

Esforços para Domínio da Tecnologia Nuclear no Brasil

Isabel Cristina S. de O.Taam¹ and Delmo S.Vaitsman²

1. Bacharel em Química (FTESM), MSc em Química (IQ/UFRJ) - Instituto de Engenharia Nuclear, IEN; Cidade Universitária- Rio de Janeiro - Brasil.
2. Químico (IQ/UFRJ), DSc em Química (PUC-RJ) - Fundação Técnico-Educacional Souza Marques/Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ - Rio de Janeiro - Brasil.

RESUMO

È apresentado um breve histórico dos esforços do Brasil, após a 2ª Guerra Mundial, na procura de independência tecnológica na área nuclear. A preocupação nacional com o desenvolvimento e aplicações da energia nuclear, proteção de reservas minerais estratégicas e legislação culminou com a criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear e a consolidação de grupos de pesquisa nacionais.

Palavras-chave: Energia nuclear. Tecnologia nuclear. Minérios estratégicos.

1. O início da Era Nuclear no Brasil

No período pós-segunda guerra os Estados Unidos buscavam alcançar o controle e propriedade das reservas mundiais de tório e urânio através de um plano estratégico denominado Baruch. Na ocasião, o Almirante Álvaro Alberto da Motta Silva representante brasileiro na Comissão de Energia Atômica da Organização das Nações Unidas - ONU criou fortes objeções às propostas do plano americano.

Em 1951 Getúlio Vargas, presidente do Brasil criou o Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq e nomeou Álvaro Alberto para presidi-lo o qual, no mesmo ano, propôs uma legislação que protegesse as reservas nacionais de tório e urânio contra a espoliação estrangeira.

Neste contexto o Almirante defendeu a tese das compensações específicas, o que valia dizer que nenhuma transação comercial com minerais estratégicos deveria se realizar contra pagamento em dólares, mas sim na base de troca de tecnologia. As resistências do Almirante Alberto foram insuficientes para impedir a tomada abrupta das jazidas brasileiras pelos norte-americanos, que em 1952, importaram de uma só vez toda a cota de tório que lhes fora garantida para 2 anos de acordo. A inflexibilidade dos norte-americanos inviabilizava qualquer cooperação com o Brasil. Em virtude, disso o Almirante Álvaro Alberto pediu autorização ao governo brasileiro para encetar negociações com outros países.

Em missão do CNPq viajou para a Europa onde faria contato na França e na Alemanha ocupada pelos aliados. Na França, negociou a aquisição de uma usina de “*yellow cake*” e, na Alemanha propôs extraoficialmente que cientistas alemães em atividade fornecessem ao Brasil a tecnologia de enriquecimento de urânio rejeitada pelos americanos. Neste ponto a missão do Almirante Álvaro Alberto tomou aspectos de missão secreta. Suas ações passavam a ignorar outras instâncias decisórias, como o Conselho de Segurança Nacional- CSN, o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM e o Estado Maior das Forças Armadas – EMFA já que para alcançar seus objetivos, isto é, transferir os protótipos das centrífugas do gás de urânio (UF_6) para o Brasil, ele dependia de uma diplomacia à margem do Ministério das Relações Exteriores do Brasil. Entretanto, a embaixada brasileira em Bonn recomendou que se aguardasse o pleno estabelecimento da soberania da Alemanha Ocidental, para tornar possível a importação das centrífugas. Formalmente o CNPq aceitou a recomendação, mas Álvaro Alberto solicitou a Getúlio Vargas uma autorização especial no sentido de que o Ministério das Relações Exteriores apoiasse o embarque secreto das máquinas.[1] As centrifugadoras foram aprendidas em Göttingen e Hamburgo pelo Military Security Board, quando os Estados Unidos fizeram uma nova oferta de ajuda nos moldes permitidos pela política nuclear americana. Álvaro Alberto, mais uma vez, repetiria os desejos de seu governo: usinas de enriquecimento, uma fábrica de produção de hexafluoreto de urânio, além de reatores de pesquisa. A USAEC rejeita o pedido e o Almirante voltou ao Brasil, sendo exonerado em 1955.

