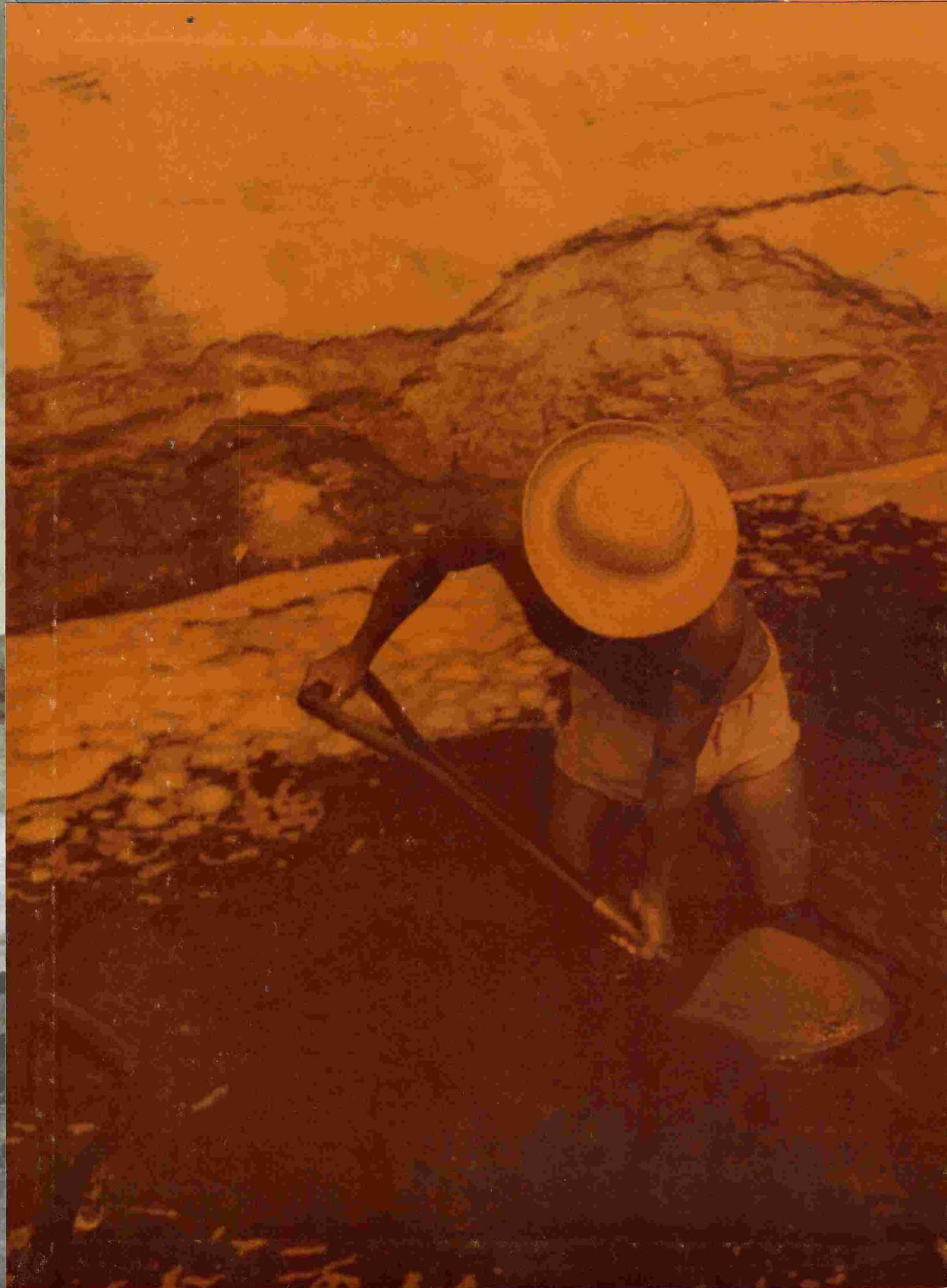
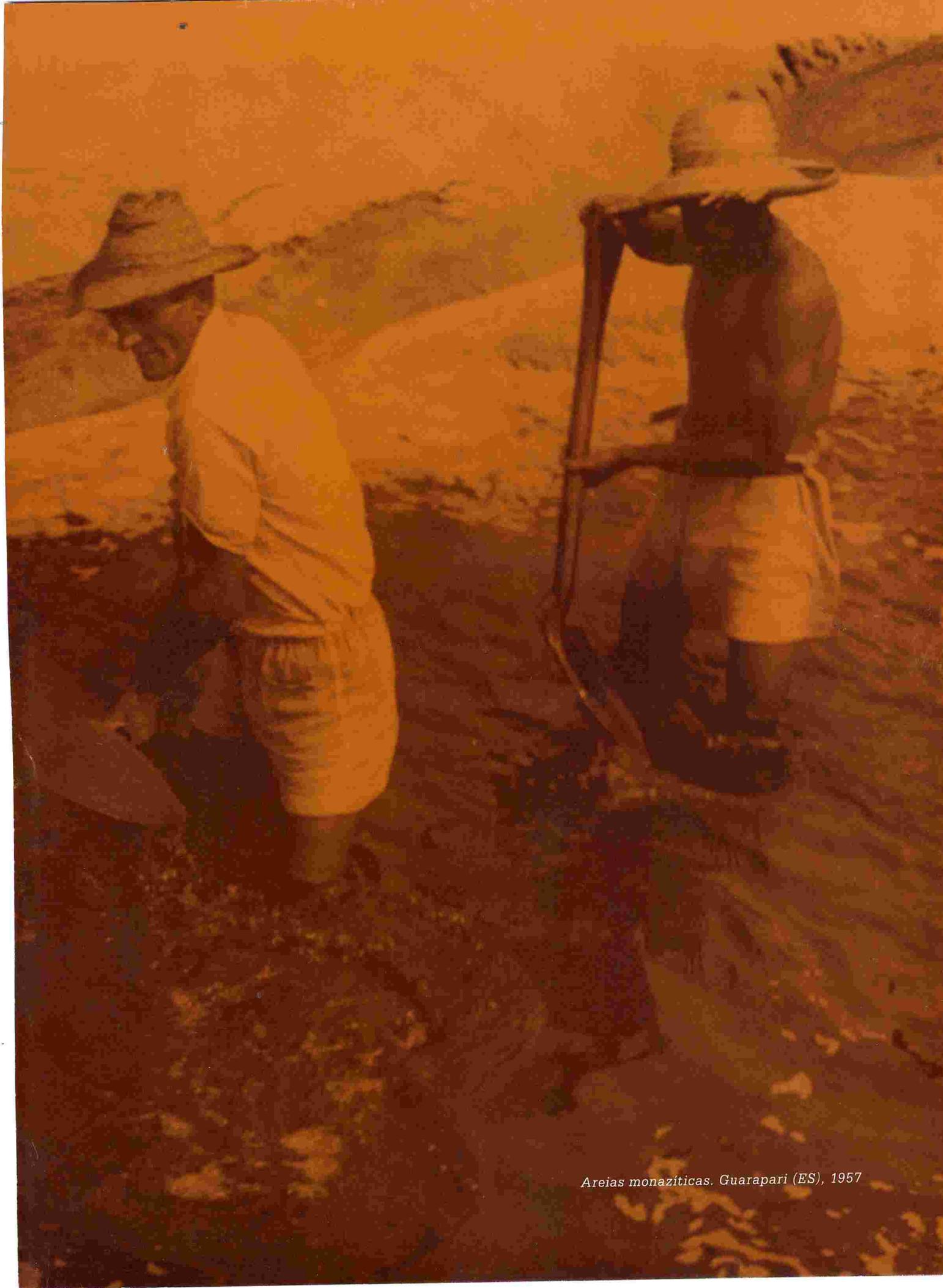


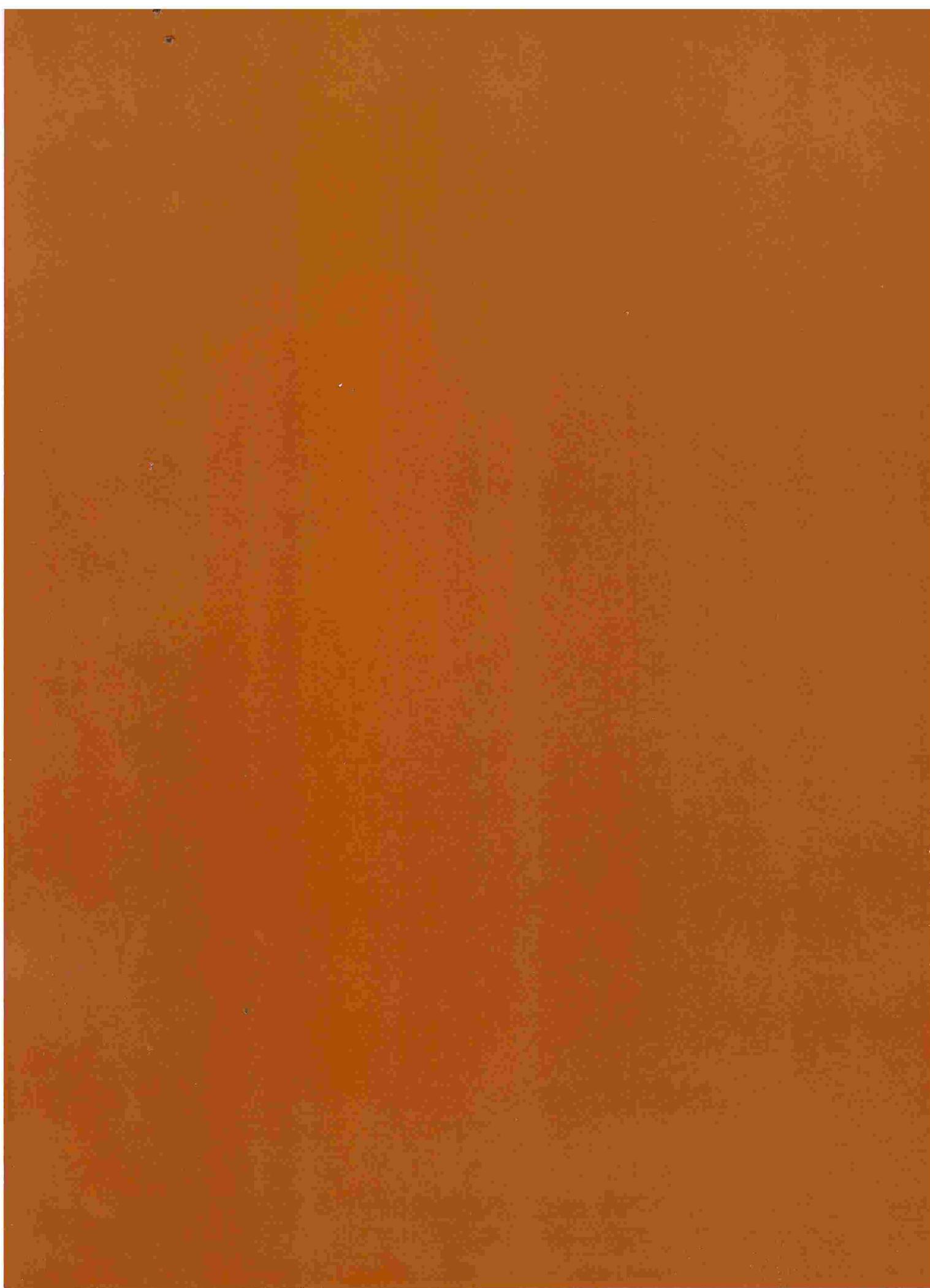
# A opção nuclear

50 anos rumo à autonomia





*Areias monazíticas. Guarapari (ES), 1957*



# **A opção nuclear**

**50 anos rumo à autonomia**



Copyright © 2006 da autora

Todos os direitos desta edição reservados à Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN e Museu de Astronomia e Ciências Afins – MAST / Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT

**ISBN 85-60069-02-X**

**Projeto gráfico**

João Carlos Guedes

**Apoio à redação**

Erika Franziska Werneck  
(Vitrine Comunicação)

**Pesquisa**

Tatiane Lopes dos Santos  
Bruno Jorge da Silva

**Revisão**

Elisabeth Lissovsky

**Reprodução de imagens**

Luci Meri Guimarães  
Ivo Amilco  
Thiago Alves

**Tratamento de imagens**

Sant Clair S. Barbosa

**Impressão**

J. Sholna

**Apoio ao projeto**

Ana Maria Pinho Leite Gordon – IPEN  
Araci Lisboa – MAST  
Cláudio Almeida – CNEN  
José Antonio Queiroz – MAST  
Laélia Montysuma – MAST  
Lúcia Aguiar – INB  
Lúcia Alves Lino – MAST  
Luís Machado – CNEN  
Marco Antonio Alves – Eletronuclear  
Maria Emilia Mello – CNEN  
Michele Gonçalves – MAST  
Odete Corrêa – CNEN  
Ozana Hannesch – MAST  
Patrícia Wieland – CNEN  
Renata Borges – MAST  
Valéria Campelo – IEN

**Capa:** Técnico com contador  
Geiger-Müller medindo  
a radioatividade  
em Guarapari (ES), 1951

A553 Andrade, Ana Maria Ribeiro de  
A opção nuclear: 50 anos rumo à autonomia / Ana Maria  
Ribeiro de Andrade. – Rio de Janeiro : MAST, 2006.  
192p. : il.

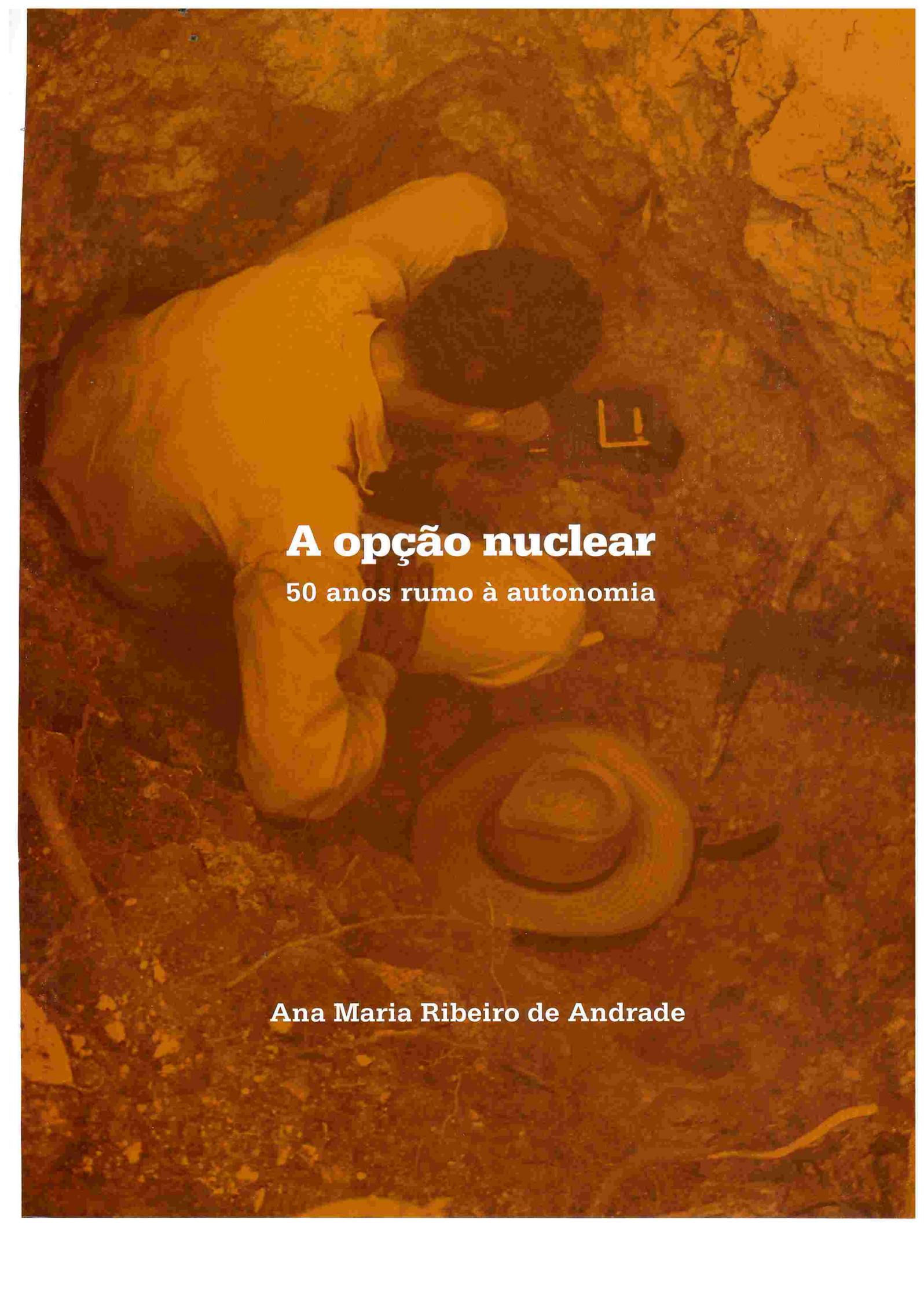
Inclui bibliografia.

1. História da energia nuclear - Brasil. 2. História da Ciência e  
Tecnologia. 3. Comissão Nacional de Energia Nuclear. I. Título.

CDU 621.039(091)

*Levantamento  
geológico em  
Água da Prata  
(SP), 1958*



A photograph showing a person wearing a white protective suit and a dark cap, kneeling in a trench. The person is holding a small, dark object, possibly a sample, and examining it. The trench is filled with soil and some debris. The overall lighting is warm and yellowish, suggesting an indoor or artificial light source. The person's suit appears to be a full-body protective garment, possibly for handling hazardous materials. A wide-brimmed hat is visible on the ground in the foreground.

# **A opção nuclear**

**50 anos rumo à autonomia**

**Ana Maria Ribeiro de Andrade**

**E**m 5 de maio de 2006 foi inaugurada oficialmente a primeira cascata do primeiro módulo da fábrica de enriquecimento de urânio da Indústrias Nucleares do Brasil (INB), empresa de economia mista vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Até 2010, serão construídos ao todo quatro módulos, o primeiro com quatro cascatas e os demais com duas.

Trata-se de um marco histórico do Programa Nacional de Atividades Nucleares (PNAN), resultado de meio século de trabalho de cientistas, pesquisadores e técnicos brasileiros para dotar o país de um programa nuclear completo, desde a formação e capacitação de quadros até o domínio integral do ciclo do combustível de urânio. Fiscalizado e aprovado pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), dedicado exclusivamente a finalidades pacíficas, o programa nuclear brasileiro, por sua amplitude, só tem similares em apenas outros nove países.

Nesta trajetória, é decisivo o papel da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), instituição também vinculada ao MCT, como coordenadora do PNAN. É o que comprova a presente publicação, ao resgatar a história da energia nuclear no Brasil e destacar a relevância que nela tiveram cientistas e homens públicos como o almirante Álvaro Alberto, Marcello Damy de Souza Santos e José Leite Lopes.

O país já investiu cerca de R\$ 2,1 bilhões em seu programa nuclear, com resultados expressivos, além da produção de combustível para usinas. A busca por minérios de urânio no nosso subsolo identificou a sexta maior reserva do mundo, mesmo com apenas 25% do território nacional prospectado. O Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) detém a tecnologia para a fabricação de reatores de pequeno e médio portes e desenvolveu as centrífugas, de tecnologia brasileira, que operam na fábrica da INB Resende, no Estado do Rio de Janeiro. Os pesquisadores e técnicos do país também dominam as áreas de aplicação de fontes de radiação como, por exemplo, a produção de radiofármacos, tão importantes na detecção de patologias médicas e tratamento de tumores. Apreendemos o processo de irradiação de alimentos e até como produzir insetos estéreis para o controle de infestações em plantações de frutas e outras culturas.

O governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva tem apoiado significativamente a retomada do programa nuclear brasileiro, abandonado pelos governos anteriores. Em três anos, seu orçamento foi

ampliado em 63%. Em perspectiva de médio prazo, os números se agigantam. Segundo projeções do governo federal, baseadas no trabalho de revisão do PNAN, o programa nuclear requer, em dezoito anos, investimentos públicos e privados de R\$ 27,3 bilhões, suficientes para alargar a participação da geração elétrica termonuclear na matriz energética brasileira dos atuais 2% para o mínimo de 4%.

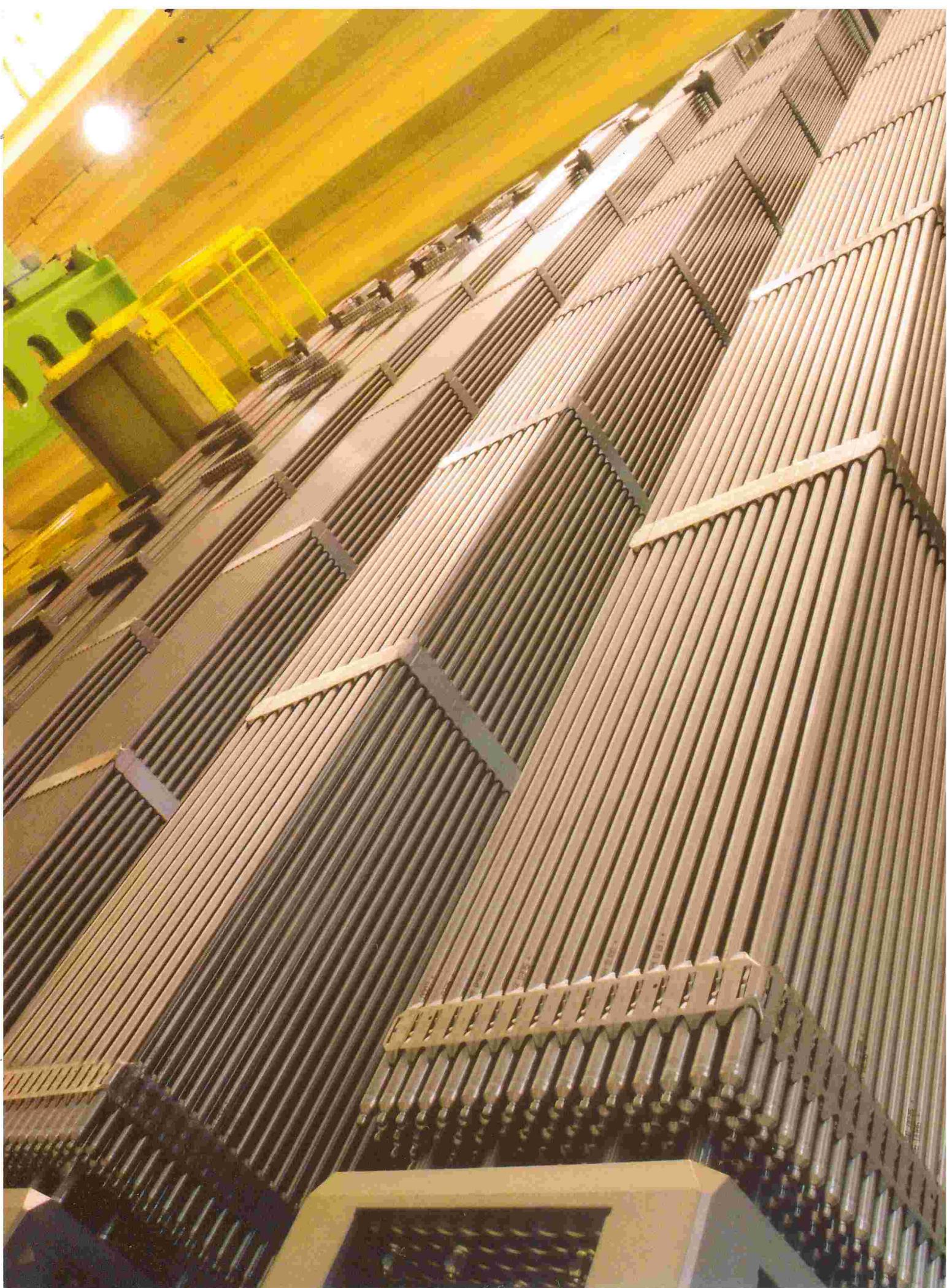
Todos os cenários contemplam, como ponto de partida, a operação da usina Angra 3, cujo início está previsto para janeiro de 2013, de acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica, do Ministério de Minas e Energia. Da operação da nova usina depende não apenas a necessária diversificação da matriz energética brasileira. A usina Angra 3, ao ser erguida na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – onde estão instaladas Angra 1 e 2 –, é fundamental, ao lado de outras usinas programadas, para o equilíbrio econômico da indústria nuclear no país e para a revitalização do processo de renovação de quadros científicos, acadêmicos e técnicos do setor.

A energia nuclear terá um importante papel no século XXI em decorrência, principalmente, de dois fatores. O primeiro deles é a crise mundial da produção de petróleo que, de acordo com especialistas, irá se instalar nos próximos vinte ou trinta anos. O segundo fator é o desafio do aquecimento global. A aposta tecnológica em energias renováveis, como a eólica e a solar, em substituição aos combustíveis fósseis, não se mostra viável em larga escala. A cada estudo, a energia nuclear se afirma como alternativa capaz de atender demandas de grande dimensão, de forma limpa e segura.

Ao relatar o esforço dos brasileiros em campo tão estratégico, e de modo especial o empenho da CNEN, este livro é sem dúvida uma relevante contribuição para que o Brasil continue a avançar na pesquisa nuclear. Servem de orientação os erros e acertos do passado, e a sólida compreensão, na sociedade e nas diversas instâncias de governo, de que a retomada e a ampliação do Programa Nacional de Atividades Nucleares representam uma garantia ao desenvolvimento nacional soberano e sustentável.

**Sergio Machado Rezende**

Ministro da Ciência e Tecnologia



*Elementos  
combustíveis  
para a usina  
Angra 2. INB  
Resende (RJ)*

**N**o momento em que comemoramos os cinquenta anos da criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, a CNEN, é com grande prazer que trazemos a público este livro que analisa a história relacionada às ciências nucleares no Brasil e no mundo.

Durante esses anos, a trajetória da CNEN vem sendo marcada pelos diferentes momentos da política brasileira. Desde sua fundação, em 1956, já foi subordinada ao Ministério de Minas e Energia (MME), à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, ao Ministério Extraordinário de Projetos Especiais e, finalmente, ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), ao qual está vinculada, sob a liderança do ministro Sergio Rezende.

Desde o despertar das aplicações tecnológicas nucleares, na década de 1950, até o início da década de 1970, o Brasil concentrou esforços no desbravamento da área nuclear. Nossas pesquisas já se destacavam no mundo científico de então, embora tivéssemos dificuldades de extrair dessas pesquisas produtos industriais.

Entre as décadas de 1970 e 1980, o Brasil tentou encurtar o caminho para tornar-se uma potência nuclear ao adquirir seu primeiro reator da empresa americana Westinghouse para produção de energia elétrica e ao planejar, dentro do acordo celebrado com a Alemanha, a aquisição de mais oito reatores. Naquele momento iniciaram-se as ações que culminaram com o domínio da tecnologia de enriquecimento e das demais etapas do ciclo do combustível, resultando na tecnologia controlada hoje pela Marinha e explorada industrialmente pela Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB).

Nesse período, a CNEN criou ou incorporou os institutos de pesquisa que concentram grande parte da capacitação no país: o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) e o Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), ambos no Rio de Janeiro; o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), em Belo Horizonte; e o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), autarquia do governo do Estado de São Paulo, gerenciado técnica e administrativamente pela CNEN.

A segunda metade da década de 1980 e o início da década de 1990 foram marcados por um período de dificuldades que atingiu sua fase mais crítica em 1992, quando a área nuclear teve a menor dotação orçamentária de sua história, o que afetou todos os setores, incluindo as ações regulatórias e de segurança. Nossa capacitação, adquirida a duras penas, só sobreviveu graças à abnegação dos servidores e funcionários que militavam na área. Cientistas, engenheiros, técnicos, administradores e auxiliares são os responsáveis por estarmos hoje em condição de promover uma nova fase na história nuclear brasileira.

A partir de 1994 a área nuclear no país começou a se reerguer, mas dentro da ótica então vigente, segundo a qual cada instituição deveria buscar formas de se autofinanciar, abandonando, se preciso fosse, sua capacitação nuclear.

Como o ministro Sergio Rezende gosta de enfatizar, até o presente governo o Brasil caracterizou-se pelo desenvolvimento paralelo da ciência e da atividade industrial. Ou seja, ambas nunca se encontraram. Entretanto, em 2003 teve início uma profunda modificação na política de ciência e tecnologia do país. O Ministério da Ciência e Tecnologia, junto com outros setores do governo, tem procurado privilegiar o desenvolvimento científico voltado para a melhoria da qualidade de vida do povo brasileiro. Dentro dessa perspectiva, a área nuclear tornou-se uma das prioridades do MCT, diante de seu potencial e da capacitação nacional. Procuramos retomar o caminho que conduziu a muitas realizações e colocou o Brasil entre os dez países detentores da tecnologia completa do ciclo do combustível. Com competência instalada em todas as áreas de aplicação da tecnologia nuclear, contamos hoje com um dos mais respeitados sistemas de regulação e controle, a fim de garantir que a utilização da energia nuclear seja feita dentro de preceitos rígidos de segurança e com transparência. É dentro dessa perspectiva que vimos trabalhando intensamente.

Com o desenrolar do tempo e os fatos subseqüentes, ficou demonstrado que ainda somos capazes de superar crises. A história da área nuclear, que pode ser conhecida neste trabalho, mostra que os pilares do Estado e do sistema democrático brasileiro estão cada vez mais estabelecidos e que nossa competência é sólida e arraigada. Certamente ainda não atingimos o ideal, mas demonstramos capacidade de enfrentar os desafios com maturidade e sem desconstruir o já alcançado.

Os últimos três anos foram marcados por significativas vitórias, destacando-se a revisão do Programa Nuclear Brasileiro (PNB), hoje submetido à apreciação do presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva. Temos envidado esforços no sentido de esclarecer a todos sobre a necessidade de adoção do PNB como base de uma política nuclear de Estado, contemplando médio e longo prazos.

O momento é propício. Podemos estar confiantes em um futuro promissor e de sucessos para a área nuclear, acompanhando assim a tendência mundial de renascimento deste setor.

O MCT, à frente do qual estiveram, no atual governo, os ministros Roberto Amaral, Eduardo Campos e Sergio Rezende, tem demonstrado claramente que reconhece a área nuclear como estratégica, indispensável ao progresso e aos crescimentos econômico e tecnológico planejados. E,

mais do que isso, tem dado provas de uma convicção inabalável no papel desse progresso para a construção de um modelo descentralizador e de inclusão social.

Ao apresentarmos este livro, aproveitamos para agradecer a todos que deram sua contribuição à área nuclear. Este agradecimento estende-se a todos os servidores públicos que acreditam que os benefícios da tecnologia podem estar ao alcance de todas as camadas da população brasileira, sempre com segurança e respeito às pessoas e ao meio ambiente.

Agradecemos à Cláudia Souza e equipe da Coordenação de Comunicação Social, por sua atuação fundamental no planejamento e desenvolvimento do Projeto 50 Anos da CNEN que, além deste livro, está lançando um DVD sobre o cinqüentenário da instituição e outro com depoimentos de personalidades que se distinguiram na história nuclear brasileira. Agradecemos, em especial, à equipe do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), na pessoa da historiadora Ana Maria Ribeiro de Andrade, autora deste livro, pela dedicação e entusiasmo à frente deste projeto, realizado em tempo recorde e com o rigor que a pesquisa histórica exige.

Finalizando, quero expressar em meu nome e da direção da CNEN a satisfação e orgulho de estar à frente desta instituição, sobretudo por trabalhar com pessoas que acreditam e gostam do que fazem. Posso assegurar que, no que depender do MCT, do governo e dos trabalhadores da área nuclear, podemos nos preparar com otimismo para uma nova etapa da história da tecnologia nuclear brasileira.

