



# GESEL

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

## **O SETOR NUCLEAR BRASILEIRO: A AUTONOMIA TECNOLÓGICA E A INOVAÇÃO ASSOCIADA**

ZIELI D. THOMÉ  
NIVALDE J. DE CASTRO  
PAULO C. FERNANDEZ

## **TDSE**

Textos de Discussão  
do Setor Elétrico

**Nº6**

Setembro de 2009  
Rio de Janeiro

## O SETOR NUCLEAR BRASILEIRO: *A autonomia tecnológica e a inovação associada*<sup>1</sup>

Zieli D. Thomé<sup>2</sup>  
Nivalde J. de Castro<sup>3</sup>  
Paulo C. Fernandez<sup>4</sup>

A evolução da matriz elétrica brasileira passa, obrigatoriamente, pela necessidade de construção de novas usinas nucleares, em razão de duas questões fundamentais na agenda de hoje em dia, tanto do país quanto de âmbito global: (a) uma questão decorrente das características operativas das centrais nucleares, basicamente em função de operar de forma inflexível, contribuindo decisivamente para mitigar o risco hidrológico estrutural que o sistema elétrico brasileiro detém. Entenda-se aqui o termo “operar de forma inflexível” como uma usina que opera “na base” da curva de carga da demanda no Sistema Interligado Nacional (SIN). Ou seja, as usinas nucleares não são feitas para “perseguir” a modulação diária da curva de carga (papel que cabe às hidrelétricas); (b) outra questão decorrente da contribuição formidável para a mitigação do aquecimento global, pois centrais nucleares emitem zero de gases de efeito estufa.

No entanto, há externalidades tecnológicas que não são devidamente analisadas e precificadas do ponto de vista da economia brasileira como um todo. Este é o objetivo analítico do presente artigo.

O setor nuclear exige, cada vez mais, equipes altamente capacitadas, em condições de oferecer soluções tecnológicas que aprimorem, cada vez mais, os projetos existentes, garantindo um melhor desempenho e segurança das usinas nucleares. Este tem sido o caso brasileiro, através das empresas que formam o “*cluster* nuclear”: ELETRONUCLEAR, INB - Indústrias Nucleares do Brasil e NUCLEP – Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A.

O momento atual é muito rico e promissor para a área nuclear do Brasil [1]. Verificou-se a troca dos geradores de vapor de Angra 1, que aumentou as condições de segurança da usina, permitindo assim operar em 100% da sua potência nominal (657MW), que antes era desaconselhável (operava com 520MW no máximo). Com essa troca, a extensão de vida útil de Angra 1 passou, então, a ser possível. Por outro lado, a autorização para o início da construção de Angra 3 está na reta final, o que representará um acréscimo de

1 405 MW de potência instalada ao Sistema Interligado Nacional.

Tanto a troca dos geradores de vapor como a construção de Angra 3 apresentam repercussões científicas e tecnológicas no tripé que forma o cluster nuclear.

Na **ELETRONUCLEAR**, a substituição dos geradores de vapor de Angra 1 permitirá o aumento de potência máxima operativa da usina de volta à capacidade instalada de projeto, com total segurança, além de criar condições para uma futura extensão de vida

---

<sup>1</sup> Artigo publicado no IFE n.2.541 Rio de Janeiro. GESEL-IE-UFRJ. 28 de julho de 2009

<sup>2</sup> Ex-Presidente da ELETRONUCLEAR, Professor Titular da UFRJ e pesquisador sênior do GESEL – Grupo de Estudos do Setor Elétrico – do Instituto de Economia

<sup>3</sup> Professor da UFRJ e coordenador do GESEL.

<sup>4</sup> Diretor do ILUMINA

útil da mesma, por mais 20 anos. Estes dois fatores vão representar aumento expressivo de receita do cluster nuclear, decorrente de mais energia gerada por mais tempo. Além disso, disponibiliza-se mais capacidade de geração na base para o SIN. Do ponto de vista operacional, a empresa adquiriu conhecimento técnico para planejar todas as suas recargas de combustível do núcleo, o que representa uma economia expressiva, por não dependermos mais de tecnologia importada de outros países. Por outro lado, por ser a ELETRONUCLEAR uma empresa geradora de energia elétrica, através de uma fonte nuclear, sempre desenvolveu suas atividades levando em conta a segurança e disponibilidade das usinas de Angra 1 e Angra 2 para o SIN, sem nunca se afastar da sua política de segurança, que pode ser resumida na seguinte citação que orienta o funcionamento das usinas: “a segurança é prioritária e precede a produtividade e a economia, não devendo nunca ser comprometida por qualquer razão”. Esta atenção serve de antídoto às críticas que são formuladas contra a energia nuclear.