Em agosto de 1955, o Brasil firma com os EUA, o Programa de Cooperação para o Reconhecimento dos Recursos de Urânio e em meados de 1956 instalada uma Comissão Parlamentar de Inquérito – CPI para in-

vestigar a situação da energia atômica no país, mais especificamente, com relação a demissão do Almirante ter sido motivada por pressões políticas explicitadas em quatro documentos secretos, oriundos da diplomacia americana e a consequente aceitação das condições de negociação dos EUA com a mudança da política brasileira na exportação de minerais estratégicos. A CPI recomendou a revisão de acordos internacionais prejudiciais ao país.

O governo decidiu nomear uma comissão interministerial, cujas diretrizes, aprovadas pelo Conselho de Segurança Nacional- CSN estabeleciam que “o ponto fundamental da política nuclear deveria ser produzir, no país, combustíveis nucleares sob total controle e propriedade do governo”.

Em 30 de agosto de 1956, o CSN recomendou a criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN- diretamente subordinada à Presidência da República que foi instituída em 27 de agosto de 1962, pela Lei nº 4.118 e a manutenção do princípio das compensações específicas em caso de exportação de materiais físséis[2].

Na ocasião, o Brasil já contava com alguns físicos nucleares de renome mundial tais como: César Lattes (*1924;†2005), Mário Shenberg (*1914;†1990), José Leite Lopes (*1918;†2006) e Marcello Damy (*1914;†2009) este último o segundo presidente da CNEN. O país dispunha, também, de dois institutos de pesquisa: o IPR- Instituto de Pesquisas Radioativas em Belo Horizonte , criado em 1953 e o IEA- Instituto de Energia Atômica em São Paulo, criado em 31 de agosto de 1956 por inspiração do CNPq. Um terceiro instituto, o IEN- Instituto de Engenharia Nuclear seria instalado em 1963 na Ilha do Fundão no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Em torno desses institutos avançavam os trabalhos de pesquisa, buscando identificar soluções nacionais para a tecnologia nuclear diante do bloqueio existente para sua obtenção externa. Em 1956, o IEA instalou o primeiro reator de pesquisa do tipo piscina, de 5 megawatts, de origem americana. O segundo reator, de 100 quilowatts, também de origem americana foi instalado pelo IPR em 1958. Em 1965, entrou em funcionamento no IEN, o terceiro reator de pesquisa brasileira construído com técnica e material inteiramente brasileiros, o Argonauta de 10 quilowatts. Um quarto reator , o Capitu, também inteiramente nacional, funcionando com água pesada/tório-urânio foi instalado pelo IPR em 1973 para obtenção de dados relativos ao ciclo do combustível nuclear. A CNEN aceitou cooperação nessas pesqui-

sas, estabelecendo primeiro um convênio com o governo dos Estados Unidos, executado de 1956 a 1960. Entre 1961 e 1966, os trabalhos de pesquisa mineral da CNEN passaram a ser feitos com a cooperação do governo francês, que enviou ao Brasil técnicos responsáveis inclusive pela organização do Departamento de Exploração Mineral da entidade brasileira. Sem dúvida, esse trabalho mostrou-se proveitoso, seja pela formação dos primeiros técnicos brasileiros em pesquisa de urânio e outros minérios radioativos, seja pela identificação das primeiras reservas brasileiras desses minerais.

