégica do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (Prosub) entre a França e o Brasil. Continuei acompanhando esses assuntos como comandante da Força de Submarinos e como chefe de gabinete do Comandante da Marinha. Em 2016, assumi a Secretaria de Ciência e Tecnologia e Inovação da Marinha e, posteriormente, a Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM).

O que levou a Marinha a criar uma diretoria para o desenvolvimento nuclear e tecnológico?

A DGDNTM foi criada no dia 25 de novembro de 2016, pois a Marinha viu a necessidade de concentrar, em um mesmo setor, as atividades de desenvolvimento nuclear e as de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Até então, existia a Secretaria de Ciência e Tecnologia e Inovação da Marinha, que concentrava as atividades de CT&I, e o Programa Nuclear da Marinha

(PNM) e o Prosub, que estavam sob a responsabilidade do Setor do Material da Marinha. Além disso, a criação da nova diretoria trouxe consigo as necessárias reestruturações das atividades de desenvolvimento nuclear e de CT&I.

Como é constituída a Diretoria e qual o seu efetivo?

A DGDNTM é constituída por servidores militares e civis, incluindo cientistas, engenheiros e técnicos especializados em diversas áreas temáticas. Ela tem, como organizações subordinadas: o Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro (CTMRJ), que unificou a gestão administrativa e de CT&I do Centro de Análise de Sistemas Navais (Casnav), do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) e do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM); o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), com a Diretoria de Desenvolvimento Nuclear da Marinha (DDNM) e o Centro Industrial Nuclear de Aramar (Cina), dedicados à execução do Programa Nuclear da Marinha (PNM); a Agência Naval de Segurança Nuclear e Qualidade (AgNSNQ); e a Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento do Submarino de Propulsão Nuclear (Cogesn), dedicada à execução do Prosub. Ao todo, somos uma força de trabalho de mais de 4.800 pessoas, em sua maioria civis, no Setor de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha.

Qual a missão e metas da nova diretoria?

Nossa missão é atuar como órgão central executivo do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação e, dessa forma, contribuir para a jornada da Marinha rumo ao futuro. Atualmente, nossas metas principais são: desenvolver nossas competências tecnológicas, dominar a tecnologia de produção de combustível nuclear, concluir e iniciar a operação do Labgene e construir, inicialmente, quatro submarinos de propulsão convencional e um de propulsão nuclear e sua estrutura de apoio (o estaleiro e a base naval de Itaguaí).

Além disso, a DGDNTM busca, sistematicamente, o fortalecimento das parcerias estratégicas com a comunidade científica, acadêmica, as demais Forças Armadas e com a Base Industrial de Defesa (BID). Busca, também, o aprimoramento da gestão de nossos projetos e a obtenção e manutenção dos recursos humanos necessários ao desenvolvimento dos nossos programas.

Como é a vinculação com o CTMSP e a Amazul?

O CTMSP, como já foi dito, é subordinado diretamente à DGDNTM, que é a responsável pela supervisão do Programa Nuclear da Marinha. Já a Amazul (Amazônia Azul Tecnologias de Defesa) é uma empresa vinculada ao Ministério da Defesa através da Marinha do Brasil, e que tem o objetivo de promover, desenvolver, transferir e manter tecnologias sensíveis às atividades do Programa Nuclear da Marinha, do Prosub e do Programa Nuclear Brasileiro (PNB). Existe o vínculo com a DGDNTM, uma vez que o diretor-geral exerce a função de Presi-



Como esse tipo de tecnologia não é transferido, houve necessidade de pesquisa e desenvolvimento totalmente autóctones

Almirante Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Jr

dente do Conselho de Administração da empresa.

Qual é a importância do projeto do submarino nuclear?

O mar foi, é e sempre será uma fonte de riquezas para o Brasil. É na chamada Amazônia Azul, uma imensa área marítima de aproximadamente 4,5 milhões de km², que desenvolvemos as atividades pesqueiras, o comércio exterior e a exploração de recursos naturais. É pelo mar que passam 95% das nossas exportações e importações. E é no mar que está 90% do nosso petróleo. É, portanto, para proteger a Amazônia Azul que vamos ter o submarino com propulsão nuclear.

A proteção da Amazônia Azul está estabelecida de forma cristalina na Estratégia Nacional de Defesa. Este marco legal determina que a Marinha seja dotada de uma Força Naval de envergadura, para cumprir a missão de proteger o nosso mar. Além disso, os dois programas estratégicos da Marinha, o Prosub e o PNM, provocam um enorme arrasto tecnológico, fortalecendo nossa Base Industrial de Defesa, nossos centros de pesquisa e nossas universidades, com os quais mantemos inúmeros convênios e parcerias.

Qual a importância do projeto do RMB para a Marinha?

O Reator Multipropósito Brasileiro (RMB) é um empreendimento da Cnen, de grande alcance social e arrasto tecnológico, que se beneficiará do esforço e do investimento realizados pelo PNM. Com ele, vamos ser menos dependentes e mais eficientes na produção de radiofármacos, para emprego em medicina nuclear e fundamental no diagnóstico de diversas enfermidades e no tratamento de vários tipos de câncer. Hoje, para termos uma ideia, o uso per capita de procedimentos de medicina nuclear no Brasil é duas vezes e meia menor que na Argentina e seis vezes menor que nos Estados Unidos.

O mar sempre será uma fonte de riquezas para o Brasil. É para proteger a Amazônia Azul que vamos ter o submarino com propulsão nuclear

Além disso, o RMB é importante na realização de pesquisas com combustíveis nucleares, permitindo seu desenvolvimento seguro e eficiente. É um projeto estratégico para o País. A Marinha, por meio da Amazul, e com a experiência adquirida pelo nosso programa nuclear, vem apoiando o Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (Ipen), vinculado à Cnen, no desenvolvimento do RMB.

Qual é a relação entre domínio tecnológico e soberania?

A soberania representa a capacidade de um Estado tomar decisões de forma autônoma e independente de pressões ou interesses externos, que possam se contrapor aos objetivos do seu povo, representado pelo Governo. Portanto, dominar tecnologias sensíveis está intimamente ligado à capacidade de uma nação em se manter soberana.

Domínio tecnológico significa ter mais ferramentas, remédios inteligentes, materiais avançados e matriz energética mais flexível, por exemplo. No caso da energia nuclear, os benefícios se tornam evidentes no controle de pragas, na fabricação de novos materiais e, como já dissemos, na maior difusão de radiofármacos. Domínio tecnológico, nessa área, também significa menos dependência logística em insumos importantes.

A Estratégia Nacional de Defesa menciona, e eu cito literalmente, que “não é independente quem não tem o domínio das tecnologias sensíveis, tanto para a defesa, quanto para o desenvolvimento”.

A tecnologia nuclear é estratégica para o país?

Não há a menor dúvida que sim. O Brasil apresenta características que o colocam em posição de destaque no cenário internacional. É um país de dimensões continentais, dotado de abundantes recursos naturais; possui uma grande população, que ainda apresenta demandas consideráveis em termos de melhoria de qualidade de vida; e representa uma das maiores economias mundiais.

Países com tais características demandam elevada produção energética para promover seu crescimento, requerem tecnologias competitivas para a produção e a conservação de alimentos, para o atendimento das demandas associadas à saúde da população e para o apoio às suas indústrias.

As tecnologias nucleares possuem, hoje, aplicação direta em todas as áreas mencionadas e diversas outras, que se fazem presentes no nosso cotidiano. E vale sempre lembrar que o Brasil forma, ao lado dos EUA e da Rússia, o seletíssimo grupo de países que possuem o domínio da tecnologia do ciclo do combustível nuclear e expressivas reservas de urânio em seu próprio território.

No que se refere à expressão do poder naval, o preparo e emprego de um submarino com propulsão nuclear confere ao Estado excepcional capacidade de dissuasão contribuindo, assim, para a defesa da Pátria e para a soberania nacional.



Fotos: acervo IAQ

Brasil inova no tratamento de queimaduras

Vera Dantas

Uma solução inovadora e 100% nacional está prestes a revolucionar o tratamento das vítimas de queimaduras no Brasil e no mundo.

Trata-se do uso da pele de tilápia como curativo nas lesões de 2º grau superficial e profundo.

Os estudos clínicos estão em fase avançada – já foram tratados mais de 150 pacientes, entre as fases clínicas 2 e 3 – e ainda neste semestre devem ser iniciados os estudos multicêntricos, última etapa para a obtenção do registro do tratamento junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Os ótimos resultados alcançados despertaram o interesse de diversos países para o uso da pele de tilápia no tratamento de queimados, ao mesmo tempo em que estimularam equipes

médicas de outros estados brasileiros a iniciar estudos para a aplicação da técnica em outras especialidades como otorrinolaringologia, endoscopia, odontologia, feridas vasculares e na reconstrução de neovaginas, esta última em estágio bastante avançado.

O uso da pele de tilápia como curativo no tratamento de queimaduras é uma técnica inédita no mundo. Ela foi idealizada pelo cirurgião plástico Marcelo Borges, coordenador do SOS Queimaduras e Feridas do Hospital São Marcos, em Recife (ver **Do sonho à realidade**). Depois de tentar por três anos, sem sucesso, viabilizar a pesquisa em Pernambuco, Marcelo Borges aceitou a oferta do cirurgião plástico Edmar Maciel para realizar o trabalho no Ceará. Maciel conseguiu financiamento através de um convênio entre o Instituto de Apoio ao Queimado, organização não governamental que dirige, e a Enel, empresa distribuidora de energia elétrica do Ceará, e montou uma equipe que envolve cerca de 70 colaboradores, de várias instituições cearenses. A pesquisa relacionada às propriedades da pele do peixe foi desenvolvida no Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Medicamentos (NPDM), da Universidade Federal do Ceará, sob a coordenação do pesquisador Odorico Moraes. Os estudos clínicos estão sendo realizados no Instituto dr. José Frota (IJF), de Fortaleza (CE), sob a coordenação de Maciel. Em Pernambuco, também participam a Faculdade de Medicina de Olinda e o Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).



Edmar Maciel, diretor do Instituto de Apoio ao Queimado e coordenador da pesquisa

Desde o primeiro momento, a iniciativa conta com a parceria do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), através do Centro de Tecnologia das Radiações, onde as peles são irradiadas, para esterilizar e garantir a segurança da aplicação da pele em seres humanos.

A espécie estudada foi a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), originária da bacia do rio Nilo, no Egito, que chegou ao Brasil na década de 1970 e é produzida em cativeiro. As amostras usadas na pesquisa foram obtidas no açude Castanhão, no município de Jaguaribara, a 250 quilômetros da capital Fortaleza. A pele da tilápia do Nilo é um produto nobre e de alta qualidade, com alto grau de resistência e possui características microscópicas semelhantes à estrutura da pele humana em suas características físicas, histomorfológicas e da tipificação da composição do colágeno, o que suporta sua aplicação como biomaterial na medicina regenerativa, de acordo com o estudo "Avaliação microscópica, estudo histológico e análise de propriedades tensiométricas da pele de tilápia do Nilo", publicado na Revista da Sociedade Brasileira de Queimaduras (Vol. 14 nº 3 - Jul/Ago/Set de 2015).

