



**Conexão
Nuclear**

Ano **02**
Nº **05**
Dez. 2020

Radiação nossa de cada dia

Já se perguntou quantas melhorias nucleares existem à sua volta?

Nuclear em Marte

Tecnologia será fundamental para exploração espacial nas próximas décadas

Urânio Brasileiro: Retomada e Expansão

Entrevista com Carlos Freire, presidente da INB

Vencer ou vencer

Como a Eletronuclear encarou o desafio de trocar o combustível de Angra 2 em plena pandemia

Expediente

PRESIDENTE

Celso Cunha

VICE-PRESIDENTE E DIRETOR EXECUTIVO

André Luiz Salgado

VICE-PRESIDENTE

João Carlos da Cunha Bastos

VICE-PRESIDENTE

Ivan Alexandrovich Dybov

VICE-PRESIDENTE

Michael Dembrank

MEMBROS DO CONSELHO CONSULTIVO

Carlos Freire Moreira

Giacomo Feres Staniscia

Wang Weiguang

Nathanael R. A. da Mota

Luiz Carlos Ciochi

Luiz Celso Oliveira

Carlos Henrique Silva Seixas

Antonio Carlos Soares Guerreiro

Carlos Fernando Othon Martins

Rafael Madke

COORDENADOR REGIONAL NORDESTE

Carlos Henrique da Costa Mariz

Conexão Nuclear é uma publicação da ABDAN

EDITOR

Daniel Fraiha

GERÊNCIA DE DESIGN

Lucas do M. N. Cunha

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

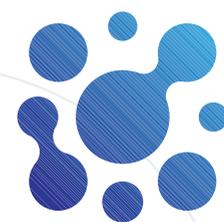
Roman Atamanczuk

INFOGRAFIA

Christiano Benício Pinto

ABDAN
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA
DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES NUCLEARES
AV. RIO BRANCO, 122, 16º ANDAR - CENTRO
RIO DE JANEIRO - RJ - BRASIL
CEP: 20.040-001
+55 (21) 2262-6587
WWW.ABDAN.ORG.BR

SUGESTÕES E DÚVIDAS
ABDAN@ABDAN.ORG.BR



Sumário



06 **CAPA**
Vencer ou vencer
O desafio da troca de combustível de Angra 2 na pandemia

04 **Editorial**
O Nó de Pescador

05 **Manutenção em tempos de pandemia**
Um relato de dentro

08 **Do startup à extensão de vida**
Westinghouse se compromete a apoiar operações continuadas em Angra

10 **Nuclear Sustentável**
Setor amplia ações voltadas ao meio ambiente e ao desenvolvimento regional

112 **Urânio Brasileiro: Retomada e Expansão**
Entrevista com o presidente da INB, Carlos Freire

14 **Descomissionamento: Desafios e Soluções**

18 **Nuclear em Marte**
Tecnologia será fundamental para novas missões espaciais

20 **A caminho do mar**
Fronteira marítima abre grandes oportunidades para nuclear no Brasil

22 **Radiação nossa de cada dia**
Já se perguntou quantas melhorias nucleares existem à sua volta?

O NÓ DE PESCADOR



É o mais recomendado para unir a ponta de duas cordas ou cordões de mesmo diâmetro. É um nó fácil de ser feito e de controlar. Entretanto, quando submetido a grandes tensões, pode se tornar difícil de soltar.

Há algum tempo atrás, usaram o nó de pescador para unir os problemas do setor nuclear e fico me perguntando se os maiores especialistas em nós conseguirão desatá-los.

Desde 2009 discutimos a segregação das atividades de regulação e fiscalização da CNEN, e até hoje não conseguimos dar curso à decisão tomada pelo CDPNB.

Não podemos deixar de falar também que aguardamos ansiosamente o projeto do Reator Multipropósito Brasileiro sair da prancheta, onde se encontra desde 2008. O Projeto de Lei Orçamentária Anual (PLOA) de 2021 não indica rubrica orçamentária no Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações para o projeto, mesmo com o Ministro Marcos Pontes tendo indicado o projeto como prioritário.

O setor de medicina nuclear amarga um grande imbróglio de interferência excessiva no mercado pelo setor público. A flexibilização do mercado, com a quebra do monopólio da União pela Proposta de Emenda à Constituição (PEC) 100/2007, que autoriza a produção, a comercialização e a utilização de radioisótopos, já aprovada no Senado, até hoje não foi aprovada pelo Congresso.

Todo ano vivemos o problema da dependência financeira que o IPEN tem do caixa da União. Todo ano temos que pedir um orçamento suplementar em

função de cortes na aprovação da LOA. Um desgaste só. Se o câmbio sobe, vira um mega problema. Qualquer questão de logística de transporte internacional de radioisótopos vira um grande problema. Já passou da hora de repensarmos este modelo.

A resolução 64 da diretoria da Anvisa para o registro de radiofármacos (RDC 64), que foi debatida publicamente com a sociedade, foi desconfigurada e ainda não aprovada. Colecionamos uma lista enorme de problemas com a Modelagem do ambiente de negócios e com a Regulação deste setor.

Pergunto: Quem quer investir em um setor com tanta insegurança jurídica como este?

Enquanto isso, a população sofre com sistemáticas interrupções de fornecimento dos serviços de diagnóstico e tratamento do câncer, mesmo a despeito dos esforços realizados pelas equipes técnicas dos órgãos responsáveis pela sua produção e distribuição.

Estamos chegando à raia da irresponsabilidade.

Desde 2015, as obras da Usina de Angra 3 e a produção de urânio pela INB, na mina de Caetité - BA, estavam paralisadas.

Enfim estamos desatando com toda a paciência estes Nós.

Finalmente, no último dia 01/12/2020, a mina de urânio de Caetité voltou a produzir. Saúdo a todo o corpo técnico das Indústrias Nucleares do Brasil - INB: UHA! UHA!

Outra boa notícia no horizonte é a iminente retomada de Angra 3. Os recursos da primeira parcela, de R\$ 1,052 bilhão, estão previstos para liberação pela Eletrobras ainda neste ano. O dinheiro será usado para aquisição de mais equipamentos da usina. A segunda parcela, de R\$ 2,45 bilhões, está programada para 2021, quando serão reiniciadas as obras físicas e de montagem de Angra 3, para com isso manter o cronograma de conclusão do projeto em 2026.

Além disso, a Eletronuclear trabalha para concluir no início de 2021 a Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS), que permitirá a transferência do combustível radioativo empobrecido das usinas de Angra 1 e 2.

Vamos manter a perseverança e a fé, continuar o árduo trabalho de desatar os Nós e lembrar que estes nós são feitos por pessoas e que pessoas passam. ■

MANUTENÇÃO EM TEMPOS DE PANDEMIA

CARLOS OTTON, DIRETOR DA TECNATOM DO BRASIL, RELATA ROTINA DE TRABALHO ESPECIAL EM ANGRA



O mês de junho de 2020 se aproxima. Há uma parada programada na Usina Nuclear de Angra 2, o combustível se esgotará e é o momento de serem feitas as inspeções e manutenções programadas. Todavia, uma nova situação se faz presente: estamos em meio a pandemia do Covid19, algo inédito na era da geração nuclear. Como fazer? O que fazer?

Nosso cliente, a Eletronuclear, monta um gabinete de crise para planejar a parada de Angra 2 nas novas condições. Nós, da Tecnatom, ficamos na expectativa de definição em relação aos trabalhos que tínhamos previstos.

O gabinete passa a emitir boletins de "Gestão de Crise", que acompanhamos atentamente, nos preparando para as eventuais demandas. Logo somos informados de que não haverá empresas estrangeiras na parada de Angra 2 e que somente os trabalhos essenciais serão feitos.

A Tecnatom, dentre as empresas de origem estrangeira que atuam nas paradas da Usina, passa a ser uma exceção, pois as atividades que têm contratadas envolvem somente profissionais brasileiros. Por sinal, desde seu estabelecimento no Brasil, em 2013, o Grupo Tecnatom tem priorizado a mão de obra local, transferindo gradativamente a experiência de seus 60 anos na área nuclear para técnicos recrutados no país. Vários deles vêm aprimorando seus conhecimentos em treinamentos no Brasil e no exterior promovidos pela empresa, além de participarem em atividades no exterior.

Em junho vem a definição da Eletronuclear: dos cerca de 80 técnicos que estavam previstos, apenas 15 inspetores e auxiliares vão participar da parada, em regime de turnos de 24 horas, de segunda a sábado. Por não haver outro contrato para inspeção, alguns inspetores que normalmente trabalham em outra empresa teriam que fazer parte da nossa equipe.

Os boletins de crise definem gradativamente as condições para os trabalhos. Haverá monitoramento de temperatura ao entrar na Usina, uso obrigatório de máscaras, álcool gel, higienização das ferramentas etc., seguindo as

recomendações das autoridades sanitárias. Em paralelo, buscamos informações sobre as atividades do Grupo Tecnatom nas paradas de Almaraz e Trillo, na Espanha, feitas também sob a pandemia.

Trata-se de uma situação inédita em todo o mundo, mas acreditamos que a cultura de segurança do setor nuclear veio a facilitar a absorção dos novos cuidados. As dificuldades maiores se deram na aquisição de equipamentos de proteção: máscaras, termômetros e macacões impermeáveis tornaram-se itens escassos e caros.