O maior evento desse período foi, sem dúvida, a decretação do monopólio estatal sobre minérios e materiais nucleares, por meio da Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962. Pela lei, ficou definido que só o Governo brasileiro, através da CNEN poderia pesquisar, lavrar e processar minerais radioativos no Brasil. Até então, vários organismos e empresas privadas intervinham na questão, dificultando soluções harmônicas, especialmente em relação aos minerais radioativos sobre os quais era grande o interesse das potências nucleares, consumidoras de urânio e tório. Entretanto, se ficava clara a política que o país seguiria em relação aos seus minerais radioativos, ainda muito se discutia sobre a linha de reatores que fosse mais adequada às condições existentes. [3]

Cada um dos três mais importantes institutos de pesquisa executava trabalhos sobre linhas diferentes, sempre no sentido de tornar o Brasil capaz de fabricar um reator de potência. O IEA estudava reatores a gás, o IEN investigava reatores rápidos e o IPR pesquisava os reatores a tório, dando origem ao famoso Grupo do Tório. Com a Reforma Administrativa (Decreto Lei nº 200) que colocou a CNEN, em 1967, na área do Ministério das Minas e Energia e, principalmente, com as Diretrizes da Política Nuclear, baixadas em dezembro desse mesmo ano, começou um novo período da história nuclear brasileira.

O Brasil voltou a envolver-se em problemas diplomáticos com os EUA, aliado da Rússia na questão e que pretendia, do governo brasileiro, adesão ao Tratado de Não proliferação de Armas Nucleares, aprovado pela ONU em 12 de junho de 1968. O Brasil, assim como a França, Argentina, Índia, Israel e outros países, recusou-se a aderir ao acordo porque este só prescrevia as armas nucleares nas nações conceituadas como “não nucleares”, embora não impusesse qualquer limitação à produção de armas atômicas por potências como os Estados Unidos, Rússia, Grã-Bretanha, França e China que até então já haviam explodido artefatos nucleares. Neste aspec-

to, embora a política nuclear brasileira sempre tenha tido objetivos pacíficos, o Brasil considerou que “o Tratado não estabelecia um balanço aceitável entre os direitos e obrigações das nações nucleares e não nucleares”. Mais felizes, entretanto, foram os esforços brasileiros para transformar o conjunto de países da América Latina em zona não nuclear. Neste sentido, em 1962, foi proposto pelo Brasil às demais nações do Continente e, assinado em 1967 o Tratado de Tlatelolco, através do qual ficavam proibidas as explosões de armas nucleares no Continente, exceto quando para fins pacíficos e sob supervisão internacional. Também era permitida a adesão internacional ao Tratado, implicando às nações aderentes o compromisso de respeitarem a “desnuclearização” do Continente: Estados Unidos, Grã-Bretanha, França e Holanda aderiram.[4]

Internamente, os trabalhos da CNEN avançavam em dois grupos: na pesquisa mineral e nos estudos técnico-industriais. Em 1969, a criação da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM dotou o setor mineral do governo de um instrumento ágil para a execução de trabalhos geológicos.

Em 1º de dezembro de 1971 foi criada a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear - CBTN diretamente subordinada a CNEN para dinamizar as atividades do setor nuclear do País, Seu objetivo era dotar a CNEN de uma organização de natureza empresarial capaz de elaborar projetos e executar pesquisas tecnológicas no setor nuclear, além de promover a participação crescente da indústria brasileira na produção de componentes para centrais nucleares. Em julho de 1972, a CBTN incorporou o IPR e o IEN. A seguir fez pesquisas objetivas sobre as perspectivas mundiais da energia nuclear com fins pacíficos e acabou contratando a firma norte-americana Bechtel Overseas para levantar, com expressiva participação de engenheiros da CBTN, o potencial da indústria brasileira para atuar no setor nuclear. O trabalho concluído em fins de 1973 demonstrou que a indústria nacional tinha excelentes condições de atender às necessidades brasileiras no caso da instalação em série de reatores nucleares. [3]

Naquela época, muitos dos componentes podiam ser imediatamente fornecidos, mas outros, mais complexos, exigiram prazos maiores para adaptação física e tecnológica e garantia de qualidade do parque industrial às encomendas. A CBTN já adotava então o princípio de que um programa nuclear brasileiro deveria ter condições de viabilizar economicamente uma indústria nuclear nacional.