O tratamento de queimaduras é realizado, no exterior, com curativos de pele humana ou pele animal (porco). No Brasil, ele dependerá das condições financeiras do paciente: enquanto na rede privada são usados curativos importados e de custo elevado, como a prata nanocristalina e peles artificiais, a conduta adotada pelos centros de queimados da rede pública, que atendem à maior parte das vítimas de

queimaduras, é a utilização de pomada antimicrobiana de sulfadiazina de prata até a completa reparação da lesão (de 12 a 25 dias). O curativo é refeito a cada dois ou três dias, dependendo da gravidade, num procedimento bastante doloroso e desconfortável para o paciente, exigindo muitas vezes a administração de analgésicos e anestésicos. Já a pele de tilápia pode ficar na queimadura mais tempo, muitas vezes até o final da cicatrização, sem precisar trocar diariamente. Segundo o dr. Edmar Maciel, isso acontece porque, ao aderir à ferida e bloquear o contato com o meio externo, ela evita contaminações e que o paciente perca líquido e proteínas, que causam desidratação e prejudicam a cicatrização.

Nem os próprios pesquisadores imaginavam a amplitude do poder recuperador oferecido pela pele de tilápia. Isso só aconteceu ao iniciarem os estudos histológicos. "Nesse momento, ficou comprovado que a pele da tilápia tem uma proteína chamada colágeno tipo 1, que é importantíssima na cicatrização, em quantidade semelhante à pele humana e muito superior a de outras peles animais, como porco, cachorro, e rã, que são utilizadas no mundo", explica o dr. Edmar Maciel.

Desde o início, o projeto conta com a parceria do Ipen, que irradia as peles, para esterilizar e garantir a segurança de sua aplicação em seres humanos

Outros agentes importantes presentes na pele de tilápia são os peptídeos, pequenos grupos protéicos como as hepcidinas, as defensinas e as interleucinas, que também contribuem para acelerar a cicatrização. Marcelo Borges está estudando, no Laboratório Keizo Asami em Pernambuco, as propriedades antibióticas e anti-inflamatórias desses peptídeos, que agem como coadjuvantes na aceleração do tempo de cura das lesões.



A pele da tilápia adere...



à ferida e bloqueia o...





Registro

Edmar Maciel vê um grande horizonte para o uso da pele de tilápia, tão logo estejam concluídos os estudos multicêntricos e seja obtido o registro na Anvisa. O método de processamento, de descontaminação e de esterilização da pele da tilápia e sua aplicação em queimaduras e feridas foi registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e igualmente patenteadado no exterior. Os participantes do projeto irão selecionar uma empresa para registrar o produto na Anvisa e cuidar da sua produção e comercialização interna e externa. “Nosso desejo é que o Ministério da Saúde disponibilize a pele de tilápia para todos os centros de queimados, uma vez que o Brasil está atrasado 50 anos no tratamento de queimados na rede pública”, afirma Edmar Maciel.

Em 2016, a pesquisa foi premiada no Congresso Brasileiro de Queimaduras, na Bahia, e no Congresso Brasileiro de Cirurgia Plástica, em Fortaleza, pelo seu pioneirismo e criatividade.



contato com o meio externo

Padrão ouro para substituir a pele

A radioesterilização é uma alternativa segura para garantir a qualidade dos tecidos usados em transplantes e outras aplicações clínicas, como curativos em queimaduras e feridas na pele.

A maioria dos tecidos biológicos pode ser tratada com radiação ionizante para minimizar a possibilidade de rejeição do organismo, matar bactérias e reduzir o risco de transferir doenças contagiosas como HIV, hepatite C ou citomegalovirus.

Já no seu primeiro trabalho de irradiação de pele humana, o grupo de pesquisadores do Laboratório de Processamento de Tecidos Biológicos por Radiação Ionizante do Centro de Tecnologia das Radiações do Ipen fez uma importante descoberta: a técnica provocava um afrouxamento da rede de colágeno da derme, o que, em vez de comprometer o uso do tecido, tinha um efeito benéfico. Ao remover a parte epidérmica (formada pelas células mortas) do tecido, usado como um curativo biológico em pacientes que participaram do estudo, os pesquisadores constataram que uma grande área da parte dérmica tinha se incorporado ao paciente e poderia servir como base para uma segunda intervenção reparadora (ver *Brasil Nuclear* ed. 35, set. 2009).

Além de participar da pesquisa do uso da pele de tilápia no tratamento de queimaduras, o Laboratório de Processamento de Tecidos Biológicos por Radiação Ionizante do Centro de Tecnologia das Radiações está trabalhando em diversos projetos com o objetivo de disponibilizar novos materiais para transplantes de tecidos e transplantes ósseos e o desenvolvimento de substitutos de pele. Um dos mais abrangentes, por envolver diversos países, reúne dois diferentes grupos de trabalho, um dedicado ao estudo e montagem de arcações de membranas em materiais poliméricos e outro, ao cultivo de células visando sua utilização na engenharia tecidual. “O objetivo final é estabelecer um padrão ouro para substitutos dermoepidérmicos”, explica a farmacêutica e bioquímica Monica Mathor, que conduz a linha de pesquisa.

O trabalho está em fase *in vitro*. A fase laboratorial está prevista até abril de 2019, quando a equipe terá condições de decidir qual, dos materiais testados, é o melhor substituto para a pele. Segundo Monica, a pele de tilápia não foi incluída na pesquisa, uma vez que atualmente seu uso está previsto como curativo. Ela não descarta, porém, a possibilidade de um desdobramento futuro. Mas tudo dependerá da evolução das pesquisas. Já a pele humana, oriunda dos bancos de pele, pode ser utilizada na engenharia tecidual, desde que seja retirada a parte epidérmica; o cultivo das células é realizado na parte dérmica restante.

Do sonho à realidade

Marcelo Borges*

Além do Ipen, o trabalho contou com a participação de grupo de pesquisadores do Laboratório de Hematologia e Células Tronco da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e outro do Departamento de Ciências Exatas e da Terra do Campus Diadema da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp).

A pesquisa é um desdobramento de um projeto anterior, de âmbito latino-americano, iniciado em 1998 pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), que teve como meta ampliar os usos pacíficos da energia nuclear, incentivando o estabelecimento de bancos de tecidos nos países participantes e que utilizassem a radiação gama como alternativa principal na esterilização dos tecidos produzidos. A AIEA pretendia que todos os bancos de tecidos na América Latina trabalhassem com a mesma qualidade e com procedimentos comuns, facilitando dessa forma o intercâmbio entre os países. O Brasil foi incorporado ao projeto da Agência por meio do Banco de Tecidos do Instituto Central do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Divisão de Cirurgia Plástica e Queimaduras), montado com a colaboração da AIEA. De acordo com Monica, o projeto atingiu o objetivo, tendo gerado, entre outros produtos, um guia para padronização dos procedimentos para bancos de tecidos e o outro para irradiação de tecidos.

O Laboratório do Ipen também trabalha com a irradiação de osso triturado e desmineralizado, para uso em transplante ortopédico e odontológico, e desenvolve, ainda, uma linha de pesquisa para irradiar tendões. Outra linha de trabalho é com a irradiação de membrana amniótica e o seu uso na engenharia tecidual. As pesquisas laboratoriais já foram desenvolvidas e o método de cultivo de células sobre a membrana está padronizado. No entanto, a parte clínica não está sendo desenvolvida, devido à falta de recursos humanos. “Nós estamos com um grande problema de pessoal. Formamos pessoas, mas não temos como mantê-las. Com isso, nossas pesquisas não vão à frente; acabam ficando na prateleira como dissertação de mestrado e tese de doutorado”, desabafa a pesquisadora.

A ideia me veio em mente em novembro de 2011, ao ler uma matéria sobre o uso da pele de tilápia na confecção de acessórios femininos como bolsas, cintos e sapatos. Perguntei-me se aquele material também teria a resistência e a delicadeza necessárias para substituir a pele humana, temporariamente, no tratamento de queimaduras. Coincidentemente, naquela época, eu estava assumindo a responsabilidade técnica pelo Banco de Pele do Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira, no Recife, onde adquiri grande experiência na esterilização de pele humana. Comecei, então, a adaptar esse processo para a pele da tilápia.

Naquele momento, foi muito importante o apoio da pesquisadora Monica Mathor, do Laboratório de Processamento de Tecidos Biológicos por Radiação Ionizante do Centro de Tecnologia das Radiações, do Ipen, que trabalhou na identificação da dosagem adequada da irradiação com gama cobalto 60 que promovesse a plena esterilização dessa pele. Como partimos de um protocolo da pele humana, não tínhamos uma ideia muito precisa do quanto deveríamos evoluir na irradiação da pele animal de forma a obter, ao mesmo tempo, a inativação de vírus, a inexistência de bactérias e fungos e, também, a preservação dos tecidos. O trabalho desenvolvido pela pesquisadora trouxe, digamos assim, o desfecho final adequado para que essa pele pudesse ser usada com segurança em humanos.

Eu sinto muito orgulho por ter tido essa ideia, mas com a humildade em saber que ela só se concretizou porque conseguiu conquistar empresas, vários pesquisadores e deze-



nas de colaboradores nos estados de Pernambuco, Ceará e São Paulo. Nossos resultados foram extremamente animadores, gerando repercussão internacional. Essa pesquisa quase deu a volta ao mundo tamanha a repercussão e receptividade que vem obtendo, através de trabalhos científicos e reportagens. Recentemente, chegou ao Japão.

Se a ideia inicial foi o uso da pele para queimaduras e feridas crônicas, estamos percebendo claramente o surgimento de ampliações para outras especialidades médicas e isso nos deixa muito alegres, por ter tido tamanha capilaridade no mundo científico nacional e, logo, logo, também na comunidade científica internacional.

Eu costumo usar uma frase de Miguel de Cervantes ao final das minhas apresentações sobre a pesquisa: “O sonho de um só é apenas um sonho. O sonho de muitos é começo de uma nova realidade”. Esta pesquisa reflete muito esse pensamento de Cervantes, a partir do instante em que aceitei o convite do dr. Edmar Maciel para tentar viabilizar o apoio financeiro e laboratorial ao projeto. Várias outras instituições foram sendo agregadas à pesquisa, dando-lhe uma abrangência muito grande dentro do universo acadêmico e científico do nosso país.

* Coordenador do SOS Queimaduras e Feridas do Hospital São Marcos, em Recife

O trabalho da pesquisadora Monica Mathor possibilitou que essa pele seja usada com segurança em humanos

Marcelo Borges

Arte restaura a autoestima

As imagens fazem parte do projeto Under the Skin, exposição de fotos e livro que utilizam a arte para restaurar a autoestima de vítimas de queimaduras. Realizada de 4 a 15 de outubro, numa parceria entre o Instituto de Apoio ao Queimado (IAQ), Shopping Iguatemi de Fortaleza e a agência Bolerio Comunicação – que concebeu o projeto –, a mostra exibiu os trabalhos da artista Jasmin Walsh, que utilizou como tela os corpos (body painting) de seis voluntários vítimas de queimaduras, tratados pelo IAQ; e do fotógrafo Cival Jr, autor das fotos da exposição e que ilustram o livro sobre a iniciativa, lançado no evento. Os recursos arrecadados com a venda da publicação serão destinados ao IAQ e empregados no aprofundamento da pesquisa que utiliza a pele de tilápia no tratamento de queimados.