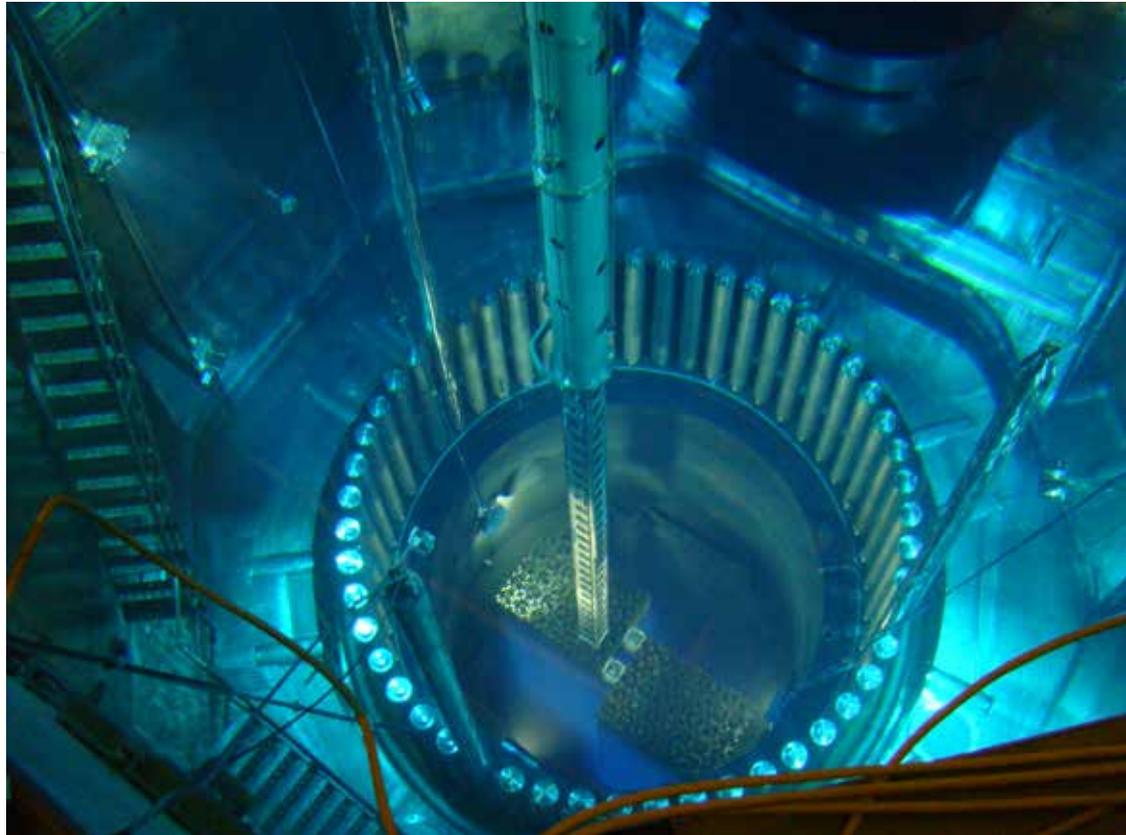
Nova decisão do gabinete de crise: os colaboradores da Tecnatom teriam que ficar confinados por todo o período em uma pousada. Além disso, teriam que fazer exames de Covid-19, para garantir que ninguém levaria o vírus para a Usina. Nenhuma objeção foi feita, demonstrando abnegação e comprometimento com o empreendimento.

Estávamos entre os eleitos para contribuir para o retorno à operação da Usina e não faltaríamos ao nosso compromisso. Durante a parada, nossos colaboradores se revezaram 24 horas por dia, 6 dias na semana, na inspeção de soldas e componentes. Quase no fim, fomos comunicados que a parada se estenderia um pouco mais, o que nos obrigou a buscar mais consumíveis e equipamentos de proteção. Mas nada nos impediu de seguir em frente e finalizar o trabalho.

Inspeccionamos 122 soldas de equipamentos e tubulações de Angra 2, utilizando as mais diversas técnicas de ensaios não-destrutivos, sem nenhum acidente ou infecção. Os controles estabelecidos pela Eletronuclear mostraram-se eficazes e seguimos rigorosamente as boas práticas de segurança. O desafio foi grande, mas a missão foi cumprida. ■

VENCER OU VENCER

COMO A ELETRONUCLEAR ENCAROU O DESAFIO DE TROCAR O COMBUSTÍVEL DE ANGRA 2 EM PLENA PANDEMIA E SAIU MAIOR DO QUE ANTES



Quando a pandemia do Coronavírus foi decretada pela Organização Mundial da Saúde, em março de 2020, a Eletronuclear se deparou com um dos maiores desafios de sua história pela frente, mas não havia tempo para lamentação. A parada da usina de Angra 2 para a troca de combustível estava marcada para junho e não poderia mais ser adiada. Com as restrições de transporte, aglomeração e as regras de isolamento social, um plano já muito complexo ficou ainda mais desafiador. Além de exigir uma série de normatizações e novos padrões de atividade durante a operação, o trabalho não poderia contar com a maior parte dos técnicos e especialistas estrangeiros que vêm todos os anos para supervisionar a troca do combustível.

Naquele momento, o diretor de Operação e Co-

mercialização da companhia, João Carlos da Cunha Bastos, alinhado com o presidente Leonam Guimarães e os demais diretores, tinha em mente que dois princípios seriam fundamentais para lidar com o desafio: união e comunicação. A batalha estava posta e a empresa precisaria estar totalmente alinhada e afinada para executar as tarefas da melhor forma possível, contando principalmente com seus colaboradores e com as equipes brasileiras de suas parceiras internacionais.

“Dizer que começamos acertando em cheio não seria bem verdade. Mas durante os primeiros dias nós aprendemos muito rapidamente. Porque, como dizia o Nelson Rodrigues, era ‘vencer ou vencer’. Não podíamos buscar ajuda internacional, as fronteiras estavam fechadas... Estados Unidos e

Alemanha, que nos ajudam com técnicos especializados, também estavam fechados. Não podíamos adiar a parada de Angra 2, que já estava no final de seu combustível, Angra 1 estava voltando à gerar para o sistema, então tivemos que aprender bastante. Começamos a entrar em contato com outras centrais nucleares do mundo, para ouvir como estavam enfrentando a situação, e o mundo nuclear todo se uniu muito, trocou muita experiência”, conta João Carlos.

Essa troca de informações levou a Eletronuclear a redesenhar o escopo da operação, analisando profundamente todas as tarefas previstas no plano e avaliando quais delas poderiam ser postergadas com segurança. Um prognóstico foi feito e novos objetivos foram traçados, sempre com o acompanhamento e as aprovações do órgão regulador, a CNEN, que atuou ativamente junto ao processo. A nova meta previa que 62% das tarefas deveriam ser realizadas prioritariamente e as 38% restantes poderiam ser adiadas para a parada de 2021.

Com o novo plano aprovado em mãos, a Eletronuclear seguiu adiante e a diretoria decidiu se mudar inteiramente para Angra dos Reis. O comitê de crise criado para o período passou a se reunir três vezes por semana e os diretores passaram a marcar presença frequente nas atividades da Central Nuclear. A troca de informação e a comunicação das decisões passou a ser realizada de maneira muito mais próxima entre o comando e o corpo de funcionários da empresa.

“Eu e o presidente estivemos várias vezes na sala de controle para enfatizar a importância de todos se cuidarem, tanto na usina quanto em casa. Fizemos visitas a determinados empregados-chaves para falar dessa importância, da importância deles, dos cuidados que precisavam ter. Pedindo todo o comprometimento para que o trabalho fosse feito de forma segura, lembrando da nossa grande responsabilidade”, conta João Carlos, ressaltando que às vezes, no decorrer do dia a dia, as pessoas podem não perceber a importância dos seus trabalhos, porém é essa atuação que garante a geração de energia para atender aos hospitais, às residências, às famílias, algo já essencial em qualquer tempo, e ainda mais num caso de pandemia.

Para reiterar essa relevância, a presença física na central se tornou um fator fundamental.

“O general não pode dar ordens do ar condicionado, ele tem que estar nas trincheiras junto com as equipes. Isso encoraja, dá muito mais ânimo. Posso falar isso com segurança, porque hoje ‘estou’ diretor, mas fui empregado por 40 anos, e sempre quis um diretor que estivesse à frente da equipe o tempo todo”, afirma.

A estratégia se mostrou acertada e as equipes trabalharam com um alto nível de produtividade, a união entre

colaboradores da Eletronuclear e das empresas parceiras aumentou, e o grau de comprometimento de todos ficou evidente. Mesmo quando um contratempo surgiu, com a descoberta de uma oxidação superficial inesperada no revestimento dos tubos que contêm as pastilhas de urânio enriquecido dos elementos combustíveis, a união prevaleceu e foi determinante para o sucesso das operações.

Foi necessária uma extensão do prazo da parada, para avaliação e correção deste problema, mas o tempo maior de desligamento foi aproveitado para avançar nas atividades que haviam sido postergadas, e os 62% do total de tarefas previstas acabaram saltando para 80% das atividades realizadas.

Isso tudo com uma redução de equipes muito significativa. Do total de 1.250 contratados previstos para a realização da troca de combustível no plano feito antes da pandemia, apenas 160 foram de fato envolvidos, sendo que o número de estrangeiros passou de 150 para apenas 5.