**Odair Dias Gonçalves**

Presidente da Comissão Nacional de Energia Nuclear



## Sumário

<b>Introdução</b> .....	13
<b>I A arena dos embates</b>	
Os conflitos na ONU .....	18
A nova ordem política .....	22
A revisão da Lei MacMahon .....	26
O controle nuclear .....	27
A paz do medo .....	30
Em busca do equilíbrio .....	31
<b>2 O Brasil na era atômica</b>	
Ciência e energia nuclear .....	47
CNPq: prioridade para a energia nuclear .....	53
A Comissão de Energia Atômica .....	59
<b>3 Átomos em ação</b>	
A Conferência de Genebra .....	77
Átomos para propaganda .....	80
Sucesso na periferia .....	84
<b>4 A CNEN entra em cena</b>	
A criação da CNEN .....	98
JK e a CNEN .....	102
O apoio à pesquisa .....	104
Progressos e alianças .....	107
Novos aliados e estratégias .....	111
<b>5 A expectativa do milagre</b>	
Pesquisa e realinhamento .....	124
Novas aspirações políticas .....	130
O processo decisório .....	131
Diplomacia, ciência e tecnologia .....	132
Imediatismo pragmático .....	133
O pretexto do petróleo .....	139
Acordo nuclear teuto-brasileiro .....	142
<b>6 Autonomia e sociedade</b>	
O final de Angra 2 .....	156
O programa da autonomia .....	160
A desconfiança internacional .....	164
Consciência nuclear .....	168
<b>Considerações finais</b> .....	179
<b>Fontes e referências bibliográficas</b> .....	186
<b>Créditos das fotografias</b> .....	189

SIEMENS

Piscina do  
reator de  
Angra 2



## Introdução

*Lavagem  
de areia  
monazítica.  
Mibra S.A.,  
Guarapari  
(ES), década  
de 1950*

**O** Brasil tem participação marcante na história da energia nuclear desde a Segunda Guerra Mundial, embora nos primórdios ocupasse a simples condição de fornecedor de matéria-prima estratégica para o desenvolvimento de tecnologias em outros países. Assim, há mais de cinco décadas, caminhos sinuosos começaram a ser trilhados não apenas no interior e litoral brasileiros para localizar terra-rara, urânio e tório, como em busca de conhecimento científico e de tecnologia nuclear, por aqueles que desafiavam barreiras políticas, rompiam as fronteiras das disciplinas científicas e as tênues linhas divisórias entre ciência e tecnologia. Para isso, físicos, geólogos, biofísicos, químicos e engenheiros – os principais protagonistas da história da energia nuclear do Brasil – contaram com o apoio decisivo de militares, algumas vezes de políticos, industriais e membros de outras carreiras do Estado. Embora a energia nuclear tenha despontado na História do Brasil como essencial para a segurança nacional, crescimento econômico e bem-estar social, crises e mudanças de orientação política interferiram no desenvolvimento do setor.

Ao completar cinquenta anos, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é o grande marco institucional dessa história, constituindo a sua criação o corolário das iniciativas anteriores a 1956 empreendidas pelo CNPq. A aliança entre cientistas e militares foi decisiva para que o então denominado Conselho Nacional de Pesquisa pudesse dar os primeiros passos em direção à organização dos campos científico e tecnológico, capacitação profissional e apoio às investigações. Mais do que isso, o CNPq concentrou esforços no sentido de promover a aplicação e a produção da energia nuclear. Depois de Hiroshima, cientistas e engenheiros vislumbravam a possibilidade de

uso da energia nuclear na medicina, agricultura e indústria, acalentando os sonhos inabaláveis do almirante Álvaro Alberto de no futuro próximo o Brasil produzir radioisótopos, dominar a tecnologia do ciclo do combustível nuclear, possuir reatores de pesquisa e construir usinas nucleares. Pensava-se grande. Pouco institucionalizadas e com pequena receptividade na sociedade, a ciência e a tecnologia cederam lugar às injunções políticas de outra natureza.

A última estratégia de Álvaro Alberto, para fazer frente às disputas no interior do próprio Estado e às pressões político-partidárias que assinalaram o final do governo Getúlio Vargas, consistiu na criação da Comissão de Energia Atômica. Esta instância consultiva do CNPq viabilizou a criação do Instituto de Energia Atômica (IEA) – hoje conhecido como IPEN –, por meio do convênio CNPq/ USP para a compra de um reator de pesquisa pelo Programa Átomos para a Paz, ao mesmo tempo em que se preparava o alicerce da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

A CNEN nasceu no início do governo de Juscelino Kubitschek, que se antecipou à aprovação de projeto de lei no Legislativo com a mesma finalidade e aos resultados da primeira CPI sobre a questão nuclear. JK soube aproveitar as circunstâncias que propiciaram a inauguração do reator IEA-R1, em 1958, apresentado à sociedade como o mais importante equipamento para a medicina nuclear, imprescindível para a capacitação técnica e pesquisas científicas e tecnológicas.

No ano seguinte, a CNEN tomou a frente de uma iniciativa não menos importante ao assinar um convênio com a PUC-RJ para a construção do Laboratório de Dosimetria, que se transformou no Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), em 1972.

Juscelino Kubitschek não apoiou o projeto do reator do Instituto de Pesquisas Radioativas (IPR), inaugurado na capital mineira pelo primeiro presidente da CNEN, o almirante Octacílio Cunha, e o governador Bias Fortes, em 1960. O reator TRIGA continua em operação no mesmo local, enquanto o IPR foi rebatizado de Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, em 1977.

Nos dois anos de governo, João Goulart reformulou a CNEN, reorientou a política nuclear, substituiu os parceiros estrangeiros, estabeleceu o monopólio da União dos minérios e materiais nucleares, além de investir na construção do reator do recém-criado Instituto de Engenharia Nuclear (IEN). Os institutos de pesquisas nucleares e também o Centro Nacional de Energia Nuclear na Agricultura passaram a integrar o Plano Nacional de Energia Nuclear, sob a coordenação da CNEN. Poucos dias antes do golpe militar de 1964, a CNEN divulgou um relatório técnico propondo a construção de uma usina nuclear no Brasil utilizando urânio natural. Era a solução para que o país não ficasse na dependência do urânio enriquecido fornecido apenas pelos Estados Unidos.

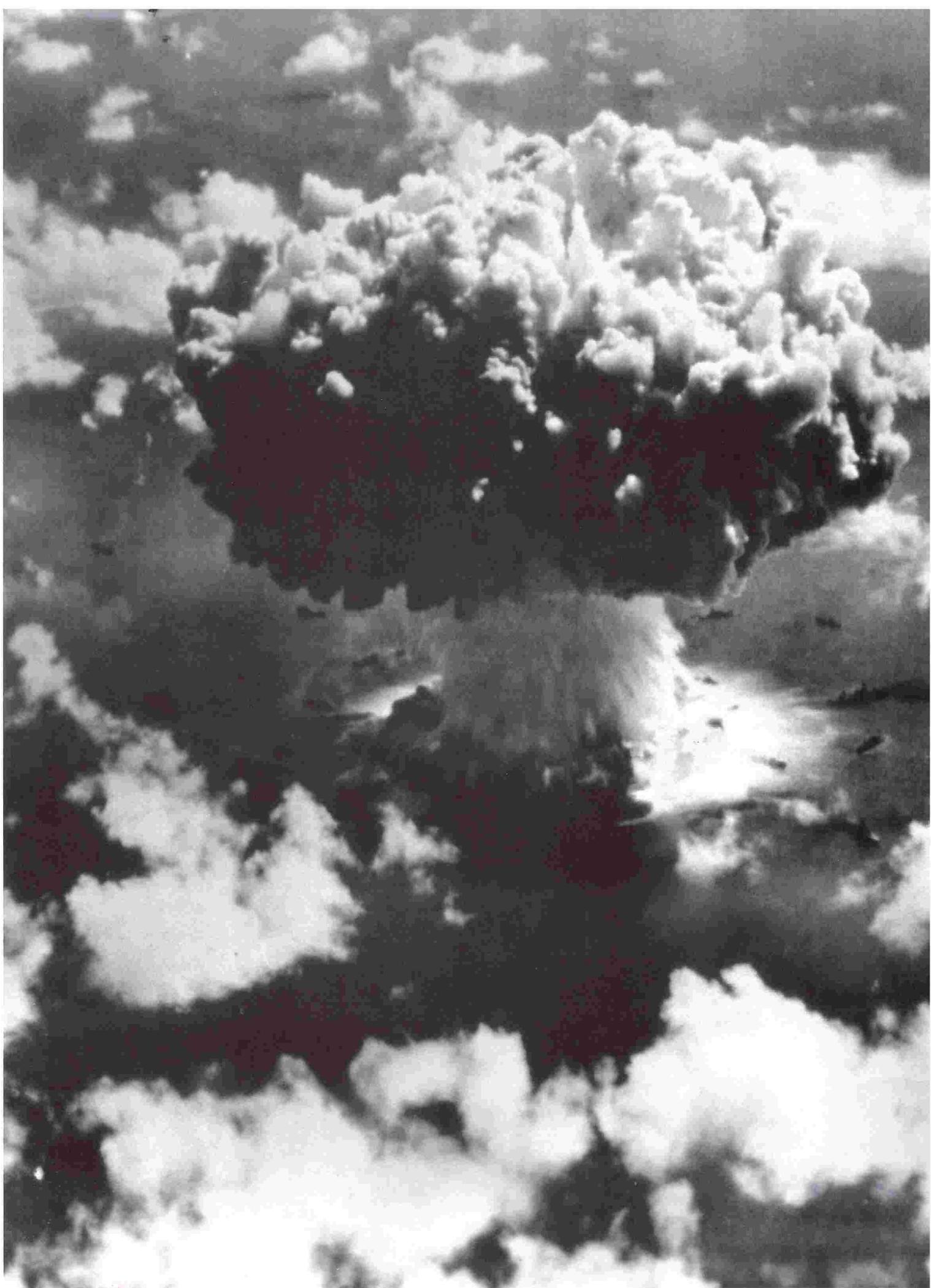
A CNEN mudou de orientação durante a ditadura militar. O marechal Castello Branco inverteu a direção da política exterior e, conseqüentemente, as diretrizes para o setor nuclear: assinou um acordo de cooperação com os Estados Unidos para a construção de reatores e fornecimento de urânio enriquecido, enquanto a CNEN apoiava o Grupo do Tório. Esse acordo de 1965 não se consumou, bem como o Acordo de Cooperação Referente aos Usos Cíveis da Energia Atômica de 1972.

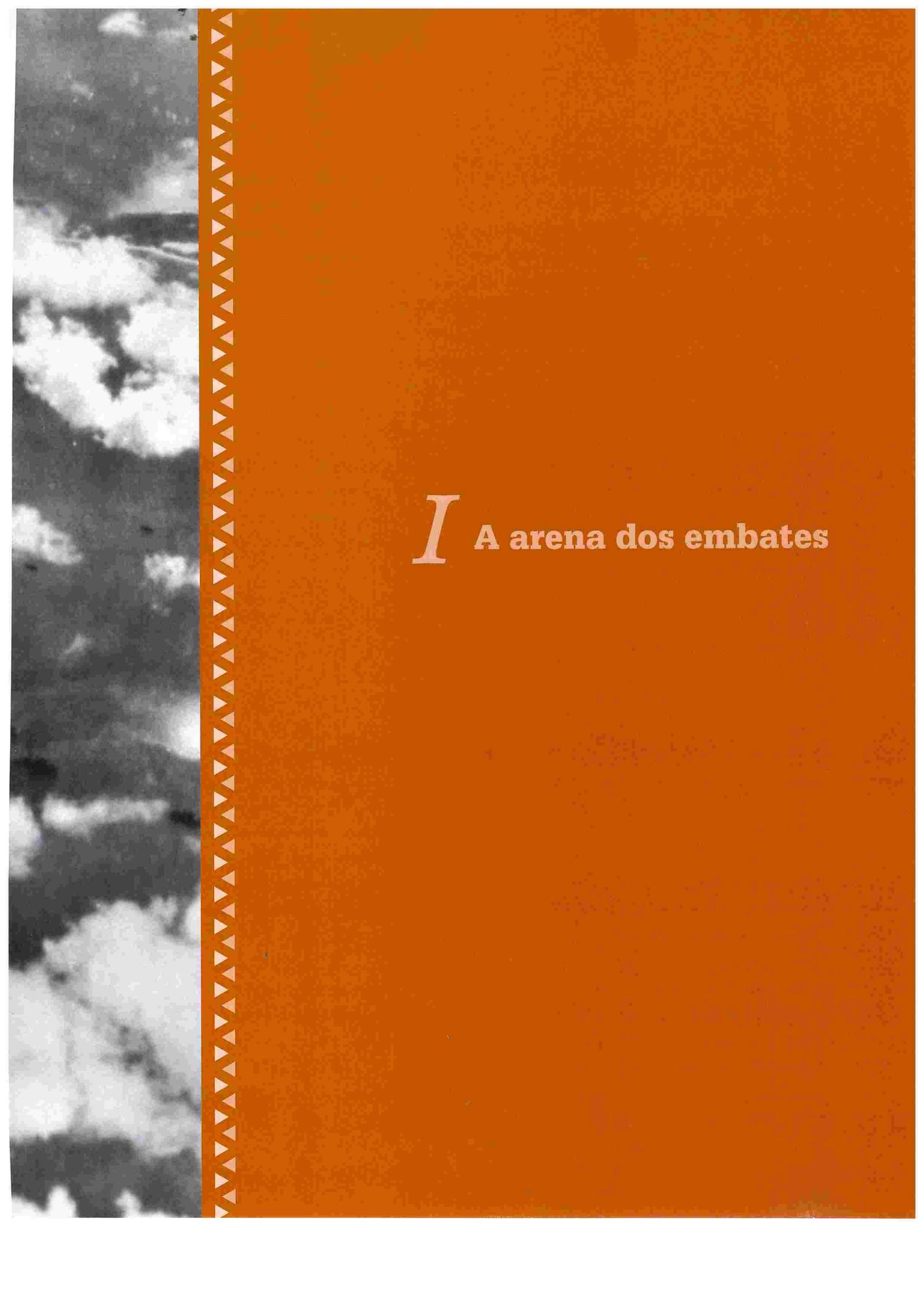
A transferência da CNEN para o Ministério das Minas e Energia e a recusa das autoridades brasileiras em assinar o Tratado de Não-Proliferação Nuclear espelham as aparentes contradições entre a política nuclear e a expectativa do milagre brasileiro. Desde 1969, o Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica Brasil-Alemanha possibilitou a capacitação de centenas de especialistas e facilitou as negociações do grande Acordo Nuclear Brasil-Alemanha.

A compra do reator PWR da Westinghouse para a usina Angra 1 desagradou a comunidade de físicos e uma ala de militares, diante da impossibilidade de transferência de tecnologia. Esses grupos também discordaram do processo decisório e dos resultados obtidos pelo Acordo Nuclear Brasil-Alemanha. Na década de 1970, muitas transformações marcaram a história da CNEN. Primeiro, foi organizada a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear, para gerir todas as etapas do ciclo do combustível com a participação dos institutos de pesquisa. Pouco depois, a empresa foi transformada na Nuclebrás, uma espécie de *holding* para executar o ambicioso Programa Nuclear Brasileiro do general Ernesto Geisel. A CNEN perdeu atribuições e apenas o IPEN não foi transferido para a Nuclebrás.

Na década seguinte, o Brasil não aceitou as exigências da Agência Internacional de Energia Atômica para que a CNEN deixasse de acumular as funções de produção e fiscalização. Nesse período, teve início o apoio da CNEN ao programa paralelo das Forças Armadas. O setor nuclear foi novamente reorganizado com o fim da Nuclebrás, transformada em Indústrias Nucleares do Brasil (INB). A CNEN reassumiu a liderança, ao controlar também a Nuclep, que pertencera à Nuclebrás, mas enfrentou sérios problemas orçamentários nos anos de 1990. Hoje, os principais agentes do setor nuclear são a CNEN e seus institutos e subsidiárias, a Eletronuclear e o Centro Tecnológico da Marinha de São Paulo, que cedeu para a INB a tecnologia de enriquecimento de urânio para produção em escala industrial. Com isso, o Brasil integra o seleto grupo de países que detém essa tecnologia estratégica.

O cinquentenário da CNEN é a ocasião propícia para a reflexão sobre a energia nuclear e sua história no Brasil, caracterizada por acontecimentos que sinalizam as permanências e as mudanças próprias da História, demonstrando principalmente a intercessão entre as políticas nuclear, de ciência e tecnologia, de energia elétrica e de relações exteriores. Por isso, este livro tem como ponto de partida os embates travados na Comissão de Energia Atômica da ONU, enfatiza a instabilidade da política nuclear e termina com os sucessos obtidos no processo histórico rumo à autonomia tecnológica, especialmente do enriquecimento do urânio.





*I* **A arena dos embates**

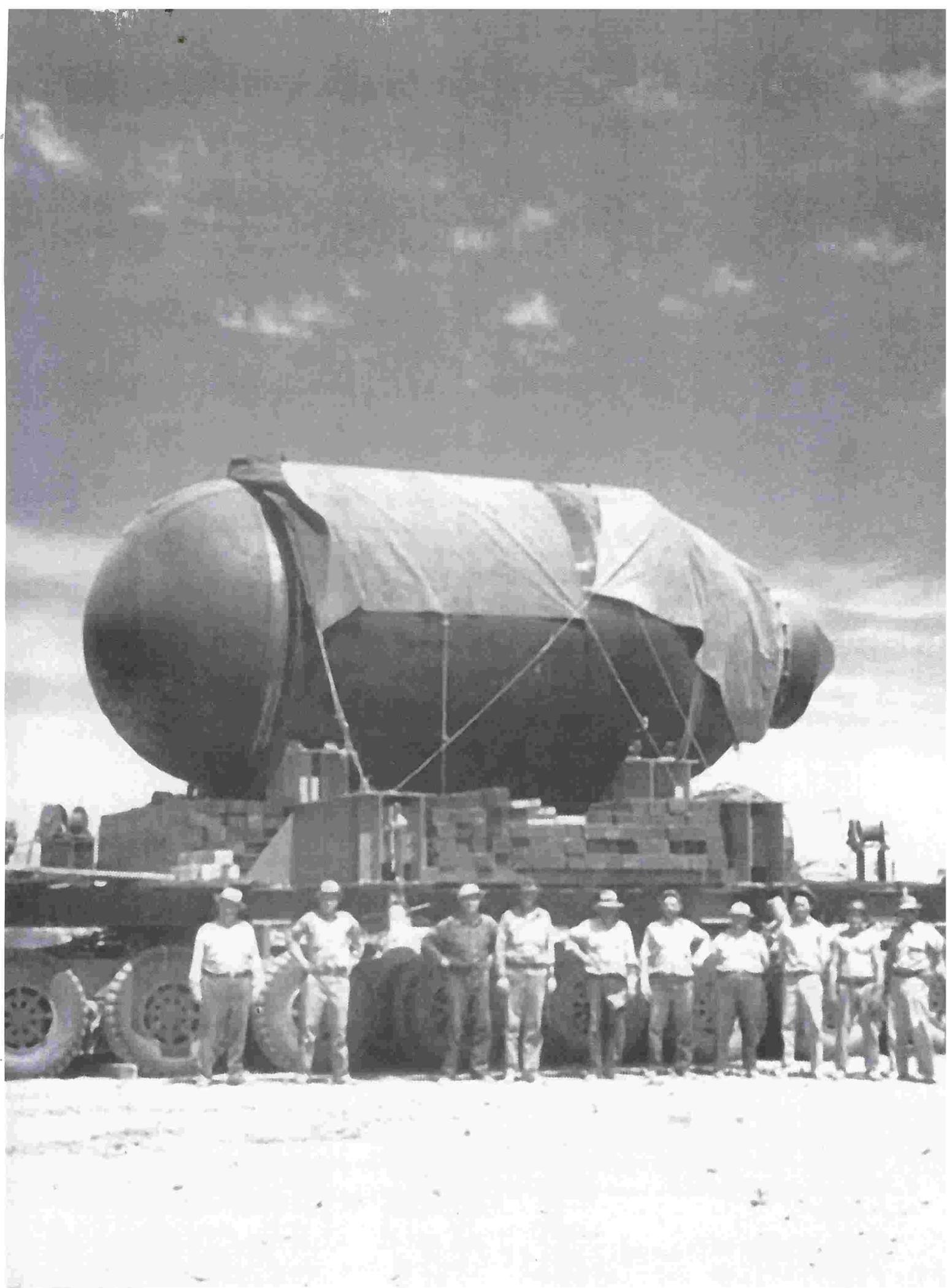
**E**nquanto batalhas se sucediam durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), cientistas americanos e refugiados do nazi-facismo trabalhavam no sigiloso Projeto Manhattan, em estreita colaboração com cientistas canadenses, ingleses e franceses que se deslocaram para os Estados Unidos e Canadá, onde o urânio já era explorado. Esse esforço conjunto tinha por finalidade construir a bomba atômica, a partir de recentes descobertas científicas – a fissão nuclear e a possibilidade de uma reação em cadeia, comprovada pelo grupo de Enrico Fermi, na Universidade de Chicago – e o desenvolvimento de métodos e processos de enriquecimento do urânio e de outros minerais nucleares. O Projeto Manhattan foi uma resposta à possibilidade de a Alemanha nazista estar desenvolvendo a mesma tecnologia, conforme alertaram físicos em carta redigida por Leo Szilard e assinada por Albert Einstein a Franklin Roosevelt, presidente dos Estados Unidos.

A primeira bomba atômica foi testada no deserto do estado do Novo México, em 16 de julho de 1945. Em 6 de agosto do mesmo ano, Hiroshima foi vítima do poder nuclear e, três dias depois, uma segunda bomba foi lançada sobre Nagasaki. A atividade científica contribuiu de forma decisiva para a destruição das duas cidades japonesas pelos Estados Unidos, e o final da Segunda Guerra Mundial ficou marcado pelo início da era nuclear.

### Os conflitos na ONU

Dois meses depois, em 24 de outubro de 1945, a Organização das Nações Unidas foi oficialmente fundada com a promulgação da Carta das Nações Unidas, assinada por 51 países, entre eles o Brasil. No início do ano seguinte, o país foi convidado a participar da reunião da recém-criada Comissão de Energia Atômica, que estava sob a direção do Conselho de Segurança da ONU, em função do potencial de suas reservas de minerais e dos acordos firmados com os Estados Unidos neste campo. O interesse americano não era recente. Com objetivos recíprocos, Brasil e Estados Unidos iniciaram, em 1940, o Programa de Cooperação para Prospecção de Recursos Minerais, o que lhes possibilitou a obtenção de informações privilegiadas sobre as reservas minerais do Brasil, especialmente a respeito dos ricos depósitos de areias monazíticas – fosfato de terras-raras contendo quantidades variáveis de urânio e tório – localizados entre os municípios de São Francisco de Itabapoana (RJ) e Guarapari (ES). Em plena Segunda Guerra Mundial, os dois governos ainda firmaram o Acordo Relativo ao Fornecimento Recíproco de Materiais de Defesa e Informações sobre Defesa, que assegurou a exportação de monazita brasileira para atender, possivelmente, as necessidades de tório da indústria bélica ou para ser estocada.<sup>1</sup> Em julho de 1945 foi assinado o 1º Acordo Atômico Brasil-Estados Unidos, de caráter secreto, pelo qual o Brasil se comprometia a vender, exclusivamente aos Estados Unidos, 5 mil toneladas anuais de monazita, pelo prazo de três anos.

*A primeira  
bomba  
atômica  
pronta para  
o teste no  
deserto de  
Alamagordo.  
Novo México  
(EUA), 1945*



Tão logo se iniciaram as atividades da Comissão de Energia Atômica, em 1946, o chefe da delegação norte-americana, Bernard Baruch, propôs a gestão internacional das reservas de urânio e tório, e das "atividades perigosas" relacionadas à energia nuclear. A proposta tinha por base o Relatório Acheson-Lilienthal, que fora elaborado, respectivamente, pelo subsecretário do Departamento de Estado, Dean Acheson, e David Lilienthal, presidente da também recém-criada U.S. Atomic Energy Commission. Advogavam a necessidade de instituir uma "Autoridade de Desenvolvimento Atômico", para controlar as atividades que pudessem colocar em risco a segurança mundial: a prospecção, mineração e beneficiamento de urânio e tório; o enriquecimento de urânio; a operação de reatores produtores de plutônio e de instalações para a separação e extração de plutônio; e a pesquisa e desenvolvimento de artefatos explosivos nucleares.<sup>2</sup>

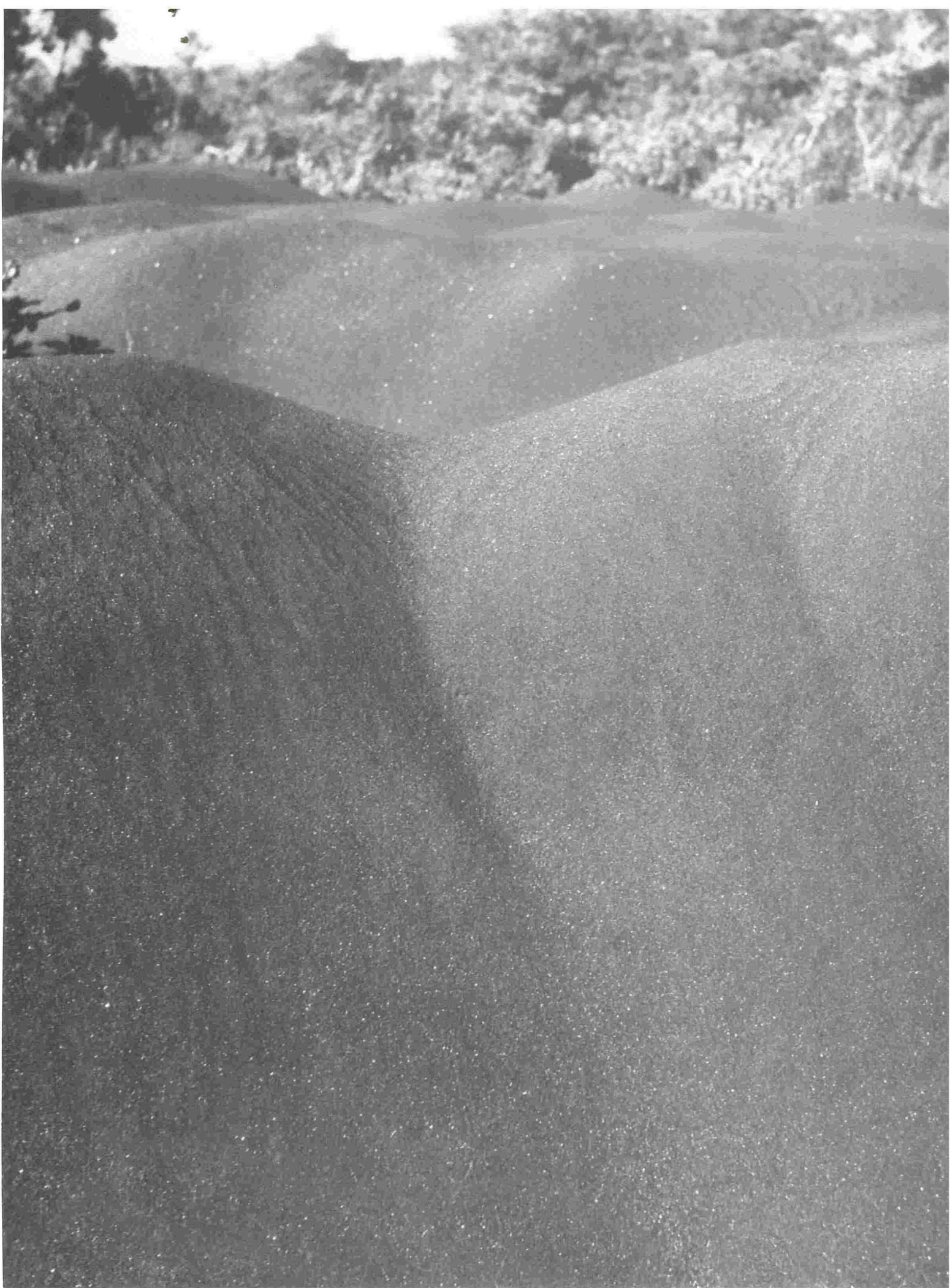
O então capitão-de-mar-e-guerra Álvaro Alberto da Motta e Silva, que participava da delegação brasileira como representante da Marinha, foi favorável ao Plano Baruch. Acreditando nas possibilidades de os dois países atuarem de forma complementar no comércio de tecnologias nucleares e de minerais físséis e férteis, e no plano da cooperação científica, defendia o princípio das "compensações específicas". Em linhas gerais, propunha que os países exportadores desses minerais, além de venderem a matéria-prima pelo valor intrínseco, deveriam ser compensados por meio de transferência de tecnologia para o desenvolvimento de pesquisas e produção de energia nuclear para fins pacíficos. A rigor, como se tentava internacionalizar as reservas de urânio e tório, e obstar o desenvolvimento do que hoje se denomina ciclo do combustível, Álvaro Alberto se contrapôs, reconhecendo que o Plano Baruch significava restrição à soberania nacional.

O debate na Comissão de Energia Atômica da ONU foi acirrado, durante mais de duzentas sessões realizadas de 1946 ao início de 1948. Em primeiro lugar, porque as condições impostas pelo Plano Baruch eram mais controversas do que as diretrizes gerais do Relatório Acheson-Lilienthal. A proposta de instituir a "Autoridade de Desenvolvimento Atômico" provocou sérias desconfianças quanto às reais intenções dos Estados Unidos. Isto é, tinha por objetivo assegurar o monopólio nuclear americano. Muitos participantes consideraram a proposta inaceitável, devido à possibilidade de internacionalização das reservas de minerais físséis e férteis e da admissão de inspetores internacionais. Em segundo lugar, as discussões foram tensas porque a União Soviética havia apresentado uma contraproposta, o Plano Gromyko, que advogava a destruição das armas nucleares existentes e a criação de um organismo internacional para evitar a proliferação das mesmas. Chegou-se ao impasse.

Álvaro Alberto tinha instruções da Embaixada do Brasil para apoiar o Plano Baruch, mas enviou ao embaixador brasileiro nas Nações Unidas, Oswaldo Aranha, o seguinte memorando:

É de minha convicção que nos encontramos em face de um dilema decisivo e incorrigível: ou nos preparamos para tomar posse de nossas riquezas naturais, no caso específico, atômico, ou nos veremos constringidos ao espetáculo degradante de assistirmos, impotentes, à evasão delas, por bem ou por mal.<sup>3</sup>

*Depósito de  
areia bruta  
para extração  
da monazita.  
Guarapari (ES),  
década de 1950*



No fundo, como o Plano Baruch não conflitava com sua formação e viés ideológico, ele continuou insistindo, em vão, no princípio das "compensações específicas".<sup>4</sup> Porém, como a premissa era incompatível com a Lei McMahon aprovada pelo Congresso americano em 1946, que protegia os interesses comerciais e estratégicos dos Estados Unidos associados à energia nuclear, tentava apenas introduzir dispositivos que garantissem ao país o direito de prioridade para o aproveitamento de seus minérios. Quando em uma das sessões alegava-se que o Plano Baruch corrigiria as injustiças da natureza, que "deu a uns, e negou a outros países, os minerais radioativos", ele ironizou: "É claro, desde que sejam estendidas a todos os países as correções das injustiças da natureza quanto ao petróleo e carvão".<sup>5</sup> Com esta preocupação, mas em outro plano, Álvaro Alberto propugnava a criação de dispositivos na legislação brasileira para assegurar a exploração de tório e urânio, e a soberania nacional.

As negociações do Plano Baruch foram interrompidas em 1948 diante do antagonismo das duas maiores nações: Estados Unidos e União Soviética. Iniciava-se a Guerra Fria.

Embora o alinhamento do Brasil aos Estados Unidos fosse incondicional, como exemplifica o Tratado Interamericano de Assistência Recíproca, firmado pelos presidentes Eurico Dutra e Harry Truman, presentes à Conferência Interamericana para a Manutenção da Paz e da Segurança no Continente (Petrópolis, 1947), as disputas entre forças políticas e grupos representantes do Estado marcaram a política nacional. A pretexto de salvaguardar as riquezas minerais mas, principalmente, para conciliar interesses com aqueles que divergiam das diretrizes do Ministério das Relações Exteriores, o presidente Dutra instituiu, em 1947, a Comissão de Fiscalização de Minerais Estratégicos, vinculada ao Conselho de Segurança Nacional,<sup>6</sup> integrada pelo então coronel Bernardino de Mattos Netto, pelo geólogo Othon Leonardos e pelos físicos Joaquim da Costa Ribeiro e Marcello Damy de Souza Santos,<sup>7</sup> ampliada com a colaboração do Departamento Nacional de Produção Mineral.

Sucessivos acordos para a exportação de areia monazítica e programas de prospecção foram assinados com os Estados Unidos que, em parceria com o Reino Unido e o Canadá, formaram a Agência Conjunta de Desenvolvimento, em 1946, para adquirir a produção mundial de urânio. As reservas identificadas até 1945 se concentravam no Canadá e no Congo Belga, mas a Agência também comprou a produção crescente da Austrália e África do Sul.