Fotos: E. R. Paiva/Ipen/Cnen-SP

Ipen e CTMSP concluem primeiro combustível para o RMB

Vera Dantas

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) e o Centro Tecnológico da Marinha (CTMSP) concluíram o protótipo do primeiro combustível nuclear para o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB). O combustível metálico tipo placa, com urânio enriquecido a 19,9%, será testado no Reator Nuclear de Pesquisas Ipen/MB-01 e foi apresentado durante a celebração do 61º aniversário do Instituto Nacional de Pesquisas Energéticas (Ipen), no dia 31 de agosto passado.

O novo combustível é o primeiro de uma série de 19 elementos combustíveis a serem colocados no núcleo do reator Ipen/MB-01, que está sendo utilizado como unidade de estudo dos núcleos para o RMB. O Ipen/MB-01 permite a realização de pesquisas na área de física de reatores como a simulação de características nucleares de um reator de grande porte. O projeto prevê a modificação do núcleo do reator do Ipen, que é do tipo vareta, para o núcleo tipo placa do RMB. A expectativa é que até outubro de 2018 seja entregue a carga dos 19 elementos combustíveis para o reator do Ipen, e que, futuramente, irão compor o núcleo do RMB.

O desenvolvimento do novo combustível integra o projeto “Adequação das Instalações do Fornecimento de Combustível para o RMB”, orçado em R\$ 25 milhões, com recursos provenientes de convênio com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). De acordo com coordenador técnico do Projeto RMB, José Augusto Perrotta, da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), esses recursos destinam-se ao desenvolvimento dos processos e à ampliação da capacidade de fabricação do combustível nuclear para o RMB. O Centro de Combustível Nuclear (CCN) do Ipen, terá a capacidade de produzir 60 elementos combustíveis por ano e mil alvos de urânio para produzir o molibdênio-99 – hoje são produzidos cerca de 12 elementos combustíveis/ano. O CTMSP já desenvolveu um conjunto de cascatas de enriquecimento isotópico de urânio, com capacidade de enriquecer até 19,95%, para fornecer ao RMB quando o reator entrar em operação – a primeira cascata de ultracentrifugas foi inaugurada no final de 2016. Perrotta ressalta o poder de capacitação tecnológica do projeto RMB. “Tudo isso é fornecimento nacio-

nal. O urânio enriquecido é nacional, a fabricação de combustível e alvo é feita no Ipen, tudo é tecnologia própria, nada é importado”, afirma.

Um espelho do país

Iniciado em 2008 e com previsão de estar implantado em seis anos, o RMB só deverá entrar em operação em 2023. Uma trajetória que, segundo José Augusto Perrotta, assemelha-se à trajetória do país. O atraso do projeto deve-se, em grande parte, às dificuldades enfrentadas junto ao governo para obter a liberação das verbas previstas. “O projeto custa US\$ 500 milhões, mas, até agora, quase nove anos após o seu início, só recebemos uma fração desse montante. Se tivéssemos os recursos disponíveis, no tempo previsto, a velocidade seria muito maior”, diz Perrotta.

O projeto básico do reator, realizado pela empresa brasileira Intertechne e pela empresa argentina de tecnologia e projetos Invap, e financiado através de um convênio com a Finep no valor de R\$ 50 milhões, foi concluído em 2014. Ainda em 2014, foi assinado um novo convênio com a Finep, através do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), no valor de R\$ 150 milhões, para a realização do projeto detalhado do reator. Mas, devido a mudanças no governo, os recursos só começaram a ser liberados, de forma parcial a partir de junho de 2015 e metade do desembolso concluído apenas em dezembro de 2016.

Assim como no projeto básico, o projeto detalhado do reator será executado por empresa brasileira e pela Invap. Com a entrada oficial da Amazonia Azul Tecnologias de Defesa (Amazul) no projeto, através de um convênio de cooperação técnica com a Cnen, o escopo da participação da empresa argentina limita-se apenas aos sistemas nucleares (reator propriamente dito e sistemas associados). Assim como o CTMSP, a Amazul já vinha colaborando com o projeto RMB. “O termo de criação da Amazul, de 2012, explicita que ela deverá atuar no suporte ao RMB. Esta parceria está tornando isso uma realidade”, afirma Perrotta (ver **Cooperação Técnica**).

O urânio enriquecido é nacional, a fabricação de combustível e alvo é feita no Ipen, tudo é tecnologia própria, nada é importado

José Augusto Perrotta



Radionuclídeos utilizados na Medicina

Radionuclídeo	Forma de produção	Aplicação	Situação no Brasil
^{99m} Tc	Produção de ⁹⁹ Mo em reator nuclear de pesquisa	Diagnóstico	100% importado Gerador produzido no IPEN
¹³¹ I	Produção em reator nuclear de pesquisa	Diagnóstico Terapia	Parcialmente importado Processado no IPEN
⁵¹ Cr	Produção em reator nuclear de pesquisa	Diagnóstico	100% importado
¹⁵³ Sm	Produção em reator nuclear de pesquisa	Terapia	100% nacional Produzido no IPEN
⁹⁰ Y	Produção em reator nuclear de pesquisa	Terapia	100% importado
¹⁷⁷ Lu	Produção em reator nuclear de pesquisa	Terapia	100% importado
¹²⁵ I	Produção em reator nuclear de pesquisa	Braquiterapia	100% importado Processado no IPEN
¹⁹² Ir	Produção em reator nuclear de pesquisa	Braquiterapia	100% importado
⁶⁰ Co	Produção em reator nuclear de pesquisa	Teleterapia	100% importado
¹⁸ F	Produzido em Cíclotron	Diagnóstico	100% nacional
¹²³ I	Produzido em Cíclotron	Diagnóstico	100% nacional
¹¹¹ In	Produzido em Cíclotron	Diagnóstico	100% importado
⁶⁷ Ga	Produzido em Cíclotron	Diagnóstico	Parcialmente nacional
²⁰¹ Tl	Produzido em Cíclotron	Diagnóstico	Parcialmente nacional

O novo combustível é o primeiro de uma série de 19 a serem colocados no núcleo do reator Ipen/MB-01

Cooperação técnica

A Cnen e a Amazul assinaram, em maio passado, acordo de cooperação técnica para o desenvolvimento do projeto detalhado do RMB. Durante a solenidade de assinatura do acordo, o secretário-executivo do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Elton Santa Fé Zacarias, garantiu que o ministério dará todo apoio à construção do RMB, assim como a outros grandes projetos como o navio oceanográfico, o satélite geostacionário e o superlaboratório Sirius. Ele informou que o Ministério da Saúde deverá participar também do financiamento do projeto. O empreendimento, incluindo a construção do reator, absorverá investimentos de US\$ 500 milhões, recursos que virão do Tesouro Nacional.

O projeto detalhado do RMB será desenvolvido por meio de convênio com a Finep, no valor de R\$ 150 milhões. Também participará do desenvolvimento do projeto detalhado a Invap S.E., empresa pública argentina de tecnologia e projetos, uma das responsáveis pelo projeto básico do RMB.

De acordo com o diretor-presidente da Amazul, Ney Zanella dos Santos, além do seu “incalculável valor social, já que coloca a tecnologia nuclear a serviço da saúde dos brasileiros”, o RMB “promoverá uma sinergia de conhecimento com o Programa Nuclear Brasileiro”. A Amazul agregará a expertise de seus técnicos, que participam do Programa Nuclear da Marinha e do Programa de Desenvolvimento de Submarinos.

O projeto básico do RMB está pronto e o empreendimento já tem a Licença Prévia do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e Licença Local da Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear da Cnen.

Fonte: Amazul



Da esquerda para a direita, Wilson Calvo, superintendente do Ipen, José Augusto Perrotta, coordenador técnico do RMB e Elita F. Urano de Carvalho, gerente do Centro do Combustível Nuclear (CCN) do Ipen

O coordenador técnico do Projeto RMB ressalta que sempre houve o cuidado de só fechar contratos com possibilidade de execução, uma vez que os recursos são finitos e não têm reajuste. O dinheiro está depositado na Fundação Parque de Alta Tecnologia da Região de Iperó e Adjacências (Pátria) e é desembolsado à medida que os trabalhos são executados. “A regra da Finep estabelece que a liberação de uma nova parcela só pode ser pleiteada quando já foram gastos 80% da parcela anterior”, explica.

Em janeiro de 2015, o projeto recebeu a licença de local da Cnen e em maio do mesmo ano, a licença prévia ambiental do Ibama. O empreendimento também já conta com a pré-outorga de água da bacia do rio Sorocaba e do DAEE, que permite também a retirada de água do subsolo (aquífero). De acordo com Perrotta, são fases muito importantes para o projeto, “apesar das restrições financeiras”.

Também foi contratada a empresa responsável pela elaboração dos 23 planos ambientais, necessários para a obtenção da licença de instalação junto ao Ibama. A previsão é entrar com o pedido dessa licença ainda em 2017.

O empreendimento será construído em um terreno de 2 milhões de metros quadrados (cerca de 200 campos de futebol), localizado ao lado do Centro Industrial e Nuclear de Aramar, em Iperó, onde também está sendo desenvolvido o projeto do reator para o submarino nuclear

Um projeto vital

brasileiro. Cerca de 1 milhão e 200 mil metros quadrados da área foram cedidos pela Marinha, enquanto 840 mil metros quadrados estão em processo de desapropriação pelo governo do Estado de S. Paulo. Em junho último, o governo de São Paulo depositou em juízo os recursos destinados ao pagamento da desapropriação. Perrotta estima que, dentro de dois ou três meses, a área seja colocada à disposição do empreendimento.

Além dos prédios destinados ao reator nuclear e à estocagem do combustível irradiado, o projeto prevê a construção do Laboratório de Processamento de Radioisótopos, que processará os radioisótopos para aplicação na medicina, na indústria, atualmente importados, bem como ampliará a produção de traçadores radioativos para aplicação em pesquisas de agricultura e meio ambiente. Outro prédio será o Laboratório de Análise de Materiais Irradiados, para testes de caracterização e análise de desempenho de combustíveis e materiais irradiados e usados nos reatores nucleares de potência como os de Angra dos Reis e de propulsão naval, algo que até agora não é realizado no país.

O RMB irá ampliar a capacidade nacional em ciência, tecnologia e inovação. Além de promover a expansão da estrutura existente em pesquisa e em aplicações de técnicas nucleares para aplicação na sociedade, o empreendimento colocará à disposição da comunidade científica nacional um Laboratório de Radioquímica para pesquisa e caracterização de materiais pela técnica de análise por ativação por nêutrons. Está prevista também a criação de um Laboratório Nacional de Feixes de Nêutrons para complementar as atividades realizadas pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), de Campinas, no atendimento à comunidade científica brasileira em suporte a pesquisas em áreas como nanotecnologia, biologia estrutural, desenvolvimento e caracterização de novos materiais.

A construção de um reator multipropósito é um projeto há muito desejado pelas comunidades ligadas ao setor nuclear, que assumiu maior importância entre 2009 e 2010, com a primeira grande crise internacional da falta do molibdênio-99 (99Mo), cujo decaimento radioativo produz o radioisótopo tecnécio-99 (99mTc), utilizado em mais de 80% dos procedimentos de medicina nuclear no mundo, principalmente em exames de cintilografia.