“Sempre fizemos com supervisão. Dessa vez, não tinha supervisão estrangeira. Então, cada problema que aparecia, a gente tinha que resolver por conta própria”, destaca João Carlos.

Essa redução de tarefas e de equipes fez com que o custo da operação fosse reduzido de R\$ 130 milhões para R\$ 19 milhões, mas o diretor alerta que essa economia, apesar de chamativa, não é sustentável.

“Eu não pretendo fazer uma diminuição da participação dos nossos parceiros, porque a parada das usinas é similar ao pit stop de Fórmula 1. Cada um faz uma coisa e o carro volta para a pista no tempo mais curto possível. Com a usina Angra 2 é igual. Ela para e entra uma grande equipe para fazer as manutenções, composta por empregados da Eletronuclear, empregados nacionais e empregados estrangeiros. Se eu diminuir o número de contratados, eu não consigo realizar o número de tarefas no tempo necessário”, explica o diretor da Eletronuclear, ressaltando que a parada do ano que vem precisará envolver também as atividades que foram postergadas, o que deverá encarecê-la: “aquele dinheiro que eu não gastei agora, vou ter que gastar na próxima”.

Até lá, o mundo segue na expectativa de uma vacina, mas o setor nuclear nacional sai do episódio fortalecido, com um aprendizado importante, que tem sido parabenizado por todos, à exemplo da ABDAN, que convidou João Carlos para contar os detalhes desta jornada em um evento recente, quando destacou a dedicação das equipes e o grande ganho de conhecimento.

“Nossas equipes têm mais autoconfiança a partir de agora, com a segurança de saber que são capazes de realizar”, avalia o diretor da Eletronuclear, antes de concluir: “Era vencer ou vencer, e nós vencemos”. ■

DO STARTUP À EXTENSÃO DE VIDA

WESTINGHOUSE SE COMPROMETE A APOIAR OPERAÇÕES CONTINUADAS EM ANGRA

A usina nuclear de Angra 1, um reator a água pressurizada modelo Westinghouse que iniciou a operação comercial em janeiro de 1985, é a primeira usina nuclear do Brasil operada pela Eletronuclear (ETN). Desde que entrou em operação, Angra 1 fornece aos consumidores energia limpa e confiável crucial para atender às crescentes demandas energéticas.

Em 2019, Angra 1 bateu seu recorde de produção, gerando 5.546.164 MWh. Além disso, fechou o ano com um fator de capacidade de 98,21%, o maior de qualquer fonte de geração de energia brasileira.

Sua licença de operação atual é válida até dezembro de 2024, representando 40 anos de operação. Em 2019, com o apoio da Westinghouse, a Eletronuclear apresentou seu pedido de renovação de licença por mais 20 anos de serviço. Em 2020, a Westinghouse e a Eletronuclear assinaram um contrato para a análise de engenharia do projeto de Operação de Longo Prazo.

As usinas nucleares (NPPs) estão operando cada vez mais por prazos mais longos do que o previsto originalmente. Do total de NPPs em operação no mundo, muitos estão em operação há mais de 30 anos, e metade há mais de 20 anos.

A renovação e a operação de longo prazo (LTO) das NPPs existentes hoje são cruciais para a competitividade da indústria nuclear, uma vez que as usi-

nas nucleares existentes produzem energia de base a um custo confiável. Cerca de 90% das usinas dos EUA já renovaram suas licenças uma vez, estendendo sua operação para 60 anos. Mas a maioria deles chegará em breve ao fim de seus 60 anos. Com isso, uma renovação subsequente amplia a operação de uma usina de 60 para 80 anos.

Em 2020, a Comissão Reguladora Nuclear dos EUA (NRC) concedeu uma segunda extensão de vida às Unidades de Peach Bottom 2 e 3 até 2053 e 2054, respectivamente, estendendo a vida útil dessas usinas para cerca de 80 anos.

O pilar das operações de longo prazo que é trabalhado pela Westinghouse é a colaboração, que aumenta a capacidade de fornecer novas soluções inovadoras.

Por décadas, a empresa tem colaborado com grupos industriais de alto nível como o Nuclear Energy Institute, a American Society of Mechanical Engineers (ASME), o Institute of Nuclear Power Operations, o Electric Power Research Institute (EPRI), Idaho National Laboratory, PWR Owners Group, e muitos outros para abordar os pontos necessários da forma mais econômica possível.

O programa de extensão de vida de Angra 1 exige esse mesmo nível de colaboração e comprometi-

mento entre a Eletronuclear e a Westinghouse. O esforço aproveita o conhecimento, a experiência operacional e as informações da Eletronuclear, somadas às capacidades e à expertise da Westinghouse adquiridas a partir de projetos de sucesso nos EUA e no mundo.

Um comitê gestor foi formado por ambas as entidades para coordenar o projeto em todas as áreas. Para a definição técnica, ambas as empresas estão trabalhando juntas para refinar o escopo do programa LTO.

As áreas chave da abordagem do LTO da Westinghouse envolvem Licenciamento & Extensão de Vida; Gestão de Ativos da Planta; Digitalização; Melhoria de desempenho; e Otimização e Gestão da Força de Trabalho. Isso inclui uma ênfase nas Operações de Peças Nucleares (Nuclear Parts Operation - NPO), que desempenha um papel vital na manutenção dos ativos críticos e ajuda a garantir a segurança e a confiabilidade através das peças de reposição e substituição de alta qualidade, serviços de reparo de componentes e upgrades de equipamentos. Essa abordagem estratégica fornece um foco holístico na redução de custos do ROI e da O&M.

“A Westinghouse tem orgulho de ser parceira da Eletronuclear, pois continua avançando na extensão da vida útil de Angra 1, que recentemente estabeleceu novos recordes de desempenho”, disse Terry Rudek, vice-presidente da

Westinghouse, responsável pelo Programa LTO de Angra 1. “A Westinghouse projetou e entregou Angra há quase 40 anos e continuou apoiando a usina ao longo de sua vida útil. Agora temos a oportunidade de expandir nossa parceria e estender a operação da usina por mais 20 anos. Nossa experiência comprovada combinada com os esforços contínuos com o Banco de Exportação e Importação dos EUA são fatores cruciais para permitir o sucesso deste projeto tão importante”.

Em termos operacionais, manter Angra 1 como fonte de energia cria maior segurança para o sistema nacional devido à sua alta disponibilidade e confiabilidade. Devido à sua proximidade com os maiores centros consumidores, também reduz a necessidade de investimentos significativos na transmissão de energia, atendendo às necessidades do sistema Sudeste Brasileiro.

A operação de longo prazo da Usina Nuclear de Angra 1 é um investimento benéfico para a Eletronuclear, para o Sistema Interligado Nacional e para o usuário final.

“A energia nuclear contribui e continuará contribuindo significativamente para a rápida expansão da matriz energética brasileira”, disse David Howell, Presidente da Westinghouse para Plantas em Operação nas Américas. “A Westinghouse se orgulha de ser a parceira escolhida da Eletronuclear e do Brasil nessa empreitada.” ■



Qualquer Tempo Qualquer Lugar Todo Lugar

Westinghouse traz eletricidade além da rede.

O micro reator bateria eVinci é fácil de transportar, instalar e operar. O que permite que você leve energia segura, confiável e limpa até os locais mais remotos.

- Instalação em menos de 30 dias, Recarga a cada 3+ anos
- 40 anos de vida, Renovação de 10+ anos
- 100% Construído, abastecido e montado em fábrica
- Shutdown não requer operador



Para mais informações:

www.westinghousenuclear.com/evinci

NUCLEAR SUSTENTÁVEL

ELETRONUCLEAR AMPLIA AÇÕES VOLTADAS AO MEIO AMBIENTE E AO DESENVOLVIMENTO REGIONAL DE ANGRA

A energia nuclear já é vista como um peça-chave na busca mundial por sustentabilidade, em função de sua quase nula emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera e pela alta potência de geração sem ocupar grandes áreas, mas o impacto positivo do setor nesta seara vai bem além disso. No Brasil, a Eletronuclear vem se destacando pelo vasto conjunto de iniciativas voltadas à saúde, ao meio ambiente e ao desenvolvimento regional do entorno da Central Nuclear, em Angra dos Reis, e durante a pandemia essa atuação se tornou ainda mais intensa.

A empresa segue há anos os padrões da Global Reporting Initiative (GRI), destinados a estimular a transparência e a responsabilização das organizações por seus impactos, e internamente é guiada pelos Indicadores Socioambientais para Gestão da Sustentabilidade Empresarial do Sistema Eletrobras (IGS).

Esses critérios estão alinhados com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), dentre os quais a Eletronuclear priorizou cinco em seu planejamento: “Energia limpa e acessível para todos”, “Trabalho decente e crescimento econômico”, “Indústria, inovação e infraestrutura”, “Ação contra a mudança global do clima” e “Paz, justiça e instituições eficazes”.

Na prática, isso tem se refletido em novas exigências sustentáveis para a contratação de fornecedores; ações de proteção de áreas de reserva, assim como da fauna local de Angra dos Reis; doações e auxílios para o sistema de saúde

da Costa Verde; e programas de apoio às aldeias indígenas e comunidades quilombolas do entorno da Central Nuclear.

O Coordenador de Comunicação Institucional da Eletronuclear, Marco Antonio Torres Alves, ressalva, no entanto, que a suspensão do financiamento de Angra 3 foi um fator complicador, porque reduziu os recursos para investimento em compensação ambiental e atendimento a condicionantes do licenciamento ambiental da nova usina. Mas, ainda assim, ele reitera que a Eletronuclear tem feito um esforço grande para manter as ações já em curso e ampliar os cuidados à população regional diante dos desafios da pandemia.