### **A nova ordem política**

Quando se iniciava na Comissão de Energia Atômica da ONU a controvérsia política fomentada pelo Plano Baruch, foi criada a United States Atomic Energy Commission (AEC, 1946-1975) para suceder ao Manhattan Engineer District of the Army Corps of Engineers, o Projeto Manhattan, depois de uma verdadeira batalha no Congresso americano.<sup>8</sup> Pela primeira vez, os cientistas protestavam abertamente para impedir a aprovação de projeto proposto pelos militares. Repudiavam,

publicamente, o controle absoluto das pesquisas em física nuclear pelos militares. O descontentamento dos cientistas da Universidade de Chicago ganhou apoio da opinião pública, quando a imprensa divulgou que soldados americanos no Japão, sob o comando do general Leslie Groves (diretor-geral do Projeto Manhattan), destruíram cinco ciclotrons de universidades japonesas e jogaram as peças no mar.<sup>9</sup> Valendo-se da situação, o desconhecido senador Brian McMahon apresentou projeto alternativo de criação da agência. Nesta contraproposta, não seriam mais os militares, mas sim os civis, os responsáveis pelo controle das atividades nucleares no país. De novembro de 1945 a abril de 1946, uma comissão composta por senadores dos dois partidos principais se dedicou ao assunto. Nas sessões públicas, de um lado, os militares se apegavam à defesa da necessidade de manutenção do segredo e monopólio da tecnologia nuclear. De outro lado, Leo Szilard e cientistas combativos tentavam convencer os parlamentares de que, na comunidade científica internacional, o conhecimento em física nuclear para a produção de energia nuclear não era mistério. O presidente Truman, fazendo saber que era partidário do controle nuclear pelos civis, favoreceu a aprovação da Lei McMahon em julho de 1946. Pela nova lei, as questões de energia nuclear ficavam submetidas aos desígnios de uma comissão de cinco civis escolhidos pelo presidente da República, mas sujeitos à aprovação do Senado. Preservava-se a obrigatoriedade do sigilo completo da tecnologia nuclear, junto com a pena de morte, mesmo em tempo de paz, para os envolvidos na divulgação de informações a potências estrangeiras.<sup>10</sup> Logo, o Plano Baruch era incompatível com a própria Lei McMahon.

O clima de perseguição política e anticomunismo conhecido como macarthismo (1951-1960) imperou na comunidade científica americana, levando físicos a deixarem o país e a se refugiarem no Brasil, como ocorreu com David Bohm. A ideologia irá se reproduzir, em escala muito menor, no Conselho Deliberativo do CNPq ao negar bolsas e auxílios a pesquisadores sob alegação de serem comunistas. Tudo era feito de maneira muito sutil, mas servindo para encobrir disputas no campo científico.

Passados três anos da chamada Lei McMahon, também conhecida como "Atomic Energy Act of 1946", a União Soviética surpreendeu o mundo ocidental com a explosão de sua bomba atômica. A perda do monopólio nuclear americano estimulou as pesquisas em outros países, tanto para a construção de armamentos bélicos como para a aplicação industrial da energia nuclear. No Reino Unido – estreito colaborador dos americanos no Projeto Manhattan, que nem sempre cooperaram com a mesma equidade com os britânicos –, os cientistas prosseguiram secretamente a pesquisa no imediato pós-guerra. O primeiro reator produtor de plutônio foi instalado em Windscale e atingiu a criticalidade em outubro de 1952. No mesmo ano, explodiu um artefato nuclear com potência de 25 quilotons, nas Ilhas Monte Bello (Austrália). Já que para os Estados Unidos não fazia mais sentido a aprovação do Plano Baruch, a Comissão de Energia Atômica da ONU foi dissolvida.

O fim do monopólio americano das armas nucleares e a rápida evolução da aplicação da energia nuclear pegaram de surpresa os Estados Unidos, que acreditavam na possibilidade de manter a

## Manifesto Russell-Einstein

A idéia do famoso Manifesto Russell-Einstein foi do físico Max Born, mas o filósofo Bertrand Russell ficou encarregado da redação do texto, após extensa troca de correspondência com Albert Einstein.

Diante do pesadelo de uma guerra nuclear, onze intelectuais e cientistas firmaram o documento divulgado em 1955.

IN the tragic situation which confronts humanity, we feel that scientists should assemble in conference to appraise the perils that have arisen as a result of the development of weapons of mass destruction, and to discuss a resolution in the spirit of the appended draft.

We are speaking on this occasion, not as members of this or that nation, continent, or creed, but as human beings, members of the species Man, whose continued existence is in doubt. The world is full of conflicts; and, overshadowing all minor conflicts, the titanic struggle between Communism and anti-Communism.

Almost everybody who is politically conscious has strong feelings about one or more of these issues; but we want you, if you can, to set aside such feelings and consider yourselves only as members of a biological species which has had a remarkable history, and whose disappearance none of us can desire.

We shall try to say no single word which should appeal to one group rather than to another. All, equally, are in peril, and, if the peril is understood, there is hope that they may collectively avert it.

We have to learn to think in a new way. We have to learn to ask ourselves, not what steps can be taken to give military victory to whatever group we prefer, for there no longer are such steps; the question we have to ask ourselves is: what steps can be taken to prevent a military contest of which the issue must be disastrous to all parties?

The general public, and even many men in positions of authority, have not realized what would be involved in a war with nuclear bombs. The general public still thinks

in terms of the obliteration of cities. It is understood that the new bombs are more powerful than the old, and that, while one A-bomb could obliterate Hiroshima, one H-bomb could obliterate the largest cities, such as London, New York, and Moscow.

No doubt in an H-bomb war great cities would be obliterated. But this is one of the minor disasters that would have to be faced. If everybody in London, New York, and Moscow were exterminated, the world might, in the course of a few centuries, recover from the blow. But we now know, especially since the Bikini test, that nuclear bombs can gradually spread destruction over a very much wider area than had been supposed.

It is stated on very good authority that a bomb can now be manufactured which will be 2,500 times as powerful as that which destroyed Hiroshima. Such a bomb, if exploded near the ground or under water, sends radio-active particles into the upper air. They sink gradually and reach the surface of the earth in the form of a deadly dust or rain. It was this dust which infected the Japanese fishermen and their catch of fish. No one knows how widely such lethal radio-active particles might be diffused, but the best authorities are unanimous in saying that a war with H-bombs might possibly put an end to the human race. It is feared that if many H-bombs are used there will be universal death, sudden only for a minority, but for the majority a slow torture of disease and disintegration.

Many warnings have been uttered by eminent men of science and by authorities in military strategy. None of them will say that the worst results are certain. What they

do say is that these results are possible, and no one can be sure that they will not be realized. We have not yet found that the views of experts on this question depend in any degree upon their politics or prejudices. They depend only, so far as our researches have revealed, upon the extent of the particular expert's knowledge. We have found that the men who know most are the most gloomy.

Here, then, is the problem which we present to you, stark and dreadful and inescapable: Shall we put an end to the human race; or shall mankind renounce war? People will not face this alternative because it is so difficult to abolish war.

The abolition of war will demand distasteful limitations of national sovereignty. But what perhaps impedes understanding of the situation more than anything else is that the term "mankind" feels vague and abstract. People scarcely realize in imagination that the danger is to themselves and their children and their grandchildren, and not only to a dimly apprehended humanity. They can scarcely bring themselves to grasp that they, individually, and those whom they love are in imminent danger of perishing agonizingly. And so they hope that perhaps war may be allowed to continue provided modern weapons are prohibited.

This hope is illusory. Whatever agreements not to use H-bombs had been reached in time of peace, they would no longer be considered binding in time of war, and both sides would set to work to manufacture H-bombs as soon as war broke out, for, if one side manufactured the bombs and the other did not, the side that manufactured them would inevitably be victorious.

Although an agreement to renounce nuclear weapons as part of a general reduction of armaments would not afford an ultimate solution, it would serve certain important purposes. First, any agreement between East and West is to the good in so far as it tends to diminish tension. Second, the abolition of thermo-nuclear weapons, if each side believed that the other had carried it out sincerely, would lessen the fear of a sudden attack in the style of Pearl Harbour, which at present keeps both sides in a state of nervous apprehension. We should, therefore, welcome such an agreement though only as a first step.

Most of us are not neutral in feeling, but, as human beings, we have to remember that, if the issues between East and West are to be decided in any manner that can give any possible satisfaction to anybody, whether Communist or anti-Communist, whether Asian or European or American, whether White or Black, then these issues must not be decided by war. We should wish this to be understood, both in the East and in the West.

There lies before us, if we choose, continual progress in happiness, knowledge, and wisdom. Shall we, instead, choose death, because we cannot forget our quarrels? We appeal as human beings to human beings: Remember your humanity, and forget the rest. If you can do so, the way lies open to a new Paradise; if you cannot, there lies before you the risk of universal death.

**Resolution:**

WE invite this Congress, and through it the scientists of the world and the general public, to subscribe to the following resolution:

"In view of the fact that in any future world war nuclear weapons will certainly be employed, and that such weapons threaten the continued existence of mankind, we urge the governments of the world to realize, and to acknowledge publicly, that their purpose cannot be furthered by a world war, and we urge them, consequently, to find peaceful means for the settlement of all matters of dispute between them."

**Max Born**

**Percy W. Bridgman**

**Albert Einstein**

**Leopold Infeld**

**Frederic Joliot-Curie**

**Herman J. Muller**

**Linus Pauling**

**Cecil F. Powell**

**Joseph Rotblat**

**Bertrand Russell**

**Hideki Yukawa**



*Robert  
Oppenheimer  
(ao centro)  
em visita  
ao CNPq.  
Rio de Janeiro,  
1953*

superioridade por um prazo de cinco a vinte anos. Físicos americanos, como Robert Oppenheimer, que menosprezavam a capacidade científica e tecnológica da União Soviética, viram-se diante de mais um inesperado acontecimento: a explosão da primeira bomba de hidrogênio, em meados de 1953, pelos soviéticos. Oppenheimer, que fora o homem-chave do complexo científico-industrial-militar, acabou detratado pelas autoridades americanas, embora tenha sido posteriormente remodelado como um herói da moral.

### **A revisão da Lei McMahon**

Em fevereiro de 1954, Eisenhower recomendou ao Congresso a revisão da Lei McMahon, também conhecida como Atomic Energy Act e sobre a qual se estruturavam as atividades da AEC, com a finalidade de possibilitar maior intercâmbio científico e cooperação com os países, empregar métodos mais avançados na veiculação de informações científicas e técnicas (obviamente, sem interesse militar) e proporcionar maior progresso no desenvolvimento da utilização da energia nuclear para fins pacíficos.<sup>11</sup> A legislação anterior era um verdadeiro entrave para o setor industrial americano, cuja indústria de reatores vinha sendo ultrapassada pela britânica e canadense. O Canadá, além de possuir reservas de urânio, desde 1943 dominava a tecnologia da produção de água pesada.

A proposta foi aprovada pelo Congresso em julho do mesmo ano, com a inclusão de emendas para garantir a organização da indústria e do comércio de energia nuclear. Havia grande expec-

tativa de que a energia nuclear pudesse contribuir para o bem-estar da sociedade e, em particular, ser aproveitada em larga escala para a geração de energia elétrica. Apesar de fortes pressões na direção contrária das empresas ligadas ao setor hidrelétrico, cogitava-se na elaboração de um programa de construção de usinas nucleares. Em 1951, a energia elétrica havia sido gerada em um reator experimental (Idaho), mas a União Soviética inaugurou antes dos Estados Unidos a primeira usina nuclear com fins comerciais.

A nova lei manteve o monopólio de todos os materiais fissionáveis, mas a AEC podia conceder licenças para sua utilização para fins industriais e de pesquisa. Além de não poder ceder os direitos de propriedade desses materiais, a AEC preservava o direito sobre todo material considerado especial, tal como o plutônio produzido em qualquer reator. Ao revogar as disposições draconianas que impediam o fornecimento de informações, mesmo para os países aliados, apenas se legislava sobre uma situação de fato: não havia mais segredo nuclear e, desde 1948, a AEC já liberava resultados obtidos na produção de ciência básica.<sup>12</sup> Nesse sentido, durante a vigência da Lei McMahon os resultados de pesquisas desenvolvidas nas áreas da matemática, física e química fundamentais, metalurgia, física de elementos, biologia e ciências da saúde eram obrigatoriamente submetidos à AEC e só podiam circular depois de serem desclassificados. Todavia, permaneceram sob sigilo certos dados experimentais e as plantas de instalações nucleares.

Em contrapartida, a Lei de 1954 possibilitava a liberação de informações sobre reatores de pesquisa de baixa potência, para possibilitar a formação e o treinamento de técnicos e engenheiros no exterior, e sobre as seções de choque térmico de fissão e de captura de plutônio, por exemplo.<sup>13</sup> De mais a mais, permitia que o governo dos Estados Unidos realizasse acordos de cooperação internacional na área nuclear com outros países ou por meio de organizações regionais de defesa, independentemente de posterior ratificação do Legislativo. Da mesma forma, o setor privado ficou liberado para exportar serviços, equipamentos e material nuclear, mas sempre em consonância com os interesses da política externa americana. Era imperativo que o país se mantivesse na liderança política e econômica. Estavam estabelecidos os fundamentos do programa Átomos para a Paz.

## O controle nuclear

Planos para o desarmamento nuclear se sucederam ao longo dos anos de 1950, ao mesmo tempo em que os países proponentes investiam maciçamente para inovar a tecnologia nuclear para fins bélicos, outros o faziam para conseguir a tecnologia da bomba de hidrogênio e quase todos os demais países do mundo, para utilizar a energia nuclear. Propostas e contrapropostas alimentavam o difícil jogo das disputas e negociações internacionais encenado nas reuniões da ONU, ao passo que o consenso parecia cada vez mais distante. Em junho de 1954, a França e o Reino Unido apresentaram um plano abrangente para a completa destruição das armas nucleares, no qual se

estabelecia um sistema internacional de inspeções às instalações nucleares em todos os países, retomando a proposta dos "seis princípios" defendida pelos Estados Unidos e algumas orientações do relatório Acheson-Lilienthal e do Plano Baruch. Após três meses de resistência e desconfiança, a União Soviética decidiu participar do processo de entendimento e, em maio de 1955, apresentou uma contraproposta que surpreendeu a diplomacia: aceitava o princípio da inspeção, a equiparação das forças militares convencionais com os Estados Unidos e endossava a tese de eliminação completa das armas nucleares. Mas bastava a União Soviética dar um passo em direção ao consenso para os Estados Unidos desconfiarem de sua real intenção e recuarem. Somente em março de 1956 foi concretizada a segunda parte da proposta encaminhada pelo representante dos Estados Unidos na ONU. Bélgica, Brasil, Canadá, Estados Unidos, França, Índia, Portugal, Reino Unido, Tchecoslováquia, União Soviética e União Sul-Africana aprovaram, em Washington, o primeiro anteprojeto de estatuto da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).

O apoio de países em estágios tão díspares de desenvolvimento da energia nuclear pode ter, pelo menos, duas explicações. De um lado, os países possuidores de reservas de minerais nucleares, como a Bélgica, a Índia, a União Sul-Africana e o Brasil (este, um dos poucos e com grande reserva de monazita), estavam interessados na obtenção de tecnologia para aproveitar sua matéria-prima para suprir as necessidades de energia elétrica e impulsionar a economia. De outro lado, a mobilização de países com comprovada experiência na área nuclear – os Estados Unidos, a França, o Reino Unido e o Canadá, além da União Soviética – pode ser explicada pelo interesse no controle, uns dos outros, e sobre aqueles que não dominavam a tecnologia. A justificativa, apresentada por ocasião da proposta pelo embaixador americano Henry Cabot Lodge, era de que a ONU precisava demonstrar aos países membros que as aplicações da energia nuclear poderiam contribuir para o desenvolvimento e o bem-estar das sociedades, bem como observar e acompanhar sua utilização para fins bélicos.

O estatuto da AIEA foi aprovado naquele mesmo ano, por ocasião da Assembléia das Nações Unidas realizada em Nova Iorque, e da qual participaram 81 países membros da ONU. Em 29 de julho de 1957, com a inauguração da sede em Viena, na Áustria, a Agência Internacional de Energia Atômica se tornou uma realidade.

Em suma, a Agência Internacional de Energia Atômica é uma organização autônoma no âmbito das Nações Unidas, cujo objetivo principal é promover o uso pacífico da energia nuclear e desencorajar seu uso para fins militares. Trata-se de um fórum intergovernamental para a cooperação científica e técnica, bem como para administrar a aplicação das salvaguardas (medidas de verificação da finalidade do uso da energia nuclear). Por conseguinte, cabe à Agência auxiliar os países interessados em desenvolver tecnologias para aplicações na saúde, agricultura e indústria. É também sua função monitorar as atividades civis no campo da energia nuclear, podendo ser solicitada pelos governos a verificar se os materiais nucleares sob salvaguarda estão, ou não, sendo direcionados para fins militares.<sup>14</sup>

*O presidente  
Juscelino  
Kubitschek  
recebe uma  
delegação  
da Agência  
Internacional  
de Energia  
Atômica. Rio  
de Janeiro,  
1959*



## A paz do medo

No paroxismo da Guerra Fria, a acirrada disputa entre as duas superpotências acelerou o processo de inovação tecnológica, especialmente as pesquisas nas áreas da física e engenharia nuclear, assim como no terreno das pesquisas espaciais, acumulando, cada uma, grande arsenal de armas nucleares, o que contribuiu para o temor de uma terceira guerra mundial. Era a chamada "paz do medo", sobre a qual repousava a existência de armamentos nucleares, mísseis e bombas. Durante os anos de 1950 e 1960, em particular, temeu-se o iminente enfrentamento entre os Estados Unidos e a União Soviética. O medo era compreensível, mesmo entre aqueles que não acreditavam que um dos dois lados fosse tomar a iniciativa de lançar a primeira bomba. Ambos os países usaram a ameaça nuclear para manter sua influência durante a Guerra Fria. A União Soviética controlava uma parte e sobre ela exercia forte influência: a zona ocupada pelo Exército Vermelho e outras Forças Armadas de países comunistas, mas não tentava ampliá-la com o uso de força militar. Os Estados Unidos controlavam o mundo capitalista, além do hemisfério norte e seus oceanos. Em troca, respeitavam as regiões de hegemonia comunista. A União Soviética aceitou, embora relutante, Berlim Ocidental como um enclave dentro de território alemão por ela dominado.<sup>15</sup>

Com a divisão do mundo estabelecida, as duas superpotências procuravam manter uma coexistência pacífica; cada uma confiava na moderação da outra. Ainda que fortemente armadas, as duas potências nunca usaram suas armas nucleares, e nunca uma declarou guerra à outra mesmo tendo se envolvido em diversos conflitos em defesa de seus interesses e da manutenção da hegemonia política: a guerra da Coreia (1950-1953), a crise dos mísseis (1961) e a guerra do Vietnã (1964-1975).

A corrida armamentista, ou o uso da energia nuclear para fins bélicos, e a disputa espacial envolveram não só as duas superpotências, mas também o Reino Unido, a França e, sucessivamente, outros países. Os programas espaciais, ao mesmo tempo em que investiam no aprimoramento da tecnologia de artefatos aeroespaciais, para lançamento de satélites e foguetes tripulados, competiam na construção de mísseis capazes de atingir qualquer alvo.

Um ano após a criação da AIEA a Inglaterra testou a bomba de hidrogênio. Em Roma, em 25 de março de 1957, a Alemanha Ocidental, França, Itália, Bélgica, Holanda e Luxemburgo assinaram o Tratado de Roma, que instituía a Comunidade Européia de Energia Atômica (Euratom) e a Comunidade Econômica Européia, já prevendo a criação do Mercado Comum Europeu, a partir de 1º de janeiro de 1958. A assinatura desse tratado é a consolidação de um processo que surge após a Segunda Guerra Mundial, que deixou a Europa destruída econômica e politicamente, e submetida às duas superpotências. Com a criação da Euratom, os países signatários do tratado tinham por objetivo a cooperação mútua no campo da energia nuclear e a criação de um mercado comum de equipamentos e materiais nucleares, bem como o estabelecimento de normas básicas de segurança e proteção de seus cidadãos. Os Estados Unidos ficaram receosos de perder

a hegemonia nessa região geopolítica, uma vez que a Euratom instituiu seu próprio sistema de salvaguardas para minimizar a interferência da AIEA na Europa.<sup>16</sup> Nos 15 anos depois da Segunda Guerra Mundial, o objetivo dos governos Truman e Eisenhower era, primeiramente, não aumentar o conhecimento dos físicos, mas aumentar a segurança física dos Estados Unidos.<sup>17</sup>

A física era a ciência de fronteira, mas começavam-se a romper os limites das disciplinas científicas, como demonstram as descobertas de novos materiais, tecnologias de comunicação e técnicas de medição e controle. Por sua vez, mesmo no protegido mundo dos laboratórios de universidades e centros de pesquisa, descobertas de partículas e construção de aceleradores, cada vez maiores e mais potentes, significavam maior compreensão das forças nucleares, possibilidades crescentes de retorno político-militar para os países promotores e expectativas favoráveis para os acionistas de empresas envolvidas diretamente com a aplicação da ciência. O desenvolvimento tecnológico foi acompanhado pelo uso, cada vez mais intenso, da energia nuclear e pelo interesse dos países da periferia da ciência ingressarem no restrito grupo dos países do centro produtor de conhecimentos e exportador de tecnologia. A pesquisa científica e tecnológica compreendia as áreas da física de reatores, visando a utilização de energia nuclear para geração de energia elétrica, propulsão de submarinos, aplicações industriais e nas áreas de agricultura e saúde. Os investimentos eram igualmente direcionados para projetos de pesquisa relacionados a todas as etapas do ciclo do combustível nuclear, a fim de aperfeiçoar processos, métodos e técnicas. Além do objetivo de aumentar a eficiência, visava-se otimizar o uso de recursos existentes na natureza.

Muito mais do que o fomento das atividades de pesquisa científica e tecnológica nesse campo do conhecimento para fins pacíficos, as comissões de energia atômica criadas nos países centrais regulamentavam e fiscalizavam seu uso para fins militares. Eram instrumentos da política nuclear dos Estados nacionais. Devido ao sigilo que envolvia os projetos desenvolvidos durante a Guerra Fria e os interesses comerciais e políticos, que levaram a ocultar da sociedade acontecimentos e problemas referentes ao uso da energia nuclear para fins bélicos ou pacíficos, é muito difícil determinar o número, a real extensão e as consequências dos acidentes e incidentes ocorridos em instalações nucleares civis e militares naquele período.

### **Em busca do equilíbrio**

Organizações regionais, tratados e acordos foram utilizados como estratégia para a coexistência pacífica nos longos e conturbados anos da Guerra Fria.<sup>18</sup> Na Conferência de Desarmamento de Genebra em 1965, nove anos após a criação da Agência Internacional de Energia Atômica, começaram as discussões entre a União Soviética e os Estados Unidos que resultariam no Tratado de Não-Proliferação Nuclear (TNP). As adesões vieram aos poucos e o TNP, que entrou em vigor em 1970, tem um complicado processo de ratificação. Na prática divide as nações em duas categorias: as potências nucleares e as potências não-nucleares. Potência nuclear seria todo país que tivesse

fabricado ou explodido a bomba ou outro artefato nuclear antes de 1º de janeiro de 1967. Desse modo, o TNP legitimou a posse de armas nucleares pelos Estados Unidos, União Soviética, Reino Unido, França e China. Os demais países signatários eram considerados potências não-nucleares, ficando proibidos de adquirir tecnologias sensíveis ou fabricar artefatos nucleares, ainda que para utilização pacífica. As atividades desses países estariam sujeitas ao sistema de salvaguardas da AIEA.<sup>19</sup> A rigor, o TNP foi o resultado de uma barganha diplomática: países abririam mão do acesso a armas nucleares em troca do desarmamento progressivo das grandes potências, o que, a longo prazo, levaria ao banimento dessas armas, como ocorreu com as armas bacteriológicas. Em troca, as potências não-nucleares seriam beneficiadas pela transferência de tecnologia nuclear para pesquisa e aplicações em benefício da sociedade. Isto não seria novidade, dado que justificou a criação da Agência Internacional de Energia Atômica.

Em plena ditadura militar, o Brasil não aderiu ao Tratado de Não-Proliferação por considerá-lo assimétrico, discriminatório e promovedor do desequilíbrio de poder, dividindo o mundo em países nucleares e não-nucleares. As pressões sobre o Brasil recomeçaram em 1975, com a assinatura do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha e quando a AIEA introduziu um novo conceito de salvaguardas no acordo tripartite que firmou com os dois países.<sup>20</sup> Entretanto, elas foram avivadas com os resultados positivos e a descoberta do desenvolvimento do programa paralelo da Marinha, em 1987, e conflitos entre o Brasil-AIEA eclodiram com o início dos testes das centrífugas brasileiras para enriquecimento de urânio, em 2004, mesmo com o país tendo se tornado signatário do TNP em 1998. Com o domínio do ciclo do combustível, o Brasil tornou-se capaz de enriquecer urânio para as usinas nucleares de Angra, mas também capacitou-se para produzir armamentos nucleares.

Até então, as relações entre o Brasil e a AIEA foram cordiais e caracterizadas pela intensa cooperação técnica. Tão logo a Agência foi criada, por exemplo, há registro fotográfico de uma delegação sendo recebida pelo então presidente da República, Juscelino Kubitschek, depois houve muitas parcerias intermediadas pela CNEN com a finalidade de desenvolver pesquisas nos campos da agricultura, saúde e segurança nuclear. O primeiro acordo de salvaguardas assinado entre o Brasil e a AIEA data de 1967,<sup>21</sup> com intermediação dos Estados Unidos, e foi emendado em 1972.<sup>22</sup> A Agência Internacional de Energia Atômica também endossou o Tratado de Tlatelolco de 1967, cujo início coincide com o movimento liderado pelo Brasil na ONU para criar uma zona livre de armas nucleares na América Latina após a crise dos mísseis de Cuba. Dessa maneira, as raízes das desconfianças da AIEA coincidem com o evidente distanciamento do Brasil em relação aos Estados Unidos na área nuclear, em 1975. As tentativas anteriores de busca de autonomia da tecnologia nuclear não chegaram a configurar uma ameaça aos interesses americanos, até porque todos os passos eram monitorados pela Atomic Energy Commission, que arrendava e fiscalizava diretamente o uso de urânio enriquecido nos reatores instalados no Brasil.

As razões que levaram o Brasil a não assinar o TNP no início dos anos de 1970 são obscuras, ainda que no discurso vários motivos tenham sido arrolados. Há que se ter em conta as mudanças

O acordo e o protocolo complementares que acabam de ser assinados em Bonn são de grande importância para o desenvolvimento tecnológico e industrial do Brasil.

Eles nos dão a possibilidade de, em futuro próximo, utilizar a energia nuclear nas suas múltiplas aplicações de natureza pacífica, em larga escala e em condições econômicas e, assim, influir, decisivamente, para o progresso nacional que todos desejamos.

Brasília, 30 de junho de 75

Ernesto Geisel

Declaração do presidente da República, Ernesto Geisel, reafirmando as finalidades do Protocolo de Bonn e do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha. 1975

no modelo político brasileiro durante o governo Costa e Silva, as novas estratégias de desenvolvimento econômico e de política exterior. Iniciavam-se, naquele período, investimentos na pesquisa tecnológica em consonância com o 1º Plano Nacional de Desenvolvimento. Na primeira reunião com seus ministros, Costa e Silva afirmou que na disputa internacional estava presente "uma nova e mais perigosa modalidade de subdesenvolvimento, que seria o subdesenvolvimento científico e tecnológico". E o Itamaraty reforçou: "Cairemos insensivelmente sob uma espécie de colonato nuclear".<sup>23</sup>

Se, por um lado, o Brasil não aderiu ao TNP, por outro, estreitou seus laços com a França e, em particular, com a República Federal da Alemanha com vista à autonomia na área nuclear, aliança concretizada com a assinatura do Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica Brasil-Alemanha, em 1969, e seus desdobramentos.

A rejeição ao TNP poderia ser considerada uma aparente contradição da política externa brasileira, uma vez que o Brasil havia aderido e ratificado o Tratado de Tlatelolco, respectivamente em 1967 e 1968. Este proíbe e previne, na região da América Latina e do Caribe, os testes, a posse, a produção ou manufatura, o uso ou aquisição de armas nucleares. Com a adesão de Cuba, em 2002, a América Latina e o Caribe tornaram-se a primeira "Zona Livre de Armas Nucleares", e o Tratado de Tlatelolco passou a ser considerado modelo para o estabelecimento de tais zonas. Em



1991, o Brasil e a Argentina assinaram e ratificaram um acordo bilateral de cooperação, incluindo 17 áreas de cooperação no campo da energia nuclear. Logo em seguida, em 1992, foi criada a Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Material Nuclear (ABACC), com sede no Rio de Janeiro, e que possui acordo de salvaguardas com a AIEA. Visa consolidar a política de não-proliferação de armas nucleares, nos dois países, por meio da criação do Sistema Comum de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares.

Evidentemente, os acordos bilaterais firmados anteriormente entre o Brasil e a Argentina<sup>24</sup> – Acordo Brasil-Argentina de Cooperação para o Desenvolvimento e a Aplicação dos Usos Pacíficos da Energia Nuclear (1980) e o Acordo Brasil-Argentina para Uso Exclusivamente Pacífico da Energia Nuclear (1991) – estão relacionados às tensões entre o Brasil e a AIEA fomentadas pelo Acordo Nuclear Brasil-Alemanha (1975), que previa a transferência de tecnologia alemã para o enriquecimento isotópico de urânio e o reprocessamento de combustível nuclear. A despeito das desconfianças recíprocas entre os dois países no campo da energia nuclear, que estavam envoltas na rivalidade pela hegemonia na América do Sul e pelos respectivos programas

*Declaração conjunta para aplicação de salvaguardas entre o Brasil e os Estados Unidos sendo assinada pelo presidente da CNEN, general Uriel da Costa Ribeiro. Rio de Janeiro, 1967*

militares secretos, a aliança resultou do processo de redemocratização nos dois países e tinha por objetivo declarado mostrar ao mundo que nenhum dos dois países queria produzir armas nucleares. Na realidade, formaram um sólido bloco para o apoio mútuo contra as pressões dos mais fortes, porque ambos não eram signatários do TNP.

Contornados diplomaticamente os receios de uma corrida armamentista ao sul do equador, os atritos entre o Brasil e a Agência Internacional de Energia Atômica também cessaram com a assinatura de salvaguardas com a ABACC e a própria AIEA, para a produção industrial de urânio enriquecido na Fábrica de Combustível Nuclear da Indústria Nucleares do Brasil (INB Resende), em 2006. É nesse contexto, da história da política, da ciência e das relações internacionais, que se insere a breve história da energia nuclear no Brasil que se apresenta nos próximos capítulos.