Em 2009, a parada do reator nuclear canadense National Research Universal (NRU), responsável pelo atendimento de 30% da demanda mundial de molibdênio-99 impactou fortemente o funcionamento dos serviços de medicina nuclear em todo o mundo, afetando a vida de milhares de pessoas. O fornecimento do produto está concentrado em cinco reatores de pesquisa de grande porte como: o HFR-Petten, na Holanda; o Safári, na África do Sul; o BR2, na Bélgica; o RA-3, na Argentina e o Opal, na Austrália. Destes, apenas o último tem menos de 45 anos de operação.

O Brasil consome anualmente cerca de 4% da produção mundial de molibdênio-99 (99Mo). Os serviços de medicina nuclear no Brasil atendem um público formado em parte por pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS).

O Projeto RMB destina-se a garantir a autonomia nacional na produção de radioisótopos para aplicações na saúde, indústria, agricultura e meio ambiente. Hoje, para atender à demanda anual de 2 milhões de procedimentos em medicina nuclear, o país gasta cerca de US\$ 15 milhões com a importação de molibdênio e mais US\$ 3 milhões com a importação de outros radioisótopos que são processados e enviados a mais de 400 hospitais e clínicas brasileiras.

A expectativa é que o custo do RMB, orçado em US\$ 500 milhões, seja amortizado em 25 anos, contra uma vida útil do equipamento de 50 anos.

Um “advogado” especial

A Associação Brasileira de Energia Nuclear (Aben) contribuiu para agilizar a liberação de recursos para o início do projeto de desenvolvimento do RMB. Como o projeto tinha estacionado nos gabinetes dos ministérios envolvidos, o então presidente da Aben, Edson Kuramoto, buscou o apoio de um “advogado” muito especial: o então vice-presidente José de Alencar. Na ocasião, Alencar lutava contra um câncer, sendo, portanto, usuário de procedimentos de medicina nuclear.

“Nós entramos em contato com o vice-presidente no início de 2010. Ele demonstrou sensibilidade ao entender a importância do reator para o país, possibilitando torná-lo autossuficiente na produção de radioisótopos, e foi muito ágil nos contatos com os ministros envolvidos. Posteriormente, enviou carta especificando as ações que tinha tomado para ajudar na liberação”, lembra Edson Kuramoto.

30 Anos do acidente de Goiânia

Bernardo Mendes Barata

Quando dois catadores de recicláveis encontraram um aparelho de radioterapia com fonte de césio-137 abandonado e resolveram desmontá-lo e vendê-lo a Devair Alves Ferreira, dono de um ferro-velho de Goiânia, no longínquo dia 13 de setembro de 1987, teve início o acidente radiológico mais sério do mundo.

O atraente – e altamente radioativo – pó, que emitia uma luz azul quando no escuro, foi responsável pela morte de quatro pessoas e na contaminação externa ou interna alta de mais de 200 indivíduos, conforme dados oficiais. Segundo o ex-diretor de Radioproteção e Segurança Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) Ivan Salati, dois fatores agravaram a situação: o acidente demorou a ser detectado, por ter sido consequência do abandono indevido de um equipamento de radioterapia, e por ter ocorrido com uma fonte de césio-137, que pela sua forma física de material compactado, de fácil desagregação e dispersão, facilitou a contaminação em uma área extensa da capital de Goiás e de um grande número de pessoas.

Contudo, na visão de Salati, as consequências poderiam ter sido ainda mais sérias se não fosse a atuação de profissionais de instituições como a própria Cnen, Furnas (então responsável pela operação da usina nuclear Angra 1), Batalhão Especializado em Guerra Química e Bacteriológica do Exército e Hospital Marcílio Dias, da Marinha. “Tivemos também a sorte de contar com a liderança do Dr. Rex Nazaré Alves, então presidente da Cnen. Dr. Rex, que participava de uma reunião na AIEA em Viena quando foi co-

municado do acidente, retornou ao Brasil e foi para Goiânia. Lá comandou todo o trabalho de descontaminação da cidade, permanecendo no local, organizando e coordenando as diversas empresas e pessoas e diversos órgãos envolvidos no trabalho, saindo somente após a descontaminação ter atingido os níveis desejados estipulados, considerados bastante rigorosos quando comparados com os níveis internacionais recomendados à época. A presença do Dr. Rex, pessoa de alto prestígio internacional, permitiu também o recebimento de auxílio do exterior, principalmente na área de medicina das radiações”, recorda.

Criado em 1997 com o objetivo primordial de abrigar e monitorar os depósitos definitivos de rejeitos oriundos do acidente e localizado no município de Abadia de Goiás, o Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste (CRCN-CO) é vinculado à Cnen. Atualmente, a instituição possui, como funcionários de carreira, dez assistentes C&T, cinco analistas de C&T, quatro tecnólogos e um pesquisador, que estão distribuídos por atividades de setor de informações e divulgação, radioproteção ocupacional e ambiental (pesquisa e aplicação), controle institucional e administração.

O coordenador interino do CRCN-CO, Rugles César Barbosa, ressalta a existência da Cnen como organização e sua experiência de mais de seis décadas (completadas nos dias atuais) e mais de três décadas no período do acidente radiológico de Goiânia e acredita que tal bagagem impediu a ocorrência de mais desastres. “Como cidadão goiano, cuja família remonta três gerações, fico grato e aliviado pelo fato de existir tal organização deliberativa (Cnen)! O Brasil é um país inquisitório e não decisório, cabendo a pessoas e órgãos corajosos a assumir o ônus e a responsabilidade de ter a iniciativa de resolver problemas que requerem determinação”, destaca.

Dos últimos trinta anos para cá, ocorreram aperfeiçoamentos na área de segurança nuclear, segundo Ivan Salati. Em relação às fontes radioativas, utilizadas



Trabalhadores da Cnen durante a descontaminação do acidente radiológico com o Césio-137, em Goiânia, em 1987

Fotos: acervo CRCN-CO/Cnen



Sede do CRCN-CO

principalmente nos setores médico, da indústria e da pesquisa, houve modernização dos meios de controle, como o uso dos sistemas que controlam desde a importação do material radioativo ou equipamentos geradores de radiação, as licenças das empresas e entidades que vão utilizá-los e as autorizações das pessoas licenciadas para trabalhar nesse tipo de atividade. Além disso, seguindo recomendações internacionais, aumentaram as exigências de controle para uso de fontes radioativas, que é acompanhado também por meio de inspeções e fiscalização da Cnen. Seguindo também práticas internacionais, foi proibido no país o uso do céσιο-137 em equipamentos de radioterapia semelhantes ao que causou o acidente.

“O governo brasileiro desenvolveu um sistema para controle de importações pela Receita Federal, denominado Siscomex. Esse sistema, que funciona online, exige que os órgãos responsáveis pela autorização de determinado tipo de material ou equipamento a ser importado deem a anuência para a realização da importação. Isso permitiu a integração com sistemas desenvolvidos pela Cnen que faziam o controle de instalações e fontes. Além disso, foram desenvolvidos procedimentos mais específicos para o descarte de fontes radioativas sem uso, que devem ser entregues em instalações da Cnen”, complementa.

Ao passo que o uso de céσιο-137 em equipamentos de radioterapia foi sendo gradualmente abandonado tanto no país quanto no exterior, em decorrência de fatores relacionados a potencial de acidentes, houve desenvolvimento da tecnologia dos aceleradores lineares, permitindo a produção compacta de raios-X de alta energia e melhorando as técnicas de tratamento, conforme Ivan Salati. Ele explica que a radiação é do mesmo tipo da produzida por fontes radioativas e com energia igual ou maior, dependendo da finalidade. A grande vantagem do uso dos aceleradores é que eles permitem uma melhor conformação do campo de



Rugles César Barbosa

irradiação, permitindo maior concentração da dose no tumor e menor irradiação dos órgãos e tecidos sadios. A principal desvantagem dos aceleradores, por sua vez, é o preço e a complexidade da tecnologia em termos de manutenção. Por esse motivo, ainda continuam em uso os equipamentos com fontes de cobalto, principalmente em lugares onde os recursos financeiros são menores e as dificuldades de manutenção maiores.

Entre os cuidados adotados pelas equipes de radioproteção e atendimento a emergência, Rugles César Barbosa salienta que os profissionais que operam fontes ou trabalham como supervisores de radioproteção são submetidos a maiores exigências e seus nomes são divulgados no site da Comissão Nacional de Energia Nuclear, assim como os nomes das instalações que possuem autorização. Outro cuidado é no tocante à capacitação constante, com a realização de cursos e treinamentos e participação de atividades internacionais de intervenção para obtenção de experiência.

Com o trágico acidente ocorrido no Brasil, o país se tornou uma referência no atendimento a emergências radiológicas. “Vários métodos foram desenvolvidos para a atuação em campo. O Brasil, baseado na experiência e demanda do acidente, melhorou a estruturação do atendimento a emergências, com equipes treinadas e equipadas para reconhecimento e ação em caso de necessidade. Além disso, foi construído em Abadia de Goiás o repositório para os rejeitos radioativos do acidente, o que também trouxe uma experiência importante na gestão de rejeitos. Vale ressaltar também o esforço que foi feito, logo após o acidente, para coletar fontes antigas que haviam entrado no Brasil antes da regulamentação pela Cnen, e que estavam principalmente em universidades e hospitais, nem sempre com o cuidado adequado”, afirma Salati.

A unidade da Cnen em Goiás armazena mais de 6 mil toneladas de lixo contaminado com o céσιο-137, como rou-



As consequências poderiam ter sido ainda mais sérias se não fosse a atuação dos profissionais envolvidos

Ivan Salati

pas, móveis e até restos de materiais de construção provenientes da demolição de casas. Conforme Rugles Barbosa, foram inventariados todos os embalados do depósito final (como definido na Lei nº 10.308) em várias classes, como tempo de decaimento, atividade (nível de desintegração ou taxa de desintegração), tamanho e disposição dos embalados na caixa de concreto de 53 m X 13 m X 8 m de forma que os mais radioativos fiquem na posição interna e central (a partir do centro geométrico da caixa). Esse inventário, inclusive, está armazenado em programa de banco de dados.

No entendimento de Salati, o acidente do cézio-137 ainda influencia o imaginário dos brasileiros. Para ele, as radiações ionizantes e seus efeitos são pouco conhecidos pelo público em geral e mesmo por especialistas de outras áreas. Esse desconhecimento é causado em grande parte pela dificuldade de entendimento de uma área que tem bastante complexidade, e também pela dificuldade em explicar os fenômenos relacionados em linguagem mais simples e menos técnica. Ele frisa que ainda existem aqueles que são contra o uso da energia nuclear, por variados motivos e interesses, e que utilizam o acidente de Goiânia como exemplo do risco existente. “Muitas vezes os opositores buscam argumentos sem evidências científicas, apelando principalmente para os aspectos emocionais envolvidos em acidentes”, assinala.

“A energia nuclear tem riscos e é tratada com grande rigor em termos de regulação e fiscalização no Brasil e no mundo todo. No entanto, traz benefícios, não somente na área de energia, mas principalmente fornecendo meios importantes para o bem-estar da sociedade em outras áreas como saúde, onde é ferramenta fundamental no diagnóstico e tratamento de doenças; na indústria, onde é de enorme utilidade em controle de processos e controle de qualidade; na agricultura, controlando pragas, melhorando práticas agrícolas e trazendo novas variedades de plantas resistentes a doenças e com maior produtividade”, completa Ivan Salati.