AÇÕES PELA SAÚDE

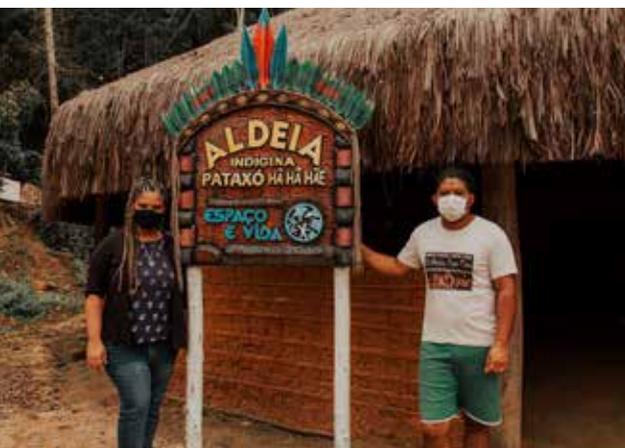
Na área de saúde, a empresa finalizou neste ano o convênio para a reforma e ampliação do Hospital Municipal, localizado no Bairro Pontal, no município de Paraty, cujo valor aproximado é de R\$ 15 milhões, além de ter realizado também em Paraty a reforma da unidade básica de saúde do Bairro Mangueira, melhorias estruturais na Central de Abastecimento Farmacêutico (Cfar) e a implantação do serviço de radiologia no Centro Integrado de Saúde (CIS).

Em Angra, a companhia apoia de maneira significativa o Hospital da Praia Brava (HPB), operado pela Fundação Eletronuclear de Assistência Médica (Feam), da qual a empresa é a principal mantenedora, além de ajudar a prefeitura na implantação da UPA Infantil Agda Maria.

A companhia também conta com dois convênios em vigor para a construção de uma clínica de família, a reforma do centro de especialidades e a ampliação do serviço de pronto atendimento no bairro Parque Mambucaba, assim como para a reforma da Unidade Mista de Saúde do Frade. Esses dois convênios juntos têm valor aproximado de R\$ 6 milhões.

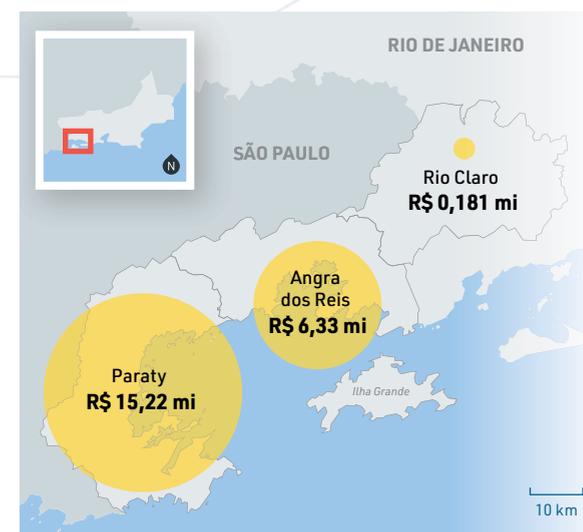
MEDIDAS NA PANDEMIA

Com o avanço da pandemia, uma série de ações complementares foram tomadas no âmbito da saúde. Desde o início da crise provocada pelo coronavírus, por exemplo, o HPB está integrado à estratégia de prevenção contra a covid-19 em Angra dos Reis. Os casos suspeitos e confirmados de contaminação pela doença que precisaram de internação hospitalar foram concentrados na Santa Casa de Misericórdia de Angra, enquanto que ao HPB couberam os casos de baixa complexidade da região não relaciona-



INVESTIMENTOS DA ELETRONUCLEAR NA COSTA VERDE

Empresa marca presença na região através de ações socioambientais (valores aproximados)



OUTRAS AÇÕES:

-  **4.600 testes** de Covid-19 distribuídos entre o SUS das três cidades e a Aldeia Sapukai (Angra)
-  **566 cestas básicas** distribuídas entre aldeias indígenas da região e a Arquisabra
-  **32.500 encomendas** de máscaras caseiras produzidas por uma cooperativa e três confecções locais

Fonte: Eletronuclear

dos à covid-19.

“Mesmo assim, o hospital da Feam atendeu diversos casos da doença nos últimos meses”, destaca Marco Antônio, lembrando que o hospital cedeu espaço para a Secretaria Municipal de Saúde de Angra dos Reis instalar uma tenda de triagem de pessoas suspeitas de ter covid-19, disponibilizou ambulâncias para apoiar o envio de pacientes à Santa Casa e equipes médicas de pronto atendimento para atender emergências na tenda.

Em termos de doações de recursos, a Eletronuclear beneficiou três instituições da Costa Verde. A Santa Casa de Misericórdia de Angra recebeu R\$ 325.520; o Hospital Municipal Hugo Miranda, de Paraty, ganhou R\$ 217.015; e R\$ 180.851 foram destinados ao Hospital Municipal Nossa Senhora da Piedade, de Rio Claro; sendo que outros R\$ 276.614 foram aplicados na doação de 2.600 testes de covid-19 para o SUS em Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro.

A Feam também destinou mais 2.000 testes para a Aldeia Sapukai – localizada na Terra Indígena Guarani do Bracuí, em Angra –, além de itens de primeira necessidade para os idosos do Asilo São Vicente de Paulo, em Paraty.

IMPACTO REGIONAL

A essas iniciativas, somam-se ações como a doação de 366 cestas básicas para diversas comunidades indígenas da Costa Verde e 200 cestas básicas para a Associação dos Remanescentes de Quilombos Santa Rita do Bracuí (Arquisabra); a identificação de uma cooperativa e três confecções locais, em bairros próximos às usinas nucleares, para a encomenda de 32.500 máscaras caseiras; e a instalação de uma rede de acesso à internet, e sua manutenção por 36

meses, na Terra Indígena Parati-Mirim.

Na área de segurança, a Eletronuclear realizou a reforma do Departamento de Policiamento Ostensivo (DPO) da unidade da PMERJ localizada na Praia da Chácara, em Angra dos Reis, e está finalizando um convênio de reaparelhamento da Defesa Civil do Município de Angra dos Reis.

PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE

A área ambiental é outra que recebe atenção e recursos da Eletronuclear, com destaque para três iniciativas: o Centro de Reabilitação de Animais Silvestres (Cras), que presta atendimento veterinário aos animais doentes, feridos e órfãos na região da Costa Verde; o Programa Tartaruga Viva, que monitora as populações de tartarugas marinhas em áreas afetadas e não afetadas pelos efluentes da central nuclear; e a proteção de duas áreas com vegetação nativa de ecossistemas da Mata Atlântica, mantidas pela empresa: a Trilha Porã e o Parque Restinga de Mambucaba.

De acordo com Marco Antonio, a companhia pretende ainda retomar, “o mais brevemente possível”, o convênio para a implantação de parte do saneamento básico no município de Paraty, com valor aproximado de R\$ 20 milhões.

“Além disso, a Eletronuclear realizou manutenção e teste da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Praia Grande”, reitera, citando por fim um convênio em vigor com o Instituto de Ecodesenvolvimento da Baía da Ilha Grande (Ied-Big), para a manutenção do Projeto de Repovoamento Marinho da Baía da Ilha Grande (Pomar); a realização de cursos de educação ambiental, maricultura e empreendedorismo; e a doação de cinco fazendas marinhas para maricultores do entorno da central nuclear de Angra. ■

URÂNIO BRASILEIRO: RETOMADA E EXPANSÃO

INB RETOMA PRODUÇÃO NACIONAL EM CAETITÉ E APONTA PARCEIROS PRIVADOS COMO FUNDAMENTAIS PARA PROJETOS FUTUROS

Formado em engenharia naval pela USP, em Ciências Navais pela Escola Naval e com mestrado em Arquitetura Naval pela École Nationale Supérieure de Techniques Avancées, em Paris, o Capitão de Mar e Guerra da Reserva Carlos Freire Moreira tem uma longa trajetória profissional na Marinha, onde atuou em diversos projetos e cargos de liderança, além de ter sido Diretor Técnico de Enriquecimento Isotópico das Indústrias Nucleares do Brasil (INB) entre 2005 e 2008. Em fevereiro de 2019, Freire assumiu a presidência da INB, e recentemente sua gestão à frente da empresa alcançou um marco importante, com a retomada da produção de urânio no Brasil, a partir de uma nova mina de Caetité, na Bahia, após cinco anos de paralisação. Trata-se de um primeiro passo para o plano de expansão da exploração mineral de urânio no País, que deverá contar com parceiros privados em papéis-chave nos próximos anos.

1 - O que representa para o setor nuclear brasileiro a retomada da produção de urânio em Caetité?

Existe um ditado chinês que diz que uma grande caminhada começa com um primeiro passo. Para o Brasil vir a se tornar um grande player de produção e exportação de urânio, o primeiro passo é essa retomada de Caetité. A mina anterior se exauriu em 2015 e o sítio volta agora como um marco importante desse planejamento. A nova mina está projetada para produzir 260 toneladas/ano (capacidade nominal de 400 toneladas/ano), com previsão de produção por cerca de 15 anos. Quando atingir o pico da produção, previsto para daqui a dois anos, isso vai representar quase 60% da capacidade de Angra 1 e Angra 2.