Com o objetivo de aumentar a demanda de energia elétrica no país, no ano de 1974, foi dado o início das obras da primeira central nuclear brasileira, situada na Praia de Itaorna, município de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro. As usinas Angra I e Angra II são do tipo PWR (à água pressurizada). Em 10 de dezembro de 1974, a CBTN foi transformada em Empresa Nuclear Brasileira – Nuclebrás.[5]

2. A Legislação Brasileira e Minérios Radioativos

Em 27 de agosto de 1962, entrou em vigor a Lei nº 4.118 determinando que a exploração dos minérios radioativos brasileiros fosse considerada como monopólio da União. A mesma Lei, criou a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN como Autarquia Federal responsável pela fiscalização, lavra, controle, pesquisa e beneficiamento desses minérios.

Em 1967 a Resolução nº 06/67 da CNEN modificou resoluções anteriores, obrigando a retirada de rejeitos radioativos (urânio e tório) contidos nos minerais, nos concentrados, ou em outro produto industrial, conseqüentemente, liberando do monopólio estatal as atividades de pesquisa e lavra das areias monazíticas. O licenciamento de minas e usinas de beneficiamento que manuseiem como produto, subproduto ou rejeito, minerais de ou com urânio, tório ou outros utilizados na área nuclear, seguem a norma CNEN – NE – 1.13 de 1989, [7]. A exploração indevida de minérios exportados do Brasil para outros países com finalidades nucleares levou o Governo Brasileiro, em 1962, à criação de uma lei específica que regulamentasse o controle da exportação desses minérios. [6]

3. As Atribuições da CNEN

Atualmente, o licenciamento de minas e usinas de beneficiamento que manuseiem como produto, subproduto ou rejeito, minerais de urânio, tório ou outros elementos radioativos, segue a norma CNEN – NE – 1.13 de 1989. A CNEN, além de desempenhar o papel de licenciadora, atua principalmente na fiscalização das instalações de minas e usinas de beneficiamento no cumprimento de normas e quanto ao impacto radiológico ambiental gerado por esta atividade, contando com uma equipe de técnicos e pesquisado-

res altamente qualificados capazes de desenvolver tecnologia para aproveitamento e realização de análises físicas e físico-químicas para a caracterização dos minérios explorados bem como a quantificação dos teores de urânio e tório nesses minérios. A fiscalização é de suma importância para o cumprimento da Lei nº 4.118/62. Nos institutos de pesquisa da CNEN são desenvolvidos trabalhos que levam ao aperfeiçoamento e cumprimento desta tarefa.

4. Os Minérios Brasileiros: Monopólio da União

Os minério e concentrados radioativos que estão sob o controle e fiscalização da CNEN são os de zircônio sob várias especificações: caldasito, baddeleyta, areia de zircônio natural, areia de zircônio micronizado, farinha de zircônio; minérios de terras raras: monazita, bastnasita, xenotima, mischmetal e produtos industrializados à base de terras raras, óxidos e hidróxidos de terras raras, sais de terras raras, concentrados e minerais de terras raras; minérios contendo urânio e/ou tório associados e suas escórias; tantalita, columbita, pirocloro, microlita, escória tantalífera e estanífera, concentrado de nióbio e tântalo, xenotima, anatásio, torita, torianita e outros. [6].

5. Minérios de Nióbio e Tântalo

O crescimento de importância dos elementos nióbio e tântalo na indústria mundial fizeram com que a demanda por estes minérios crescesse vultosamente. Na década de 70 houve momentos em que a bolsa de minérios mundial registrava cotações para nióbio e tântalo maiores do que para o ouro. O maior exportador mundial era o Canadá. No Brasil, a garimpagem ilegal da cassiterita, impune, contribuiu para que os garimpeiros encontrassem as primeiras jazidas de tantalita e columbita, logo descoberta em quase todo o território nacional. Do norte de Minas Gerais até o Pará a ocorrência era praticamente superficial. Com a descoberta das jazidas de tantalita e columbita na década de 70 o Brasil passou a figurar como um dos maiores produtores de “coltan” do mundo, nome dado em alguns países da África aos concentrados de tantalita-columbita.