## Notas

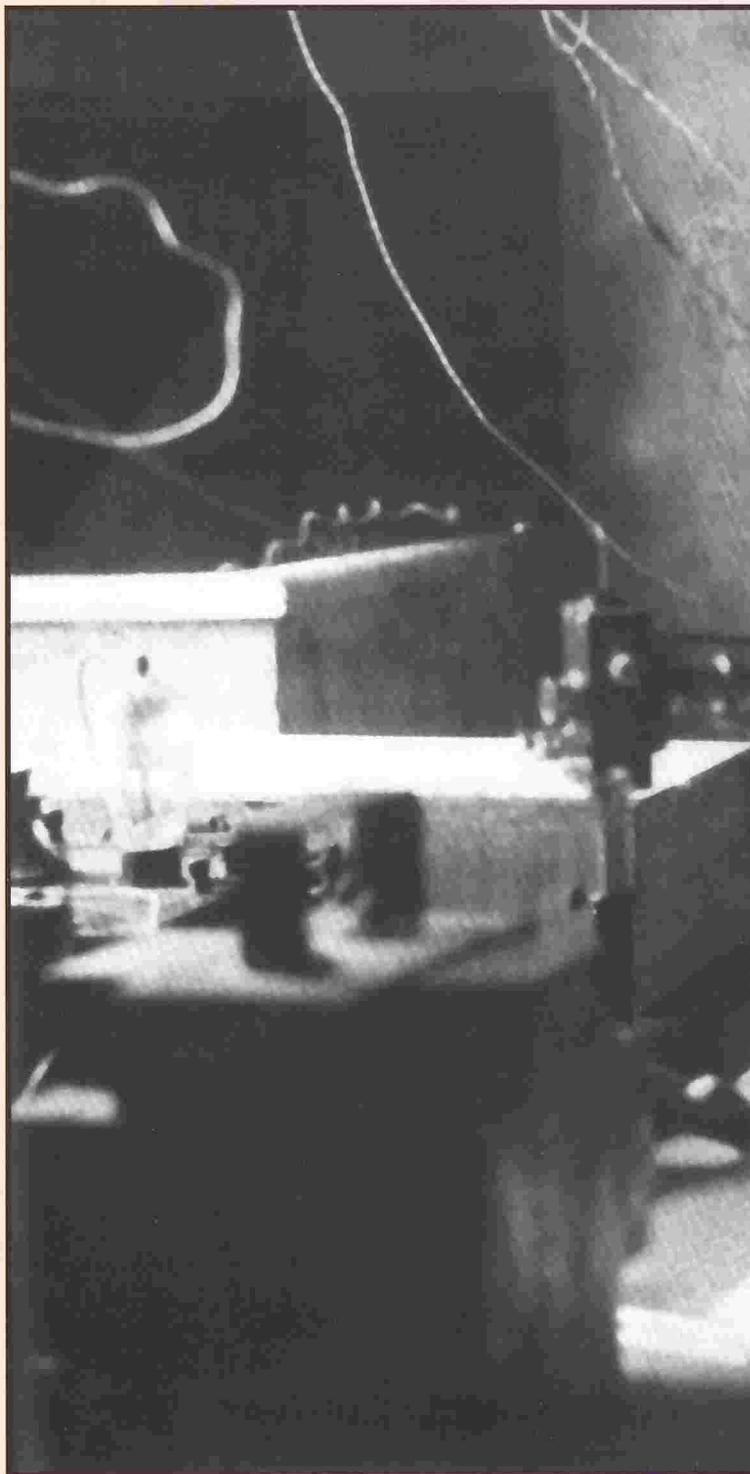
- 1 BRASIL. Decreto-Lei n. 4.323, de 21 de maio de 1942. O tório tem muitas aplicações industriais, por aumentar a resistência ao calor em objetos de cerâmica e a refração de vidros para lentes de câmaras e binóculos.
- 2 Ver: GUILHERME, 1957, p. 33-46; 86-98; FISCHER, 1997, p. 19-23; ANDRADE, 1999, p. 48-49.
- 3 Biografia. Almirante Álvaro Alberto. 00014-AA/DPT/014 (Arquivo Álvaro Alberto).
- 4 Durante o ano de 1946 foram realizadas 82 sessões e, em 1947, 123 sessões. Os trabalhos da CEA-ONU foram interrompidos em maio de 1948. Álvaro Alberto participou de todas as sessões desse período e presidiu a Comissão por dois meses alternados.
- 5 Citado por Renato Archer em TARANTO, [1997].
- 6 Ao que parece, a Comissão de Fiscalização de Minerais Estratégicos também era conhecida por Comissão de Estudos e Fiscalização de Materiais Estratégicos.
- 7 Marcello Damy de Souza Santos foi presidente da Comissão Nacional de Energia Nuclear entre fevereiro de 1961 e abril de 1964.
- 8 Ver: GOLDSCHMIDT, 1980, p. 96-99.
- 9 Ver: DONG-Won, 2006, p. 266 e 272, 267-269. Nestas últimas páginas, encontram-se imagens da destruição das máquinas por soldados americanos. Ver também: GOLDSCHMIDT, 1980, op. cit., p. 96-99.
- 10 Cf. ANDRADE, 1999, p. 48.
- 11 Cf. GUILHERME, 1957, op. cit., p. 52.
- 12 Cesar Lattes precisou ter autorização da AEC para trabalhar no Radiation Laboratory of Berkeley em 1948, e o trabalho realizado com Gardner só foi publicação depois de passar pelo crivo dessa comissão. Cf. ANDRADE, 1999, op. cit., p. 46-48, 51.
- 13 MARZO; ALMEIDA, 2006, p. 33.
- 14 O acordo AIEA-ONU está disponível em: <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/infcirc11.pdf>. Acesso em: 05/10/2006.
- 15 HOBBSAWN, 1995, p. 224-225.
- 16 idem. p. 236-238.
- 17 FORMAN, 1996, p. 261.
- 18 Sobre os tratados, ver: MARZO; ALMEIDA, 2006, op. cit., p. 59-124. Para uma análise da conjuntura, ver: HOBBSAWN, 1995, op. cit., p. 223-281.
- 19 Para mais informações, ver: MARZO; ALMEIDA, 2006, op. cit., p. 84-90.
- 20 idem. p. 198-199.
- 21 BRASIL. Decreto Legislativo n. 44, de 1968: aprova o texto do Acordo para Aplicação de Salvaguardas, assinado em Viena, a 10 de maio de 1967, entre a República Federativa do Brasil, os Estados Unidos da América e a Agência Internacional de Energia Atômica.
- 22 idem. Decreto n. 71.207, de 5 de outubro de 1972: promulga o Acordo de Cooperação Relativo aos Usos Civis na Energia Atômica entre o Brasil e os Estados Unidos da América e a Emenda ao Acordo entre a Agência Internacional de Energia Atômica, o Governo da República Federal do Brasil e o Governo dos Estados Unidos da América para a Aplicação de Salvaguardas.
- 23 VEJA, 1972. Acesso em 30/09/2006.
- 24 Para uma visão mais abrangente e atual dos acordos bilaterais Brasil/ Argentina, ver: MARZO; ALMEIDA, 2006, op. cit., p. 199-206.

## Enrico Fermi (1901-1954)

Enrico Fermi, físico italiano, passou para a história da ciência por suas contribuições para o desenvolvimento da física nuclear teórica e aplicada, no século XX. A primeira, considerada decisiva para o desenvolvimento da mecânica quântica, foi sua teoria estatística sobre o comportamento dos elétrons. Entretanto, outro trabalho não menos importante, e que lhe rendeu o Prêmio Nobel de Física em 1938, mostrou que o bombardeamento do núcleo atômico por nêutrons induz à fissão do mesmo gerando novos elementos, e também que nêutrons lentos têm maior probabilidade de atingir o núcleo que é bombardeado.

Nesse mesmo ano, Fermi refugia-se do regime fascista de Benito Mussolini nos Estados Unidos. Lá, professor na Universidade de Colúmbia e na Universidade de Chicago, contribuiu para a história da energia nuclear, liderando a construção do primeiro reator nuclear (o Chicago Pile-1), no qual foi produzida a primeira reação em cadeia controlada, em 1942. Fermi, que também produziu plutônio pela primeira vez em quantidades significativas, participou dos experimentos de teste da primeira bomba nuclear, no deserto de Alamogordo, estado do Novo México.

Em homenagem à sua contribuição para a ciência, Fermi tem seu nome associado ao Fermilab, onde se encontra um grande e potente acelerador de partículas; ao elemento atômico de número 100 (férmio) e à partícula subatômica (férmion).



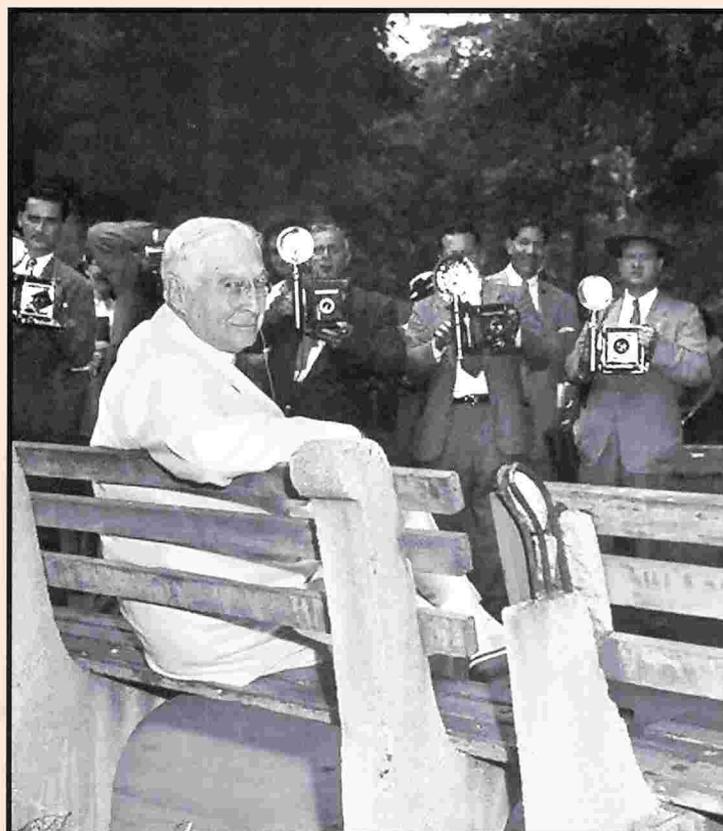


## Bernard Baruch

(1870-1965)

Bernard Mannes Baruch, empresário americano da área financeira e grande investidor no mercado acionário internacional, atuou como conselheiro para assuntos econômicos de vários presidentes dos Estados Unidos. Durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), foi nomeado pelo presidente Woodrow Wilson para integrar a comissão consultiva do Conselho Nacional de Defesa e, com o tempo, mobilizou a indústria americana como presidente do Comitê das Indústrias de Guerra. No pós-guerra, acompanhou o presidente Wilson à Conferência de Versaillies, em Paris, como consultor nas negociações dos acordos de paz.

Baruch também desempenhou papéis importantes nas administrações dos presidentes Warren Harding e Herbert Hoover, e integrou o grupo que elaborou o *New Deal*, durante o governo de Franklin Roosevelt. Com a proximidade da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), Baruch propôs uma série de medidas econômicas, incluindo um programa para produção de borracha sintética e investimentos nas Forças Armadas. Depois, o presidente Harry Truman o nomeou para a Comissão de Energia Atômica das Nações Unidas, em que formulou planos para o controle internacional do uso da energia



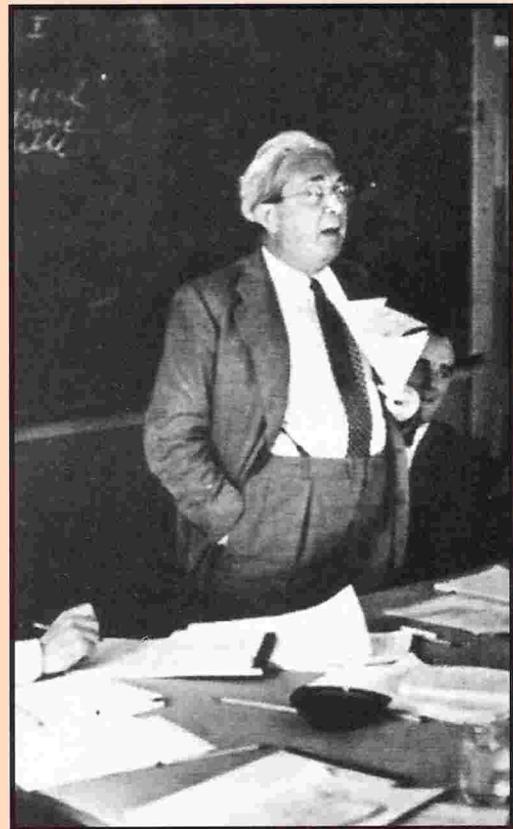
nuclear. Ele teria sido o primeiro a usar o termo Guerra Fria, em referência ao conflito entre os Estados Unidos e a União Soviética.

Durante a Guerra da Coreia (1950-1953), sugeriu ao presidente dos Estados Unidos a expansão do programa de rádio Voz da América, para conter a propaganda soviética.

## Leo Szilard (1898-1964)

Leo Szilard, físico nuclear húngaro naturalizado americano, notabilizou-se por seus trabalhos sobre fissão nuclear. Depois de estudar engenharia na Universidade Técnica de Budapeste e física na Universidade de Berlim, deixou a Alemanha em 1933, para fugir do nazismo. Começou a trabalhar em física nuclear na Inglaterra e, em 1938, como pesquisador na Universidade de Colúmbia nos Estados Unidos, descobriu que a fissão nuclear podia se auto-sustentar devido à reação em cadeia.

No ano seguinte, a conversa de Leo Szilard e seu conterrâneo Edward Teller com Albert Einstein, a respeito de como evitar o desenvolvimento da bomba alemã, resultou na carta conhecida como Einstein-Szilard, que foi enviada ao presidente F. Roosevelt. Na Universidade de Chicago, com o italiano Enrico Fermi, participou do experimento no reator (Chicago Pile-1) em que foi controlada a primeira reação nuclear em cadeia, em 1942. Contribuiu para o desenvolvimento da primeira bomba atômica, mas participou ativamente do grupo de cientistas que se opôs ao seu lançamento sobre Hiroshima e Nagasaki. Depois, defendeu a necessidade de acordos ou de uma agência internacional para evitar o uso de armas nucleares. Assim, em 1946,



abandonou as pesquisas em física nuclear e foi lecionar biofísica na Universidade de Chicago, redimindo-se consigo mesmo. Tornou-se pacifista, protestou contra a bomba de hidrogênio e fundou um conselho para a abolição da guerra. Recebeu o Atoms for Peace Award, concedido pela Ford Motor Company (1959).

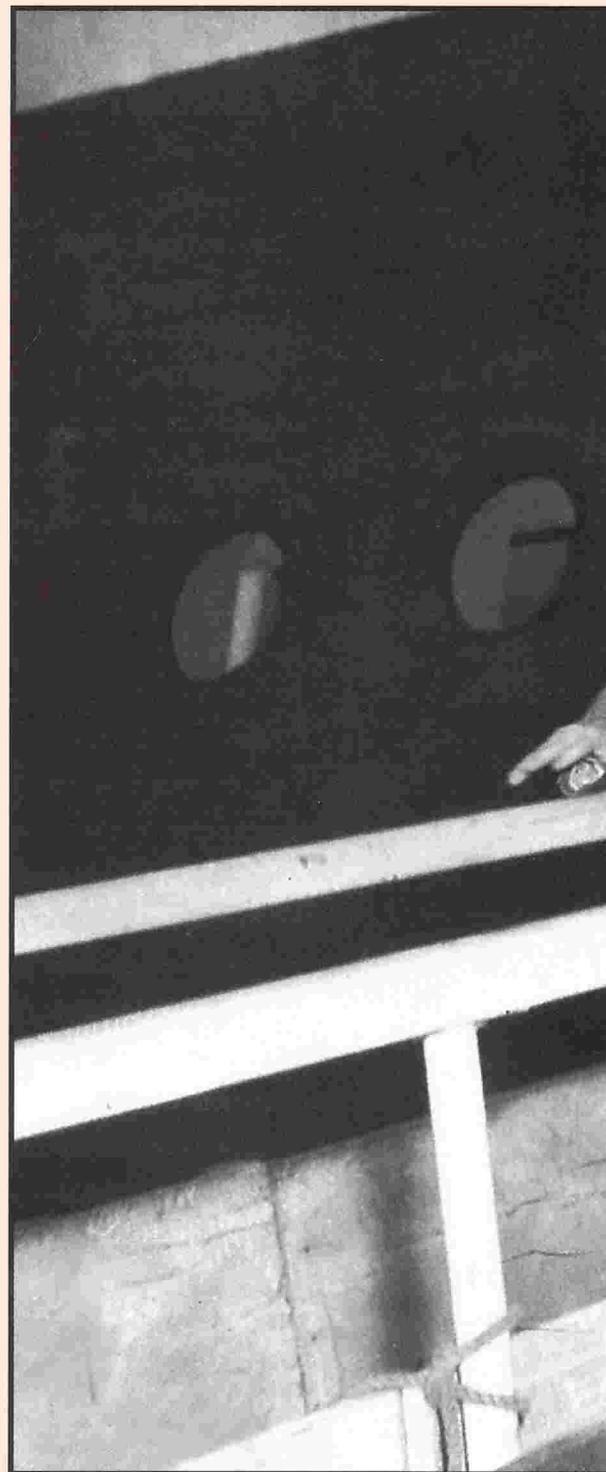
## Álvaro Alberto da Motta e Silva (1889-1976)

Álvaro Alberto nasceu no Rio de Janeiro, cursou a Escola Naval, diplomou-se engenheiro-geógrafo pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro e completou sua formação na École Centrale Technique, em Bruxelas.

Tornou-se professor de química na Escola Naval, em 1916, da qual foi catedrático de pólvora e explosivos, e de química e noções de metalurgia, enquanto fazia experimentos em laboratório sobre explosivos. Sempre muito atualizado, introduziu no currículo da Escola Naval um tópico sobre física nuclear e suas aplicações em 1939. Depois de inventar o explosivo super-rupturita para uso militar, tornou-se empresário. Fundou a F. Venâncio & Cia., sucedida pela Sociedade Brasileira de Explosivos Rupturita S.A. Os principais clientes de suas empresas produtoras de pólvora, super-rupturita e nitroglicerina foram a Marinha e, eventualmente, o Exército.

Álvaro Alberto foi presidente da Sociedade Brasileira de Química, representante no Brasil da Union Internationale de la Chimie Pure et Appliquée e atuante membro da Academia Brasileira de Ciências, ocupando por dois períodos o cargo de presidente. Destacou-se na Comissão de Energia Atômica da ONU pela defesa dos minerais radioativos. Respeitado nos meios militar e acadêmico, participou ativamente da fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas do qual foi vice-presidente, e despendeu muitos esforços para a criação do Conselho Nacional de Pesquisa, o CNPq, tendo sido seu primeiro presidente. Foi um incansável batalhador pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia nuclear no Brasil.

Depois de deixar a presidência do CNPq, dedicou-se às atividades da Liga de Defesa Nacional e de sua empresa. É autor de *À margem da ciência*, coleção de estudos e conferências sobre a história e filosofia da ciência publicada em quatro volumes, em 1960. Em homenagem ao seu histórico empenho pela produção de energia nuclear tornou-se professor *honoris causa* da Universidade do Brasil e a Central Nuclear de Angra dos Reis leva o seu nome.





## Acidentes na disputa

### Kishtim

No local em que nasceu o programa nuclear da União Soviética ocorreu um sério acidente, do qual o mundo só tomou conhecimento decorridos trinta anos. Durante o frenético processo de desenvolvimento de armas nucleares na Guerra Fria, os sucessivos acidentes no Mayak Chemical Combine fizeram com que a região situada entre as pequenas cidades russas de Kishtim e Kasli apresentasse altos níveis de radiação ambiente.

Contaminou-se o extenso rio Techa, o lago Karachay, grandes extensões de solo e a população. Quando a radiação foi detectada até em águas do Oceano Ártico, ao norte da Rússia, construiu-se uma instalação para armazenamento de rejeito radioativo. Consistia de um conjunto de tanques subterrâneos de aço e paredes de concreto, com a finalidade de resfriar o material e reduzir os níveis de radioatividade antes da extração do plutônio e urânio.

Em 29 de setembro de 1957, uma falha no sistema de refrigeração de um dos tanques causou uma explosão. As paredes de concreto, com 2,5 m de espessura, foram lançadas a mais de 30 metros de distância. Vinte milhões de curies de radiação foram liberados na atmosfera. A maior parte da radiação ficou concentrada na vizinhança do complexo nuclear militar, mas 2 milhões de curies formaram uma grande nuvem que atingiu até a distante província de Chelyabinsk. Contaminaram-se cerca de 270 mil pessoas, em uma área de 23.000 km<sup>2</sup>. Mais de sete mil pessoas foram evacuadas e, em alguns

casos, apenas 18 meses após o acidente. Não se sabe ao certo quantas pessoas morreram, devido a registros médicos imprecisos. A explosão contaminou a água que abastecia a região, expondo mais de 500 mil habitantes à radiação.

O governo dos Estados Unidos soube do acidente, mas manteve silêncio para evitar manifestações públicas contra a indústria nuclear. Só em 1977 o acidente foi revelado aos americanos e o governo russo só o admitiu em 1992. Segundo a Escala Internacional de Eventos Nucleares da AIEA, o evento é classificado de acidente sério, nível 6, na escala de 0 a 7.

### Reator de Windscale

Durante a Guerra Fria, a Inglaterra construiu rapidamente dois reatores para obter plutônio para fabricação da bomba. Os reatores de urânio natural, moderados a grafite e refrigerados a ar, ficaram conhecidos por Windscale Pile 1 e Pile 2 e eram potencialmente perigosos. Reatores como os de Windscale fazem a grafite acumular energia por irradiação e, para descarregá-la, eles precisam ser aquecidos em intervalos regulares, cujo tempo não pode ser ultrapassado.

No dia 12 de outubro de 1957, por engano, os operadores do Windscale Pile 1 ultrapassaram o tempo regular e a energia da grafite superaqueceu o reator. Um defeito nos sensores de temperatura indicou que o reator estava esfriando quando, na realidade, estava aquecendo. O equívoco provocou o aumento exagerado da temperatura, levando à combustão da grafite e a um incêndio de grandes proporções que durou

Escala  
Internacional  
de Eventos  
Nucleares  
da AIEA

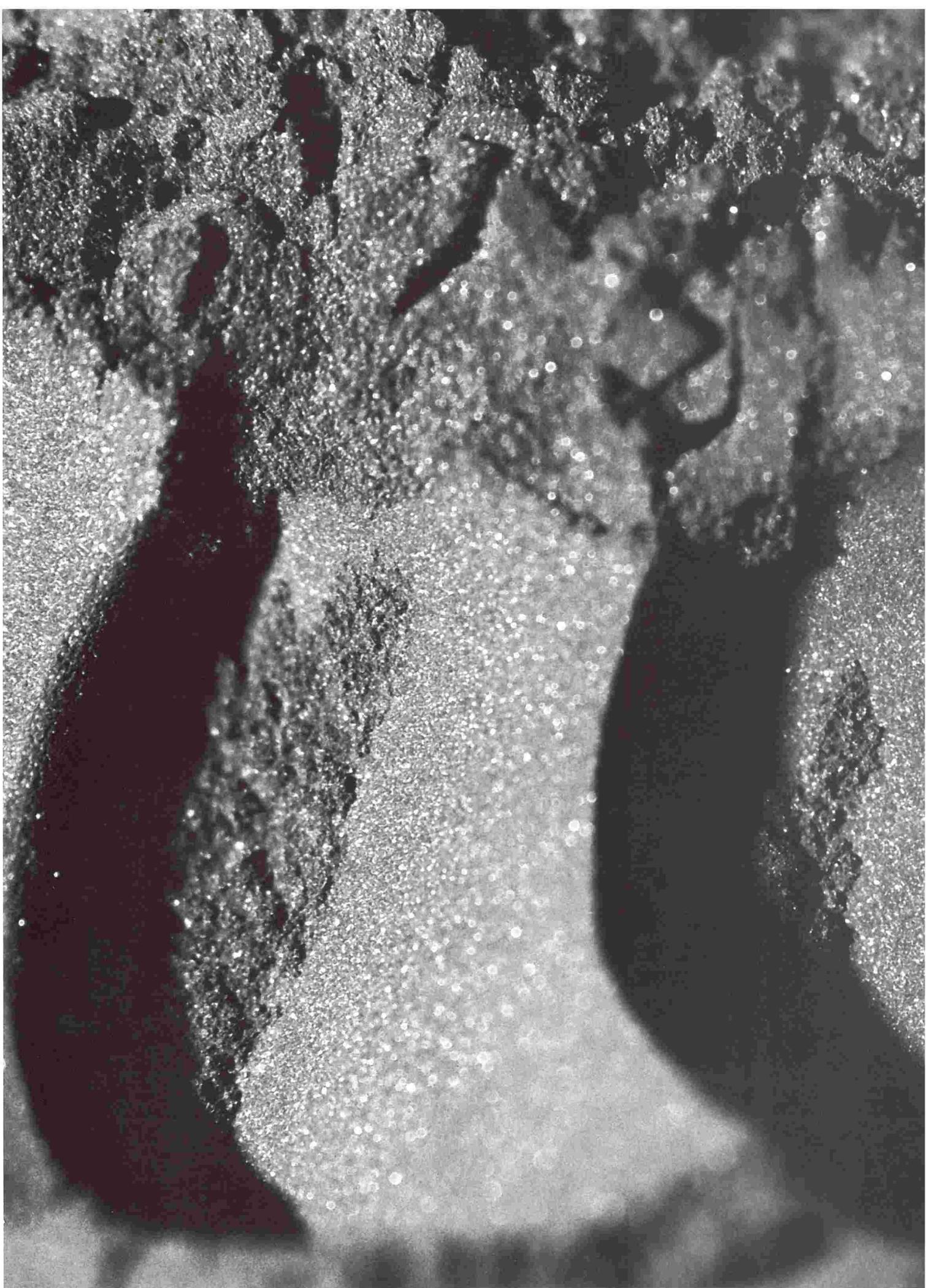


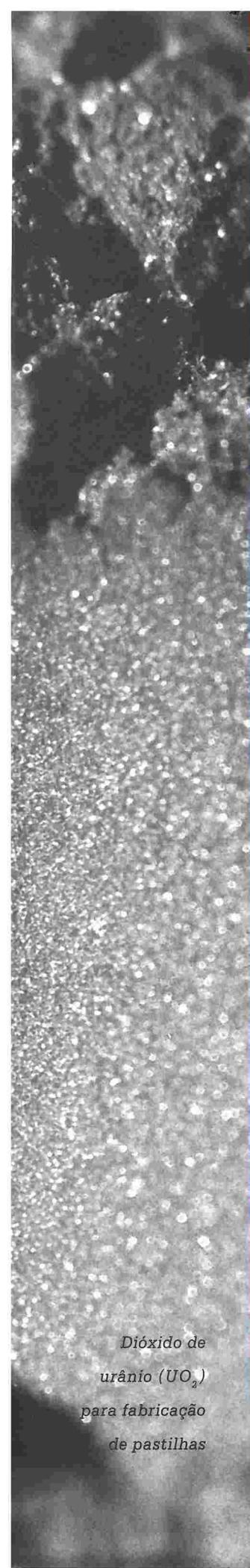
quatro dias. A maior parte do núcleo do reator derreteu, liberando gases radioativos por toda a área vizinha do complexo industrial militar.

Os filtros de exaustão das chaminés de 125 metros de altura – instalados por insistência do renomado físico John Cockroft e, por este motivo, ironizado pelos engenheiros do projeto – impediram um acidente de maior dimensão. A radiação atingiu uma área de 500 km<sup>2</sup>, sem provocar mortes imediatas, mas a distribuição

de leite foi proibida dada a alta concentração do radioisótopo I-131.

Durante vários anos, os reatores 1 e 2 do complexo nuclear de Windscale permaneceram desligados. Entre 1990 e 1999 foram realizados os trabalhos de descomissionamento da instalação nuclear. Este acidente, considerado o pior já ocorrido antes de Chernobyl e classificado no nível 5 pela AIEA, foi responsabilizado, anos depois, por inúmeras mortes de câncer na região.





*Dióxido de  
urânio ( $UO_2$ )  
para fabricação  
de pastilhas*

## 2 O Brasil na era atômica

**A** luta pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia no Brasil é antiga, e as reivindicações de cientistas, intelectuais, professores de ciências, inclusive de escolas militares, tiveram pouca repercussão na sociedade antes do término da Segunda Guerra Mundial. Até então, as tentativas para organizar comissões ou conselhos de ciências haviam malogrado. Muitos esforços também foram despendidos para produzir ciência na universidade, montar laboratórios e adquirir instrumentos e equipamentos científicos. Poucas iniciativas foram exitosas, outras não passaram de ações isoladas, ou em descompasso com a realidade política, e ainda houve aquelas que, embora articuladas em diversos patamares da esfera política, tiveram de esperar por momentos mais propícios para terem alguma chance de sucesso. A tendência social para constituir, organizar e criar instâncias superiores representativas da ciência e da tecnologia no Brasil – em que pesquisadores reconhecidos de diferentes áreas se aglutinam em torno dos mesmos ideais, tradições e propósitos – consubstanciou-se no século XX. Professores de ciências do ensino superior e os poucos cientistas da época criaram, em 1916, a Sociedade Brasileira de Ciências, a primeira tentativa de aglutinação bem-sucedida e que, cinco anos depois, foi rebatizada de Academia Brasileira de Ciências. Durante mais de três décadas, a Academia Brasileira de Ciências foi um espaço para o debate e o único fórum de reivindicação dos cientistas.<sup>1</sup>

A primeira grande mobilização dos associados da Academia Brasileira de Ciências em torno da criação de um conselho de ciências ocorreu durante o Estado Novo. Como estava em curso um processo de reorganização administrativa do Estado sob a forma de conselhos superiores, avaliou-se que a conjuntura era favorável ao encaminhamento de proposta para criação de um conselho de ciências para organizar e financiar a investigação científica no Brasil. Mas o memorial entregue a Getúlio Vargas com essa finalidade, em 1936, não teve repercussão no Executivo. Na esfera político-administrativa também prevalecia a visão utilitarista da ciência e preocupações de curto prazo. Havia um certo consenso entre os gestores da política econômica que, em vez de investir na ciência para auferir resultados num futuro indeterminado, o país poderia obter vantagens comparativas por meio da importação de tecnologia para atender às demandas imediatas do setor industrial, bem como para aprimorar o modelo agroexportador no qual se baseava a economia.

A segunda tentativa frustrada para criar um conselho de pesquisas ocorreu por falta do apoio necessário do Poder Legislativo. A proposição foi encaminhada, naquele mesmo ano, pelo próprio presidente da República e destinava-se à criação de um conselho de pesquisas experimentais na área das ciências agrárias. Apesar das conclusões e recomendações dos participantes do concorrido Congresso Agrônômico realizado no Rio de Janeiro, não houve receptividade da proposta entre os deputados federais. Nem a notícia, ou o exemplo, de que o aumento vertiginoso da produção agrícola nos Estados Unidos decorreu de pesquisas científicas para melhoria de variedades de espécies contribuiu para reformular as opiniões da maioria dos membros do Congresso Nacional ou para sensibilizar os representantes das oligarquias rurais a respeito da importância da aplicação da genética à agricultura.



*O incansável  
almirante*

*Álvaro Alberto  
na luta pela  
transferência  
de tecnologia  
nuclear para  
o Brasil*

### **Ciência e energia nuclear**

A criação de uma comissão de energia atômica no Brasil entrou na agenda política dez anos mais tarde, por iniciativa de diplomatas e militares. Era véspera da viagem do então capitão-de-mar-e-guerra Álvaro Alberto da Motta e Silva para os Estados Unidos, a fim de participar da Comissão de Energia Atômica da ONU. A redação da proposta foi delegada a uma comissão dos chamados homens de ciência, sob a coordenação de Álvaro Alberto: o diretor do Departamento Nacional de Produção Mineral, J. A. Alves de Souza, e os professores José Carneiro Felipe e Joaquim da Costa Ribeiro, do Rio de Janeiro, e Luiz Cintra do Prado, da Escola Politécnica de São Paulo.<sup>2</sup>

Não faltaram à proposta argumentos e justificativas bem fundamentadas, como a necessidade de proteger as reservas de minerais radioativos<sup>3</sup> e os exemplos dos países em que havia comissão nacional de energia nuclear ou em que estavam sendo organizadas. Na França, por exemplo, o Commissariat à l'Énergie Atomique existia desde 1945, quando se iniciou o processo de criação da Atomic Energy Commission encerrado em julho de 1946. Mas, no Brasil, o assunto nem chegou a ser discutido no Congresso, possivelmente pelas seguintes razões: o caráter restrito da proposta, a conjuntura política caracterizada pela transição do Estado Novo para a democracia e os trabalhos da Constituinte de 1946. No Ministério das Relações Exteriores a articulação da comissão de energia atômica brasileira não resistiu nem mesmo à troca do chanceler João Neves da Fontoura por Raul Fernandes: o assunto saiu de pauta.<sup>4</sup>

Se a iniciativa de 1946 fracassou, Álvaro Alberto ganhou força, o título de contra-almirante e novos aliados para enfrentar o jogo da política, após sua atuação na Comissão de Energia Atômica da ONU. O embaixador João Carlos Muniz – chefe da delegação brasileira em 1947 – foi um deles, ao deixar explícito para o ministro das Relações Exteriores a sua preocupação com a tentativa de regulamentação internacional da utilização da energia nuclear para qualquer fim, como forma de controle da corrida armamentista, e enfatizar que Álvaro Alberto era um "técnico competente" e o único que defendeu os interesses dos países exportadores de minerais. O embaixador alertou o ministro que a proteção para o Brasil consistia na organização da pesquisa, na formação de técnicos no exterior e na intensificação da prospecção dos minérios radioativos.<sup>5</sup>

O debate em defesa da criação de um conselho de pesquisas ressurgiu em 1948. Nas reuniões da Academia Brasileira de Ciências o assunto volta à tona e há comentários de José Reis, Carlos Chagas Filho, Arthur Moses e outros. No ano de 1948, ampliou-se a mobilização de professores e de cientistas, bem como em setores das Forças Armadas. Uma delegação brasileira<sup>6</sup> participou da Conferência dos Peritos Científicos da América Latina promovida pela Unesco em Montevideu; por força da atuação de biólogos que reivindicavam a autonomia dos institutos de pesquisa do governo do estado de São Paulo, foi criada a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC); militares organizaram a Escola Superior de Guerra (ESG); e teve início a tramitação do Projeto de Lei n. 164/48, para a criação de um conselho de pesquisas, na Câmara dos Deputados, encaminhado pela bancada paulista. Além disso, comemorava-se o sucesso do jovem físico brasileiro Cesar Lattes, que detectou a produção artificial do méson- $\pi$  (múon) no ciclotron de 380 MeV do Radiation Laboratory de Berkeley (EUA).