2 - Quais foram os maiores desafios para essa retomada?

O licenciamento ambiental e radiológico. Para avançar, fizemos uma reestruturação do setor que cuidava disso, procu-



rando trabalhar com os órgãos reguladores e fiscalizadores como parceiros. Foi uma mudança cultural, que deu o impulso necessário para que a gente conseguisse a primeira licença no fim de 2019, da CNEN, e a outra, do Ibama, no início de 2020. A Covid atrapalhou o cronograma, mas em setembro, depois de todos os testes de operação assistida, finalizamos a contratação da empresa que vai realizar a mineração. Não tem sentido a INB verticalizar essa produção, porque a mineração em si é feita como qualquer outra, com máquinas pesadas, um aparato de produção que não tem sentido a INB ter.

3 - Quais serão os próximos passos no plano de expansão da produção?

A duplicação de Caetité e a entrada em operação da mina de Santa Quitéria (CE), que é um projeto não só da INB, mas de um consórcio com a Fosnor (Galvani), onde tem fosfato e urânio, este em percentual pequeno. Como a produção de fosfato será muito grande, mesmo com o percentual de urânio pequeno, teremos uma produção nominal quatro vezes maior do que a de Caetité (1.600 toneladas/ano), e isso está sendo reavaliado, a partir de algumas melhorias no projeto, com possibilidade de ter uma produtividade ainda maior, para até 2.100 toneladas/ano.

4 - Qual o impacto desses projetos no planejamento energético brasileiro?

O PNE prevê a conclusão de Angra 3 e contempla entre 8 GW e 10 GW de geração nuclear até 2050, então teremos uma grande demanda futura. Com a entrada de Caetité e o início de Santa Quitéria (com sua maturidade prevista para 2024-25), teremos condições de atender Angra 1, 2 e 3, e o que está previsto no PNE 2050, gerando ainda um excedente de produção que o país poderia exportar – caso se-

jam levadas adiante algumas flexibilizações que vêm sendo discutidas no âmbito do governo.

Caso isso seja atingido, o Brasil pode se colocar numa posição muito relevante, alcançando o equivalente a cerca de 3,8% a 4% de toda a produção mundial.

5 - Em que etapa está o projeto da Usina Comercial de Enriquecimento de Urânio (UCEU) em Resende e qual sua relevância?

O enriquecimento do urânio é a etapa que mais agrega valor ao produto, da ordem de 35% do valor final. Então é uma fase do ciclo que vale muito a pena de se investir. A busca por essa autossuficiência tem duas etapas. A primeira deve atender 70% da necessidade de Angra 1, até meados de 2022, onde estamos implantando 10 cascatas de enriquecimento de urânio. Na segunda etapa, serão 30 cascatas, que poderão atender toda a capacidade de Angra 1, 2 e 3, e ainda gerar um excedente. A previsão dessa segunda etapa a princípio seria para 2037, mas estamos trabalhando junto com a Marinha para puxar para mais próximo da entrada em operação de Angra 3, por volta de 2026-2027. Essa segunda etapa representará a nossa independência total de uma fase significativa e importante do processo de enriquecimento do combustível.

6 - Quais os maiores desafios da INB e como superará-los?

Sem sombra de dúvida, sair do orçamento fiscal da União, porque isso inibe a capacidade de atuação da empresa em todas as frentes. Mesmo que tenhamos recursos, se não estiverem dentro do orçamento, não podemos usar. Essa alteração vai permitir que a INB mude sua forma de atuar, evitando paralísias. Esse é o grande objetivo e estamos trabalhando para isso.

O segundo ponto, atrelado a essa situação, seria termos a moldura legal que torne atraente para o investidor nacional ou estrangeiro investir na área. Nenhum investidor vai colocar dinheiro sem ter segurança jurídica. Isso precisa es-

tar claro, consolidado, e aí sim teremos a independência da empresa e a atração de parceiros e investidores.

7 - Como vê o monopólio da união sobre a exploração de urânio?

O monopólio fez sentido num determinado momento, mas perdeu um pouco o sentido. Justifica-se que haja um modelo diferente, do ponto de vista estratégico, mas poderia manter uma província uranífera para atender aos objetivos estratégicos do país, enquanto abrem-se outras áreas para a exploração da iniciativa privada.

Acho que a flexibilização ou a quebra do monopólio não vai criar nenhum problema desde que se trabalhe de uma forma a organizar isso. O que se tem hoje de reservas já é bastante suficiente para atender às necessidades do país pelas próximas décadas.

8 - Como avalia a participação do setor privado na exploração e produção de urânio no Brasil?

Ela já é prevista, sem necessidade de flexibilização, nem quebra do monopólio. Em casos em que o mineral predominante é outro e o urânio aparece como secundário, a INB pode fazer parceria. Santa Quitéria surge assim e será um projeto extremamente relevante para o país. Ali se tem um ganha-ganha, que permite uma sinergia muito importante na produção, jogando os custos lá embaixo. Hoje, nossa estimativa é que vamos conseguir produzir em Santa Quitéria a um custo menor do que todas as grandes empresas que produzem urânio no mundo.

Ainda assim, o monopólio trava o setor. É interessante que a INB mantenha sua produção, mas poderia haver outros produtores, até para que, em caso de necessidade, a INB não precisasse importar urânio de outros países, mas comprar aqui dentro, gerando riqueza no próprio país.

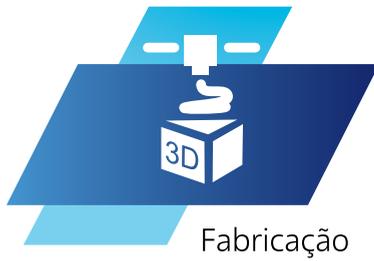
Além disso, poderia também haver parceiros investidores para que a gente não dependesse tanto do orçamento do governo. ■



LIDERANÇA TECNOLÓGICA DA ROSATOM



Energia nuclear



Fabricação de aditivos



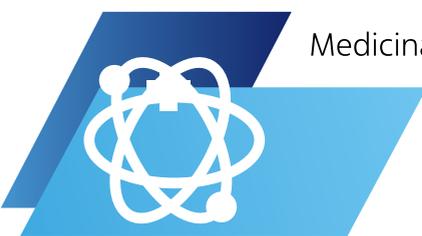
Digitalização e inteligência artificial



Novos materiais



Projetos ambientais



Medicina nuclear



Infraestrutura logística com base na Rota do Mar do Norte



Energia renovável

DESCOMISSIONAMENTO: DESAFIOS E SOLUÇÕES

Uma das principais tarefas dos países com uma indústria nuclear desenvolvida, incluindo o Brasil, é buscar soluções para o gerenciamento de resíduos radioativos, em particular, para o descomissionamento de instalações nucleares. Esta área é de vital importância para o meio ambiente, pois ajuda a se aproximar dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU em áreas de produção responsável, proteção ambiental, trabalho decente, crescimento econômico e parcerias para o desenvolvimento sustentável.

O Brasil é muito ativo neste campo e adere a altos padrões ambientais, inclusive na indústria nuclear. Atualmente, o país está trabalhando no projeto de um repositório para rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de Radiação (CENTENA).

Segundo a coordenadora do projeto Clédola Cássia, a disponibilidade de tal instalação é um requisito técnico para a operação da futura usina nº 3 da NPP “Almirante Álvaro Alberto” e o reator de pesquisa multiuso RMB¹. Além disso, as tecnologias de tratamento de resíduos radioativos também são aplicadas na mineração e em outras áreas.

“Estamos na fase de seleção de local e esperamos finalizá-la em breve. O desafio é a visita em tempos de pandemia”, enfatizou Cássia. A instalação está programada para ser colocada em funcionamento em 2024.

No entanto, construir este tipo de repositório é apenas uma parte do trabalho para o tratamento de rejeitos radioativos (RR). Esta área de atividade de alta tecnologia também inclui descontaminação e desmontagem de equipamentos, gerenciamento do combustível nuclear usado (CNU) e RR associados, reabilitação de territórios e outras atividades.

AS SOLUÇÕES DA ROSATOM PARA O DESCOMISSIONAMENTO E DESCONTAMINAÇÃO DE INSTALAÇÕES NUCLEARES

Devido a sua ampla experiência na operação de instalações nucleares, a Rússia acumulou uma ampla

gama de experiências em descomissionamento. A primeira usina nuclear (NPP) do mundo foi lançada na União Soviética, na cidade de Obninsk, que se tornou o berço da energia nuclear. Este ano a indústria nuclear russa está celebrando o seu 75º aniversário.

Por decisão da Corporação Estatal de Energia Atômica Rosatom, no ano 2019, a Companhia de Combustível TVEL foi designada como a integradora da indústria nuclear russa para o descomissionamento e descontaminação de instalações nucleares (D&D). A TVEL reúne várias empresas do estágio inicial do ciclo do combustível nuclear, incluindo instalações para conversão e enriquecimento de urânio, produção de equipamentos de centrifugação de gás, fabricação de combustível nuclear, pesquisa, projeto e organizações de engenharia.