Por sua vez, o coordenador interino do CRCN-CO diz que “não existe registros de ocorrência de pessoas que sofreram algum tipo de prevenção ou restrição” com relação aos locais onde o cézio passou, mas enfatiza que há alguns registros de relatos de radioacidentados e pessoas que trabalham ou moram nas áreas contaminadas. “Somos frequentemente consultados sobre a situação, em termos de risco, das áreas remediadas ou do depósito por empresas ou pessoas que necessitam fazer negócios (aluguel, compra, etc.)”, informa.

“Não existe atividade humana que seja totalmente segura e que não possa gerar algum tipo de dano e/ou poluição em maior ou menor proporção, pois os riscos sempre existem em qualquer atividade humana, mas a probabilidade de ocorrer um acidente semelhante é baixa”, finaliza Rugles César Barbosa.

Responsável por identificar a ocorrência do acidente com cézio-137 em Goiânia, o físico Walter Mendes Ferreira, que atualmente chefia a Divisão de Rejeitos Radioativos da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), relatou a descoberta feita há três décadas. “Em 1987, eu morava em Goiânia, mas estava fora da capital. Retornei a Goiânia no dia 27 de setembro, e detectei o acidente no dia 29. Fui contatado nesse dia, pela parte da manhã, por um amigo, professor Jadson de Araújo Pires, da Escola Técnica Federal de Goiás, também diretor da antiga Fundação Estadual do Meio Ambiente (Femago), que me informou que no Hospital de Doenças Tropicais (HDT), havia alguns pacientes com sintomas de intoxicação, e que o médico não conseguia diagnosticar a causa. Os pacientes apresentavam vômito, febre, diarreia e perda de cabelos. Eu disse para ele que esses sintomas eram de síndrome aguda de radiação. Meu amigo me colocou em contato com esse médico que me informou que os pacientes associavam o mal-estar a uma peça que estava na Vigilância Sanitária, um cilindro de aproximadamente 23 quilos. Dois veterinários da antiga Vigilância Sanitária vieram até minha casa e fomos até o escritório da Nuclebras. Eu consegui um detector de radiação, mas quando cheguei próximo à Vigilância Sanitária, o aparelho saturou a medida, ao ponto de eu achar que ele

Responsável por identificar o acidente, o físico Walter Ferreira relembra a tragédia e aborda o aprendizado

Bernardo Mendes Barata

estava com defeito. Busquei um novo detector que confirmou a alta medida de radiação. Nessa segunda ida à Vigilância, havia chegado um caminhão do Corpo de Bombeiros com três integrantes e um deles já estava saindo com esse cilindro para jogar no rio Capim Puba. Eu tive que intervir, pedindo para ele deixar o cilindro radioativo”, relembra.

Segundo ele, o “acidente radiológico com o céσιο-137 mudou completamente toda forma de trabalhar com material radioativo”. E prossegue: “Quando a Comissão Nacional de Energia Nuclear chegou a Goiânia se deparou com uma calamidade: pessoas contaminadas mesmo depois de nosso trabalho. O que aprendemos? Uma reestruturação de planejamento de emergência, um maior controle de normativas e procedimentos regulatórios, novas formas de trabalhar com pessoas, de se comunicar com o público, todos os sistemas de fontes foram aprimorados. São vários os parâmetros e fatores que aprendemos, e isso também impactou mudanças em todo o mundo.”

Na visão de Walter Ferreira, a capital de Goiás está livre do céσιο-137 decorrente do acidente de 1987. “Há sempre o questionamento: existe contaminação em Goiânia? Não existe mais contaminação em Goiânia, posso afirmar. Essas áreas que foram contaminadas são chamadas de áreas remediadas. As pessoas voltaram a habitar em suas residências normalmente, pois não há mais contaminação. Os rejeitos foram levados para Abadia de Goiás, foram armazenados em um depósito definitivo, onde existe um controle institucional exercido pela própria Cnen. Enquanto os radioacidentados são acompanhados por um trabalho digno e merecedor de elogios por todos no Centro de Assistência aos Radioacidentados (Cara). É preciso dar o devido reconhecimento aos profissionais que trabalham no Cara, afinal são 30 anos de experiência que deve ser levada em consideração e jamais poderá ser perdida”, afirma Ferreira.

O físico também destaca a importância de se manter vivo na memória o acidente, considerado o mais sério do mundo em termos radiológicos. “Para mim há sempre uma pergunta: mudou alguma coisa em mim? É evidente que mudou. A forma de pensar, de trabalhar como profissional e de tratar o público. Nessa história toda, após 30 anos, conclui que o ser humano é quem deve ter uma atenção primordial. Disso nunca poderemos esquecer: são as pessoas que podem ser contaminadas ou irradiadas, ou seja, são elas as mais importantes, as vítimas. Nesses 30 anos, devemos trazer à memória aquelas quatro pessoas que faleceram, aqueles que foram contaminados e também o esforço e trabalho do Centro de Assistência aos Radioacidentados, que eu acho que deveria voltar a ter novamente o nome Fundação Leide das Neves, em homenagem à criança que faleceu. Essa memória nunca pode ser perdida, é uma referência para todo mundo e deve ser muito bem valorizada”, finaliza o chefe da Divisão de Rejeitos Radioativos da Cnen.



Douglas Troufá/Cnen

Ferreira: o acidente mudou completamente a forma de trabalhar com material radioativo



As ações da Eletronuclear para retomar as obras de Angra 3

Vera Dantas

Em seu primeiro dia de trabalho à frente da Eletronuclear, em julho de 2016, o novo presidente Bruno Barretto solicitou uma reunião de emergência com a diretoria de Infraestrutura do BNDES. Embora não agendada, a reunião foi realizada às 19 horas do mesmo dia. O motivo da urgência era a proximidade do vencimento do empréstimo obtido junto ao Banco para a construção de Angra 3.

Quando o contrato foi assinado, em fevereiro de 2011, o cronograma previa que Angra 3 estaria gerando energia em junho de 2016 e a empresa, portanto, teria receita para começar

a quitar maior parte (principal e juros) da dívida. Mas, naquele momento, a realidade era outra: as obras da usina nuclear estavam paralisadas e, para agravar a situação, a Eletronuclear enfrentava uma crise sem precedentes, em consequência dos processos oriundos da operação Lava-Jato. “Encontrei uma empresa com uma baixa autoestima, numa situação de completa indefinição, com fluxo de caixa extremamente frágil, uma quantidade enorme de situações de inadimplência com fornecedores. No entanto, as duas usinas em operação, Angra 1 e Angra 2, estavam operando com ótimo desempenho, inclusive batendo recorde de performance em 2016”, lembra Barretto.

O presidente da Eletronuclear ressalta que o entendimento, por parte da diretoria de Infraestrutura do BNDES, de que Angra 3 é um projeto de governo, superando a responsabilidade da Eletrobras e da Eletronuclear, contribuiu para que o empréstimo fosse renegociado em uma semana – no novo contrato, coube à Eletronuclear pagar apenas 30% dos encargos. Uma condição, segundo Barretto, ainda muito dura, porém exequível. Da mesma forma, a empresa conseguiu, ao longo de 2016, regularizar o empréstimo contraído junto à Caixa Econômica Federal, no valor de R\$ 3,8 bilhões, destinado ao pagamento de todos os bens e serviços importados.

No front interno, a nova diretoria criou uma superintendência de Governança, Gestão de Riscos e Conformidade, um trabalho realizado em paralelo com a Eletrobras, onde foi implantada uma diretoria de Conformidade. Hoje, as empresas do grupo Eletrobras contam com mecanismos muito mais severos de gestão contratual, de controle de processos licitatórios, de responsabilização e de apuração rápida de qualquer irregularidade que eventualmente venha a ser praticada. Todo o processo contou com o apoio e a colaboração dos empregados. “Entendemos que a nossa empresa foi vítima de uma organização criminosa, numa situação completamente inesperada e inaceitável. Todos nós estamos conscientes que demos um passo à frente no sentido de impedir que situações como essa voltem a acontecer”, afirma o presidente da Eletronuclear.

Segundo Barretto, a empresa colabora intensamente com as investigações em curso, tanto no nível público, como no privado, através de uma investigação independente contratada pela Eletrobras. Além disso, busca a reparação pelos danos sofridos, acionando pessoas jurídicas que praticaram atos de superfaturamento e executivos apontados nos processos como causadores de dolo à empresa. “Estamos dando um passo muito grande no sentido de mudar completamente a visão da empresa em relação a como contratar, gerir seus contratos e como se relacionar com seus públicos externos. Trata-se de uma verdadeira mudança de cultura”, afirma Barretto.

Um novo modelo

Bruno Barretto ingressou na Eletronuclear em 1981, mas nos últimos 11 anos esteve cedido à Eletrobras. Ao ser designado para a presidência de sua empresa de origem, ele recebeu da *holding* do setor elétrico duas missões: a primeira, atuar na questão da crise gerada pelos atos criminosos de ex-fornecedores e ex-funcionários, buscando reparação pelos danos sofridos; a segunda, buscar meios de viabilizar a retomada e de Angra 3, o maior empreendimento corporativo do sistema Eletrobras. A implantação da nova superintendência e a renegociação dos empréstimos assumidos com o BNDES e a CEF foram as ações iniciais dessas duas missões.



Nossa empresa
foi vítima de uma
organização
criminosa, numa
situação inesperada
e inaceitável

Bruno Barretto

Em relação à Angra 3, há consenso sobre a necessidade de mudança do modelo do empreendimento, cujo ponto crítico está em sua estrutura de capital, exclusivamente estatal. “A situação da Eletrobras e do país não mais permite prosseguirmos com um

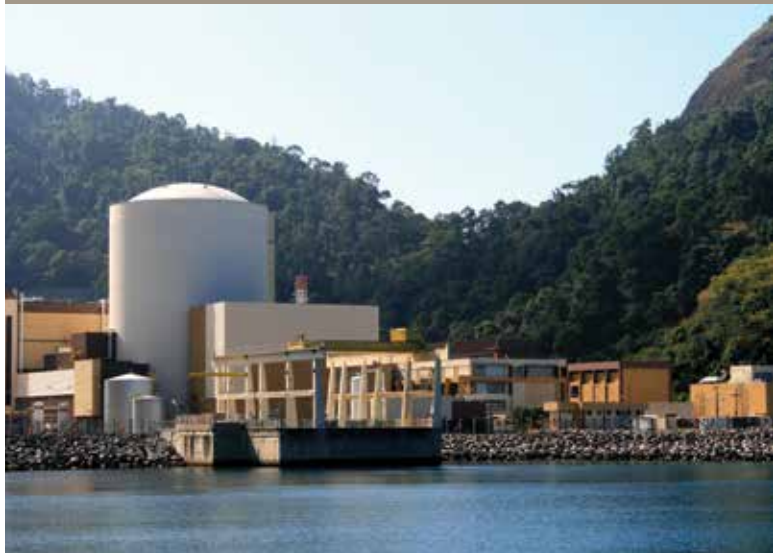


modelo construído há muitos anos atrás”, afirma Barretto. Segundo ele, a paralisação de Angra 3 não se deu exclusivamente pela situação oriunda da Lava-Jato, mas também por falta de recursos e pela incapacidade da empresa em apresentar garantias aos bancos financiadores. “Era uma situação quase de falência do empreendimento”, frisa. A solução para a obtenção de recursos é a adoção de um novo modelo societário para o empreendimento, com a participação da iniciativa privada. Com a difícil situação econômica do país, a busca de parceiros voltou-se para o mercado internacional.