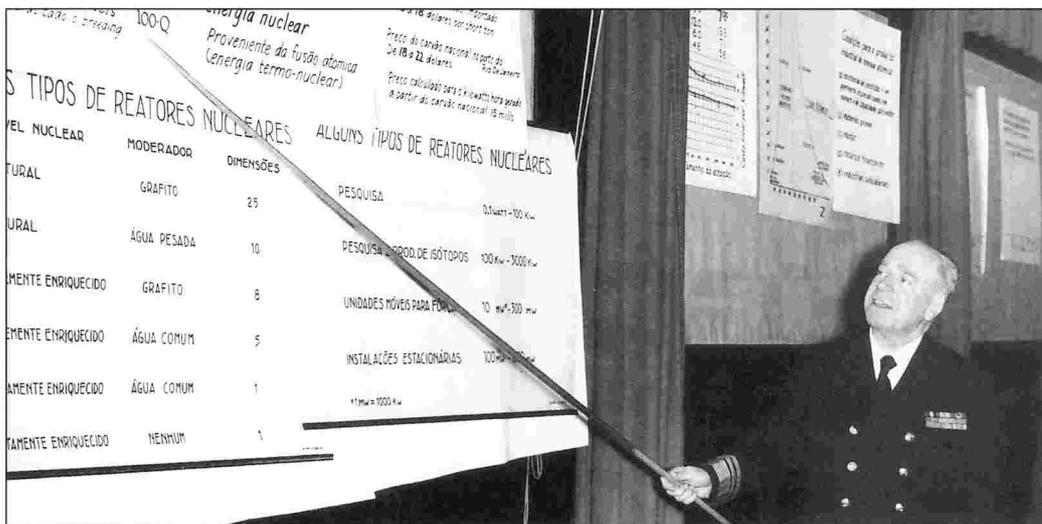


*O presidente Dutra convocou Álvaro Alberto ao Palácio do Catete para tratar do anteprojeto de criação do CNPq. Rio de Janeiro, 1949*

De volta ao Brasil naquele ano, Álvaro Alberto soube tirar proveito da situação e fazer novas alianças. Primeiro, encontrou-se com o ministro da Marinha Sylvio Noronha e fez uma exposição detalhada da Comissão de Energia Atômica da ONU. Em seguida, os dois tiveram uma audiência com o presidente da República, general Eurico Gaspar Dutra, e Álvaro Alberto apresentou um documento em que enfatizava as dificuldades enfrentadas pela delegação brasileira na ONU, salientando: “(...) o Brasil era o único que não dispunha de órgãos necessários para se colocar em idêntico nível de progresso cultural e econômico à altura dos países civilizados”.<sup>7</sup> Depois disso, o general Dutra conversou sobre o assunto com o diretor do Departamento Administrativo do Serviço Público (Dasp), Mário Bittencourt Sampaio, e com o presidente do Conselho Nacional de Colonização e Imigração, Jorge Latour. Decidido a apoiar a criação de um conselho único voltado para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia nuclear, o presidente Dutra convocou Álvaro Alberto ao Palácio do Catete para lhe apresentar uma lista de nomes para compor a comissão encarregada de elaborar o anteprojeto de criação do Conselho Nacional de Pesquisa.

Sob a presidência de Álvaro Alberto, a comissão congregava representantes do Estado-Maior das Forças Armadas, da administração pública, do setor industrial e do meio acadêmico, como Cesar Lattes, Luiz Cintra do Prado e Marcello Damy de Souza Santos. Desse modo, a comissão de notáveis de 1949 reunia representantes de grupos profissionais distintos com interesses convergentes: o desenvolvimento da ciência e a produção de energia nuclear. A arregimentação de forças coincidiu com a efervescência do pensamento industrializante, que nem mesmo o liberalismo econômico inicial do governo Dutra conseguiu imobilizar. As possibilidades de aplicação da ciência interessavam aos *desenvolvimentistas* do setor privado e do setor público de ambos os matizes, nacionalistas e não-nacionalistas. Em suma, a energia nuclear atraía os militares por razões de segurança nacional; industriais e técnicos do governo queriam construir usinas nucleares para solucionar o problema de racionamento de energia elétrica provocado pela Light<sup>8</sup> e, assim, poder atender à demanda necessária à expansão do setor produtivo na região do vale do Paraíba; e os cientistas, afora o interesse de grupos do Departamento de Física da Universidade de São Paulo e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) na física nuclear, aproveitavam a articulação para assegurar futuros recursos para projetos de pesquisa em outras áreas do conhecimento. O sucesso da criação do CBPF – com base na aliança entre cientistas, militares e industriais para sustentar uma instituição privada<sup>9</sup> – sinalizava que os trabalhos da comissão eram promissores ou que seria possível concretizar a fusão das duas últimas propostas. Isto é, agregar em uma única instituição de fomento as finalidades daquela comissão de energia atômica idealizada em 1946, por militares e diplomatas, e do Conselho Nacional de Pesquisa em tramitação na Câmara dos Deputados, mas que era sonhado na Academia Brasileira de Ciências desde 1936.

O anteprojeto de lei que estava sendo elaborado pela comissão dos notáveis aniquilou o Projeto de Lei n.164/48 apresentado pela bancada paulista, que se limitava ao fomento da



O almirante Álvaro Alberto discorre sobre o seu tema preferido. Rio de Janeiro, década de 1940

matemática, física, química, geologia e biologia e não garantia a participação de militares na formulação da política e controle da produção de energia nuclear. Apesar da representatividade político-partidária de seus negociadores na Câmara e das possibilidades de ser aprovado, o projeto não atendia às expectativas. Isto é, não correspondia aos anseios daqueles que defendiam o desenvolvimento de todas as áreas do conhecimento como forma de superar o atraso do país e que foram somados aos ímpetus oníricos dos que tinham força política para sobrepor a esse interesse o ideal de garantir a segurança nacional por meio do emprego da energia nuclear. E Álvaro Alberto foi claro:

Toda vez que um assunto tangencie o interesse de defesa nacional, não queremos publicidade. Quando o assunto tocar de perto o interesse nacional os pesquisadores não terão pressa em publicar seu resultado. Há necessidade de sigilo nas sessões.<sup>10</sup>

Não houve consenso nos debates entre os cientistas e os militares, por desconhecimento dos últimos da metodologia da investigação científica. Pelo estilo autoritário do presidente da comissão, todos se viam obrigados a seguir sua orientação. Somente o engenheiro Mário da Silva Pinto apresentou uma contraproposta ao projeto, na qual enfatizou:

- d) – O problema da energia atômica ou física nuclear não deve ser entrosado com a criação do Conselho; a pesquisa, *lato sensu*, é da maior importância do que este aspecto particular da Ciência e da Técnica, o qual deve ser cuidado num Instituto à parte;
- e) – Convém, pois, preparar dois projetos de Lei: um constituindo o Conselho Nacional de Pesquisa e outro criando um Instituto de Física Nuclear.<sup>11</sup>

**COMISSÃO ENCARREGADA DO ANTEPROJETO DE CRIAÇÃO DO CNPq****MEMBROS****STATUS PROFISSIONAL E VÍNCULOS EM 1949**

Adalberto Menezes de Oliveira .....almirante, professor da Escola Naval, ABC

Álvaro Alberto da Mota e Silva .....almirante, empresário, vice-presidente do CBPF, presidente da ABC

Álvaro Osório de Almeida .....biólogo, Faculdade Nacional de Medicina, ABC

Armando Dubois Ferreira .....coronel, Escola Técnica Exército, Cons. Deliberativo do CBPF

Arthur Moses .....biólogo, Faculdade Nacional de Medicina, ABC, Cons. Deliberativo CBPF

Cesar Lattes .....físico, Universidade do Brasil, diretor científico do CBPF, ABC

Ernesto Lopes Fonseca Costa .....diretor do Instituto Nacional de Tecnologia

Euvaldo Lodi .....empresário, Confederação Nacional da Indústria, deputado federal (PSD-MG)

Francisco Humberto Maffei .....eng. químico, Escola Politécnica (SP), Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Ignácio M. Azevedo do Amaral .....engenheiro, Escola Nacional de Engenharia, ABC

Joaquim da Costa Ribeiro .....físico, chefe do Depto. Física Universidade do Brasil, ABC, Direção Técnica CBPF

Jorge Latour .....presidente do Conselho de Imigração e Colonização

José Carneiro Felipe .....físico-químico, diretor Escola Nacional de Química, ABC, Cons. Deliberativo CBPF

Luiz Cintra do Prado .....físico, Escola Politécnica (SP), ABC, Direção Técnica do CBPF

Marcello Damy de Souza Santos .....físico, chefe do Departamento de Física da USP, ABC

Mário da Silva Pinto .....eng. de minas, diretor do Departamento Nacional de Produção Mineral, ABC

Mário de Bittencourt Sampaio .....engenheiro, diretor-geral do Dasp

Mário Paulo de Brito .....professor da Escola Nacional de Engenharia

Mário Saraiva .....diretor do Instituto de Química Agrícola do Ministério de Agricultura

Martinho Santos .....tenente-coronel-aviador, representante do Ministério da Aeronáutica

Orlando Rangel Sobrinho .....tenente-coronel, químico, advogado, Cons. Deliberativo CBPF, ABC

Theodoretto Arruda Souto .....engenheiro, Escola Politécnica (SP), diretor da Escola de Engenharia de São Carlos



Contrariado, Álvaro Alberto fez uma defesa apaixonada dos seus pontos de vista, reportando-se às dificuldades enfrentadas na ONU e reiterando que o Brasil – um dos quatro países que possuíam reservas de minerais identificadas<sup>12</sup> – não tinha instituições e legislação suficientes para proteger seus interesses e garantir a soberania nacional. O empresário Euvaldo Lodi, referindo-se à "provocação tão feliz" de Mário da Silva Pinto, chamou a atenção para a necessidade de aprofundar o debate sobre o âmbito das atividades e as finalidades do CNPq. Teve apoio de Álvaro Osório de Almeida e de Marcello Damy, que fez consistentes ponderações sobre a extensão das atividades relacionadas ao futuro desenvolvimento da energia nuclear no país: falta de físicos e de pessoal especializado, e receio de retaliação dos Estados Unidos por meio da suspensão dos convênios entre instituições brasileiras e a Rockefeller Foundation.<sup>13</sup> Já o discurso de Joaquim da Costa Ribeiro – na história do CNPq, o mais fiel aliado de Álvaro Alberto – contrapunha-se ao de Mário da Silva Pinto e de Marcello Damy, e traduzia os argumentos do presidente da comissão:

A associação é feliz nesse ponto de vista, porque aproveita um estado de espírito bastante generalizado, que se servirá de algo ainda mais profundo do que a energia atômica. Por outro lado, tem a vantagem de separar o problema da energia atômica, desligando-o do seu caráter belicoso, pois que se torna perigoso criar um órgão específico que degeneraria em órgão puramente estratégico ou militar. Ao contrário disso, visamos a um ponto de vista de aproveitamento da energia para fins passivos [pacíficos]. São dois aspectos, um de ordem psicológica e outro de ordem ontológica.<sup>14</sup>

Os resultados do trabalho da comissão foram condensados na Exposição de Motivos encaminhada ao presidente da República, que propôs ao Congresso Nacional a criação do Conselho Nacional de Pesquisa, justificando:

É um fato reconhecido que, após a última guerra, tomaram notável e surpreendente incremento, não só por imperativo de defesa nacional senão também por necessidade de promover o bem-estar, os estudos científicos e, de modo particular, os que se relacionam com o domínio da física nuclear. Nesse sentido, estão dedicando esforço diuturno as nações civilizadas (...) que passaram a considerar tais estudos tanto em função dos propósitos de paz mundial como, sobretudo, em razão dos imperativos da própria segurança nacional.<sup>15</sup>

Enquanto o Projeto n. 260/49 tramitou na Câmara dos Deputados – em substituição ao Projeto n. 164/48 –, "era extraordinária a resistência do Álvaro Alberto para falar e convencer as pessoas".<sup>16</sup> Cesar Lattes e Costa Ribeiro, esperando que o CNPq tivesse o mesmo efeito positivo dos conselhos de pesquisa dos Estados Unidos, do Canadá e, em particular, da França,<sup>17</sup> igualmente se empenharam para quebrar a resistência daqueles que consideravam a ciência

um empreendimento dispendioso, desnecessário ou inacessível a um país atrasado. Dada a notoriedade pública de Cesar Lattes e as credenciais de contra-almirante obtidas por Álvaro Alberto, o processo de criação do CNPq se fortaleceu com a aliança entre físicos e militares, que se ancorava no impacto causado pela bomba atômica. Poucos dias antes de o general Eurico Dutra deixar o governo, a Lei n.1.310/51 foi sancionada.<sup>18</sup>

O Conselho Nacional de Pesquisa era uma autarquia vinculada diretamente à Presidência da República, com autonomia técnico-científica, administrativa e financeira. Isto lhe conferia destaque no organograma do governo, além de facilidades para estimular o desenvolvimento da pesquisa em qualquer domínio do conhecimento e, ainda, gerir as atividades referentes à utilização da energia nuclear. O Fundo Nacional de Pesquisas Científicas e Tecnológicas, sob administração do CNPq, garantia a manutenção de atividades de fomento.

### **CNPq: prioridade para a energia nuclear**

Se o presidente Eurico Dutra foi o responsável pela criação do CNPq em 15 de janeiro de 1951, o presidente Getúlio Vargas foi quem aprovou o regimento e nomeou os membros do Conselho Deliberativo, inclusive o contra-almirante Álvaro Alberto para presidir o órgão.

O retorno de Vargas ao poder coincidiu com as manifestações públicas em defesa das riquezas nacionais, nas quais se incluíam os minerais nucleares. Com efeito, a posição do novo presidente parecia estar afinada com as posições de Álvaro Alberto a respeito do papel da ciência para o desenvolvimento do país, da importância do domínio da tecnologia nuclear e da necessidade de alterar a política de exportação desses minérios. Por esta razão, no período que dirigiu o CNPq, Álvaro Alberto pôde misturar ciência e energia nuclear, propugnando que ambas eram o caminho para alcançar o desenvolvimento industrial, tido por ele como a única maneira de garantir a independência econômica e, a partir dela, assegurar a segurança nacional e, conseqüentemente, a soberania. Entre 1951 e 1955, delegações constituídas por conselheiros do CNPq e especialistas, e o próprio presidente, visitaram instituições canadenses e americanas, bem como européias, para obter informações que pudessem subsidiar a formulação da política nuclear. Uma das principais delegações, da qual participaram Olympio da Fonseca, Orlando Rangel, Francisco Maffei, Édio Vieira de Azevedo, Luiz Cintra do Prado e Hervásio de Carvalho,<sup>19</sup> concluiu que a prioridade deveria ser a implantação de um "viveiro" para a formação de pesquisadores e a montagem de um grande laboratório nacional de física e engenharia nuclear.<sup>20</sup> Entretanto, grande parte dos investimentos iniciais foi transferida para o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, pois a presença de Cesar Lattes simbolizava para Álvaro Alberto a esperança de que o Brasil poderia entrar na "era atômica". Do total dos recursos destinados à área da física pelo CNPq na gestão de Álvaro Alberto, sobraram apenas 25% para serem divididos

entre o Departamento de Física da USP – em que estavam sendo montados dois aceleradores de partículas – e o Instituto de Pesquisas Radioativas, criado na Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais, em 1952.

A Lei que criou o Conselho Nacional de Pesquisa estabelece que a sua finalidade é a de promover e estimular o desenvolvimento da investigação científica e tecnológica em qualquer domínio do conhecimento. Mas, inegavelmente, a função mais relevante é a de promover o desenvolvimento dos problemas pertinentes à energia atômica no país e assessorar especialmente o presidente da República, neste particular.

Dando início às suas atividades, dividiu o Conselho a sua tarefa em duas etapas preliminares:

- a) formação de técnicos especializados no domínio da energia atômica e da investigação científica e tecnológica;
- b) investigação das reservas do país em minerais de interesse para a energia atômica.<sup>21</sup>

Nos quatro anos iniciais, as atividades do CNPq voltaram-se para: montagem da infra-estrutura da pesquisa e estabelecimento dos fluxos de comunicação necessários para as atividades de fomento; concessão de bolsas e auxílios à pesquisa para todas as áreas do conhecimento, mas as ciências humanas e sociais, a filosofia e as artes não foram agraciadas; e, principalmente, adoção de medidas necessárias à investigação em física e engenharia nuclear. Para esse fim, além da formulação das diretrizes da política nuclear aprovadas pelo Conselho de Segurança Nacional e pelo presidente da República<sup>22</sup> – conhecidas como o Programa Atômico de Vargas –, os investimentos foram concentrados em três problemas a serem superados: formação de pessoal especializado; montagem da infra-estrutura para pesquisa e industrialização de urânio; e obtenção de matéria-prima.

Com relação à formação de pessoal técnico-científico, o CNPq se antecipava à demanda. Concedeu bolsas de estudo, de pesquisa e para estágios de capacitação técnica em universidades e institutos de pesquisa no exterior e no país. Muitos bolsistas foram para os Estados Unidos e a Europa realizar cursos de graduação e pós-graduação, sobretudo nas áreas das engenharias – química, mecânica e nuclear –, química de radioisótopos, radioproteção, física, eletrônica, dentre outras. Também promoveu a vinda de professores visitantes e concedeu apoio à realização de eventos científicos, como o Simpósio sobre Novas Técnicas de Física (Rio de Janeiro e São Paulo, 1952), ao qual compareceram Isidor Rabi (Prêmio Nobel de Física, 1944), futuros laureados com o Nobel, como Eugene Wigner e Emilio Segrè, e outros físicos estrangeiros não menos importantes: Giuseppe Occhialini, David Bohm, Gleb Wataghin, Ricardo Gans e Herbert Anderson. As conferências e os trabalhos apresentados abordaram desde problemas teóricos e experimentais sobre radiações cósmicas, partículas e física nuclear, até a montagem e aspectos técnicos e de engenharia dos diferentes tipos de aceleradores de partículas. Os terrenos da física nuclear e da produção de energia nuclear, no Brasil, ainda se confundiam.<sup>23</sup>

A extração e industrialização da monazita eram realizadas por empresas de capital privado, tais como: Orquima-Indústrias Químicas Reunidas S.A.; Sulba S.A.; Inaremo (Indústrias Nacionais de Refinação da Monazita Ltda.); Mibra (Monazita e Ilmenita do Brasil S. A.). O CNPq adquiria toda a produção das empresas por força de lei.

Para obtenção de urânio e tório, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)<sup>24</sup> auxiliava o CNPq, que contratou a Companhia Prospec (tecnologia e técnicos canadenses) e a Levantamentos Aerofogramétricos S. A (tecnologia americana) para realizar levantamentos geológicos aéreos. Os geólogos americanos do Bureau of Mines e do Geological Survey e os brasileiros do DNPM continuaram os serviços de prospecção no litoral do Espírito Santo e no interior de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Bahia, iniciados antes da criação do CNPq. A falta de especialistas havia servido de pretexto para a assinatura, em 26 de novembro de 1948, do Acordo Administrativo Brasil-Estados Unidos "(...) para o estudo e o aproveitamento dos recursos minerais do Brasil, por meio de pesquisas, localização de jazidas, beneficiamento e projetos correlatos (...)"<sup>25</sup> com duração prevista de dez anos. O Acordo dava continuidade ao Programa de Cooperação para Prospecção de Recursos Minerais (1940). As pesquisas tinham o caráter confidencial e se destinavam "ao uso exclusivo dos respectivos governos, até que ambos permitam sua divulgação", contudo, as informações se espalharam, dado o grande número de solicitações de registro de concessão de lavras por empresários americanos.<sup>26</sup> Em 1952, o geólogo americano Max G. White observou a presença de urânio nas jazidas de caldazita de Poços de Caldas (MG), mas o projeto para a instalação de uma usina de beneficiamento no local foi objeto de contrato na França com a Société des Produits Chimiques des Terres Rares.<sup>27</sup>

Os esforços para interromper o curso da política de exportação da monazita para os Estados Unidos, iniciada pelo próprio Vargas durante a Segunda Guerra Mundial, desestabilizou a interação entre os membros do Conselho Deliberativo do CNPq e provocou um contencioso com o Itamaraty e o Conselho de Segurança Nacional, solucionado com a criação da Comissão de Exportação de Materiais Estratégicos. Esta instância, a CEME, foi criada em fevereiro de 1952 e era subordinada ao Ministério das Relações Exteriores, com a participação de representantes dos ministérios da Fazenda, da Agricultura, das Forças Armadas, do CNPq e da Cacex. A CEME foi uma vitória dos responsáveis pela política externa brasileira, que souberam aproveitar as ambigüidades da Lei n. 1.310 – expressas no Capítulo I, Art. 4º, que trata dos fins e competência do Conselho Nacional de Pesquisa. Assim, ao adquirir competência para "efetuar as vendas de urânio, tório e seus compostos minerais",<sup>28</sup> a CEME retirou do CNPq o controle sobre as reservas desses minerais e assegurou a assinatura do 2º Acordo Atômico Brasil-Estados Unidos, aprovado em sessão plenária do Conselho de Segurança Nacional também em fevereiro de 1952. O presidente em exercício do CNPq, coronel Dubois, aprovou as negociações sem o aval do Conselho Deliberativo.<sup>29</sup> Álvaro Alberto estava nos Estados Unidos, mas tinha conhecimento da transação.

O governo americano fez toda sorte de pressão para voltar a importar a monazita, no ano anterior: iniciou a discussão do Acordo de Assistência Militar Brasil-Estados Unidos (1952); o pre-

sidente da Atomic Energy Commission, Gordon Dean, veio ao Rio de Janeiro, onde se encontrou com Álvaro Alberto; o governo brasileiro obteve promessas de empréstimos de bancos americanos para o Plano de Reparcelhamento Econômico; e chegou-se a ponto de dispensar o Brasil do envio de tropas para a Guerra da Coréia (1950-1953).<sup>30</sup> Em troca, o governo brasileiro se comprometeu a vender, no período de três anos, 7.500 toneladas de areias monazíticas beneficiadas e o governo americano a receber os subprodutos resultantes desse beneficiamento. Antes de terminar a vigência do 2º Acordo Atômico, os Estados Unidos manifestaram o desejo de adquirir, de uma só vez, o total da quota, no que foram prontamente atendidos. Em seguida, os Estados Unidos descumpriram o restante do acordo, ao não adquirirem os subprodutos, a que se obrigaram como única compensação.

Para o desenvolvimento de pesquisas fundamentais e aplicadas em física nuclear, os esforços se direcionaram para um projeto de aceleradores de partículas. O CBPF foi encarregado de executar o ambicioso Projeto dos Sincrociclotrons do CNPq, que consumiu quase 50% do total dos recursos<sup>31</sup> para as atividades relacionadas à energia nuclear, entre 1952-1954. Em resumo: o modesto programa de aceleradores do CBPF foi absorvido pelo CNPq e Lattes foi avalista de Álvaro Alberto, em troca de recursos para montar o Laboratório de Física Cósmica de Chacaltaya.

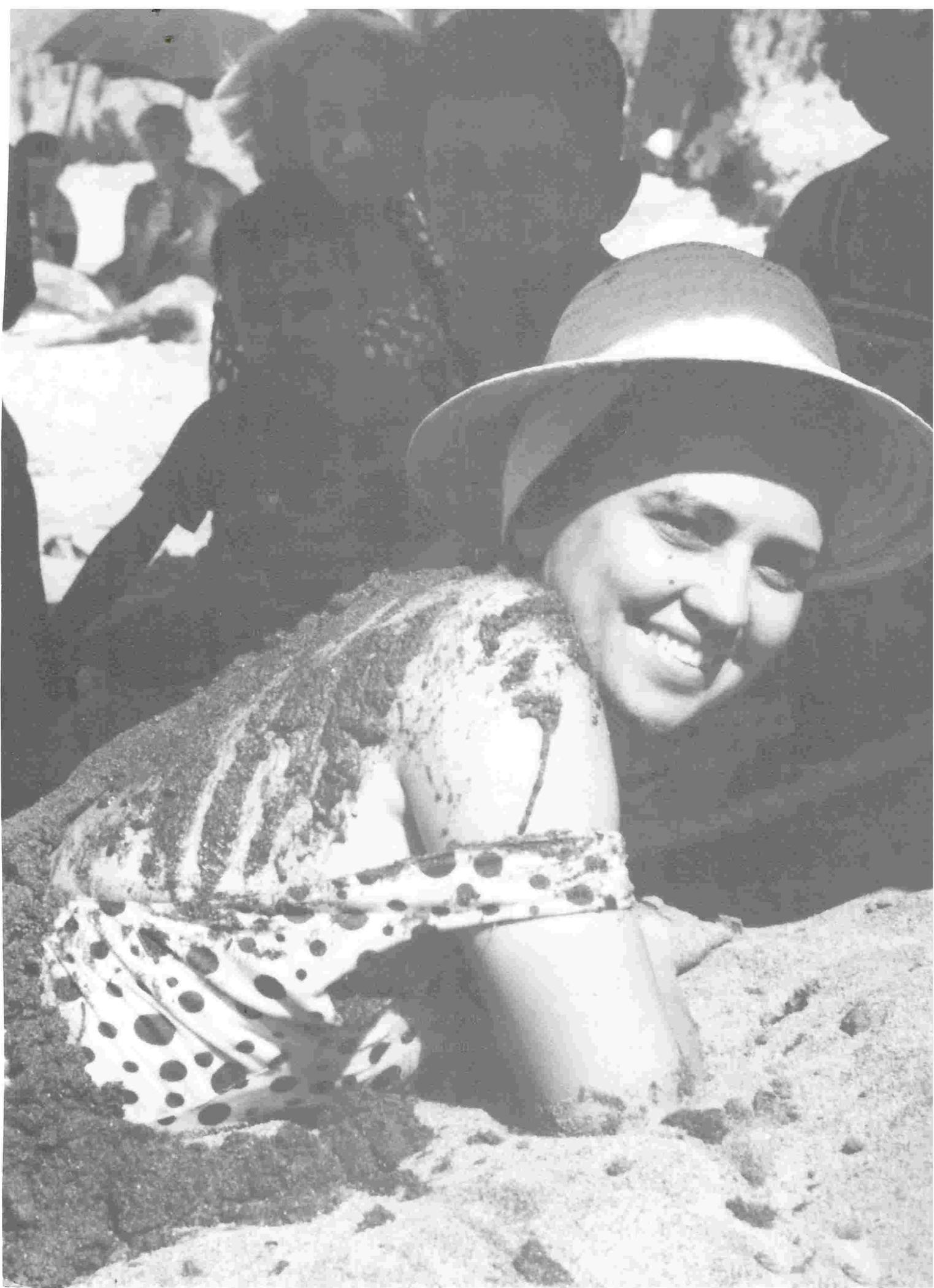
O processo decisório ocorreu durante a viagem de Álvaro Alberto aos Estados Unidos (1951-1952), quando representantes do governo americano lhe comunicaram que a Atomic Energy Commission (AEC) "considerará com simpatia um pedido para licença de exportação para o ciclotron".<sup>32</sup> Lá, reencontrou Gordon Dean, visitou laboratórios de física para conhecer os modernos betatrons e o recém-inaugurado ciclotron de 170" e 450 MeV da Universidade de Chicago, e entrou em contato com empresas americanas fabricantes de aceleradores de partículas. Constatou que a General Electric não estava aceitando encomendas, uma vez que construía o reator para o primeiro submarino nuclear e um reator de potência.<sup>33</sup>

A compra de um acelerador de partículas foi incluída nas negociações do 2º Acordo Atômico, que estava sendo discutido no Conselho Deliberativo do CNPq, sem que todos os conselheiros soubessem de acordos entre Álvaro Alberto e a AEC. Por essa razão, Costa Ribeiro – a par das negociações com a AEC – insistia na tese das "compensações específicas", e Cesar Lattes, desconhecendo os compromissos arquitetados nos bastidores, discordava da essência da orientação:

(...) se pede plena facilidade para a construção de um ciclotron como sendo um favor que viria como compensação desta nossa concessão [fornecimento de minerais], enquanto que a Holanda, por exemplo, constrói o ciclotron sem pedir nenhuma compensação. (...) nós precisamos pedir permissão da comissão de energia atômica americana [AEC] e na Suíça ou na Holanda e Suécia eles fabricam sem essa permissão.<sup>34</sup>

Logo, quando a AEC inseriu o ciclotron nas negociações, pode-se pensar em desconhecimento da engenharia dos aceleradores ou de solução de compromisso, conforme sugeriu David

*Acreditava-se  
que as areias  
monazíticas  
pudessem  
trazer toda  
sorte de  
benefício  
para a saúde.  
Guarapari (ES)*



Bohm, ao comentar com Albert Einstein a gestão dos militares do CNPq.<sup>35</sup> Num caso ou noutro, o ciclotron de 21" entrou na mesa de negociações para abonar a posição de Álvaro Alberto diante do Acordo Atômico de 1952.

Lattes, surpreso, iniciou então a discussão sobre a conveniência da criação de uma comissão especial para tratar apenas dos problemas da energia nuclear. Como estava, apontou, a pesquisa científica ficava sempre em segundo plano, porque os debates privilegiavam a política de exportação de minerais, a construção de reatores de potência, questões econômicas, industriais e de Estado.<sup>36</sup>

Projetos grandiosos seduziam Álvaro Alberto, para quem não havia obstáculos intransponíveis. Deixou-se convencer pelo físico americano Isidor Rabi de que somente grandes aceleradores de partículas – como os de Chicago, Berkeley, Brookhaven e Columbia – colocariam o Brasil no patamar alcançado pela física nuclear em outros países. Optou então pela

construção de uma máquina de 170" e 450 MeV e pela compra de um modelo de ciclotron de 21", que estaria semi-acabado, da Universidade de Chicago.<sup>37</sup> Ele também não manteve, a exemplo do Itamaraty, a fidelidade com os Estados Unidos. Não tinha barreiras, preconceitos ou descrença quanto ao comércio de tecnologia nuclear, sua meta era única: utilizar a energia nuclear no Brasil. Do Canadá, por exemplo, queria a tecnologia da utilização do urânio natural para ser usado como combustível nuclear e da Noruega, que construía um reator piloto, a tecnologia da produção de água pesada, ao mesmo tempo em que tentava comprá-la da Atom Laboratory Inc. Com o Consiglio Nazionall delle Ricerche da Itália o CNPq assinou convênio de intercâmbio de pesquisadores e com a Inglaterra chegou a entendimentos para que físicos brasileiros fossem fazer a pós-graduação. Na República Federal da Alemanha, o CNPq comprou três ultracentrífugas para enriquecimento de urânio da empresa Sertorius Werk AG, em Göttingen. Na época da transação, 1953-54,



*Instalação para beneficiamento das areias monazíticas da Orquima S.A., inaugurada em 1954. Usina de Santo Amaro (SP)*

o país estava sob forte controle de tropas de ocupação dos Aliados (Estados Unidos, Reino Unido e França), e o então presidente do CNPq teria tentado concretizar a negociação por meio de um convênio com a Universidade de Göttingen. No entanto, antes que as centrífugas fossem embarcadas, clandestinamente, no porto de Hamburgo com destino ao Rio de Janeiro, o Military Board of Security, dos Estados Unidos, apreendeu o carregamento. A ordem partiu do professor James Conant, seguindo orientação da Atomic Energy Commission, devido a uma denúncia que teria partido de membro do próprio Conselho Deliberativo do CNPq.<sup>38</sup>

O 3º Acordo Atômico Brasil-Estados Unidos, assinado em 20 de agosto de 1954, trocava 5 mil toneladas de monazita e 5 mil toneladas de sais de cério e terras-raras por 100 mil toneladas de trigo, operação da maior relevância para solucionar o problema dos excedentes agrícolas daquele país. Mais uma vez, Vargas cedeu para tentar minimizar os demais conflitos com o governo americano, que se opunha à forte presença do Estado brasileiro na economia e ao controle sobre as atividades de setores econômicos: monopólio estatal do petróleo, projeto de nacionalização das empresas de energia elétrica, limitação de remessas de lucros das empresas estrangeiras ao exterior, dentre outras. Os problemas enfrentados na política de relações exteriores refletiram no ambiente político interno e acirraram as forças de oposição ao governo. No dia 24 de agosto daquele mesmo ano, o país silenciou diante do suicídio de Getúlio Vargas.

### **A Comissão de Energia Atômica**

O fim da era Vargas coincidiu com a perda da sustentação política de Álvaro Alberto no CNPq, sem condições de resistir às pressões da corrente liderada pelo general Juarez Távora, chefe do Gabinete Militar da Presidência da República – a favor da política de alinhamento incondicional aos Estados Unidos – e candidato à presidente pela UDN. Assim, a epopéia do Projeto dos Sincrociclotrons, em cuja derrocada transpareceram as dificuldades de o país desenvolver a tão complexa engenharia de aceleradores de partículas e os estruturais problemas de corrupção, ganhou as páginas dos jornais do Rio de Janeiro e a questão se mesclou ao embate entre os *desenvolvimentistas nacionalistas* e os *desenvolvimentistas não-nacionalistas* em torno da política nuclear.