A fim de concentrar recursos em uma nova área de negócios, foi criada uma empresa subsidiária especializada dentro da TVEL, que executará as funções de um integrador para o D&D. Além disso, empresas especiais com base em unidades da Divisão de Combustível da Rosatom, tais como a Usina Química de Eletrólise de Angarsk, a Usina Química da Sibéria (empresas do complexo de sublimação e separação), o Instituto Bochvar (principal centro de ciência de materiais da Rosatom) e o Instituto Central de Design e Tecnologias foram criadas para fornecer uma gama mais ampla de serviços. Adicionalmente, o ativo de engenharia alemão da Rosatom com grande experiência na área de back-end, o Grupo de Empresas NUKEM — foi transferido para a TVEL.

A consolidação de todos os ativos permite implementar serviços como descontaminação, desmontagem e fragmentação de equipamentos e estruturas de construção; extração de produtos nucleares e CNU; processamento, armazenamento e transporte de RR associados; restauração e recultivo de territórios; realização de engenharia abrangente e levantamento radiométrico e P&D; elaboração de documentação de projetos e serviços de engenharia.

Atualmente, a equipe internacional da Rosatom implementou com sucesso dezenas de projetos únicos e fortaleceu sua posição no mercado global. Um dos projetos europeus já concluídos é um com-

¹ https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=40&campo=14633



plexo de gerenciamento de RR sólidos e armazenamento de CNU na NPP de Ignalina, na Lituânia. Os trabalhos de desmantelamento dos geradores de vapor na NPP Biblis na Alemanha continuam e um projeto conjunto com colegas europeus para desmantelar as unidades Barsebek e Oskarkhamn na Suécia está ganhando força.

No território russo, as empresas especializadas em alta tecnologia que fazem parte do Integrador implementaram mais de 50 grandes projetos, cujo custo total excede 200 milhões de dólares. Os mais significativos deles são: o descomissionamento da instalação nuclear da Usina Químico-Metalúrgica em Krasnoyarsk, realizado pela primeira vez no país em 2010; o descomissionamento do Edifício B no Instituto Bochar, em Moscou, em 2015 (área de trabalho - 2.470 m², custo - cerca de US\$ 23 milhões); e a criação de uma instalação especial de armazenamento de RR, na Unidade Química Siberian na Região de Tomsk, em 2019 (área de trabalho - 2.670 m², custo - cerca de US\$ 23 milhões).

Com base na experiência adquirida, a TVEL tem competência para realizar uma engenharia abrangente e levantamento radiométrico, estudos geológicos, realizar P&D e fornecer serviços de consultoria para aquelas instalações e territórios onde ela possa ser demandada. A reabilitação de tais territórios melhoraria o meio ambiente nas regiões e permitiria sua utilização para o benefício da população local. Uma das soluções potenciais para isso poderia ser a instalação da FREMES, uma tecnologia inovadora da subsidiária da Rosatom NUKEM Technologies GmbH. A empresa atua no campo de desativação de instalações nucleares e tratamento de CNU e RR desde 1960.

FREMES permite resolver efetivamente os problemas de identificação, classificação e caracterização de solos contaminados radioativamente e fornece resultados 100% precisos e 100% de medição de todos os materiais potencialmente contaminados. Após a instalação do FREMES, o local

estará completamente livre de contaminação radioativa. A unidade separa amostras entre aquelas liberadas do controle regulatório e frações com diferentes graus de contaminação radioativa.

Esta tecnologia ajuda a reduzir significativamente o volume do material potencialmente contaminado. Este é um fator importante, dado o alto custo de armazenamento e descarte de resíduos. O sistema FREMES permite caracterizar todos os tipos de materiais a granel - solo, fragmentos de concreto, tijolos, piche e até mesmo metal triturado. O sucesso da implementação do projeto de descomissionamento da antiga usina de elementos combustíveis da FBFC Internacional em Dessel, Bélgica, foi alcançado devido ao uso do FREMES.

Os RR concentrados com radioatividade medida usando a instalação FREMES podem ser colocados em repositórios e centros de conservação. O Integrador tem experiência na criação de instalações de conservação de lixo radioativo na Rússia. Esta experiência pode ser aplicada a diferentes instalações em outros países.

A reabilitação de territórios não é apenas uma etapa no conjunto de obras de descomissionamento de instalações nucleares e perigosas à radiação. Há radioatividade natural também nas entranhas da Terra, e os RR também são gerados durante o desenvolvimento de novos depósitos. Devido à concentração de frações separadas após tais atividades, a reabilitação do solo é necessária, e a tecnologia FREMES é uma das soluções mais eficientes para isso.

A abordagem integrada da Rosatom também cobre as questões de requalificação e capacitação de especialistas na área de D&D. O alto nível de profissionalismo dos funcionários é uma ferramenta chave para a implementação do trabalho. Por isso, as 200 melhores universidades do mundo, juntamente com a Rosatom, implementam programas internacionais especializados de treinamento na área de D&D (programas de mestrado). ■

TVEL DIVISÃO DE COMBUSTÍVEL DA ROSATOM

Criando o futuro hoje

- Uma das maiores fornecedoras mundiais de combustível nuclear
- Detém o monopólio do fornecimento de combustível nuclear para todas as NPPs, navios e reatores de pesquisa russos



COMPETÊNCIAS DA TVEL:

- Fabricação de combustível nuclear
- Conversão e enriquecimento de urânio
- Máquinas centrífugas a gás
- Pesquisa e desenvolvimento
- Descomissionamento e Desmantelamento de instalações nucleares
- Ativos auxiliares
- Integradores setoriais

73 reatores de energia em **9** países do mundo **1/6** Hoje, um em cada seis reatores no mundo opera utilizando combustível fabricado pela Empresa

E-MAIL: INFO@ROSATOMAL.COM.BR
TEL: +55 21 3553 9390
[HTTPS://TVEL.RU/EN/](https://tvel.ru/en/)

NUCLEAR EM MARTE

TECNOLOGIA SERÁ FUNDAMENTAL PARA EXPLORAÇÃO ESPACIAL NAS PRÓXIMAS DÉCADAS

Quando o personagem do ator Matt Damon fica isolado no filme Perdido em Marte, a tensão dos espectadores cresce conforme a luta pela sobrevivência do protagonista se torna cada vez mais difícil, mas pouca gente sabe que a tecnologia nuclear teria um papel fundamental numa situação semelhante e que deverá exercer uma função primordial em qualquer estabelecimento humano de médio-longo prazo no espaço. Na vida real, as entidades envolvidas em projetos espaciais, como a Nasa, têm plena consciência disso, e os planos de exploração do cosmos, que já se utilizavam de baterias nucleares em diversos projetos, trazem a energia nuclear como uma peça-chave para as próximas décadas.

Tanto em relação aos novos modelos de propulsores, quanto para o estabelecimento de estações espaciais, à exemplo de bases lunares e missões a Marte, há mais de uma possibilidade tecnológica relacionada à fonte nuclear no horizonte, e elas não são excludentes, mas a que tem ganhado mais destaque é a da propulsão nuclear elétrica. Trata-se de uma tecnologia avançada, estudada desde meados dos anos 50, voltada à propulsão dos foguetes espaciais sem a necessidade de combustível químico, com uma série de ganhos de eficiência para as naves, podendo alcançar velocidades muito mais altas, com mais espaço livre nos compartimentos internos e custos menores, além de permitir que as naves reduzam velocidade e mudem de direção, o que não era viável com os modelos à base de combustível líquido.

De acordo com o chefe da divisão de energia nuclear do Instituto de Estudos Avançados (IEAv) da Aeronáutica, Lamartine Guimarães, a maior parte desses projetos e conceitos surgindo agora usa o reator nuclear na forma de uma micro usina, que vai alimentar os sistemas elétricos da nave espacial. Dentre eles, um sistema chamado propulsor iônico, que funciona a partir de gás ionizado e usa diferenças de potencial elétrico para acelerar as partículas do gás e jogá-lo para fora, de tal forma que essa troca impulsiona a nave espacial.

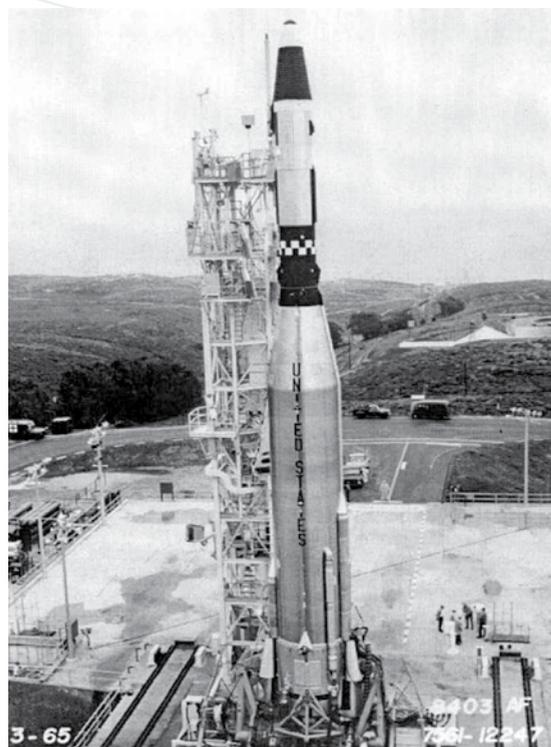
“É um impulso bem singelo, mas pode ser constante e feito ao longo de muito tempo, o que faz o veículo acumular bastante velocidade”, destaca Lamartine, ressaltando que o tempo menor de viagem pelo espaço é uma parte essencial para a proteção dos tripulantes (quando for o caso, já que essa tecnologia também deverá ter grande uso em sondas não tripuladas). A questão se dá porque ao saírem

totalmente da atmosfera, as pessoas ficam expostas a altos níveis de radiação sem a proteção do campo magnético da Terra. “Quanto mais tempo o ser humano ficar exposto ao espaço, mais perigoso é para ele. Se for para Marte, faça essa viagem rápida”, diz o cientista.