A **INB** - Indústrias Nucleares do Brasil - detém atualmente o domínio tecnológico de todas as fases da fabricação do elemento combustível, com uma contribuição e participação cada vez mais significativa dos especialistas brasileiros. Vale assinalar que a criatividade e desenvolvimento tecnológico no processo de enriquecimento de urânio colocam o país numa posição de destaque no cenário internacional. O processo de ultra centrifugação, por levitação, reduz significativamente a dissipação de energia por atrito nos mancais, como ocorre em outras centrifugas do mundo. A fabricação, em escala industrial, dará ao Brasil, no médio prazo, a independência desejada para o fornecimento de combustível para todos os reatores nucleares brasileiros. As reservas brasileiras de urânio, já identificadas pela prospecção continuada da INB dão o embasamento necessário para suportar a produção futura derivada do enriquecimento do urânio por muitas décadas. A título de exemplo numérico, a mineração em Santa Quitéria (situada na Bahia) tem potencial de 1.600 toneladas anuais de urânio, permitindo a empresa atender à demanda das novas usinas a serem construídas no país, de acordo com o Programa Nuclear Brasileiro. A operação do Consórcio Santa Quitéria poderá significar a quadruplicação da produção de concentrado de urânio, utilizado pela INB na produção do combustível nuclear hoje em dia.

Quanto à **NUCLEP-Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A.** - a sua participação efetiva na montagem dos geradores de vapor (tubos e componentes forjados) lhe deu a experiência necessária, graças ao desenvolvimento de novas técnicas e de procedimentos operacionais sofisticados. A NUCLEP começou a se transformar, a partir da sua inclusão como montadora no contrato de fabricação dos novos geradores de vapor para Angra 1, dando um efetivo salto de qualidade em sua capacitação tecnológica. A partir de então, vem recebendo encomendas dos principais clientes nacionais e internacionais. O objetivo atual da empresa é alcançar a auto-sustentação financeira, através de contratos de alto conteúdo tecnológico. Tendo seguido este caminho, a NUCLEP vem modernizando progressivamente os seus laboratórios, para fazer frente a esses novos desafios. O aperfeiçoamento de seus laboratórios deu condições à empresa de atingir um desenvolvimento técnico, que lhe permitirá se engajar em atividades semelhantes, no futuro. Graças a esta dinâmica empresarial, a Empresa tem mantido toda a sua equipe ocupada nos trabalhos contratados. Este esforço global vem dando bons resultados, colocando a empresa em posição confortável no ranking internacional de capacitação industrial instalada.

Assim, estas três empresas, que em conjunto representam um *cluster*, um “conglomerado industrial”, oferecem ao país condições para enfrentar problemas complexos e novos desafios, já que a energia nuclear irá ampliar sua participação na matriz energética do Brasil, conforme definição do Plano Nacional de Energia 2030 do MME (Ministério de Minas e Energia). No mundo, a volta dos investimentos em energia nuclear está diretamente associada à diminuição do efeito estufa.

A capacidade intelectual dos técnicos deste *cluster*, e o ambiente que estimula a busca de inovações tecnológicas de processos e de produtos, geram as condições efetivas para fortalecimento do setor nuclear brasileiro. A competência técnica e intelectual de seus quadros é um patrimônio que deve ser preservado e ampliado para garantir a hegemonia e autonomia técnica do país, numa área tão sensível e estratégica vinculada diretamente à geração de energia elétrica.

A busca de inovações tecnológicas permite a possibilidade de maior desempenho operacional, de maior autonomia tecnológica e de maior eficiência no fornecimento de uma energia elétrica aos consumidores, de forma mais confiável e limpa, seguindo os procedimentos de segurança da Comissão Nacional de Energia Nuclear, referendados pela Agência Internacional de Energia Atômica, em Viena.

Enfim, graças a este cenário promissor, o governo brasileiro, apoiado no cluster nuclear e na base tecnológica existente, tem efetivas e reais condições de dar prosseguimento à formulação de um novo Programa Nuclear para o país, prevendo a construção de outras quatro usinas nucleares, além de Angra 3.

X--X--X

[1] Workshop sobre Inovação Tecnológica na Área Nuclear – Julho 2009 – - organizado pelo Conselho Empresarial de Inovação e Tecnologia /Associação Comercial do Rio de Janeiro

**Grupo de Estudos do Setor Elétrico  
GESEL**

**Instituto de Economia - UFRJ**

**Tel.: +55 (21) 3873-5249**

**E-mail: ifes@race.nuca.ie.ufrj.br**

**Site: [www.nuca.ie.ufrj.br/gesel](http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel)**

---

Este texto, e muito outros, encontra-se disponível na Biblioteca Virtual do Setor Elétrico, bastando acessar o endereço:

[www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/biblioteca](http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/biblioteca)

Leia e Assine o mais antigo informativo eletrônico do setor elétrico que diariamente apresenta acompanhamento conjuntural diário, com resumo dos principais fatos, dados, informações e conhecimentos relacionados com o setor elétrico: IFE-GESEL Informativo Eletrônico do Setor Elétrico. Disponível no site:

[Http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/eletrobras/listas/listas.htm](http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/eletrobras/listas/listas.htm)