Refletindo o ambiente de tensão, acentuaram-se outras diferenças entre os conselheiros. De um lado, houve a polarização entre defensores e detratores de Álvaro Alberto, mesmo que de maneira velada. De outro, subdividiram-se entre os adeptos da manutenção da missão original do CNPq (desenvolver a ciência e executar a política nuclear do governo Vargas) e aqueles que advogavam a criação de um órgão só para cuidar da energia nuclear. Sem respaldo do ministro da Marinha do governo Café Filho (o antigetulista almirante Amorim do Vale) e aguardando ser substituído, Álvaro Alberto propôs, e conseguiu aprovar no Conselho Deliberativo, a criação da Comissão de Energia Atômica, em janeiro de 1955. Foi o canto do cisne para salvar as diretrizes

## COMISSÃO DE ENERGIA ATÔMICA DO CNPq

### MEMBROS

### STATUS PROFISSIONAL E VÍNCULOS EM 1955

Arthur Moses .....	biólogo, Academia Brasileira de Ciências, Conselho Deliberativo do CNPq
Bernardino de Mattos Netto .....	general engenheiro, diretor da AMFORP, Conselho Deliberativo do CNPq
Bernardo Geisel.....	eng. químico, Universidade do Rio Grande do Sul, Conselho Deliberativo do CNPq
Carlos Chagas Filho.....	biofísico, Instituto de Biofísica, Conselho Deliberativo do CNPq
Elysiário Távora Filho .....	eng. de minas, Universidade do Brasil, DNPM, Conselho Deliberativo do CNPq
Ernani da Motta Rezende.....	eng. civil e eletricitista, Escola Nacional de Engenharia, CNAEE
Francisco Humberto Maffei.....	eng. químico, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Conselho Deliberativo do CNPq
Francisco Magalhães Gomes .....	engenheiro, Instituto de Pesquisas Radioativas, Universidade de Minas Gerais
Joaquim da Costa Ribeiro .....	físico, Depto. de Física da Universidade do Brasil, Conselho Deliberativo do CNPq
José Leite Lopes .....	físico, Depto. de Física (UB), CBPF, diretor de Pesquisas Físicas do CNPq
Luiz Cintra do Prado .....	físico, Escola Politécnica (SP), Conselho Deliberativo do CNPq
Luiz Pilla .....	professor de físico-química, Universidade do Rio Grande do Sul
Marcello Damy de S. Santos.....	físico, Departamento de Física da USP, Conselho Deliberativo do CNPq



da política nacional de energia nuclear aprovadas por Getúlio Vargas e pelo Conselho de Segurança Nacional, em 1953.

À Comissão de Energia Atômica (CEA) o CNPq atribuiu a missão de propor todas as "medidas que julgar necessárias à utilização de energia atômica, inclusive aquisição, transporte, guarda e transformação da respectiva matéria-prima e pôr em execução as que, com o mesmo objetivo, forem aprovadas pelo Conselho Deliberativo".<sup>39</sup> Essencialmente, além da execução do Programa Atômico de Vargas, tinha-se em vista retomar o controle sobre as exportações dos minérios nucleares, elaborando instruções e opinando sobre a venda de urânio, tório e berílio, bem como enumerando os demais minérios que deveriam ser considerados apropriados para o aproveitamento da energia nuclear.<sup>40</sup> Os membros da CEA foram cuidadosamente selecionados por Álvaro Alberto, entre os fiéis aliados no Conselho Deliberativo e diretores de divisões técnico-científicas do CNPq. Sem muito alarde, houve um processo de depuração, tendo sido escolhidos aqueles que poderiam ser considerados especialistas da questão em suas áreas de competência – Marcello Damy, Cintra do Prado e Carlos Chagas Filho, por exemplo – e os que, além de físicos, tinham o predado de grandes estrategistas políticos, como José Leite Lopes e Joaquim da Costa Ribeiro. Finalmente a energia nuclear se separou das atividades de fomento da ciência e da tecnologia no CNPq, não obstante o CEA fosse um órgão consultivo.

No decorrer de 1955, sob a presidência de Bernardino de Mattos, a CEA formulou o Programa de Energia Atômica, concentrado nos seguintes tópicos: "física nuclear, materiais fissionáveis, centrais elétricas atômicas, aplicações biológicas, aspectos econômicos da energia atômica".<sup>41</sup> A primeira prioridade era a formação de físicos nucleares, diante da urgência de ampliar os quadros de pesquisadores das universidades de São Paulo e Rio de Janeiro. Para isso, estabeleceu-se um "Plano de Recrutamento", que consistia na formação de 39 físicos experimentais e nove teóricos entre 1956 e 1958, por meio de cursos intensivos e para os quais bastaria equipar o Laboratório de Física Nuclear da Universidade de São Paulo e contratar dois ou três colaboradores estrangeiros.<sup>42</sup> A segunda prioridade da CEA dizia respeito à prospecção do urânio e tório, a partir da constatação de que a legislação em vigor, sobre lavra e comércio de minérios radioativos, interferiu negativamente nas atividades da iniciativa privada. Diante disso e a exemplo da Atomic Energy Commission, a CEA propôs a criação de um órgão para regulamentar, controlar, adquirir e comercializar o tório e o urânio brasileiros, como também realizou um balanço dos resultados e da situação em que se encontravam os levantamentos geológicos, a fim de intensificar os trabalhos de campo e de laboratório. Um dos problemas identificados, contudo, era a falta de pessoal, recursos e equipamentos no Departamento Nacional de Produção Mineral. Mesmo assim, a prospecção consumia quase todos os recursos da CEA e as estimativas das reservas de urânio e tório eram tão conflitantes que se tornaram um argumento contra qualquer tipo de exportação.<sup>43</sup>

Todos os processos relacionados à energia nuclear encaminhados ao CNPq passaram para a alçada da CEA e a maioria tratava da exportação de minerais. Nas sessões de 1955, porém, a CEA

*O presidente  
Getúlio Vargas  
e o Joaquim  
Costa Ribeiro  
ouvindo as  
explicações de  
Álvaro Alberto  
sobre o  
funcionamento  
do contador  
Geiger-  
Müller. Rio de  
Janeiro, 1952*

julgou várias solicitações: bolsa e auxílio para pesquisa e participação em evento; construção de aceleradores de partículas; importação de radioisótopos; prospecção de minério; curso de física experimental; e treinamento de técnicos para trabalhar com energia nuclear. Também fizeram parte da agenda das reuniões da CEA: a criação do Instituto de Energia Atômica na USP, em parceria com o CNPq; a conclusão da montagem do ciclotron comprado da Universidade de Chicago e a solução dos problemas decorrentes com o CBPF; a realização de filme de Jean Mazon sobre a energia nuclear no Brasil, que deveria ser submetido à rígida censura; a cooperação técnica com diversos países da América Latina; e a indicação de Costa Ribeiro para assessorar o embaixador brasileiro em Washington por ocasião da discussão do anteprojeto do estatuto da Agência Internacional de Energia Atômica.

Os ajustes com os Estados Unidos ao 3º Acordo Atômico para a troca de trigo americano por monazita foram discutidos em sessão secreta e a CEA aprovou resolução baseada nos pareceres de Costa Ribeiro e Marcello Damy, ambos contrários aos acordos sobre minérios de caráter puramente comercial. Entraram na ordem do dia, mas foram discutidos a portas fechadas, os dois acordos de cooperação propostos pelos Estados Unidos, em 1955, para prospecção de minério no território nacional e, o outro, para operacionalizar o programa Átomos para a Paz.<sup>44</sup>

Não por mera coincidência, naquele mesmo ano o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE) incluiu em suas metas a construção de uma usina nuclear de 20.000 kW, para ampliar o sistema gerador de energia elétrica para o Rio de Janeiro, e a Westinghouse Electric Company e a American & Foreign Power Co. Inc. (AMFORP) procuraram a CEA para tratar de venda de reator de potência ao Brasil. Bernardino de Mattos declarou-se impedido de participar dos debates por integrar a diretoria da AMFORP. Marcello Damy acentuou que a CEA não deveria precipitar-se na execução de um acordo bilateral, pois possuíam cláusulas muito restritivas, e que se deveria aguardar o estabelecimento da Agência Internacional de Energia Atômica. Decidiu-se que na resposta à AMFORP deveria ser salientado o apoio da CEA à iniciativa mas também ressaltada a necessidade de entendimentos sobre o tipo de reator, uma vez que a preferência brasileira recaía sobre os reatores regenerativos utilizando os ciclos do tório- $U^{233}$  ou de  $U^{238}$ -Pu.<sup>45</sup>

Uma das principais realizações foi o convênio assinado em janeiro de 1956 entre o CNPq e a USP, representada por Marcello Damy, que se concretizou com a criação do Instituto de Energia Atômica (IEA), em agosto do mesmo ano, e a compra de um reator de pesquisa nos Estados Unidos. Visando colocar em prática o "Plano de Recrutamento", foram ministrados o Curso de Física de Reatores, para 20 alunos, no Laboratório de Física Nuclear da USP, e o Curso sobre Metodologia de Radioisótopos, para 32 alunos, no Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil e sob orientação do professor americano John A. D. Cooper. Deste último, participaram um estudante do Chile e outro do Peru enviados pela Unesco, bem como dois portugueses. Por sua vez, a CEA enviou dois brasileiros para participarem do Curso de Radioquímica, no Chile, concedeu outras 22 bolsas para formação de especialistas no Brasil, ou no exterior, e promoveu a realização de palestras no Rio de

-13-

P. R. — CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS  
COMISSÃO DE ENERGIA ATÔMICA - C. E. A.

Ata da vigésima primeira (21ª) sessão da Comissão de Energia Atômica do Conselho Nacional de Pesquisas, realizada a 27 de setembro de 1955.

Ata da reunião da Comissão de Energia Atômica do CNPq em que foi discutida a proposta da Westinghouse para a instalação de uma usina nuclear no Brasil. Rio de Janeiro, 1955

Aos vinte e sete (27) dias do mês de setembro de mil novecentos e cinquenta e cinco (1955), nesta Capital, à avenida Marechal Câmara número trezentos e cinquenta (350), sexto (6º) andar, na sala de reuniões da Comissão de Energia Atômica, sob a presidência do Professor BERNARDO GEISEL, repondendo pela presidência da Comissão de Energia Atômica, com a presença dos Professores ARTHUR MOSES, CINTRA DO PRADO, FRANCISCO MAFFEI, MOTTA REZENDE, ELY SIARIO TÁVORA, COSTA RIBEIRO, o Assessor Técnico, Major DIRCEU DE LA CERDA COUTINHO e eu, LYGIA PORTOCARRERO VELLOSO, Secretária, realizou-se a vigésima primeira (21ª) sessão da Comissão de Energia Atômica do Conselho Nacional de Pesquisas. Lidas as atas das sessões décima nona (19ª) e vigésima (20ª), realizadas respectivamente, a 24 e 26 de agosto próximo passado, foram as mesmas aprovadas e assinadas na forma legal. No expediente foi dado conhecimento aos presentes do seguinte: Comunicação - O Senhor Presidente da sessão informou que o Presidente da Comissão de Energia Atômica, General BERNARDINO DE MATTOS e o Professor MARCELLO DAMY DE SOUZA - SANTOS ainda se encontravam em missão oficial no exterior. Justificação de ausência - O Professor LEITE LOPES justificou o seu não comparecimento a sessão por motivo de doença. Requisição de funcionário (Processo 1785/55) - Aprovação pelo Senhor Presidente da República, da requisição, pelo Conselho Nacional de Pesquisas, do Capitão de fragata PAULO CORREIA DE BARROS, que prestará a sua colaboração junto à Comissão de Energia Atômica, nos trabalhos de prospecção de minerais radioativos. Projeto de usina atômica (Processo 2591/55) - Proposta enviada pela "WESTINGHOUSE ELECTRIC --- INTERNATIONAL CO." para instalação de usina atômica no Brasil. Passando-se a ordem de dia foi pôsto em discussão e votação o seguinte: Proposta do Professor COSTA RIBEIRO para que a Comissão de Energia Atômica fixasse política para beneficiamento e disposição -

Janeiro e São Paulo sobre as aplicações de radioisótopos e radiações ionizantes, com a participação de cientistas americanos.<sup>46</sup> A concentração na formação de físicos nucleares foi contestada pelos químicos, em particular por Hervásio de Carvalho. Alegavam que, se os reatores eram comprados no exterior, não era necessário investir na formação de tantos físicos, mas aumentar o número de químicos e radioquímicos, esses, sim, indispensáveis ao programa previsto.<sup>47</sup>

A demissão coletiva de todos os membros da CEA<sup>48</sup> interrompeu suas atividades no final de janeiro de 1956 e o ritmo só foi retomado a partir de maio. O general Bernardino de Mattos foi substituído na presidência por Joaquim da Costa Ribeiro e Francisco Magalhães Gomes integrou a comissão nas suas últimas reuniões.<sup>49</sup> Nesta fase, a CEA se posicionou enfaticamente contra a exportação de zircônio uranífero da região de Poços de Caldas, defendendo a imediata instalação das usinas de beneficiamento de urânio no local, mas a favor da troca de minérios nucleares brasileiros por combustível, grafite e água pesada, e solicitou recursos para a estocagem de minérios.<sup>50</sup> Em particular, José Leite Lopes defendia que o Brasil precisava conhecer rapidamente suas reservas de urânio, tório e monazita necessárias ao programa nuclear do país e não mais exportar matéria-prima de valor estratégico que poderia fazer falta no futuro. Suas propostas foram endossadas por Cintra do Prado, Carlos Chagas, Marcello Damy e outros. Assim, o trigo que fez parte do Acordo Atômico Brasil-Estados Unidos de 1954 deveria ser pago em dólar. Os problemas da área nuclear mobilizaram a sociedade em 1956. Na Câmara dos Deputados transcorria uma CPI, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) promoveu o Simpósio sobre a Utilização da Energia Atômica para Fins Pacíficos no Brasil e o deputado federal (PSD-SP), engenheiro Dagoberto Salles, apresentou ao Congresso Nacional o projeto para a criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

## Notas

- 1 O tema foi abordado em ANDRADE, 2001, p. 221-242, no qual que se baseia esta parte do capítulo.
- 2 Luiz Cintra do Prado assumiu a presidência da CNEN logo após o golpe de 1964 e permaneceu até junho de 1966.
- 3 Os termos minerais radioativos ou minerais nucleares estão sendo usados, neste livro, na acepção de minerais físis e férteis. Já o material nuclear compreende os elementos nucleares ou seus subprodutos (elementos transurânicos, U233) em qualquer forma de associação.
- 4 João Neves da Fontoura foi ministro das Relações Exteriores do Brasil, em 1946, e Raul Fernandes ocupou o cargo entre 1946-1951. Ver: CNPq. Conselho Deliberativo. Anais da 564ª sessão do Conselho Deliberativo, realizada a 17 de abril de 1961. p. 16 (Arquivo CNPq/ Acervo MAST).
- 5 Ofício n. 161, de 30 jul. 1947, do embaixador João Carlos Muniz a Raul Fernandes, ministro das Relações Exteriores, encaminhando relatório de Álvaro Alberto. Códice 78/415 (Arquivo Histórico do Itamaraty).
- 6 Fizeram parte da delegação brasileira na Conferência dos Peritos Científicos da América Latina: Miguel Osório de Almeida, Maurício Rocha e Silva e Joaquim da Costa Ribeiro.
- 7 Comissão incumbida de elaborar o anteprojeto de estruturação do Conselho Nacional de Pesquisa. Ata da 1ª reunião, realizada a 13 de abril de 1949. p. 2. AA/CNP/009 (Arquivo Álvaro Alberto).
- 8 A Light era uma empresa canadense que controlava a produção e distribuição de energia elétrica em grande parte da região dos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo.
- 9 O CBPF foi criado em janeiro de 1949. Ver: ANDRADE, 1999, p. 55-105.
- 10 Comissão incumbida de elaborar o anteprojeto de estruturação do Conselho Nacional de Pesquisa. op. cit.
- 11 idem, p. 30-31.
- 12 Dos 55 países integrantes das Nações Unidas, apenas no Brasil, Canadá, Bélgica (Congo Belga) e Índia haviam sido

- identificadas reservas de urânio e tório. No caso brasileiro, o tório e o urânio eram encontrados nas areias monazíticas.
- 13** Dany temia que os Estados Unidos, em represália à criação do CNPq, prejudicassem a montagem do bétraton comprado da Allis Chalmers (EUA) para o Departamento de Física da USP.
- 14** Comissão incumbida de elaborar o anteprojeto de estruturação do Conselho Nacional de Pesquisa. op. cit., p. 34.
- 15** Mensagem do presidente da República, general Eurico Gaspar Dutra, ao Congresso Nacional, propondo a criação do Conselho Nacional de Pesquisa. Ver: CNPq, 1952. p. 55. O documento foi transcrito em: Parcerias Estratégicas, v. 9, p. 182-195, out. 2006.
- 16** LATTES, 1996. Lattes igualmente se referia a Álvaro Alberto como tendo sido um homem culto. Roberto Campos referiu-se a Álvaro Alberto como uma das personalidades mais interessantes da delegação brasileira na ONU, porém "esbanjava erudição de uma maneira indigesta". Ainda na sua visão, quando ele tratava da questão nuclear, "possuía uma energia que chegava ao fanatismo". Ver: CAMPOS, 1994, v. 1, p. 102-103.
- 17** Na Exposição de Motivos encaminhada ao general Dutra, a comissão incumbida de redigir o anteprojeto dedicou 15% do texto à missão do Centre National de Recherche Scientifique (CNRS). Ver: Parcerias Estratégicas, v. 9, p. 184-195, out. 2006.
- 18** BRASIL. Diário Oficial, 16 jan. 1951.
- 19** Hervásio Guimarães de Carvalho foi presidente da CNEN entre dezembro de 1969 e setembro de 1982.
- 20** CNPq. Conselho Deliberativo. Anais da 114ª sessão do Conselho Deliberativo do CNPq, realizada a 19 de setembro de 1952. (Arquivo CNPq/ Acervo MAST).
- 21** CNPq, 1956, p. 5-6.
- 22** A fragilidade da política nuclear do CNPq pode ser constatada pela necessidade de o CNPq reafirmar, em novembro de 1953, o que havia sido aprovado em julho e outubro de 1952.
- 23** ANDRADE, 1999, p. 135-137. As informações referentes à história da física no Brasil se baseiam nessa obra.
- 24** O DNPM era vinculado ao Ministério da Agricultura e, na época, denominava-se Departamento Nacional da Produção Mineral.
- 25** BRASIL. Diário Oficial, 10 nov. 1949, p. 1926.
- 26** GUILHERME, 1957, p. 101-103.
- 27** CNPq, 1955, p. 31. Vargas aprovou a contratação da empresa francesa em novembro de 1953.
- 28** Cf. BRASIL. Decreto n. 30.583, de 21 de fevereiro de 1952. Art. 2º.
- 29** As discussões sobre a questão dos minérios foram minuciosamente registradas nos Anais do Conselho Deliberativo do CNPq (Arquivo CNPq/ Acervo MAST). Ver também: HIRST, 1990.
- 30** O fato ficou comprovado pelos depoimentos prestados à CPI da Câmara dos Deputados, instalada em 1956, para investigar a questão nuclear no Brasil, inclusive a exportação de material nuclear.
- 31** As informações contábeis do CNPq não são totalmente confiáveis, devido à omissão de dados e à desorganização das atividades de fomento. Ver: ANDRADE, 1999, p. 138-139.
- 32** CNPq. Exposição de Motivo n. 738 de Álvaro Alberto ao presidente da República em 20 de novembro de 1951. (Arquivo CNPq/ Acervo MAST).
- 33** Carta de Álvaro Alberto a Carneiro em 22 abr. 1952; CNPq. Exposição de Motivo n. 19 de Álvaro Alberto ao presidente da República em 16 de abril de 1952, anexa ao Ofício 2525/54. (Arquivo CNPq/ Acervo MAST).
- 34** CNPq. Conselho Deliberativo. Anais da 60ª sessão do Conselho Deliberativo do CNPq, realizada a 28 de janeiro de 1952, p. 19-20. (Arquivo CNPq/ Acervo MAST).
- 35** BOHM, 1993, p. 46-47.
- 36** CNPq. Conselho Deliberativo. Anais da 61ª sessão do Conselho Deliberativo do CNPq, realizada em 29 de janeiro de 1952, p. 21; Anais da 19ª sessão do Conselho Deliberativo do CNPq, realizada em 9 de julho de 1951, p. 11-14. (Arquivo CNPq/ Acervo MAST).
- 37** Ver: ANDRADE; MUNIZ, 2006, p. 311- 327.
- 38** As ultracentrífugas foram liberadas no governo Juscelino Kubitschek, em 1956, depois que a República Federal da Alemanha obteve a autonomia política de seu território. Foram levadas para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas, em São Paulo. Ver: GUILHERME, 1957, p. 181-186.
- 39** CNPq, 1956, p. 17.
- 40** CNPq. Comissão de Energia Atômica. CNPq. T. 3.3.027. (Arquivo CNPq/ Acervo MAST).
- 41** CNPq, 1956, p. 23-24.
- 42** idem, p. 23.
- 43** ibidem, p. 23; CNPq. Conselho Deliberativo. Anais da 61ª sessão do Conselho Deliberativo do CNPq, realizada em 29 de janeiro de 1952, p. 21; Anais da 19ª sessão do Conselho Deliberativo do CNPq, realizada em 9 de julho de 1951, p. 11-14. (Arquivo CNPq/ Acervo MAST); SBPC, 2006, v. 15, v. 17, p. 47.
- 44** CNPq. Comissão de Energia Atômica. Índice das Atas Secretas. 1955 (Arquivo Leite Lopes).
- 45** idem; CNPq. Comissão de Energia Atômica. Ata da 32ª sessão da Comissão de Energia Atômica, realizada em 10 de janeiro de 1956. p. 75-76 (Arquivo Leite Lopes).
- 46** CNPq, 1957, p. 12-15.
- 47** SBPC, 2006, v. 16, p. 61-64, v. 17, p. 51-53.
- 48** Não há informações sobre o motivo da crise na Comissão de Energia Atômica, que levou ao pedido de demissão de todos seus membros.
- 49** idem, v. 17, p. 32.
- 50** CNPq. Comissão de Energia Atômica. Ata da parte secreta da 39ª sessão da Comissão de Energia Atômica, realizada em 12 de maio de 1956; idem. Ata da parte secreta da 40ª sessão da Comissão de Energia Atômica, realizada em 14 de maio de 1956. (Arquivo Leite Lopes).

## Cesar Lattes

(1924-2005)

Cesare Mansueto Giulio Lattes era conhecido simplesmente como Cesar Lattes. Filho de imigrantes italianos e nascido em Curitiba, formou-se em física pela Universidade de São Paulo, em 1943, da qual foi professor, bem como da Universidade do Brasil, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e da Universidade Estadual de Campinas.

Cesar Lattes, Cecil Powell e Giuseppe Occhialini descobriram o méson-B (múon) nos raios cósmicos, em 1947, quando trabalhavam na Universidade de Bristol (RU). Um ano depois, no Radiation Laboratory of Berkeley (Universidade da Califórnia), Cesar Lattes e Eugene Gardner detectaram a mesma partícula produzida artificialmente no sincrocíclotron de 380 MeV, construído por Ernest Lawrence. Por mais de um ano, os físicos de Berkeley não haviam conseguido detectar nenhuma partícula, por desconhecimento do método apropriado de utilização das emulsões nucleares. Lattes tinha total domínio do método desenvolvido pelo grupo liderado por C. Powell.

A descoberta e a detecção do múon passaram para a história da física das partículas elementares, ao passo que a utilização do acelerador de partículas por Lattes e Gardner fez emergir uma outra época na física experimental: a era dos aceleradores de partículas. Circulares ou lineares, de elétrons ou prótons, para atingir altíssimas energias e altíssimas intensidades, os aceleradores tornaram-se parte da infra-estrutura obrigatória da investigação

científica, fundamental e aplicada, após a Segunda Guerra Mundial.

Os trabalhos de Lattes, Occhialini e Powell, e de Lattes e Gardner, tiveram grande repercussão na comunidade científica internacional e Powell ganhou o Prêmio Nobel de Física de 1951. No Brasil, Lattes se deixou transformar em herói pela revista semanal *O Cruzeiro*, para que a ciência conseguisse o apoio da sociedade. Em 1949, liderou o movimento para a fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, ao lado de José Leite Lopes, Jaime Tiomno, Hervásio de Carvalho, Elisa Frota Pessoa, Leopoldo Nachbin e outros, e participou do processo de criação do CNPq, do qual foi membro do Conselho Deliberativo. Na década de 1950, empenhou-se na construção do Laboratório de Física Cósmica de Chacaltaya, na Bolívia, e foi o diretor científico do frustrado Projeto dos Sincrocíclotrons do CNPq.

Retornou ao Departamento de Física da USP, em 1962, onde criou um laboratório para estudos de interações a altas energias na radiação cósmica. No mesmo ano, participou do grupo pioneiro que organizava a Universidade Estadual de Campinas, para a qual se transferiu. Na Unicamp deu prosseguimento à Colaboração Brasil-Japão, iniciada na USP, e à colaboração científica com a Universidade de Pisa (Itália).

Cesar Lattes publicou cerca de 30 trabalhos em periódicos científicos estrangeiros e nacionais, e dezenas de trabalhos em anais de



eventos. Foi membro da Academia Brasileira de Ciências, da União Internacional de Física Pura e Aplicada, do Conselho Latino-Americano de Raios Cósmicos, da Comissão Internacional das Câmaras de Emulsão, da Agência de Ciências da América Latina, da Sociedade Brasileira de Física e de outros países. Ganhou todos os prêmios importantes do Brasil: em 1950, o Prêmio Einstein, da Academia Brasileira de Ciências e o Prêmio Ciência e Cultura, do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura; em 1953, o Prêmio Ernesto da Fonseca, do CNPq; em 1973, a Medalha Carneiro Felipe, da Comissão Nacional de Energia Nuclear; em 1975, o Prêmio Moinho Santista, medalha de ouro; em 1994, a Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico, da Presidência da República; e, em 2001, a Medalha Paulo Carneiro, da Academia Brasileira de Ciências, Academia Brasileira de Letras e Unesco. Sua atuação na América Latina foi reconhecida pelo governo boliviano, que lhe concedeu o título de cidadão honorário daquele país, em 1972; pelo governo da Venezuela, que lhe conferiu a comenda Andrés Bello, em 1977; e pela Organização dos Estados Americanos (OEA), que lhe outorgou o prêmio Bernardo Houssay, em 1978. Recebeu o Prêmio de Física da Academia do Terceiro Mundo, em 1987.

Em 1999, o CNPq batizou a maior base de dados de currículos do país com seu nome: a Plataforma Lattes. Cesar Lattes, entretanto, nunca cadastrou o seu *curriculum vitae* na base que tem seu nome.

## Joaquim da Costa Ribeiro

(1906-1960)

Joaquim da Costa Ribeiro nasceu no Rio de Janeiro, diplomou-se engenheiro mecânico-elétrico pela Escola Nacional de Engenharia, em 1928. Integrou a equipe de Bernhard Gross no Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e lecionou na Escola Nacional de Engenharia e na Faculdade Nacional de Filosofia, ambas da Universidade do Brasil, da qual foi chefe do Departamento de Física.

Iniciou a carreira científica estudando a radioatividade de minérios. Descobriu, em 1944, o efeito termoeletrônico, também conhecido como *Costa Ribeiro Effect*, o que lhe deu reconhecimento científico internacional. Integrou diversas comissões e delegações científicas no Brasil e no exterior. Em 1949, apoiou a fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, participou do processo de criação do CNPq – do qual foi membro do Conselho Deliberativo, diretor da Divisão Técnico-Científica e presidente da Comissão de Energia Atômica –, e membro da Comissão Deliberativa da Comissão Nacional de Energia Nuclear, durante a gestão de Octacílio Cunha.

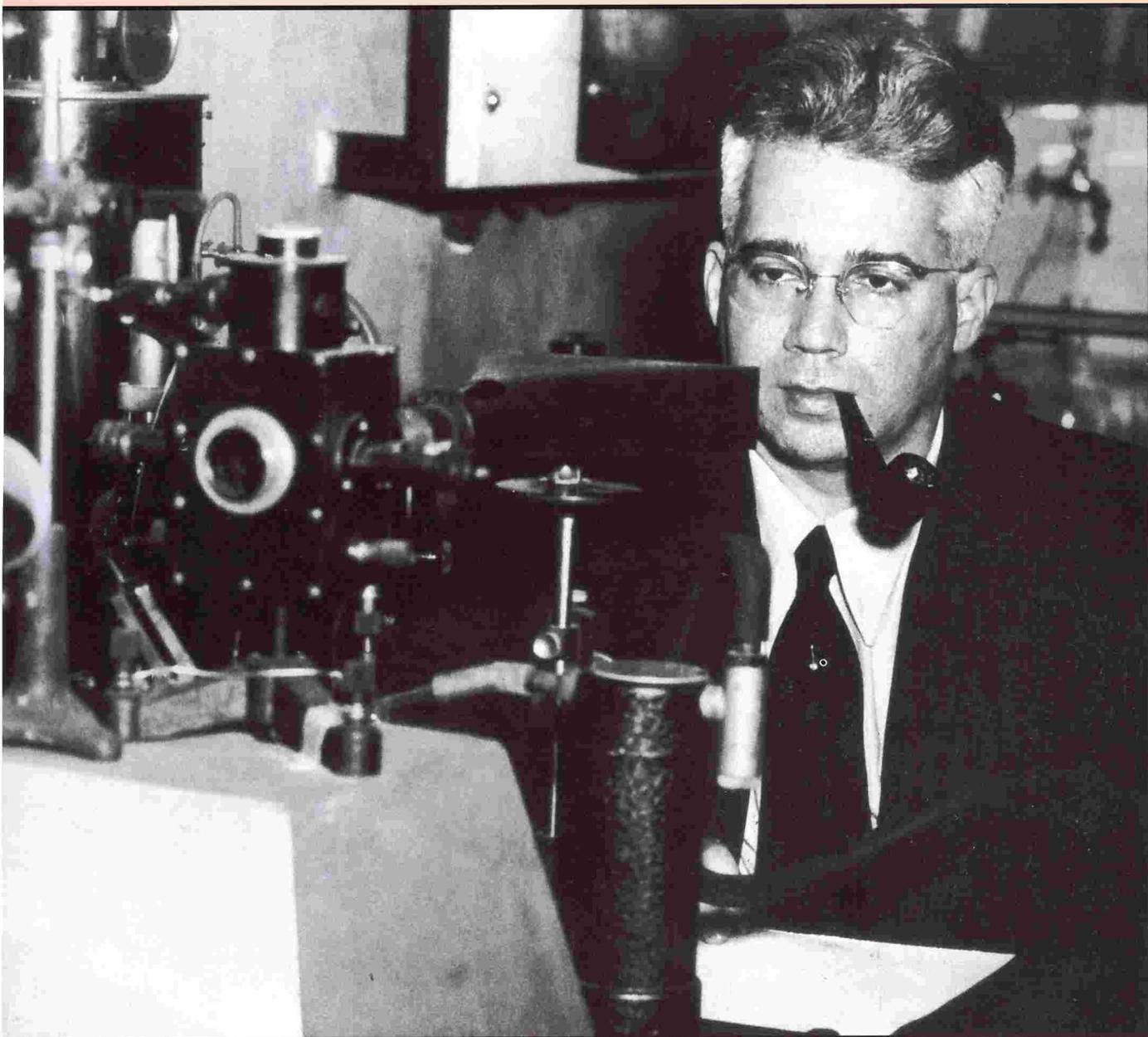
Depois de participar do Comitê Consultivo das Nações Unidas para as Aplicações Pacíficas da Energia Nuclear, que organizou a Conferência de Genebra de 1955, Costa Ri-

beiro colaborou na elaboração do projeto de estatuto da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) para assessorar o Ministério das Relações Exteriores. Participou, em 1957, da 1ª Conferência Geral da Agência Internacional de Energia Atômica, como delegado do Brasil em Viena, sendo indicado, um ano depois, para o cargo de diretor da Divisão de Intercâmbio e Treinamento da AIEA.

Membro da Academia Brasileira de Ciências e membro correspondente da Société Philomatique de Paris, da Associação Física Argentina, da American Physical Society e do Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften, Joaquim da Costa Ribeiro recebeu vários prêmios: o Prêmio Einstein, em 1953, da Academia Brasileira de Ciências; o Prêmio Álvaro Osório de Almeida, do CNPq, pelo conjunto de sua obra científica; e, após sua morte, a Medalha Carneiro Felipe, da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Por sua trajetória dedicada ao desenvolvimento da física e à política científica nacional, Joaquim da Costa Ribeiro é considerado um importante cientista e deixou no seu legado um capítulo sobre a história da física brasileira na coletânea organizada por Fernando de Azevedo.





## CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear

O primeiro instituto brasileiro voltado exclusivamente para a pesquisa em física e engenharia nucleares foi criado na Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais, em 22 de agosto de 1952, com o nome de Instituto de Pesquisas Radioativas (IPR). A iniciativa se deveu ao empenho de Francisco Magalhães Gomes e Cândido de Holanda Lima, e ao apoio de Mario Werneck, diretor da Escola de Engenharia, para a assinatura de um convênio com o governo do Estado de Minas Gerais. Na época, era governador Juscelino Kubitschek que, diante do potencial mineral do estado,

pretendia fundar um Centro Atômico em Minas Gerais. Essa idéia esteve em pauta no legislativo mineiro e, imediatamente, contaminou o presidente do CNPq, o contra-almirante Álvaro Alberto.

O IPR tinha por objetivos a prospecção de minérios radioativos, estudos em física nuclear, metalurgia e materiais. O quadro técnico-científico era formado por engenheiros, professores de física e química, o que "(...) conferia dupla vantagem: prestígio pessoal (logo, acesso aos órgãos públicos) e conhecimento da matéria".<sup>1</sup> As pesquisas e a formação de especialistas foram financiadas pelo CNPq e pela Fundação Rockefeller. Mas o maior agente financiador foi o Estado de Minas Gerais que transferiu parcela



dos recursos procedentes da taxa de desenvolvimento econômico ao Instituto de Pesquisas Radioativas, graças às ligações familiares de Cândido de Holanda Lima com o então governador Bias Fortes. Os recursos possibilitaram a construção das instalações do IPR, a organização do Curso de Engenharia Nuclear na Escola de Engenharia, pós-graduação e treinamento de engenheiros no exterior, a compra do reator TRIGA Mark 1 (Training Research Isotope General Atomic) da Gulf General Atomic, em 1958, pelo programa Átomos para a Paz. O urânio enriquecido era arrendado dos Estados Unidos e "a Comissão de Energia Atômica [AEC] americana tinha o direito de fiscalizar, de seis em seis meses, o uso e o gasto do reator".<sup>1</sup> O reator de

*Francisco Magalhães Gomes (ao centro) recebe no IPR o ministro da Viação e Obras Públicas Lucas Lopes (à direita).*

baixa potência, foi inaugurado em 1960, dando início a uma década de mudanças no Instituto de Pesquisas Radioativas. A primeira ocorreu em 1965, quando o IPR se desvinculou da Escola de Engenharia e se transformou em um instituto diretamente ligado à Reitoria da Universidade de Minas Gerais, mantido em convênio com a CNEN e integrado ao Plano Nacional de Energia Nuclear. É também deste ano a formalização do Grupo do Tório, que pretendia desenvolver a tecnologia nacional de reatores a tório e urânio natural, para evitar a complexa etapa de enriquecimento do urânio. O programa de pós-graduação em Ciências e Tecnologias Nucleares, implantado em 1968, foi o primeiro mestrado da área de ciências exatas da UFMG e teve origem no Curso de Engenharia Nuclear. Além da física e engenharia de reatores, o curso abarcava as áreas de segurança de centrais nucleares, aplicações de radioisótopos, instrumentação nuclear, técnicas de radioproteção e dosimetria. Para os cursos de doutorado e outras especializações, os pesquisadores do IPR continuaram sendo enviados sistematicamente ao exterior com o apoio da CNEN.

Em 1971, o IPR foi transferido da universidade para a recém-criada Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN), empresa vinculada à CNEN que antecedeu a Nuclebrás e à qual o instituto foi incorporado três anos depois. O grupo de pesquisadores formados no instituto se desarticulou, alguns retornando à UFMG e outros se transferindo para iniciativas do setor energético.

"A intervenção se deu no governo Geisel (...) metade do pessoal melhor se exonerou. Rivalidades de grupos [tiveram início], colocando pessoas com menos competência, perdendo [o IPR] todo o prestígio. A Universidade Federal de Minas Gerais fez todos os esforços para demover o presidente da República. (...) Os militares têm mania de se dizerem mais nacionalistas do que os civis."<sup>2</sup>

O corpo técnico do IPR passou a trabalhar com licenciamento das instalações de mineração e a atuar na área industrial da Nuclebrás, como na usina de beneficiamento de urânio em Poços de Caldas (MG), na fábrica de elementos combustíveis em Resende (RJ) e no treinamento de operadores dos reatores de Angra 1. Depois do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha dezenas de técnicos do instituto foram treinados naquele país.

A contragosto de Magalhães Gomes, o IPR passou a se chamar Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), em 1977. Com o fim da Nuclebrás, em 1988, o CDTN retornou à CNEN, à qual permanece vinculado.

Localizado no *campus* da UFMG em amplas instalações, o CDTN possui laboratórios destinados a estudos nas áreas de reatores, materiais nucleares, engenharia de processos, meio ambiente, saúde, radioproteção, rejeitos radioativos e física aplicada.

#### Notas

1 GOMES, 1992.

2 *idem.*, 1976, p. 5.

## Francisco de Assis Magalhães Gomes (1906-1990)

Francisco de Assis Magalhães Gomes nasceu em Ouro Preto (MG), onde se formou pela Escola Nacional de Minas e Metalurgia. Depois de viagem de estudos à Europa, lecionou física em curso anexo à Faculdade de Medicina, na Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais e na Escola de Minas de Ouro Preto.

Pacifista, com uma visão humanística da física nuclear, e defensor da livre expressão do pensamento, Francisco Magalhães Gomes se engajou, como cidadão, na vida política do país. Foi signatário do Manifesto dos Mineiros lançado contra o Estado Novo e se envolveu na luta pelos minérios brasileiros e implantação da Companhia Siderúrgica Nacional. Também participou ativamente do processo de federalização da Universidade de Minas Gerais, efetivada em 1949, e da organização do Departamento de Física.

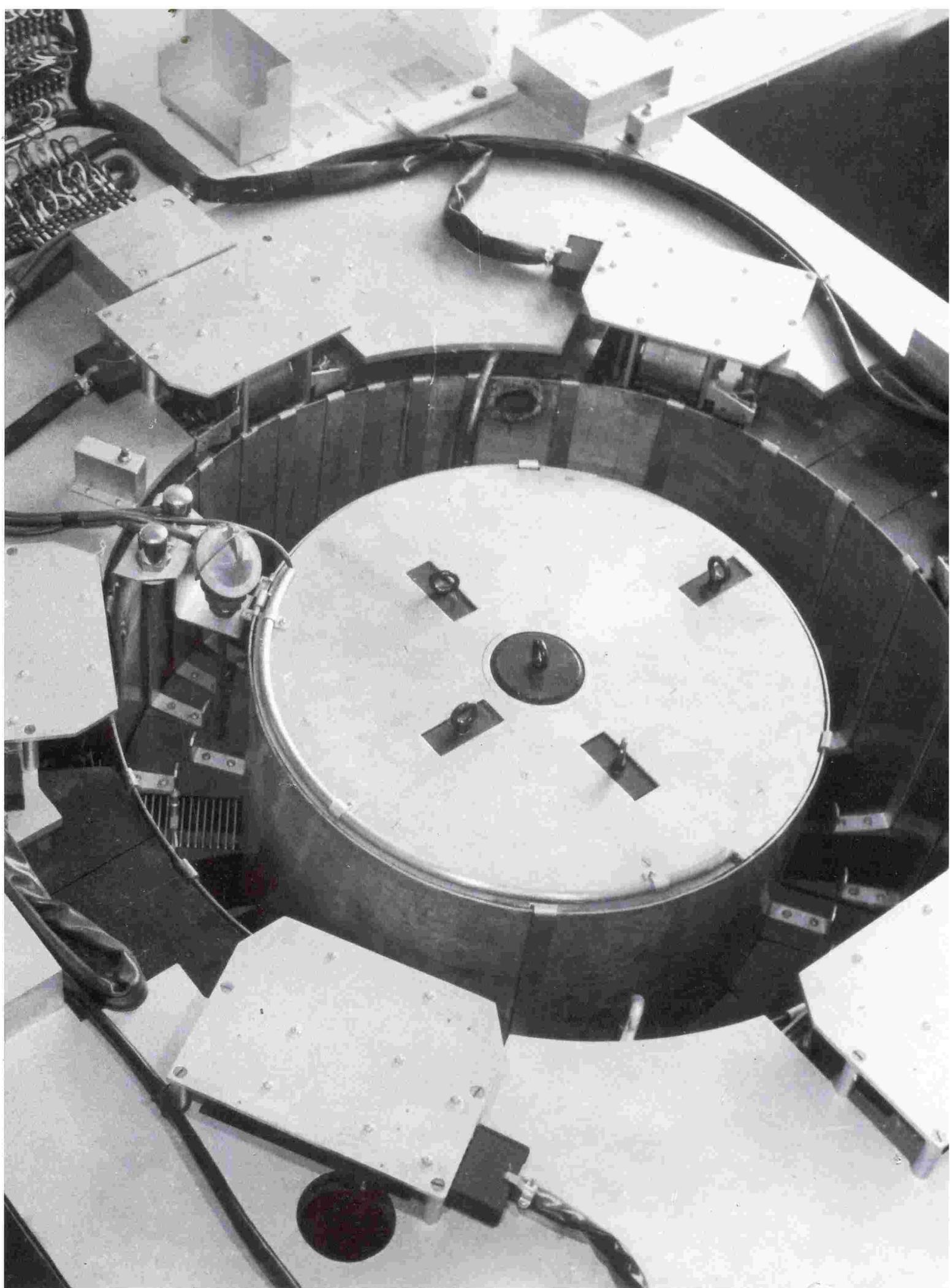
Em 1952, Francisco Magalhães Gomes e Cândido de Holanda Lima fundaram a primeira instituição brasileira voltada para a pesquisa nuclear: o Instituto de Pesquisas Radioativas (IPR). Defensor do desenvolvimento da tecnologia nacional, formou a primeira geração de engenheiros nucleares e físicos de Minas Gerais, apoiou as atividades do Grupo do

Tório no IPR e divergiu da política nuclear implementada na ditadura militar. Assumiu igual posição em relação ao Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, denunciando a exclusão dos cientistas brasileiros na negociação e execução do acordo.

Membro da Academia Brasileira de Ciências, do Conselho Deliberativo e da Comissão de Energia Atômica do CNPq, da Comissão Nacional de Metrologia, do Conselho Diretor do Instituto de Energia Atômica e da Comissão Deliberativa da Comissão Nacional de Energia Nuclear, que lhe concedeu a Medalha Carneiro Felipe, em 1973. Francisco Magalhães Gomes recebeu o título de Professor Emérito da Escola de Engenharia e do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, a Medalha da Ordem do Mérito Rio Branco, em 1985, da Presidência da República; e a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais lhe conferiu o título de Construtor do Progresso, categoria Ciência e Tecnologia (1988).

No final da vida, Francisco Magalhães Gomes dedicou-se ao estudo da obra de Galileu, integrando a comissão internacional do Vaticano para a revisão do processo de condenação de Galileu Galilei.







# 3 Átomos em ação

*Reator  
Argonauta do  
IEN. Rio de  
Janeiro, 1965*

Quando os países membros da Organização das Nações Unidas se reuniram na Assembléia Geral de 1953, em Nova Iorque, o presidente americano Dwight Eisenhower aproveitou a oportunidade para propor um programa para o uso pacífico da energia nuclear, a ser administrado por um organismo internacional da ONU. Tratava-se de um projeto de cooperação científica internacional para fornecimento de reatores de pesquisa e de combustível nuclear, que resultou, poucos anos depois, no programa Átomos para a Paz e na Agência Internacional de Energia Atômica. Nesse tom, ele proferiu o seu famoso discurso:

Os Estados Unidos sabem que o poder pacífico da energia atômica não é um sonho do futuro. Essa possibilidade, já comprovada, está presente hoje. Quem duvida que, se os cientistas e engenheiros de todo o mundo tivessem quantidade suficiente de materiais fissionáveis para testar e desenvolver suas idéias, seriam capazes de transformá-los rapidamente para uso universal, eficiente e econômico?<sup>1</sup>

Como já não detinham o monopólio das armas nucleares e haviam perdido recentemente a supremacia da tecnologia nuclear para a União Soviética, que testou a bomba de hidrogênio antes dos Estados Unidos, o governo americano mudava de tática na Guerra Fria. A nova estratégia dos Estados Unidos consistia na disseminação do uso da energia nuclear para fins pacíficos, uma forma de propaganda para angariar mais simpatias entre os países sob seu controle, isto é, uma verdadeira propaganda de guerra contra os comunistas.<sup>2</sup> O risco político era pequeno e o empreendimento ainda poderia ser lucrativo, na perspectiva dos resultados a longo prazo.

Partia-se de dois pressupostos. Primeiro, não havia segredo sobre o conhecimento científico que levou à fissão nuclear. Os trabalhos dos cientistas que haviam contribuído para essa descoberta foram publicados em periódicos de circulação internacional, como na *Nature*, e continuavam sendo divulgados em conferências, eventos científicos e cursos. A pesquisa básica e aplicada no campo nuclear se encontrava em estágio avançado no Reino Unido e na União Soviética, mas o Canadá, a Noruega e a França tinham importância na área, embora neste último país a Segunda Guerra Mundial tenha desorganizado os seus campos científico e tecnológico. Segundo, o monopólio da bomba não mais existia e, pior, os Estados Unidos perdiam a batalha da supremacia tecnológica para a União Soviética. Embora o conhecimento tecnológico não fosse divulgado, por exemplo, a tecnologia de enriquecimento de urânio ou a produção de plutônio, uma forma de controle ou de coerção possível era o monitoramento dos países possuidores de matéria-prima.

O esforço americano para acelerar as pesquisas no campo das aplicações pacíficas da química e física nucleares ultrapassando a sua área geopolítica e estendendo-se até os países, como o Brasil, situados na chamada periferia da ciência e da política, traria outros dividendos. Até esse período, vale lembrar, o governo americano investia maciçamente em pesquisas militares, como na construção do primeiro submarino nuclear (1955) e, em consequência, no desenvolvimento de reatores a urânio enriquecido.

Eisenhower antecipava que a Lei McMahon seria modificada. O governo americano precisava diminuir as restrições impostas às atividades industriais do capital privado no setor nuclear, para acelerar a inovação tecnológica a fim de aumentar a competitividade. Caso contrário, diante da rápida evolução da aplicação industrial da energia nuclear em vários países, os Estados Unidos perderiam novas batalhas na Guerra Fria.

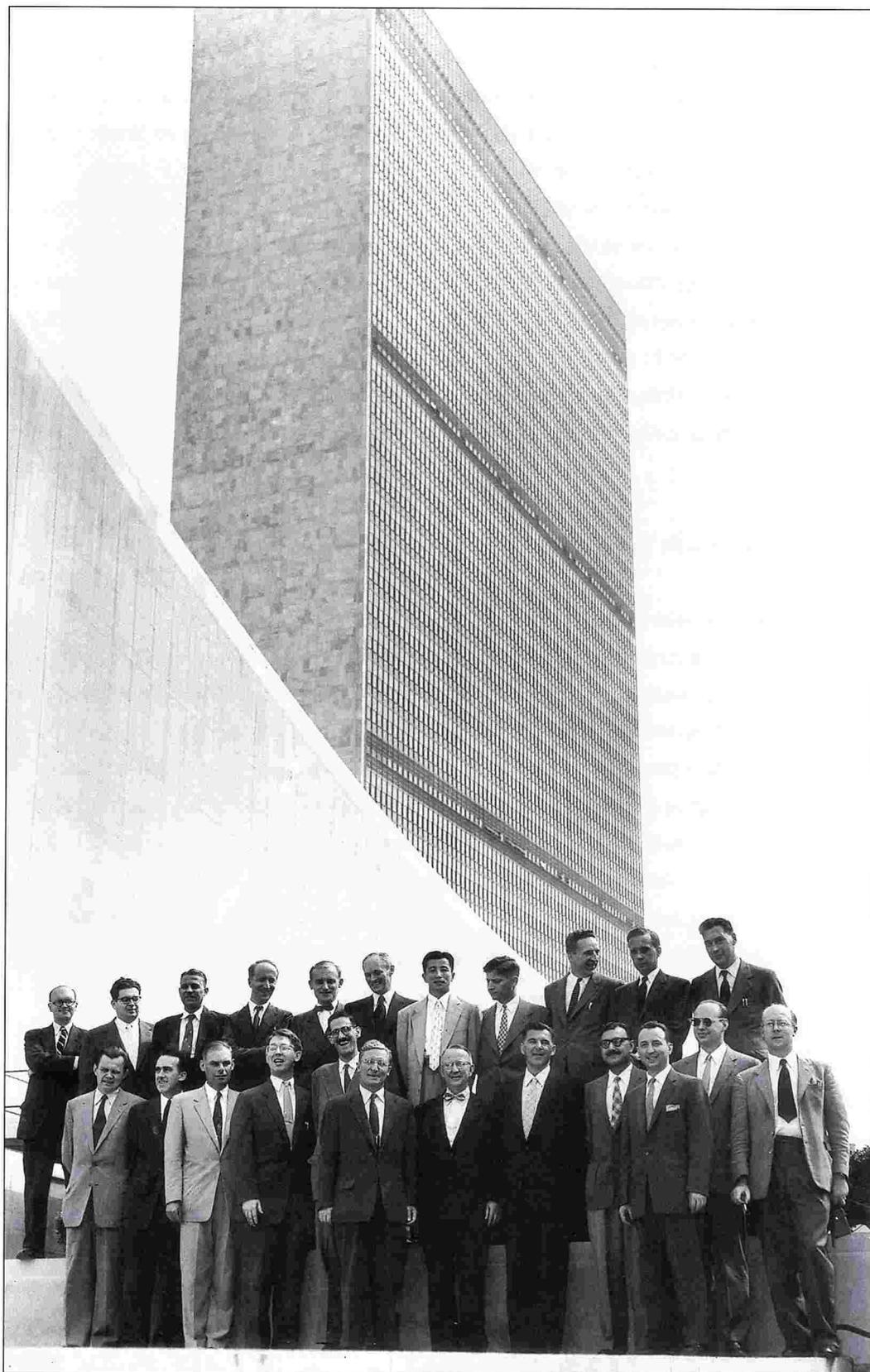
Neste contexto, o presidente americano sugeriu que a ONU patrocinasse iniciativas voltadas para a aplicação da energia nuclear para fins pacíficos. Era um bom pretexto para um real motivo: atender aos interesses das indústrias fornecedoras de insumos e materiais para o setor nuclear, ganhando aliados em outros continentes e regiões geopolíticas. Para isso, foram adotadas algumas medidas: no plano interno, flexibilização das rígidas normas da Atomic Energy Commission, com a revisão da Lei McMahon em 1954; no âmbito da política externa, aumento da cooperação internacional para incentivar a utilização da nova fonte de energia.

### **A Conferência de Genebra**

Na Assembléia Geral das Nações Unidas de dezembro de 1954, o embaixador americano, Henry Cabot Lodge, apresentou uma proposta de resolução conjunta em nome dos antigos aliados do Projeto Manhattan – Estados Unidos, Canadá e Reino Unido – para a realização de uma conferência sobre uso pacífico da energia nuclear e a criação de uma agência internacional reguladora das atividades do setor. A proposição do evento científico foi imediatamente aprovada por unanimidade pelos representantes dos países membros presentes à reunião. O secretário-geral da ONU, Dag Hammarskjöld, nomeou então um comitê consultivo para organizar a conferência, do qual o Brasil participou ao lado do Canadá, Reino Unido, França, Índia, União Soviética e Estados Unidos.

O representante brasileiro escolhido foi Joaquim da Costa Ribeiro, físico e catedrático da Universidade do Brasil, que desempenhava, junto com Álvaro Alberto, importante papel na articulação para a institucionalização da ciência no Brasil. Os outros países também adotaram critérios de reconhecimento científico e político na escolha de seus porta-vozes, tais como: o inglês John Cockroft, Prêmio Nobel de Física de 1951 e diretor do Atomic Energy Establishment; o americano Isidor Rabi, Prêmio Nobel de Física de 1944 e presidente do General Advisory Committee da AEC; o químico francês Bertrand Goldschmidt, do Commissariat à l'Énergie Atomique; o físico canadense Wilfrid Bennett Lewis, vice-presidente do Research and Development Atomic Energy of Canada; o físico soviético D. V. Skobel'tzin, membro da Academia de Ciências da União Soviética; e o físico indiano Homi Bhabha, fundador da comissão de energia atômica do seu país, depois escolhido presidente da conferência.

O comitê consultivo deliberou sobre a data, o local e os temas a serem abordados no evento. Costa Ribeiro teve ativa participação. Sugeriu que o evento tivesse caráter essencialmente científico



*José Leite Lopes (4° da segunda fila) em frente ao prédio da ONU, por ocasião dos trabalhos preparatórios da Conferência de Genebra. Nova Iorque, 1955*

e técnico, incluindo na agenda os seguintes temas para discussão: produção industrial de energia a partir de reatores nucleares; estudo da viabilidade econômica da energia nuclear nos países pré-industrializados e naqueles em fase de transição de uma economia de base agrícola para uma economia de base industrial; utilização do tório na produção de energia nuclear; metalurgia do zircônio; e combustível para reatores. Eram temas que diziam respeito às preocupações do Brasil.

Nos primeiros dias de fevereiro de 1955, o secretário-geral da conferência nomeou os 20 membros da comissão científica, dentre os quais o físico brasileiro José Leite Lopes, para elaborar o programa e selecionar os trabalhos para apresentação e publicação nos anais do evento.<sup>3</sup>

A Conferência para Uso Pacífico da Energia Atômica foi realizada no Palais des Nations, em Genebra, entre 8 e 20 de agosto de 1955, e ficou conhecida como a 1ª Conferência de Genebra. A delegação brasileira constituiu-se de cinco delegados, número máximo permitido. Todos eram membros da Comissão de Energia Atômica do CNPq: o seu presidente, general Bernardino de Mattos Netto, também chefe da delegação; o geólogo Elysiário Távora Filho; o engenheiro Ernani da Motta Rezende; e os físicos Marcello Damy e Costa Ribeiro. A delegação foi acompanhada de quatro assessores: o físico José Goldenberg, o geólogo Sylvio Villar Guedes, da empresa Prospec S.A., e dois diplomatas de carreira.

Ao todo, 74 nações e oito organismos internacionais enviaram representantes, que totalizaram 1.428 delegados, além de 1.305 observadores. Como as delegações se diferenciaram em função do número de assessores, e não em função do número de participantes que iriam apresentar trabalhos, os anais do evento, em 16 volumes, deixaram outro testemunho. Documentam que, ao lado do tamanho da delegação e do número de trabalhos publicados, havia interesse político de alguns países darem visibilidade às suas atividades.<sup>4</sup>

Comitê  
científico da  
1ª Conferência  
para Uso  
Pacífico  
da Energia  
Atômica, do  
qual José  
Leite Lopes  
(4º sentado)  
foi membro.  
Genebra, 1955



Foram publicados 13 trabalhos de autoria de brasileiros, comprovadores do estágio embrionário em que se encontravam as pesquisas em física e engenharia nuclear. Chama a atenção o trabalho "Um novo método para marcar mosquitos com radioatividade e sua aplicação", de M. B. Aragão e colaboradores, que exemplifica a importância da aplicação da energia nuclear para a saúde dos cidadãos de um país tropical. No geral, a participação brasileira no evento chamou mais atenção pela presença de Joaquim Costa Ribeiro no Comitê Consultivo, de José Leite Lopes na Comissão Científica e de Bernardino de Mattos na vice-presidência da Comissão Executiva, da qual também fizeram parte Homi Bhabha, presidente (Índia), Wilfrid Lewis (Canadá), Francis Perrin<sup>5</sup> (França), D. Skobeltzin (União Soviética), John Cockroft (Reino Unido) e Isidor Rabi (Estados Unidos), do que pela originalidade dos trabalhos. Não há dúvida de que o Brasil enviou cientistas comprometidos com o programa nuclear do CNPq, mas a participação brasileira em tantas comissões só pode ser explicada pelas potencialidades das reservas de tório, urânio e areia monazítica, assim como do mercado consumidor de produtos e tecnologias nucleares. Também há a certeza de que os participantes brasileiros retornaram ao país totalmente convictos da urgência de uma política nuclear, que incluía a aquisição de reatores e a proteção das reservas minerais, seguindo o exemplo dos países desenvolvidos diante das projeções do aumento do consumo mundial de energia elétrica e esgotamento das fontes tradicionais.<sup>6</sup>

Além de conferências plenárias, sessões coordenadas e apresentações orais de trabalhos, as exposições de divulgação da energia nuclear promovidas pela Bélgica, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, França, Noruega, Reino Unido, Suécia e União Soviética foram quase um evento à parte, ou "a mais sensacional e curiosa mostra de que o mundo jamais tivera notícia", conforme registrado no relatório de viagem da delegação brasileira.<sup>7</sup> Havia filmes, objetos interativos, maquetes e até um reator nuclear, do tipo piscina, em operação. O equipamento foi montado pelos Estados Unidos, poucas semanas antes da conferência. Como parte da propaganda americana, 905 jornalistas estiveram em Genebra para registrar o evento!

### **Átomos para propaganda**

A Conferência para Uso Pacífico da Energia Atômica foi essencial para os Estados Unidos alardearem o programa Átomos para a Paz, uma maneira de impedir que mais países ingressassem na chamada "era atômica" de maneira autônoma. O clima de otimismo, de ampla troca de informações entre os participantes e a presença de representantes da maioria dos países com os quais haviam sido firmados acordos bilaterais de cooperação, nesse âmbito, fizeram parte da habilidade da diplomacia americana. Vinte governos foram signatários de acordos com o governo americano em 1955, mas nem todos os países tiveram o mesmo tratamento. Canadá, Reino Unido, Suíça e Bélgica faziam parte do plano político de Eisenhower, todavia foram privilegiados por razões particulares.

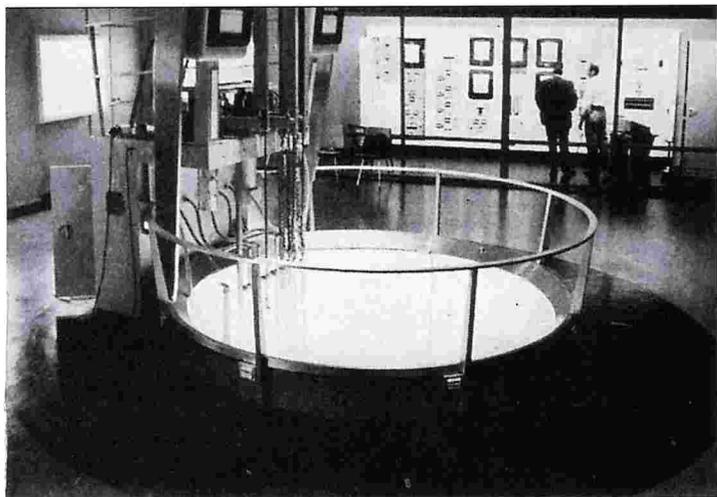
O Canadá e o Reino Unido, parceiros no Projeto Manhattan, assinaram acordos semelhantes sobre o uso civil da energia nuclear em 15 de junho, embora com o Reino Unido tenha sido assinado um segundo acordo para a "cooperation regarding atomic information for mutual defense purposes".<sup>8</sup> A cooperação com o Canadá estava alicerçada em suas reservas de urânio, inicialmente exploradas pela empresa privada Eldorado Gold Mines Ltd., da qual os governos britânico e americano adquiriram a matéria-prima essencial ao Projeto Manhattan, desde 1942. Em 1955, as estratégicas reservas de urânio da Eldorado Mines já estavam sob controle do governo canadense.

A Bélgica tinha o urânio do Congo, colônia na África que também fornecia a matéria-prima ao Reino Unido e aos Estados Unidos desde 1940. Pela fidelidade durante a Segunda Guerra Mundial e o posterior suprimento de grandes quantidades de urânio, ambos se prontificaram a auxiliar a criação do programa de pesquisa e desenvolvimento nuclear belga. Conforme registrado no Art. 1º do acordo bilateral ajustado em julho de 1955: "(...) the Government of Belgium will receive from United States Atomic Energy Commission, in the field of the peaceful uses of atomic energy, information and materials on terms as favorable as any other major uranium supplying country except Canada".<sup>9</sup> Na prática, a Bélgica poderia receber informações sobre a tecnologia de reatores de potência se quisesse construí-los em seu território, no Congo Belga ou em Ruanda-Urundi. Também diferente dos termos dos acordos assinados com o bloco dos 16 outros países, no caso belga estava explicitamente mencionado: assistência técnica da AEC sobre componentes,

materiais, engenharia e física de reatores, e a respeito de segurança no ambiente; autorização para técnicos belgas, depois de rigorosamente selecionados, acompanharem a construção e operação do primeiro reator PWR – a cargo da Westinghouse Electric Company –, em Shippingport; e obrigação da AEC de transferir à Bélgica informações sobre projeto, construção e operação de reatores pressurizados a água leve ou pesada para fins industriais ou comerciais. Em contrapartida, a Bélgica se obrigava a não fornecer a nenhum outro país urânio que pudesse ser usado para fins militares, exceto aos Estados Unidos e Reino Unido, que também deveriam ser comunicados sobre qualquer transação envolvendo urânio, tório e outros materiais fissionáveis.

O acordo com a Suíça teve uma vantagem especial para os Estados Unidos, que lhe venderam um reator usado, em troca de 180 mil dólares e da neutralidade política, cuja posição geográfica fazia desse país o lugar ideal para encontros internacionais nos conturbados anos da Guerra Fria. Ou seja, transacionaram o equipamento que tantas atenções despertara durante a Conferência de Genebra, aproveitando para fazer autopromoção.

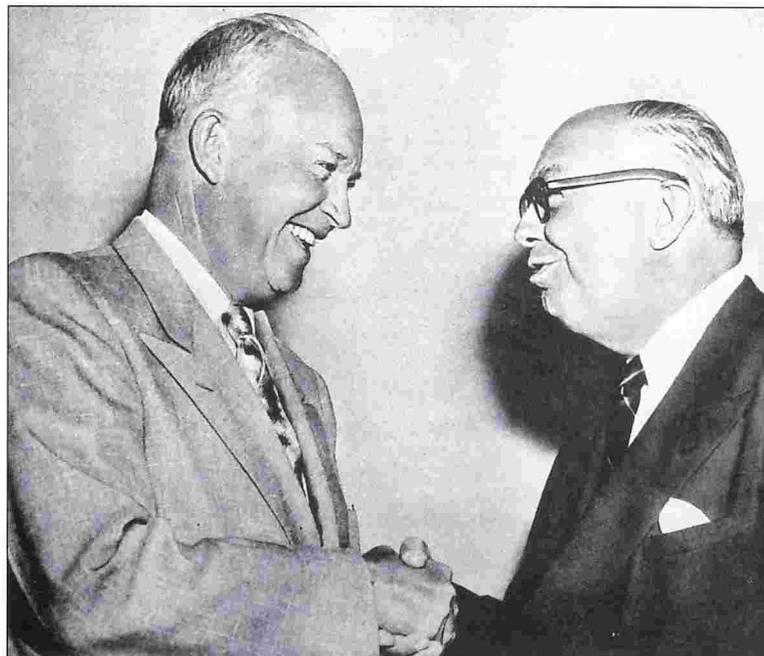
*Stand dos Estados Unidos na exposição realizada durante a 1ª Conferência de Genebra: reator do tipo piscina, em operação. Genebra, 1955*



Os termos e as condições do Acordo de Cooperação para Uso Civil da Energia Atômica assinado entre o Brasil e os Estados Unidos, em 3 de agosto de 1955, eram idênticos aos 16 outros documentos firmados entre 10 de junho e 11 de agosto daquele ano, na seguinte sequência: Turquia, Israel, China, Líbano, Colômbia, Espanha, Portugal, Venezuela, Dinamarca, Filipinas, Itália, Argentina, Brasil, Grécia, Chile e Paquistão. Exceto Portugal e Líbano, os demais países para os quais os Estados Unidos venderam átomos para fazer alianças foram representados em Genebra.

A venda de pequenos reatores e o fornecimento de urânio enriquecido até no máximo 20% pela AEC, "(...) com a finalidade de pesquisa e desenvolvimento de projetos voltados para a concretização da paz e utilização humanitária da energia atômica", teve resultados diferentes e, em alguns países, não se consumou. As regras fixadas pela AEC para venda e controle do uso do combustível nuclear eram extremamente rígidas, não podendo exceder a 6 kg de urânio contendo  $U^{235}$ , que depois de usados, obrigatoriamente, deveriam retornar à AEC de forma inalterada.