CAMINHOS E DESCAMINHOS DA PROPULSÃO ELÉTRICA

Lamartine lembra que essa tecnologia começou a ser estudada por volta de 1955, ainda no período de corrida espacial entre Estados Unidos e União Soviética, e chegou a ser utilizada em 36 sondas na fase mais intensa da disputa entre os dois países. Desse total, 35 foram lançadas pelos soviéticos e apenas uma pelos americanos, sendo que todas eram não tripuladas e com estruturas ainda pouco desenvolvidas.

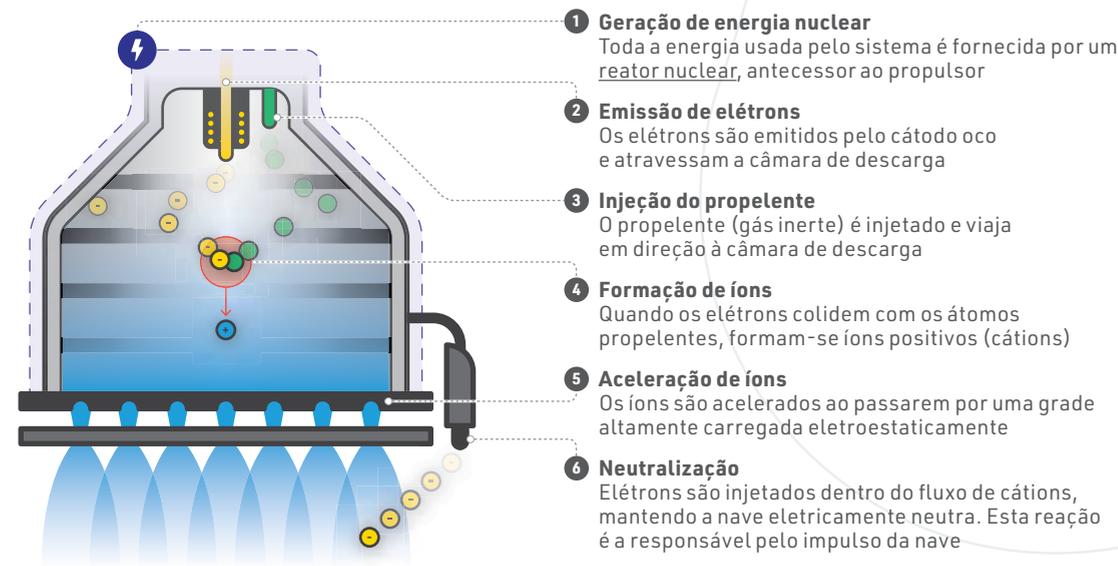
Um dos quesitos fundamentais para o bom uso dessa tecnologia é um sistema de blindagem reforçado, para que o efeito da radiação não afete os circuitos internos e/ou tripulantes. Esse foi um problema encontrado pela única sonda enviada pelos americanos, a SNAP-10A, que não tinha



COMO FUNCIONA UM PROPULSOR IÔNICO

Baseada na energia gerada pelo reator nuclear, tecnologia se apresenta como alternativa mais segura e eficiente

● Elétron ● Átomo neutro ● Cátion



Fonte: NASA

uma estrutura adequada para o tamanho do impacto da radiação nos circuitos e acabou sendo desligada automaticamente pelo sistema de detecção de falhas após 43 dias de funcionamento do reator (o plano era durar 90 dias).

Esse problema, no entanto, não foi a principal razão para a tecnologia de propulsão elétrica ter ficado em segundo plano por tanto tempo. De acordo com Lamartine, foi o fim da corrida espacial, que reduziu os orçamentos significativamente.

“Na década de 60, o interesse era a corrida espacial. Só que ela morreu em 74, por conta do encerramento do Projeto Apollo. Se não havia mais essa corrida, para quê desenvolver motor para chegar até Marte?”, questiona o cientista, explicando que agora estão recuperando essa busca: “só que hoje o conhecimento nuclear que temos é muito mais amplo do que naquela época”, completa.

PLANOS ESPACIAIS DO SÉCULO XXI

Com a retomada do interesse pela expansão espacial, capitaneada inclusive pela iniciativa privada, à exemplo de empresas como SpaceX, do bilionário Elon Musk, e Blue Origin, do também bilionário Jeff Bezos, a propulsão elétrica voltou ao centro das atenções, mas a fonte nuclear não ficará apenas na propulsão. O uso de reatores também será fundamental para planos de colonização espacial.

“Relatórios da Nasa dizem que para estabelecer qualquer colônia humana em ambientes como a Lua ou Marte,

vão precisar de reatores nucleares”, afirma Lamartine, que conseguiu incluir o Brasil como observador em um programa de exploração espacial criado por países europeus em associação com os russos.

Hoje, segundo o cientista, há três grandes frentes de desenvolvimento tecnológico com este objetivo: a China, que tem planos para instalar uma base na Lua; os EUA, que tem tanto a Nasa, quanto a Darpa (ligada ao Pentágono) interessadas em manter o domínio do espaço; e os europeus com os russos, que correm por fora dessa “nova corrida espacial”, desta vez entre americanos e chineses.

Neste horizonte, a Nasa tem planos de realizar sua primeira missão tripulada para Marte a partir de 2030, enquanto prevê que a volta à Lua se dê em 2024, com o início da construção da estação orbital lunar Gateway previsto para 2023. Na visão de Lamartine, tudo isso é parte de uma nova fronteira econômica a ser explorada no futuro.

“Os Estados Unidos já têm legislação para mineração no espaço. Já estão se preparando para isso e a energia nuclear será fundamental. Por enquanto, é uma questão política, mas rapidamente vai virar uma questão econômica – em cerca de 30 anos. Nessa movimentação, onde o Brasil estará posicionado?”, questiona, reiterando a importância de haver mais recursos para o Brasil fazer pesquisas e se qualificar para uma integração maior com esses esforços internacionais que deverão mudar o panorama global: “Não podemos ficar parados”, conclui. ■

A CAMINHO DO MAR

FRONTEIRA MARÍTIMA ABRE GRANDES OPORTUNIDADES PARA TECNOLOGIA NUCLEAR NO BRASIL

A canção Garota de Ipanema, composta por Tom Jobim e Vinícius de Moraes em 1962, foi inspirada em Helô Pinheiro, mas alguns de seus versos, se lançados em 2020, poderiam se referir tranquilamente à tecnologia nuclear, que está cada vez mais “a caminho do mar”. Com novas fronteiras marítimas sendo estudadas pelo setor em diversas partes do mundo, o oceano passou a ser um espaço para muitas possibilidades, e a geração de energia nuclear para atender ao pré-sal é um dos principais destaques deste cenário quando se pensa no Brasil.

O planejamento energético do País prevê que até o fim da década o pré-sal deverá responder por 77% da produção de petróleo nacional, além de 80% de todo o gás natural extraído em território brasileiro, com um volume de investimentos avaliado em cerca de R\$ 1,8 trilhão até 2029. As estruturas envolvidas nessa exploração, além de muito complexas, demandam uma grande quantidade de energia elétrica para o funcionamento de seus sistemas, o que muitas vezes encarece demasiadamente e pode até inviabilizar economicamente determinados projetos.

Nos últimos anos, a Petrobras e o setor de óleo e gás vêm se empenhando em desenvolver conjuntos de sistemas que atuam de forma complementar e associada em alto mar, para aumentar a eficiência da produção, muitas vezes instalados no leito submarino, devido às grandes profundidades do pré-sal. Estas estruturas, que ganharam o apelido

ENERGIA NUCLEAR PODE TER UM PAPEL IMPORTANTE NA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO NACIONAL DO PRÉ-SAL

de *subsea factories*, ainda têm o fator geração de energia como um desafio em vários casos. Principalmente quando se leva em conta que estas próximas fronteiras de exploração do petróleo brasileiro preveem uma tendência de maior presença de dióxido de carbono (CO₂) no óleo a ser produzido, o que demandará plantas de processamento maiores e mais complexas, que consomem mais energia.

Neste sentido, a tecnologia nuclear tem surgido como uma possível solução para alimentar essas “fábricas submarinas”, atendendo às necessidades dos FPSOs (navios-plataforma flutuantes que produzem e processam óleo e gás) em locais muito distantes da costa, como no caso do pré-sal.

O coordenador-geral de negócios da Amazul, Nilo de Almeida, comenta que a utilização de reatores nucleares em navios geradores já é uma realidade e uma provável tendência mundial que deve se replicar também para o uso em aplicações submarinas. Além disso, ele destaca que estes reatores trazem ainda uma oportunidade de reduzir a queima de combustíveis fósseis nas plataformas para suprir as demandas energéticas.

“Existe a possibilidade de geração de energia elétrica em águas profundas utilizando-se a propriedade de geração de calor que alguns elementos radioativos possuem, transformando essa energia calorífica em energia elétrica. São os chamados radioisótopos térmicos geradores, que funcionam como pilhas gigantes. A Amazul tem um projeto em prospecção para desenvolver esse produto”, ressalta Almeida.