O tântalo é produzido em maior parte na Austrália, sendo exportado, também, pelo Canadá, China, Congo, Etiópia, Nigéria e outros países africanos. O Brasil possui cerca de 52,1% das reservas mundiais de tantalita porém a última vez que o país exportou tantalita em quantidade razoável foi em 1999 quando a Paranapanema S.A. produziu 350 toneladas em sua mina de Pitinga (AM). Desde então, a nossa produção decresceu chegando a números insignificantes nos últimos anos, entretanto o “coltan” continua a ser produzido em escala cada vez maior em vários estados das regiões Norte e Nordeste. Este fato sugere que boa parte do minério possa estar sendo comercializado sem controle das autoridades.

No Brasil, a legislação sobre exportação de concentrados de tantalita é rígida e proíbe a saída de concentrados sem a prévia inspeção e aprovação da CNEN. A comercialização ilegal do “coltan” brasileiro é crime ambiental inafiançável pois o concentrado tem doses elevadas de urânio e tório. Por estes motivos são raras as empresas no Brasil que têm condições de liberar oficialmente cargas deste concentrado. [6], [7]

Em laboratórios da CNEN localizados em diversos estados brasileiros é realizada a classificação e caracterização físico-química de minérios de interesse nuclear por difração de RX, fluorescência de RX e outras técnicas analíticas. No quadro 1, estão indicados os minerais controlados pela CNEN do Brasil.

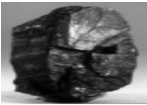
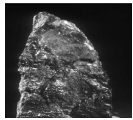
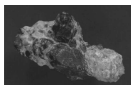


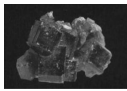
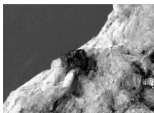
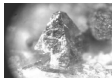
6. Projetos e Pesquisas Nucleares no Brasil

Nas últimas décadas, a pesquisa e a criação de novos projetos na área nuclear tem recebido apoio e incentivo graças à independência tecnológica conquistada através de convênios internacionais e expansão da pós-graduação no setor, aliada a busca de alternativas energéticas de baixo impacto ambiental.

O total domínio do ciclo do material combustível, utilizando ultracentrifugadoras de tecnologia brasileira para enriquecimento de urânio diminui o custo de todo o processo, possibilitando aumentar sua produção com finalidades pacíficas.

A INB instalada em Resende - Rio de Janeiro,, por exemplo, espera autorização do governo para exportar urânio, com vistas a aproveitar a crescente demanda pelo metal radioativo no mercado externo e quadrupli-

Quadro 1 - Minerais controlados pela CNEN.

Minério	Identificação e Composição	Origem
	Columbita $(\text{Fe,Mn})(\text{Nb,Ta})_2\text{O}_6$ Elementos Secundários*: U, Th, Bi, Ce, Ni, Ti, Pb, Zr, Y	PA, BA, MT
	Tantalita FeTa_2O_6 Elementos Secundários: U, Th, Bi, Ce, Ni, Ti, Pb, Zr, Y	RO, PA, AP, BA, MT
	Ilmenita $(\text{Fe,Mn,Mg})\text{TiO}_3$ Elementos Secundários: Ca., U, Th,	RO, PA, MT
	Monazita $(\text{Ce, La, Th, Nd, Y})\text{PO}_4$ Elementos Secundários: U, Zr, Bi, Fe	RJ, SP, CE
	Zirconita ZrSiO_4 Elementos Secundários : U, Th, Ce, Fe	RN, PA
	Apatita $\text{Ca}_5(\text{F, Cl, OH})(\text{PO}_4)_3$ Elementos secundários: Ba, Sr, Fe, U, Th	BA, CE
	Pirocloro $(\text{Ca,Na})_2(\text{Nb,Ta})_2\text{O}_6(\text{O,OH,F})$ Elementos secundários: Ba, Dy, Er, Fe, U, Th, Ce, Zr	RN, MT, PA
	Anatásio TiO_2 Elementos secundários: Fe, Th, U,	RO, AC, BA