Não foi preciso um grande esforço para atrair esses parceiros, uma vez que empresas francesas, chinesas, coreanas e russas já vinham demonstrando interesse em participar da retomada de Angra 3 e, principalmente, da construção das novas usinas nucleares previstas pelo Plano Nacional de Energia 2050 (ver **Nuclear é a solução para os próximos 30 anos**). “Esse é o grande interesse de todas essas grandes companhias. Angra 3 é um empreendimento com 61% de progresso físico. Só sua construção não seria suficientemente atraente para assegurar a presença de um desses parceiros, conosco, na retomada. Mas a parceria com a Eletronuclear se torna muito atraente na medida em que dá à empresa um cartão preferencial para participar dessa expansão”, explica.

Como parte dessas negociações preparatórias, o presidente da Eletronuclear participou da comitiva presidencial que esteve na China, no início de setembro. Em Beijing, foi assinado um memorando de entendimento (MOU) entre os governos do Brasil e da China para uma ampla cooperação nuclear. O memorando envolve não só a geração nuclear, incluindo a retomada de Angra 3, como o desenvolvimento de ensino, pesquisa e novas tecnologias.

Com a empresa russa Rosatom, também será assinado, em breve, um MOU. “Não temos dúvida de que nós caminhamos para fechar negócio com um parceiro internacional. Isso deve ser feito mediante acordo entre governos. Bruno Barretto explica que não há preferência por qualquer país, embora cada parceiro possua características específicas. Os chineses, por exemplo, vêm investindo bilhões de dólares para participar do mercado brasileiro, principalmente na área de energia, onde já ocupam a vice-liderança do segmento de transmissão. Já para os russos, que fazem um grande esforço de internacionalização, o Brasil seria um país central para a irradiação de negócios para outros países da região. Outros já são nossos antigos parceiros, como por exemplo os franceses. Todos esses países estão investindo recursos humanos e financeiros nas negociações e em conhecer as características técnicas do projeto nuclear brasileiro. Mas qualquer decisão passa pela autorização, por parte do Conselho Nacional de Política Energética, para que a Eletronuclear tome as medidas



Nuclear é a solução para os próximos 30 anos

O presidente da Eletronuclear acredita que a previsão de construção de seis a oito novas usinas nucleares até 2050 pelo Plano Nacional de Energia 2050, que está em elaboração, será mantida pela Empresa de Planejamento Energético (EPE). Como os grandes empreendimentos hidrelétricos já foram construídos e entraves de caráter ambiental impedem a concretização de novos projetos, o país precisa recorrer a outras fontes de energia. Se, no momento, a demanda está sob controle pela crise econômica, ele adverte que essa situação não irá perdurar e que “qualquer ajuste ou sinais que indiquem retomada de crescimento se replicam sobre a demanda de energia imediatamente”. Quando a situação se reverter, “qual é a fonte que pode fornecer grandes blocos de energia com confiabilidade, na base e junto aos grandes centros? Só a nuclear”, garante. “Essa necessidade de energia na base não pode ser resolvida com as fontes eólica ou solar. Resolve, de maneira suja e cara, com usinas térmicas a gás natural. Por isso, acreditamos que a energia nuclear será parte da solução”, completa.

Mas o dirigente admite que a construção de novas usinas passa pela conclusão de Angra 3. “Ela é um verdadeiro cartão de entrada para se pensar a expansão nuclear. Tornou-se uma espécie de teste. Angra 3 entra em operação em janeiro de 2024. E, com ela, entramos em uma nova fase no setor”, afirma.

iniciais para a retomada das obras de Angra 3. A medida está sendo esperada para a próxima reunião do CNPE, prevista para acontecer até o final do ano. Enquanto isso, a empresa está refazendo toda a parte contratual da obra, o que significa a anulação dos contratos das empresas responsáveis pela montagem eletromecânica e pelas obras civis, além da elaboração de novos contratos para as próximas etapas da obra. A expectativa da diretoria é que o canteiro de obras esteja em plena atividade no final de 2018 e a usina esteja pronta para operar em janeiro de 2024.

Recursos humanos

Como as demais empresas do grupo Eletrobras, a Eletronuclear está passando por um processo de demissão incentivada – o segundo em três anos – para o qual obteve a adesão de 194 empregados. Isso significa que 10% do quadro funcional da empresa sairão até o final do ano. Levando em conta o anterior, em 2014, a empresa perderá mais de 800 profissionais.

De acordo com o presidente da empresa, essas são medidas necessárias, uma vez que a Eletronuclear vive um momento de contenção, em que luta para sair de uma grave crise financeira, que também atinge a *holding*. Barretto reconhece tratar-se de um problema importante, agravado pelo fato da idade média dessa força de trabalho ser elevada. “É preciso garantir a quantidade de pessoas necessárias para continuar a operação das usinas de forma segura e confiável. Também é necessário ter gente para tocar o projeto de Angra 3 e os novos empreendimentos. Por último, precisamos de uma base financeira e de gestão que seja suficiente para dar conta de tudo isso”, preocupa-se.

Ele garante que a Eletronuclear possui, hoje, pessoal suficiente para a operação das usinas, mas esse efetivo está quase no limite. Admite a necessidade de admissão de novos quadros, em futuro próximo. Mas, como não tem, neste momento, autorização para realizar um concurso público, a empresa utiliza “os meios de gestão possíveis” para preencher as lacunas, como o recrutamento interno e a realocação de funcionários em áreas mais necessitadas. Um outro recurso é o retorno de diversos técnicos que estavam cedidos à *holding* Eletrobras e a outras empresas do grupo.

Outro problema que se coloca para a Eletronuclear é a renovação dos recursos humanos, principalmente para poder atender a futura expansão do setor. A formação de técnicos da área nuclear é muito longa – a preparação de um operador de reator demanda de cinco a seis anos de treinamento. “Estamos muito preocupados em reativar programas de formação de educação corporativa”, diz Barretto. As formas de implementação, segundo ele, passariam por parcerias com instituições internacionais e pela cooperação com as universidades. Uma de suas propostas seria a reativação de programas como o Pró-Nuclear e o Projeto Urânio, “que tiveram muito êxito no passado.

O presidente da Eletronuclear está otimista com a criação do Comitê para o Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro, vinculado ao Gabinete de Segurança Institucional (GSI), diretamente ligado à Presidência da República e que reúne representantes de todos os ministérios que têm envolvimento com a área nuclear, como Minas e Energia, Defesa e Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação. Segundo ele, como as ações do Programa Nuclear Brasileiro (PNB) envolvem diversos campos, a melhor maneira de pensá-las é de forma coordenada. Desta forma, ao envolver não só a geração nuclear, que é a face mais visível, mas também projetos como o Reator Multipropósito Brasileiro e o submarino nuclear, a iniciativa mostra que “o governo brasileiro voltou a pensar estrategicamente o setor nuclear”.

Rumo à autossustentabilidade

Vera Dantas

Com previsão de retomar a produção mineral ainda em 2017, INB implanta novo planejamento estratégico, em busca da autossuficiência

Empresa responsável pelo ciclo do combustível nuclear, a INB está concluindo a formatação do seu novo planejamento estratégico, com duração até 2026.

O planejamento anterior fora realizado em um contexto baseado na previsão de crescimento da energia nuclear no Brasil, que não ocorreu – o projeto Angra 3, previsto para entrar em operação em 2016, só deverá ser concluído em 2024; e, com o adiamento, também foi postergada a perspectiva de construção de mais duas novas usinas nucleares. O cenário interno adverso exige que a empresa repense sua posição no mercado e busque novas frentes de atuação, mais especificamente o mercado internacional de urânio enriquecido. Nesse sentido, o novo planejamento estratégico aponta a necessidade de a empresa se tornar autossustentável ao longo dos próximos 10 anos, de forma a não mais depender dos recursos do Tesouro Nacional para o seu custeio e investimento.

A INB é uma sociedade de economia mista, vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), que tem como principal fonte de recursos o fornecimento do elemento combustível para a operação das usinas Angra 1 e Angra 2, da Eletronuclear. Como essa receita, no entanto, responde por cerca de 70% dos seus custos, o restante é coberto por aportes do Tesouro Nacional. Devido a essa dependência parcial, o plano de investimentos da empresa está sujeito às restrições, cortes e contingenciamento do orçamento governamental.



Fotos: Marcelo Correa

Para alcançar a autossuficiência, a INB precisa investir no aumento da produção de urânio enriquecido, de forma a atender plenamente as necessidades de Angra 1, Angra 2 e, futuramente, Angra 3, e gerar excedente para exportação. Os recursos necessários à expansão viriam com a realização de uma nova parceria nacional ou internacional, a exemplo da realizada na associação com o Grupo Galvani, para a exploração de urânio e fosfato no município cearense de Santa Quitéria (ver **Alternativas**).

Empresa respira produção

O aumento da produção mineral é o ponto inicial da estratégia de geração do excedente que permitirá trazer recursos adicionais à empresa. Nesse sentido, a INB está retomando as atividades de mineração em Caetité (BA), com a exploração da Mina do Engenho, a céu aberto. Já foram concluídas as atividades secundárias de supressão vegetal, drenagem e abertura de estradas e, no momento, a nova área está em fase de decapeamento, que é a última etapa antes da mineração. A expectativa é que a mina comece a produzir no início de 2018, com previsão de uma produção de 165 toneladas de concentrado de urânio no primeiro dos 15 anos de exploração. Inicialmente, serão exploradas duas cavas, enquanto uma terceira deverá ser aberta daqui a 10 anos.

Caetité é uma província uranífera com grande capacidade de produção. Durante 13 anos, a produção de urânio da região esteve concentrada na Mina da Cachoeira. Com o esgotamento da capacidade de extração a céu aberto, a INB está realizando estudos complementares para a exploração da mina no formato subterrâneo. O diretor de Recursos Minerais da INB, Laércio Rocha, acredita que em cerca de quatro anos a operação subterrânea deverá estar implantada. “Os dados técnicos de que dispomos demonstram que, pelo teor e pela quantidade de material existente, o



A INB está retomando as atividades de mineração em Caetité (BA), com a exploração da Mina do Engenho, a céu aberto. A expectativa é que a mina comece a produzir no início de 2018

empreendimento é financeiramente viável, mas tudo depende desses novos estudos”, explica. A empresa também conduz estudos de viabilidade técnica e financeira de outras 38 anomalias na região que apresentam possibilidade de se transformarem em minas.

As atividades de mineração estão sendo retomadas após uma interrupção de três anos, quando se esgotou a lavra da mina de Cachoeira. O minério oriundo da extração em 2013 permitiu que a empresa mantivesse a produção de concentrado de urânio em 2014 e 2015, embora numa escala bastante inferior aos anos anteriores: enquanto em 2013 foram produzidas 234 toneladas, em 2014, a produção caiu para 67 toneladas e, em 2015, para 52 toneladas. Laércio Rocha indica dois fatores para a interrupção da produção mineral: o primeiro deles foram as dificuldades encontradas no processo de licenciamento para a implantação da exploração subterrânea. “Como esta é a primeira mina subterrânea de urânio no país, é natural que os órgãos de fiscalização reforcem as exigências necessárias”, explica. De acordo com Felipe Gomes, assessor da presidência e coordenador do planejamento estratégico da INB, o principal problema desse tipo de licenciamento é o controle radiológico, “um conhecimento inexistente no país e que está sendo adquirido tanto pela INB como pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen)”.