Essa nova fronteira já vem sendo pesquisada em várias partes do mundo, e os micro reatores modulares (MWR), cuja capacidade pode chegar até 30 MWe, têm se destacado como os mais viáveis para utilização em locações marítimas – o que também pode ser aproveitado para fornecer energia em ilhas remotas e locais isolados.

Este tipo de tecnologia prevê a construção de forma modularizada e depois montada em locais específicos, de maneira similar à atuação de estaleiros na composição de navios, o que permite um ganho

“**REATORES NUCLEARES EM NAVIOS SÃO UMA PROVÁVEL TENDÊNCIA MUNDIAL E DEVEM SE REPLICAR EM APLICAÇÕES SUBMARINAS**”

Nilo de Almeida, coordenador-geral de negócios da Amazul

de escala e uma facilidade operacional maior para a aplicação dos projetos.

Atualmente, grandes empresas já vêm trabalhando em soluções relacionadas a este modelo, à exemplo de DCNS, Nikiet, General Atomics, NuScale, Oklo, Westinghouse, X-energy, HolosGen, LeadCold Nuclear, NuGen, Starcore Nuclear, Rosatom, Urenco e Ultra Safe Nuclear, dentre outras.

No caso do Brasil, a Marinha é quem lidera o desenvolvimento tecnológico relacionado à fronteira marítima, em parceria com a Amazul e algumas outras entidades do setor nuclear. O Submarino Nuclear Brasileiro (SN-BR), que contará com propulsão gerada por um reator embarcado, é o maior destaque destas atividades, e o reator LAB-GENE (Laboratório de Geração Nucleoelétrica), que está sendo construído paralelamente com a finalidade de comprovação tecnológica (trata-se de um protótipo em terra em escala real a fim de simular as condições eletromecânicas do submarino), deverá gerar uma série de desdobramentos para esta fronteira.

“O Labgene representa um grande marco na engenharia brasileira, uma vez que é um projeto inteiramente nacional e com enorme potencial de ser empregado para fins de geração de energia elétrica civil”, afirma Almeida, ressaltando que o projeto deverá abrir oportunidades para o setor privado e impulsionará o desenvolvimento da indústria nacional.

Ou seja, é um trajeto longo, a ser trilhado com mais solidez nos próximos anos, mas a jornada do setor nuclear nessa direção já começou, e deve seguir cada vez mais “a caminho do mar”. ■



**COMPROMISSO COM
QUALIDADE E PRAZOS.**

Produtos que proporcionam diagnósticos precoces e terapias eficazes aos pacientes.



RADIAÇÃO NOSSA DE CADA DIA

JÁ SE PERGUNTOU QUANTAS MELHORIAS NUCLEARES EXISTEM À SUA VOLTA?

O que uma lixa, uma folha de papel, um robô espacial e um pneu têm em comum? Aparentemente nada, mas na prática são todos itens de uma longa lista que existe graças à radiação. Ela é tão fundamental e está tão disseminada pelo dia a dia da sociedade que a rotina das pessoas jamais seria a mesma sem isso, e este tema tem sido um grande destaque das apresentações de Patricia Wieland, consultora da World Nuclear University e uma das maiores referências do setor nuclear brasileiro.

Um dos exercícios propostos por Patricia é a análise de um dia na vida de estudantes. Para começar, caso use lentes de contato, já temos um primeiro benefício nuclear logo nas primeiras horas (a solução salina é esterilizada por radiação para proteger contra contaminação). Em seguida, no café da manhã, o segundo contato – o exato volume nas caixas e garrafas de alimentos envasadas de maneira asséptica é controlado por radiação. Terminada a refeição, vem o caminho para a escola, terceiro ponto impactado por melhorias nucleares – pneus com alto desempenho, cabos elétricos que não derretem com fogo, ruas bem pavimentadas... tudo graças à radiação.

No início da aula, o caderno é o fator da vez: as folhas têm exatamente a mesma espessura graças ao controle que a radiação permite. No intervalo do recreio, caso o lanche seja uma banana, terá ingerido uma boa quantidade de potássio, que apresenta radiação natural. No caso de um sanduíche, o plástico flexível utilizado para envolver também passa por radiação.

Na volta para casa, o dever da aula de ciências é sobre a múmia Ramsés II, que pode ser vista numa visita virtual ao Museu de História Natural do Egito e foi conservada graças ao uso de radiação. O estudo no computador é mais um fator dependente da tecnologia nuclear: seus semicondutores avançados são produzidos com efeitos da radiação.

Terminadas as tarefas, um bom banho para relaxar antes do jantar – a água disponível em muitas torneiras sofre influência do setor nuclear, já que os isótopos radioativos ajudam a mapear aquíferos,

controlar o suprimento e analisar a poluição.

Antes de fechar o dia, uma receita na frigideira de Tefal, que vem com proteção antiaderente para não deixar nada grudar – mais um fruto de melhoria radioativa. Por fim, se são estudantes cariocas, nada melhor que ligar o ar condicionado para dar conta do calor da cidade maravilhosa – e 30% da eletricidade do estado do Rio de Janeiro vem da Central Nuclear de Angra dos Reis.

Além desses exemplos, há muitas outras possibilidades de se encontrar a radiação em pontos importantes das nossas vidas. O exame PCR para detectar o Covid19, por exemplo, inicialmente foi desenvolvido graças à radiação. A preservação de diversos produtos, tanto alimentícios quanto cosméticos, é feita por meio de melhoria nuclear. A medicina diagnóstica e também terapêutica – principalmente em casos de câncer – depende fortemente do uso de radiação, assim como a exploração espacial, a geração de eletricidade limpa e a agricultura eficiente.

“Sem radiação, a Terra não existirá como a conhecemos. A radiação nos protege do esfriamento. Existe radiação naturalmente no solo, nas paredes, no ar que respiramos e na água que bebemos”, afirma Patricia, destacando que as doses médias de radiação a que somos expostos anualmente por fatores como alimentos (0,29 mSv), emanção do solo (0,48 mSv) e raios cósmicos (0,39 mSv) são bem maiores do que as emitidas por uma usina nuclear em suas proximidades (0,0002 mSv), por exemplo (a dose anual média de exposição humana à radiação soma cerca de 2,4 mSv no total). Há uma comparação ainda mais curiosa: morar perto de uma usina nuclear por um ano inteiro corresponde a comer 10 bananas em termos de exposição à radiação.

E esse dia radioativo promete ficar cada vez mais longo, já que uma série de inovações da humanidade, como Big Data, blockchain, IoT, machine learning, Impressão 3D, dentre outras atividades, terão um impacto relevante no avanço da tecnologia nuclear. “Há infinitas possibilidades”, conclui Patricia ■.



EMPRESAS ASSOCIADAS DA ABDAN

1. **ATECH** – (ATECH NEGÓCIOS EM TECNOLOGIAS S.A.)
2. **FRAMATOME** – (FRAMATOME ANP LTDA)
3. **CNNC** – (CHINA ZHONGYUAN ENGINEERING CORP)
4. **EDF** – (EDF DIRECTION INGÉNIERIE DES PROJETS NOUVEAU)
5. **ELETOBRAS ELETRONUCLEAR** – (ELETOBRAS TERMONUCLEAR S/A ELETRONUCLEAR)
6. **ENGETEC CONSTRUÇÕES E MONTAGENS S.A.**
7. **FURNAS** – (FURNAS CENTRAIS ELETRICAS S.A.)
8. **HOLTEC** – (HOLTEC DO BRASIL SERVIÇOS E EMPREENDIMENTOS LTDA.)
9. **INB** – (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL S/A)
10. **MPE** – (MPE ENGENHARIA E SERVIÇOS S.A.)
11. **NUCLEP** – (NUCLEBRÁS EQUIPAMENTOS PESADOS S/A)
12. **WESTINGHOUSE** – ELECTRIC DO BRASIL SERVIÇOS PARA CENTRAIS NUCLEARES LTDA
13. **ROSATOM** – (ROSATOM AMERICA LATINA LTDA)
14. **AMAZUL** – AMAZÔNIA AZUL TECNOLOGIAS DE DEFESA S.A. - AMAZUL.
15. **TECNATOM** – (TECNATOM DO BRASIL ENGENHARIA E SERVIÇOS LTDA.)
16. **GRUPO RPH** – (MJM PRODUTOS FARMACÊUTICOS E DE RADIOPROTEÇÃO LTDA.)
17. **ECKERT & ZIEGLER** – (ECKERT & ZIEGLER BRASIL PARTICIPAÇÕES LTDA.)
18. **CYCLOBRAS** – (CYCLOBRAS DISTRIBUIDORA DE RADIOFARMACOS MEDICINA NUCLEAR LTDA.)
19. **MMCONEX** – (MMCONEX PRODUTOS PARA SAÚDE LTDA.)
20. **AUREA** – (TRIFORCE BLINDAGENS E INSTALAÇÕES LTDA ME.)
21. **CMR** – (CENTER OF MOLECULAR RESEARCH BRASIL LTDA.)
22. **IDOM** – (IDOM CONSULTORIA LTDA.)
23. **FERMIUM** – (FERMIUM TECNOLOGIA NUCLEAR LTDA.)
24. **BAYER** – (BAYER S.A.)

COMPROMISSO COM A SOCIEDADE.

SOMOS A ABDAN.
JUNTOS, CONTRA
O CORONAVÍRUS.

ABDAN