**Elementos secundários: concentração total no minério < 1%*

car a produção começando em parceria com a iniciativa privada pelo projeto de mineração de fosfato e urânio em Santa Quitéria.[8]. Em agosto de 2008 foi anunciado pelo ministro da Ciência e Tecnologia, um ambicioso plano de ação para o programa nuclear brasileiro, que inclui desde a construção de um submarino nuclear e novas usinas térmicas até 2030, com uma planta exclusiva para enriquecimento de urânio e pretende ainda au-

mentar a produção e prospecção de minério. Embora a legislação brasileira, ainda não permita a exportação de material combustível, muitas peças fabricadas com tecnologia nacional, e de uso específico em usinas nucleares já são produzidas pela INB.[9]

Além disso, diversos grupos de pesquisa na CNEN [10] vêm desenvolvendo trabalhos que visam o avanço da tecnologia nuclear nacional para o aproveitamento dos minérios controlados. Em 2008, os principais grupos desenvolviam atividades relacionadas a processos químicos (IEN-RJ); ciência, tecnologia e aplicação de materiais de interesse nuclear, terapia por captura de nêutrons em boro, tecnologia de reatores (CDTN-MG); tecnologia de fabricação de combustíveis nucleares, tecnologia para fabricação de combustível nuclear cerâmico e metálicos para aplicação no setor industrial, fabricação do combustível à base de dispersões, produção de combustível nuclear (IPEN-SP); Pesquisa em física médica e produção de radioisótopos e radiofármacos para uso em medicina nuclear, metrologia das radiações ionizantes, desenvolvimento de materiais e métodos de dosimetria externa, padronização de novos materiais dosimétricos totalmente nacionais (IRD-RJ) e outros.

A cronologia do desenvolvimento das pesquisas e aplicações da energia nuclear no Brasil pode ser acessada através da Biblioteca Digital – Memória da CNEN [11].

7. Referências

OLIVEIRA, ISABEL CRISTINA TAAM SANTOS DE; Modificação no Método do Thorin para Determinação Quantitativa Rápida de Tório em Minérios Brasileiros. Xx, 99 p Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, IQ, 2007. Orientador: Delmo S Vaitsman, cap.1, p.1-2

SIMON, DAVID N.; ROSA, LUIZ PINGUELLI; OLIVEIRA, ROBERTO GOMES; 1981, Energia Nuclear em Questão, Ed. Instituto Edivaldo Lodi, Rio de Janeiro.

ROSA, LUIZ PINGUELI E BARROS, FERNANDA SOUZA; A Política Nuclear no Brasil Ed Greenpeace, 1991

REVISTA VEJA; *Em Profundidade Energia Nuclear, Uma forte Nação Pacífica*, nº 07/1975, Ed Abril.

INB-2004 <http://www.inb.gov.br/reservasBrasil.asp> acessado em 14/06/2005.

CNEN-2004 <http://www.cnen.gov.br/seguranca/autorizacao/minerais/exportacao.htm>

acessado em 22/05/2008.

GEÓLOGO BRASIL - ferrosos preciosos – 7/9/2008 <http://www.geologo.com.br/MAINLINK22.ASP> acessado em 05/06/2008

GEÓLOGO BRASIL - energia metaisbase minex mercados 2/10/2007
<http://www.geologo.com.br/MAINLINK.ASP?VAIPARA=INB%20quer%20quaduplicar%20produ%E7%E3o%20de%20ur%E2nio%20em%20quatro%20anos> acessado em 05/07/2008

GEÓLOGO BRASIL - energia metaisbase minex mercados - 12/10/2007

<http://www.geologo.com.br/MAINLINK.ASP?VAIPARA=MCT%20anuncia%20plano%20para%20programa%20nuclear%20brasileiro>
acessado em 05/07/2008

GRUPO DE PESQUISA-CNPq – <http://dgp.cnpq.br/diretorioc/index.html>
acessado em 07/07/2008.

BIBLIOTECA MEMORIA DIGITAL-CNEN – memoria.cnen.gov.br/mrmoria/cronologia.asp/?unidade=Brasil acessado em 26/02/2012.