Outro fator determinante no hiato da produção mineral foi a demora da empresa em por em prática o seu plano B, a Mina do Engenho. Segundo Rocha, isso só ocorreu quando houve certeza de que a exploração subterrânea da Mina da Cachoeira não aconteceria no prazo inicialmente previsto. Mas ele ressalva que, uma vez iniciado o projeto da Mina do Engenho, todas as áreas da empresa se engajaram em um esforço comum. “Hoje a empresa respira produção”, comemora o diretor de Recursos Minerais.

Com a previsão da entrada em operação das duas minas, a INB também planeja ampliar a capacidade produtiva da planta química de Caetité, que aumentaria de 400 toneladas/ano para 800 toneladas/ano de *yellowcake* (U_3O_8) até 2015. A empresa tem autorizados para investimento em Caetité cerca de R\$ 571 milhões desde 2014, oriundos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Trata-se, no entanto, de receita que nem sempre está disponível, devido às oscilações do orçamento federal. Nos últimos 18 meses, foram investidos cerca de R\$ 15 milhões na recuperação, modernização e manutenção da planta química, além de gastos com o treinamento de empregados e atendimento às exigências dos fiscalizadores. Além do investimento, a empresa tem despesas com custeio, que engloba a manutenção da planta química e a folha de pagamento (só de salários são R\$ 3 milhões/mês em Caetité).

Outra frente de mineração da INB, a usina de Itataia, em Santa Quitéria (CE), ainda está em fase de licenciamento e Rocha acredita que até o final deste ano já terá sido concedida a licença prévia. Já foram realizados, com êxito, todos os estudos de comprovação da viabilidade técnico-ambiental. Uma vez obtida essa licença, a empresa estará autorizada a prosseguir nos estudos para uma demonstração técnica mais detalhada e estrutural, com o objetivo de obter a licença de implantação e iniciar a fase de operações, o que está previsto para 2021.

Alternativas

A indefinição sobre retomada de Angra 3 e sobre a possível construção de outras usinas nucleares afeta diretamente a INB. “Hoje, temos uma estrutura pronta para atender cinco reatores, e só atendemos a dois. Isso gera problemas de escala e de custos, que fazem com que a empresa não

consiga atingir o necessário equilíbrio financeiro para se tornar independente do Tesouro”, desabafa o presidente João Carlos Derzi Tupinambá. A constatação de que não é mais possível continuar dependendo de uma situação indefinida levou a diretoria da empresa a buscar alternativas de geração de recursos.

Tupinambá sabe que tem um grande desafio pela frente, uma vez que se trata de uma atividade com custo e risco muito altos. “Uma mina tem prazo de 10 anos para começar a explorar. Estudos geológicos demorados – pelo menos quatro anos – para ver se o empreendimento vai ser viável. O aporte de recursos é muito grande”, explica. “Por isso, é importante que os parceiros sejam atores com tamanho e tradição para fazer esse tipo de aporte”.

Uma das candidatas à parceria com a INB é a China National Nuclear Corporation (CNNC), empresa que atua em todos os segmentos da produção nuclear, operando reatores próprios e no desenvolvimento do ciclo do combustível. Em dezembro de 2016, Tupinambá esteve na China, onde assinou uma carta de intenção para cooperação técnica na área do ciclo do combustível. Em julho passado, representantes da CNNC reuniram-se com a diretoria da INB, em Caetité, e se comprometeram a apresentar uma proposta de parceria para a atividade de mineração, em todas as fases.

Outra possível frente de geração de recursos é um projeto com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) e o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) para a produção de urânio metálico, enriquecido a 20%, que é utilizado como matéria-prima para o elemento combustível dos reatores de pesquisa. Estão sendo realizados estudos de viabilidade técnica e comercial do produto, que poderá ser exportado para a Argentina e outros países vizinhos.

Tupinambá adianta também a possibilidade de a INB vir a prestar serviços de retirada e reposição de elemento combustível para a Westinghouse, nos Estados Unidos. “Estamos estudando a melhor forma de atender”, informa.

O presidente da INB defende uma mudança do marco legal da mineração, a exemplo do que aconteceu na área de petróleo. Ele explica que a flexibilização da área mineral permitirá à INB participar, mesmo minoritariamente, de vários empreendimentos concomitantes, pois a empresa está preparada para competir. Mas ressalva que é preciso que ela tenha os mesmos direitos que as empresas privadas. Segundo ele, trata-se de uma oportunidade única de gerar riquezas para o país. “Temos reservas muito significativas de urânio, a despeito de só termos prospectado 30% do território nacional. É uma riqueza que está debaixo da terra e não exploramos. Poderíamos estar rentabilizando esse patrimônio, para cumprir uma função social”, afirma.



Marcelo Correa

Minério de urânio

No mar, o início e o futuro da energia nuclear

O mar é uma janela para o futuro para a energia nuclear, com o uso de reatores modulares de pequeno porte. A afirmação é do diretor de Planejamento, Gestão e Meio Ambiente da Eletrobras Eletronuclear, Leonam Guimarães, durante palestra no I Simpósio de Tecnologias Nucleares, promovido pela Diretoria de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha, em setembro passado, no Rio de Janeiro. Depois de lembrar que o primeiro reator nuclear “não explosivo” nasceu para o mar – criado para o submarino Nautilus, em 1954 – e que existem hoje mais de 180 reatores de pequeno porte movimentando navios e submarinos de seis diferentes países, ele informou que inúmeras aplicações nucleares marítimas estão sendo desenvolvidas tanto para a exploração oceânica (nuclear offshore) como para a exploração no mar profundo (nuclear subsea).

“A necessidade de calor e de força motriz é um dos grandes obstáculos na exploração do petróleo e de outros recursos minerais no fundo do mar. O uso da energia nuclear pode trazer uma revolução tecnológica para a exploração dessa nova fronteira”, afirma Leonam. Segundo ele, países como a China e a Rússia vêm desenvolvendo sistemas de produção alimentados por usinas nucleares submersas. “No caso da Rússia, trata-se de uma prioridade, pela necessidade de explorar territórios submarinos com grandes reservas de óleo e gás, além de outros minerais, que estão localizados em regiões do Oceano Ártico ou da costa da Sibéria, onde o mar está congelado a maior parte do tempo”, diz.

De acordo com Leonam, se o mar profundo é uma nova fronteira, talvez a última, que se abre como desafio à humanidade, a capacitação nuclear existente no Brasil, em especial ligada ao desenvolvimento do submarino nuclear brasileiro, nos proporciona uma importante vantagem competitiva nesse ponto tão inovador. “Como nossos antepassados portugueses na conquista do Atlântico Sul e do Índico, temos vantagens comparativas importantes, decorrentes do avanço na conquista do petróleo em águas cada vez mais profundas e do ambicioso programa na área de submarinos, incluindo o submarino nuclear nacional. A conjunção desses dois esforços pode fazer com que o Brasil entre na conquista dessa nova fronteira”, afirma.

O palestrante defendeu o desenvolvimento de um Veículo de Imersão Profunda (VIP) com capacidade para três ou quatro tripulantes visando à realização de pesquisas científicas, bem como atividades de prospecção, exploração e apoio à produção mineral e de petróleo, e também

atividades de interesse da Defesa. Hoje, só cinco países possuem esse equipamento: EUA, Rússia, França, China e Japão. Em defesa do projeto, Leonam Guimarães argumentou que a disponibilidade de um VIP tripulado nacional permitiria evitar a dependência de submersíveis estrangeiros, como aconteceu em explorações sobre ocorrências de minérios na Amazônia Azul. Ele vê como potenciais parceiros para o desenvolvimento do projeto a França, “que já é parceira no programa de propulsão submarina e a China, que tem uma atuação muito forte nessa área”.

Finalizando a apresentação, o diretor da Eletronuclear disse que o Brasil já está navegando nessa nova fronteira desde que se engajou na exploração de petróleo em águas profundas. “Falta assumir esta tarefa como um verdadeiro desafio nacional e levar brasileiros aos mais remotos e profundos pontos do nosso mar e poder explorar efetivamente os recursos existentes nessas regiões porque se não fizermos isso, alguém vai fazer antes de nós”, afirmou.

A capacitação nuclear brasileira nos proporciona uma importante vantagem nesse ponto tão inovador

Leonam Guimarães



Energia Nuclear para Projetos Nacionais em debate na Inac 2017

“Energia Nuclear para Projetos Nacionais” é o tema da 8ª edição da International Nuclear Atlantic Conference, Inac 2017, que se realiza de 22 a 27 de outubro no Dayrell Hotel & Centro de Convenções, em Belo Horizonte (MG). Na Conferência, será apresentada e debatida “a contribuição da energia nuclear para o desenvolvimento econômico e social, com a geração de demanda industrial, de tecnologia e de empregos nos países e regiões onde atua”, explica o presidente da Inac 2017, Antonio Teixeira, do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen).

Promovida pela Associação Brasileira de Energia Nuclear (Aben), a Inac 2017 é o maior evento de energia nuclear da América Latina, congregando mais de mil inscrições e três mil participantes, diversas empresas e universidades de todo o país. Foram inscritos cerca de 800 trabalhos técnicos. Expressando seu interesse no mercado nuclear brasileiro, diversos países estarão presentes na Inac 2017, através da participação de suas principais em-

presas, como é o caso das chinesas SNTPC e CNNC, das francesas Areva, Atmea e EdF e da americana Westinghouse, que estiveram na Inac 2015. Também confirmaram presença a empresa russa Rosatom e uma delegação do Casaquistão, que participará de uma mesa-redonda sobre o mercado de urânio. Entre os participantes internacionais, estão confirmados especialistas da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).

A Inac é composta de três reuniões técnicas independentes: o XIII Encontro de Aplicações Nucleares (XIII Enan), o V Encontro da Indústria Nuclear (V Enin) e o XX Encontro Nacional de Física de Reatores e Termohidráulica (XX Enfir). O evento também contará com a sétima edição das Sessões Técnicas de Pôsteres Junior, direcionada para estudantes de graduação, e a Expolnac 2017, exposição comercial e técnica que reúne empresas e organizações ligadas ao setor nuclear.

Enan, Enin, Enfir

Com 315 trabalhos técnicos, o XIII Enan visa ampliar a discussão das aplicações pacíficas da energia nuclear, nacional e internacional. Entre os temas apresentados terá destaque a mesa-redonda Tecnologia da Radiação: Ferramenta Inovadora e Eficaz para a Ciência e a Indústria, que contará com a participação do especialista Sunil Sabharwal (AIEA).

Um dos destaques do V Enin é a mesa-redonda sobre o mercado de urânio, que terá a participação dos especialistas Fen Zhen (CNNC), Baurzhan Ibraev (Kazatomprom) e Alexandr Boitsov (Uranium One).

O XX Enfir é uma conferência internacional sobre tecnologia de reatores nucleares. Serão apresentados 200 trabalhos técnicos, entre apresentações orais e pôsteres. Entre os convidados internacionais, está o professor alemão Frank Jansen, que fará palestra sobre Tecnologias para Propulsão Elétrica Nuclear.

IEN desenvolve novos radiofármacos PET

O Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), está desenvolvendo três radiofármacos emissores de pósitrons, insumo básico para exames em aparelhos de tomografia PET-CT, técnica que vem sendo considerada uma revolução da medicina moderna por sua capacidade de produzir imagem molecular. Os novos radiofármacos são marcados com as moléculas Flúor (F-18), Iodo (I-124) e Gálio (Ga-68).

Iniciadas em 2016 e com previsão de quatro anos de duração, as pesquisas encontram-se em diferentes fases, sendo a mais avançada a do radiofármaco 68Ga-EC-DG (etileno-dicisteinaglucoamina marcado com Ga-68), um análogo da glicose para estudos da atividade metabólica de tumores. Amostras do medicamento foram enviadas para o Hospital Universitário da

Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde estão sendo realizados os primeiros ensaios com animais (estudos pré-clínicos).

Ainda com o Ga-68 estão sendo desenvolvidos o 68Ga dotatate, com aplicação para diagnóstico de tumores neuroendócrinos, e o 68Ga-PSMA, um antígeno específico da membrana da próstata para diagnósticos precoces de tumores da próstata.

Dentre as moléculas marcadas com F-18, o Fluordesoxiglicose (18-FDG) é o traçador PET mais utilizado em áreas como cardiologia, neurologia e oncologia. No entanto, por não ser específico para tumores, o 18-FDG pode se acumular em alguns tumores benignos e processos inflamatórios, gerando diagnósticos falso positivos. Essa limitação traz a necessidade de desenvolvimento de “novos radiofármacos com características químicas diferentes, de modo que o diagnóstico de câncer possa ser realizado de forma sensível e específica”, explica a pesquisadora Ana Maria Braghirolli.

Para o estudo da proliferação de células cancerígenas estão sendo desenvolvidas a fluorotimidina (18-FLT) e a fluorcolina (18-F-colina), específicos, respectivamente, para tumor cerebral e câncer de próstata.

O IEN está desenvolvendo o iodeto de sódio marcado com o I-124, utilizado no diagnóstico do câncer de tireoide. Também está sendo iniciada uma nova pesquisa com a marcação do I-124 com a molécula meta-iodo-benzil-guanidina, que tem sua principal aplicação na cardiologia.

AIEA e Cazaquistão criam primeiro banco de urânio

A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e o Cazaquistão inauguraram, no final de agosto, o primeiro banco de urânio pouco enriquecido (LEU, na sigla em inglês), instalado na cidade de Öskemen. A solenidade contou com a presença do presidente do Cazaquistão, Nursultan Nazarbayev, do diretor-geral da AIEA, Yukiya Amano, do ex-senador norte-americano San Nunn, diretor da Iniciativa sobre Riscos Nucleares (NTI) e do diretor-executivo do Secretariado da Organização do Tratado Abrangente de Proibição de Ensaios Nucleares (CTBTO), Lassina Zerbo.

O banco pretende proporcionar uma reserva de LEU para ser posto à disposição dos Estados membros da AIEA, a preços de mercado, como último recurso caso que não sejam capazes de obter esse combustível no mercado comercial mundial. Sua viabilização foi possível graças a contribuições financeiras de diversos países, citados por Amana em seus agradecimentos durante a solenidade. “Este é um projeto muito complexo, que integrou uma grande quantidade de acordos. Estou muito agradecido a todos os doadores: Estados Unidos, União Europeia, Kuwait, Emirados Árabes Unidos, Noruega, Cazaquistão e a Iniciativa da Ameaça Nuclear”, disse.

Último recurso

O banco fica na usina de Ulba, no norte do Cazaquistão, cujas autoridades são responsáveis pela segurança da instalação, apesar de a gestão ser diretamente de responsabilidade da AIEA. A reserva armazenará 90 toneladas de urânio de baixo enriquecimento, ingrediente essencial para fabricar o combustível que alimenta os reatores que geram energia elétrica. Trata-se de uma quantidade discreta em relação ao consumo mundial, servindo para uma carga completa de um reator tipo de água leve, capaz de fornecer eletricidade a uma grande cidade durante três anos.

Segundo a Agência, essa reserva é um “mecanismo de último recurso” para situações nas quais um país membro deste órgão da ONU não possa ter acesso ao combustível pelas vias habituais. Nesse sentido, foram estabelecidos critérios restritos para a aquisição de urânio deste banco. Para começar, é preciso que “circunstâncias extraordinárias” impeçam que o país em questão obtenha o combustível pelos meios habituais. Além disso, a AIEA tem que ter garantia de que não houve, no passado, desvio de material nuclear e que o país cumpre todas as medidas de segurança. O país comprador deve se comprometer a usar o urânio apenas para produzir combustível, nunca para armas, e a não voltar a processá-lo ou transferi-lo para terceiros sem expresso consentimento da Agência.

A AIEA também participa de outros mecanismos existentes para assegurar o fornecimento de LEU, como a administração de uma reserva de 123 toneladas de urânio na cidade de Angarsk, na Rússia, por meio de um acordo com o governo do país, e de um mecanismo liderado pelo Reino Unido para assegurar que não seja interrompido o fornecimento entre países produtores e receptores de combustível nuclear.

“O pleno funcionamento do Banco ajudará a desestimular o desenvolvimento de novas instalações nacionais de enriquecimento que poderiam ser usadas para a produção clandestina de matéria físsil para fins bélicos”, afirma o embaixador Sérgio Duarte, ex-presidente da Conferência das Partes do Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares e ex-presidente da Junta de Governadores da AIEA, em artigo publicado no site Transcend Media Services. Como especialista no tema, ele acredita que o Banco poderá representar “um valioso instrumento para a prevenção da proliferação de armas nucleares e desempenhar um papel complementar no esforço para a realização do objetivo mais amplo da eliminação completa do armamento nuclear”.

CRCN-NE tem nova diretora

A pesquisadora Mércia Liane de Oliveira assumiu a diretoria do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE), em setembro passado. Primeira mulher a chefiar a instituição, ela é graduada em Física pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), onde também fez mestrado em Tecnologias Energéticas Nucleares. Em 2005, concluiu o doutorado em Tecnologia Nuclear pela Universidade de São Paulo (USP), quando ingressou na Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen).

Há quatro anos, Mércia de Oliveira era responsável pela divisão de Produção de Radiofármacos do CRCN-NE, onde também desenvolvia pesquisas nas áreas de Metrologia de Radionuclídeos, Física Médica e Radiofármacos PET.

CDTN comemora 65 anos

Em uma cerimônia repleta de emoção, com a presença de grande parte do atual quadro de servidores, avaliações históricas de ex-diretores e uma compreensão comum com a atual direção dos próximos desafios, o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) comemorou no último dia 24 de agosto 65 anos de existência. A solenidade contou com a presença do secretário de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), Álvaro Toubes Prata, representando o ministro Gilberto Kassab, e o diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), José Carlos Bressiani, representando o presidente da autarquia federal Paulo Roberto Pertusi,

Fundado como Instituto de Pesquisas Radioativas (IPR) em 1952, por um grupo de professores da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob a liderança de Francisco de Assis Magalhães Gomes, o CDTN iniciou suas atividades com a pesquisa de ocorrências minerais radioativas e estudos em física e química nuclear, metalurgia e materiais de interesse nuclear. Em 1960, inaugurou seu reator de pesquisa Triga (Training Research Isotope General Atomic) Mark 1, dedicando-se à pesquisa, à produção de radioisótopos e ao treinamento de pessoal para operação de reatores. Em 1965, a partir da assinatura de convênio entre a UFMG e a Cnen, o então IPR passou a integrar o Plano Nacional de Energia Nuclear. A partir de então, experimentou diversas alterações institucionais.

Desde 1988, o CDTN faz parte da Cnen e tem uma atuação mais voltada para P&D, com formação especializada na área nuclear e em áreas correlatas. Nesta nova fase, o CDTN estabeleceu maior cooperação com outras instituições de pesquisa, com a indústria e órgãos de governo, expandindo sua interação com a sociedade. Em 2002, inaugurou o Laboratório de Irradiação Gama e, com a instalação de uma fonte de Cobalto-60, iniciou a prestação de serviços na área de irradiação: de gemas, com indução de cores para a valorização; de obras de arte, para conservação pela eliminação de fungos e insetos; de alimentos, para desinfecção e tratamento; de sangue, hemoderivados e de produtos médicos, para esterilização.

Em 2003, o CDTN iniciou seu Programa de Pós-graduação, em nível de mestrado, e, em 2010, o de doutorado, de significativa relevância para a formação de novas gerações de pesquisadores. Ainda em 2008, acentuou sua atuação na Saúde, no suporte à área de medicina nuclear, com a instalação de um ciclotron e implantação da Unidade de Pesquisa e Produção de Radiofármacos.

Fonte: CDTN



Foto: AIEA

Cnen assume presidência do Foro Iberoamericano

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) assumiu, em julho, a presidência do *Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares (Foro)*, entidade criada em 1997 para promover o alto nível de segurança em todas as práticas e atividades que envolvam fontes de radiação ionizante e materiais nucleares. Um de seus objetivos centrais é o intercâmbio de informações e experiências relacionadas à segurança radiológica, nuclear e física. A entidade, que mantém uma colaboração intensa com a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), é composta por organismos reguladores de atividades nucleares e radiológicas da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Cuba, Espanha, México, Paraguai, Peru e Uruguai.

Os 20 anos de criação do Foro foram comemorados no dia 19 de setembro, entre as atividades paralelas à realização da 61ª Conferência-Geral da AIEA, que ocorreu de 18 a 22 de setembro, em Viena. O presidente da Cnen, Paulo Roberto Pertusi, ressaltou no encontro a relevância da cooperação dos países que integram o Foro para a garantia de que todos possam usufruir dos benefícios da energia nuclear com a máxima segurança possível.

Realizada anualmente, na Conferência-Geral são avaliadas e decididas medidas para fortalecer a cooperação internacional em matéria de segurança nuclear, ações de salvaguardas nas aplicações da energia nuclear, ações de cooperação técnica entre a AIEA e os países que a integram e também questões orçamentárias, os projetos e investimentos da entidade. Neste ano, a Conferência contou com delegações de 157 dos 168 países-membros da AIEA, somando um total de cerca de 2.500 participantes. O diretor-geral da AIEA, Yukiya Amano, foi nomeado para outro mandato de quatro anos. Em sua declaração de abertura do evento, ele destacou o compromisso da Agência em responder prontamente às necessidades dos países-membros com programas de alta qualidade e resultados concretos.

Fonte: Assessoria de Comunicação Social da Cnen



2017 inac

INTERNATIONAL NUCLEAR
ATLANTIC CONFERENCE



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

Nuclear Energy for National Projects

Promotion



Emerald Sponsors



Amethyst Sponsor



Citrine Sponsors



Participation Sponsors



CAP1400

THE WORLD'S LARGEST
PASSIVE PWR



WITHOUT
OPERATOR'S
ACTION IN

72
HOURS

ANNUAL POWER
GENERATION
PER UNIT

11.4
BILLION kWh



OUTPUT
POWER

1500
MWe

DESIGN LIFE

60
YEARS

GREATLY
SHORTEN NPPS'
CONSTRUCTION
PERIOD TO

48
MONTHS