Como as alterações da Lei McMahon permitiram a negociação direta com as empresas privadas fabricantes de reatores, os meios empresariais tinham muitas expectativas nos desdobramentos dos acordos bilaterais de cooperação de 1955. Isto é, que o comércio de reatores se estendesse para o projeto e construção de reatores de potência no exterior, ficando a operação a cargo de empresas de energia elétrica americanas. Afinal, nos círculos industriais americanos a energia nuclear despontava como um mercado promissor, com amplas possibilidades de obtenção de vantagens econômicas e industriais. Como os Estados Unidos tinham conhecimento acumulado e matéria-prima para produzir energia nuclear, e não tinham problemas de escassez de fontes para geração de energia elétrica, a hora era propícia para conquistar o mercado externo para seus produtos, enquanto aprimoravam a tecnologia durante o processo. Não podiam perder tempo. "Depois da Guerra, com o aparecimento da bomba atômica, que veio mostrar de maneira dramática a importância da energia na fissão nuclear, todos os países se interessavam pelo desenvolvimento da energia nuclear"<sup>10</sup> e a União Soviética firmara acordos de cooperação com outros países, chegando um de seus delegados a afirmar, em Genebra, que o custo de produção do kWh em usina nuclear de 100.000 kW poderia vir a se equiparar ao de uma usina termelétrica a carvão com igual capacidade. Outros delegados soviéticos, contudo, não esconderam que o preço de venda do kWh de



*Eisenhower  
acerta a  
participação  
do Brasil no  
Programa  
Átomos para  
a Paz, com o  
embaixador  
brasileiro João  
Carlos Muniz.  
Washington,  
maio de 1955*

sua primeira usina nuclear de 5.000 kW era superior aos preços médios do kWh de energia elétrica produzida em grandes termelétricas a carvão.<sup>11</sup>

Mesmo não sendo possível quantificar os ganhos políticos obtidos pelos Estados Unidos com o programa Átomos para a Paz, certamente, não foram insignificantes. "A política dos Átomos para a Paz conduzia, na prática, a um desenvolvimento inteiramente orientado para a dependência de conhecimento e materiais, inibindo iniciativas de desenvolvimento autônomo".<sup>12</sup>

Houve críticas ao programa, que fora proposto pessoalmente por Eisenhower ao embaixador brasileiro nos Estados Unidos, em 31 de maio de 1955, conforme revelam fotografias. No Brasil, o programa começou a ser discutido em meados de julho, tendo culminado, dias depois, em dois acordos bilaterais: o Programa Conjunto para o Reconhecimento dos Recursos de Urânio no Brasil e o Acordo de Cooperação para Usos Cívicos da Energia Atômica. A discussão de ambos envolveu uma delegação de especialistas americanos, majoritariamente formada por membros da AEC, e uma Comissão Especial nomeada pelo presidente da República Café Filho, constituída por membros da Comissão de Energia Atômica do CNPq (Francisco Maffei, Bernardo Geisel, Carlos Chagas, Elysiário Távora, Ernani Rezende, Costa Ribeiro e Marcello Damy) mais o geólogo Othon Henry Leonardos. Em sua crítica posterior, o Estado-Maior das Forças Armadas considerou os acordos de 1955 desastrosos para a política nuclear brasileira, lesivos aos interesses nacionais e um reflexo da parcialidade do Itamaraty.<sup>13</sup>

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) promoveu o Simpósio sobre a Utilização da Energia Atômica para Fins Pacíficos no Brasil, no Rio de Janeiro, em 1956. Mario Schenberg fez contundentes críticas aos erros e à atuação de Marcello Damy e Costa Ribeiro na Comissão Especial que discutiu os acordos. Ao longo do debate, acentuou que os acordos sobre prospecção de urânio e compra de reator criaram desconfianças: estavam prontos, quando foram discutidos no Brasil, inclusive, haviam sido divulgados na imprensa; os Estados Unidos exigiriam contrapartidas ao governo brasileiro por outras vias e a qualquer tempo; os Estados Unidos estavam atrasados no campo dos reatores; e a Inglaterra e a União Soviética não foram consultadas para cotação de preço de reator e obtenção de outras informações técnicas.<sup>14</sup>

Schenberg estava correto. O acordo para a venda do reator e arrendamento do combustível era idêntico ao firmado com outros 15 países; em 1956, a Comissão de Exportação de Materiais Estratégicos do Ministério das Relações Exteriores, a CEME, firmou o 4º Acordo Atômico Brasil-Estados Unidos e um contrato secreto para venda de 300 toneladas de óxido de tório, sob alegação da necessidade de manter as atividades da Comalida Orquima S.A. e com a concordância do CNPq;<sup>15</sup> o Itamaraty foi contrário à rescisão do 3º Acordo Atômico Brasil-Estados Unidos, proposta pela Comissão de Energia Atômica do CNPq, alegando temer uma interferência negativa na negociação do programa Átomos para a Paz; a União Soviética e a Inglaterra começaram a operar usinas nucleares antes dos Estados Unidos; e os dois acordos de 1955 entraram na pauta da CPI de 1956. A polêmica sobre os minerais radioativos atingiu o ápice.

Como o governo negociou o programa Átomos para a Paz alguns dias antes da Conferência para Uso Pacífico da Energia Atômica, a delegação brasileira esteve nos Estados Unidos para visitar centros de pesquisa e empresas interessadas em fornecer ao Brasil um reator – a Vitro Corporation e a General Electric –, na primeira etapa da viagem a Genebra. Na Universidade de Illinois os brasileiros estiveram com Donald Kerst – inventor do bétraton e responsável pela construção dos laboratórios de alta atividade do reator experimental de Idaho –, que os encorajou a formular uma política de energia nuclear. Não obstante terem conversado sobre os acordos pactuados com os Estados Unidos, não se decidiu sobre o tipo de reator a ser adquirido. Marcello Damy, que teve a oportunidade de discutir o assunto com os especialistas presentes na conferência e convencido de que o reator do tipo piscina era o mais adequado ao Brasil, retornou aos Estados Unidos, depois de Genebra, com a finalidade de examinar em detalhes o reator a ser adquirido pelo CNPq.<sup>16</sup>

### **Sucesso na periferia**

Os potenciais candidatos para receber o reator eram a Universidade de São Paulo e a Universidade do Brasil, nas quais lecionavam os principais membros da comunidade de físicos. A única instituição que fora criada para desenvolver pesquisas na área da energia nuclear, o Instituto de Pesquisas Radioativas, dava os primeiros passos. Por sua vez, o Departamento de Física da USP tinha tradição na área da física desde 1934, herdada do rigor teórico de seu fundador Gleb Wataghin e da criatividade experimental de Giuseppe Occhialini. A primeira geração de físicos experimentais do país foi formada nessa instituição e Marcello Damy, que acabara de instalar um bétraton, era o chefe do departamento e ocupava postos-chaves no CNPq. Ao lado de Hervásio de Carvalho – o primeiro brasileiro a concluir a pós-graduação em engenharia nuclear – e de Jonas Correia Santos – professor da Escola Nacional de Engenharia de física nuclear –, Marcello Damy era quem mais conhecia de reator nuclear.

Em janeiro de 1956, o CNPq e a USP assinaram um convênio e, em agosto, fundaram o Instituto de Energia Atômica, sob a direção de Damy, para ser instalado o reator comprado da empresa americana Babcock & Wicox, pelo programa Átomos para a Paz.<sup>17</sup> O reator do tipo piscina foi aconselhado por especialistas na 1ª Conferência de Genebra, pela capacidade de produzir alto fluxo de nêutrons com baixo consumo de combustível. O urânio enriquecido a 20% seria arrendado e utilizado sob forte vigilância da Atomic Energy Commission.

Em condições similares, um outro reator experimental foi adquirido pelo governo de Minas Gerais para o Instituto de Pesquisas Radioativas, em 1958, e inaugurado dois anos depois. As negociações foram conduzidas por Francisco Magalhães Gomes. Iniciaram-se em evento promovido pela Unesco, em Paris, do qual ele participou; prosseguiram nos Estados Unidos, para onde



*Cerimônia de assinatura do convênio CNPq/ USP para a instalação do reator comprado pelo programa Átomos para a Paz. Rio de Janeiro, 1956*

ele viajou em companhia do colega Milton Campos e do diretor da Escola de Engenharia, Mário Werneck; avançaram com a visita de representantes da General Atomic a Belo Horizonte; e, finalmente, foram concluídas por Francisco Magalhães Gomes durante a 2ª Conferência para Uso Pacífico da Energia Atômica, em 1958.<sup>18</sup> Tratava-se de um pequeno TRIGA – Training Research Isotope General Atomic –, como o próprio nome indica, um reator para treinar pessoal e produzir radioisótopos, comprado da empresa americana Gulf General Atomic.

Diferente dos anteriores, o reator de pesquisa do Instituto de Engenharia Nuclear não foi adquirido pelo Átomos para a Paz; entretanto, um grupo de engenheiros recebeu auxílio desse programa para fazer estágio no Argonne National Laboratory (EUA), depois do qual construíram o reator que funciona na UFRJ.

Para sensibilizar a opinião pública sobre os benefícios da energia nuclear em diversos campos e fazer propaganda da contribuição do programa Átomos para a Paz de Eisenhower, uma exposição itinerante patrocinada pela Atomic Energy Commission viajou pelo mundo: Japão, Paquistão, Líbano, Grécia, Tailândia, Jugoslávia, Espanha e outros países. No Brasil, a mostra foi apresentada pela CNEN,<sup>1</sup> em 1961, ao lado do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro, num projeto arquitetônico de vanguarda; em São Paulo, no Parque Ibirapuera, e em outras capitais. Além de divulgar informações sobre as aplicações da energia nuclear, especialmente na pesquisa científica, indústria e saúde, a exposição "Átomos em Ação" teve por objetivo promover a imagem dos Estados Unidos associada às vantagens da nova fonte de energia para a sociedade. No plano local, exibiu atividades de pesquisa desenvolvidas em instituições de áreas correlatas: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Instituto de Biofísica, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Instituto Nacional de Tecnologia,

laboratórios da USP e da PUC-RJ, por exemplo. O evento foi um sucesso para a popularização da ciência. A repercussão foi enorme, segundo notícias da revista *Manchete*.

Milhares de pessoas têm ocorrido à exposição Átomos em Ação (...) fotografias, gráficos e textos explicativos, em diversos *stands*, apresentam um quadro completo e atualizado das conquistas da ciência em vários setores da energia atômica e nuclear. Ao contrário do que poderia se imaginar, o elemento feminino tem predominado na estatística dos frequentadores. Gente do povo – sobretudo estudantes – foi ver de perto a exposição que, além de seu caráter recreativo, permite aos que se interessam mais profundamente pelo assunto inteirar-se do que se faz, hoje, no mundo. Em pleno centro da cidade, e de graça, os átomos continuam em ação.<sup>19</sup>

A exposição que correu o mundo invocava imagens e argumentos para distanciar a ciência da guerra. Ciência e cientistas eram mostrados pelos Estados Unidos, e nas versões locais, como internacionalistas, universais e promotores da paz. A energia nuclear era a porta de entrada para o mundo da abundância. A ciência para a paz, construída em 1955, adotou uma visão muito liberal da atividade científica e de seu papel na sociedade. Todos os movimentos direcionavam a ciência para um serviço mais imediato e de interesse social, assim como de uma ciência do centro para os países da periferia científica e política.

## Notas

- 1 EISENHOWER, 1953.
- 2 ORDONEZ; SÁNCHEZ-RON, 1996, p. 195. Para outra interpretação, ver: FISCHER, 1997, p. 22.
- 3 A maior parte das informações sobre a Conferência de Genebra de 1955 foi extraída do relatório de pesquisa de Bruno Jorge da Silva, bolsista PIBIC/ MAST, orientando da autora. Ver também: RIBEIRO, 1955; LOPES, 1955a; LOPES, 1955b.
- 4 As maiores delegações da Conferência de Genebra foram dos Estados Unidos (249), Reino Unido (152), Itália (95), França (90), Alemanha (71) e União Soviética (70), que publicaram o seguinte número de trabalhos nos anais da conferência: Estados Unidos (512), Reino Unido (99), Itália (3), França (59), Alemanha (1) e União Soviética (94). Como as despesas da delegação eram custeadas pelo próprio país, o fator geográfico pode explicar a contrastante diferença entre o tamanho da delegação e o número de trabalhos publicados pelas delegações da Itália e Alemanha.
- 5 Francis Perrin dirigia o Commissariat à l'Énergie Atomique desde 1951, em substituição a Frederic Joliot-Curie.
- 6 CNPq, 1956, p. 20 e 29; CADERNOS SBPC, 2006, v. 17, p. 19-20.
- 7 MATTOS NETTO, 1955.
- 8 Agreement between the Government of the United States of America and the Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland for cooperation regarding atomic information for mutual defense purposes. United States Treaties and other International Agreements. Washington, Government Printing Office, 1955. v. 6, part. 2, p. 2721-2724 apud ORDONEZ; SÁNCHEZ-RON, op. cit., p. 198-199.
- 9 idem, p. 197.
- 10 CADERNOS SBPC, op. cit., v. 16, p. 7.
- 11 LE MONDE. 10 ago. 1955 apud GUILHERME, 1957, p. 214.
- 12 BATISTA, 1980.
- 13 CNPq, op. cit., p. 7 e 28; GUILHERME, op. cit., p. 195.
- 14 CADERNOS SBPC, op. cit., v. 15, p. 32-45. Ver também: GUILHERME, op. cit., p. 172-188.
- 15 CADERNOS SBPC, op. cit., v. 15, p. 70.
- 16 MATTOS NETTO, op. cit. Ver também: SBPC, op. cit., v. 17, p. 12.
- 17 Além da Babcock & Wicox, enviaram propostas à CEA do CNPq: Bendix International, General Electric, Foster Wheeler & Co e a AMF Atomics. CNPq, Comissão de Energia Atômica. Ata da 34ª sessão da Comissão de Energia Atômica em 12 de janeiro de 1956. p. 79; idem. Ata da 36ª sessão da Comissão de Energia Atômica em 27 de janeiro de 1956. p. 1 (Arquivo Leite Lopes).
- 18 CNEN, 1959; MORENO, 2006, p. XVI.
- 19 MANCHETE, 20 de maio de 1961, p. 23.





*Stand da PUC-RJ na  
exposição Átomos  
em Ação, promovida  
pela CNEN e AEC.  
Rio de Janeiro, 1961*

## José Leite Lopes (1918-2006)

José Leite Lopes nasceu em Recife, onde se formou em química industrial na Escola de Engenharia de Pernambuco, em 1938. Fez parte da geração dos pernambucanos que, orbitando em torno da emblemática figura do professor Luiz Freire, sonhava fazer ciência no Brasil em condições semelhantes aos laboratórios estrangeiros. No Rio de Janeiro, em 1942, formou-se em física pela Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil e, no ano seguinte, frequentou os cursos de Gleb Wataghin e Mario Schenberg no Departamento de Física da USP. Leite Lopes completou sua formação na Universidade de Princeton (EUA), onde trabalhou com J. M. Jauch e obteve o título de doutor, sob orientação de Wolfgang Pauli, Prêmio Nobel de Física de 1945. De volta ao Rio de Janeiro tornou-se professor de física teórica da Faculdade Nacional de Filosofia e liderou o movimento que levou à criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), do qual foi pesquisador, professor titular, chefe do Departamento de Física Teórica e diretor.

Membro da Comissão de Energia Atômica e diretor da Divisão de Ciências Físicas do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), integrou a secretaria científica da 1ª Conferência para Uso Pacífico da Energia Atômica, realizada em Genebra, em 1955.

Em 1958, José Leite Lopes publicou no periódico *Nuclear Physics* o trabalho sobre os bósons vetoriais, considerado sua mais importante contribuição científica, no qual sugere a

unificação das forças eletromagnéticas com as forças fracas e postula a igualdade das constantes fundamentais das interações fraca e eletromagnética.

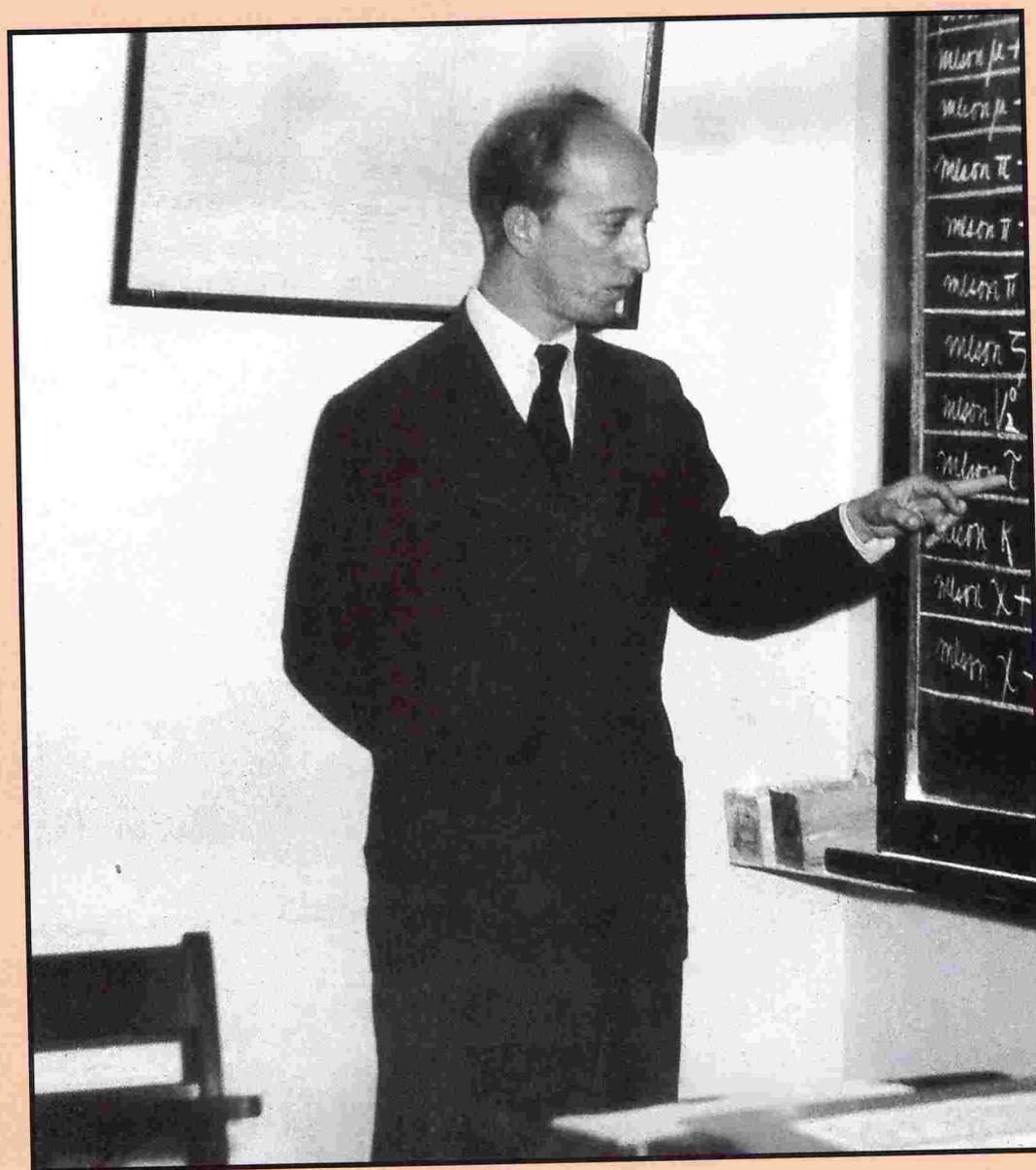
Entre 1962 e 1964, participou da organização da Universidade de Brasília (UnB) e de seu Instituto de Física, ao lado de Darcy Ribeiro. Em seguida, foi professor visitante da Faculté des Sciences d'Orsay, em Paris. De volta ao Rio de Janeiro, em 1967, reassumiu as atividades de pesquisa no CBPF e foi nomeado diretor do recém-criado Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Em 1969, Leite Lopes foi cassado pelo AI-5, preso e levado a deixar o país. Nos Estados Unidos, trabalhou na Carnegie-Mellon University e, na França, na Université Louis Pasteur, em Estrasburgo, da qual tornou-se professor titular e vice-diretor do Centre de Recherches Nucléaires de Strasbourg. Com a anistia política de 1980, Leite Lopes voltou ao país, assumindo a direção do CBPF, em 1986, e sendo reintegrado ao corpo docente da UFRJ. Jamais abandonou seus ideais políticos.

Autor de uma centena de trabalhos publicados em periódicos nacionais e estrangeiros, livros e artigos sobre física teórica, ensino da física, política científica e de divulgação científica, distinguiu-se não apenas como cientista e grande professor que era, mas como um intelectual humanista e aguerrido cidadão brasileiro.

José Leite Lopes recebeu os seguintes prêmios: Prêmio de Ciência Estácio de Sá, do

governo do Estado do Rio de Janeiro, em 1985; Médaille Université Louis Pasteur, de Estrasburgo, em 1986; Medalha Carneiro Felipe, da Comissão Nacional de Energia Nuclear, em 1988; Ordre des Palmes Académiques e Ordre

National du Mérite, do governo francês, em 1989; medalha de ouro do Prêmio Nacional de Ciência Álvaro Alberto, em 1989; Prêmio de Ciência e Tecnologia do governo do México, em 1993; e o Prêmio de Ciência da Unesco, em 1999.



## Marcello Damy de Souza Santos (1914)

Marcello Damy de Souza Santos nasceu em Campinas e graduou-se na primeira turma do Departamento de Física da USP, em 1938, do qual se tornou professor e assistente de Gleb Wataghin. Trabalhava em raios cósmicos, dedicando-se à construção de contadores e circuitos elétricos. Completou a formação no Cavendish Laboratory (RU), sob orientação de William Bragg, Prêmio Nobel de Física de 1915. Lá, inovou os contadores Geiger-Müller ao conseguir reduzir a duração da descarga. Devido à Segunda Guerra Mundial, retornou à USP e prosseguiu as pesquisas no grupo de G. Wataghin, que culminaram na descoberta da produção simultânea de partículas penetrantes na radiação cósmica.

Com a entrada do Brasil na Segunda Guerra, Damy passou a fabricar secretamente sonares para a Marinha. Assumiu a direção do Departamento de Física da USP em 1945, ano em que trabalhou com Donald Kerst, o inventor do betatron, na University of Illinois (EUA). A experiência foi decisiva para a aquisição desse tipo acelerador de partículas da Allis Chalmers, que ele montou e construiu todos os periféricos com financiamento da Fundação Rockefeller e do CNPq. O betatron de 23 MeV, primeiro acelerador do Brasil, permitiu o estudo das reações fotonucleares na USP, a partir de 1951.

Marcello Damy participou do processo de criação do CNPq, do qual foi membro do Conselho Deliberativo e da Comissão de Energia Atômica, revelando-se um dos opositores da

política de exportação dos minerais radioativos e da montagem do ciclotron de 21". Participou da negociação do programa Átomos para a Paz, empenhando-se pela fundação do Instituto de Energia Atômica (IEA) e montagem do reator IEA-R1. Em 1961, trocou a direção do IEA pela presidência da CNEN, que acumulou com o cargo de membro da Junta de Governadores da AIEA. O golpe militar de 1964 o levou de volta à USP, época em que articulou a criação do Instituto de Física Gleb Wataghin na Unicamp, para a qual se transferiu em 1966.

De 1969 a 1972, participou do comitê de dados nucleares da AIEA e dirigiu o Instituto de Física Gleb Wataghin. Sua liderança foi decisiva para a constituição dos grupos de Física do Estado Sólido e de Ciência dos Materiais. Como um construtor de instituições científicas, implantou o Laboratório de Física Nuclear da PUC-SP, na qual foi coordenador do Programa de Pós-Graduação e vice-diretor do Centro de Ciências Matemáticas, Físicas e de Tecnologia.

Marcello Damy de Souza Santos é membro da Academia Brasileira de Ciências, da American Association for the Advancement of Science, da American Nuclear Society, da Sociedade Brasileira de Física e da americana, dentre outras. Foi homenageado com o título de Comendador da Ordem do Mérito Naval, em 1962; recebeu o prêmio Nami Jafet para o Progresso da Ciência e da Cultura, em 1964; a Medalha Carneiro Felipe, da Comissão Nacional de Energia Nuclear, em 1988; o Prêmio

IBM de Ciência e Tecnologia e Academia Brasileira de Ciências, em 1994; e a Presidência da República lhe concedeu a Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico, em 1994.

Ao longo de sua trajetória, Marcello Damy lutou pelo desenvolvimento da tecnologia nu-

clear no Brasil, tendo sido por isso um crítico ferrenho da compra do reator da Westinghouse e do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha. É considerado pioneiro da moderna física experimental, da física dos raios cósmicos e da física nuclear e de reatores no Brasil.



## IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

O programa Átomos para a Paz teve como primeiro desfecho a assinatura de convênio entre o CNPq e a USP para a criação de um instituto de pesquisa de energia nuclear, em janeiro de 1956, onde seria instalado um reator experimental. Marcello Damy de Souza Santos foi designado pela Comissão de Energia Atômica do CNPq e pelo reitor da USP para dirigir o instituto nacional de ciência e tecnologia criado, em agosto de 1956, com o nome de Instituto de Energia Atômica (IEA). Imediatamente teve início a construção do prédio para abrigar o reator adquirido da empresa americana Babcock & Wilcox, conforme aprovado pela Comissão de Energia Atômica do CNPq, no *campus* da USP. A inauguração do reator IEA-R1 ocorreu em 1958.

Desde os primeiros anos, o reator foi utilizado para formação de especialistas de outras instituições, como a Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais, a Escola Técnica do Exército, a Escola Nacional de Engenharia e a Universidade do Rio Grande do Sul. Uma década depois, o instituto já tinha projeção internacional em pesquisas nucleares, produzia radiofármacos, radioisótopos e substâncias marcadas para uso em medicina nuclear. Desenvolvia trabalhos nas áreas de metalurgia, física nuclear e eletrônica, e pesquisa sobre elementos combustíveis, que viriam a ser usados no reator IEA-R1, no reator Argonauta do Instituto de Engenharia Nuclear e no reator subcrítico do Instituto Militar de Engenharia (IME). Na época foi concluída a usina piloto de purificação de urânio.

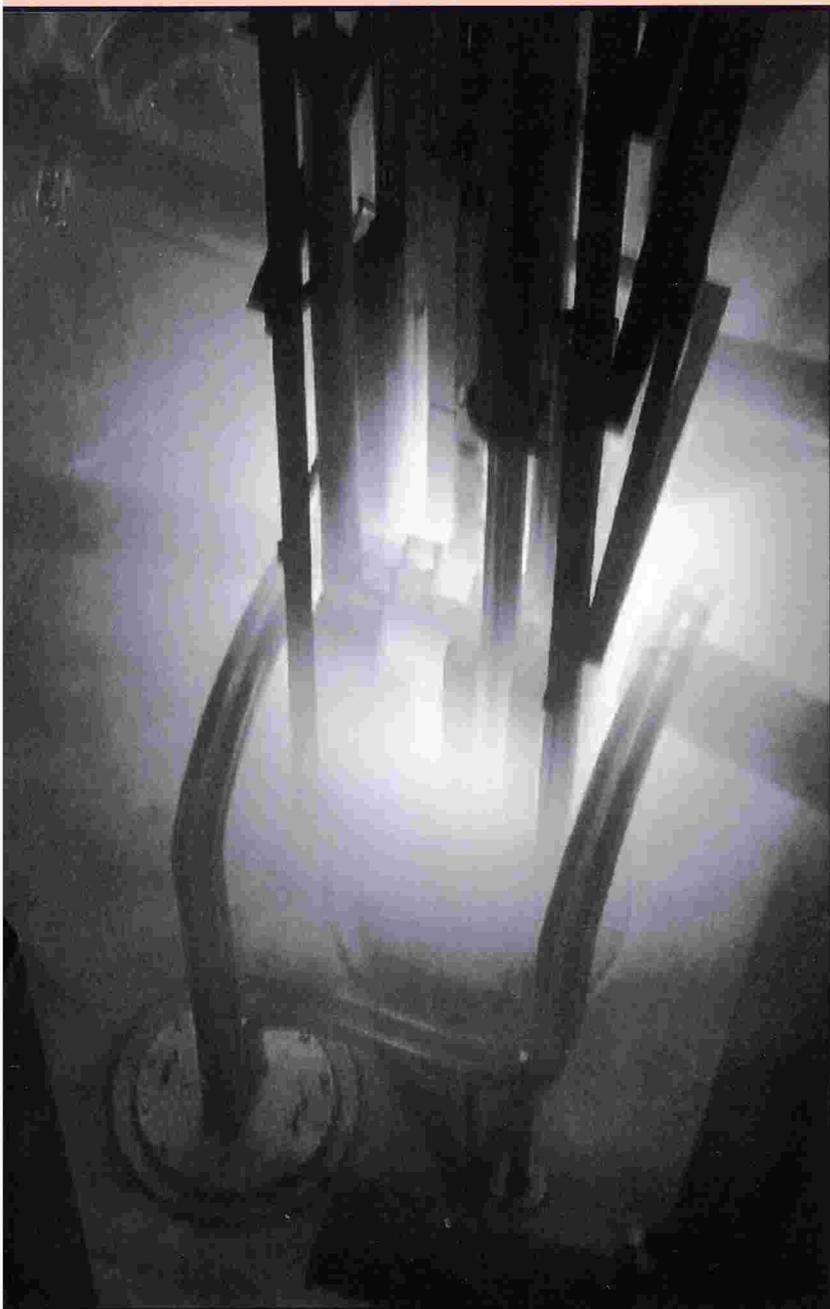
O IEA passou a integrar a estrutura da Comissão Nacional de Energia Nuclear, em 1963, à qual pertenceu até 1972, quando se tornou uma autarquia estadual associada à USP. As relações com a universidade sempre foram estreitas: os primeiros pesquisadores e diretores pertenciam ao seu quadro docente, que contribuiu nos cursos de formação de técnicos e nas iniciativas para a organização da pós-graduação. Os cursos de mestrado e doutorado foram organizados em 1975, em convênio com a USP, consolidando o programa de formação de recursos humanos especializados na área nuclear, com destaque para reatores e aplicações de técnicas nucleares. Os pesquisadores do IEA participaram ativamente do Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica entre o Brasil e a Alemanha, assinado em 1969, com o objetivo de acumular conhecimentos para o desenvolvimento da tecnologia de enriquecimento de urânio no Brasil. Em 1973, foi inaugurada a planta piloto para produção de  $UF_6$ . Essas pesquisas foram fundamentais para o domínio do processo de enriquecimento de urânio por ultracentrifugação, posteriormente desenvolvido em colaboração com o Centro Tecnológico da Marinha de São Paulo (CTMSP). Os laços com a Marinha eram estreitos nos projetos de desenvolvimento da tecnologia de propulsão nuclear e de várias etapas do ciclo do combustível.

Substantivas mudanças ocorreram no IEA em 1969: vinculou-se à Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo; passou a ser denominado Instituto

de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e ampliou o espectro da pesquisa e atuação para outras formas de energia. Em 1982, contudo, a instituição voltou a pertencer à CNEN, como unidade administrativa. Ao longo da história do IEA/IPEN, a CNEN teve um papel determinante nas linhas de pesquisa e atividades, na medida em que é o órgão normativo e o principal provedor dos institutos de energia nuclear do Brasil. Com isso, influenciou a construção de novas plantas, a montagem de laboratórios e os processos decisórios de compra ou de construção de aceleradores de partículas, de reatores e outros grandes equipamentos.

O reator de pesquisa IEA-R1 continua sendo o principal equipamento da instituição, embora tenha passado por várias reformas. A grande reforma foi feita em 1996/1997, que aumentou a potência do reator de 2 MW para 5 MW. Passou a se chamar IEA-R1m. Para a medicina nuclear no Brasil essa mudança trouxe uma grande contribuição: a produção local de radioisótopos de última geração, o que gerou uma economia de divisas.

Em sua trajetória, o IPEN vem se destacando nas pesquisas e aplicações de técnicas nucleares, e na produção de radiofármacos, radioisótopos, fontes radioativas, ligas metálicas e cerâmicas, equipamentos mecânicos e eletrônicos, materiais usados no setor nuclear, dentre muitos outros não menos importantes. Com a desaceleração da área nuclear, ampliou sua atuação para outras áreas, tais como, química ambiental, biotecnologia e *laser*.







# 4 A CNEN entra em cena

*Juscelino  
Kubitschek  
observa um  
detector de  
radiação*

**A** vitória nas urnas dos candidatos da aliança PSD-PTB nas eleições presidenciais de 1955, o político mineiro Juscelino Kubitschek de Oliveira e o líder trabalhista João Goulart, não diminuiu as tentativas de obstrução da ordem democrática. O marechal nacionalista Henrique Teixeira Lott, ministro da Guerra, foi responsável pela mobilização de tropas para impedir um golpe de forças udenistas, civis e militares, apoiadas por Café Filho e Carlos Luz. Nereu Ramos, presidente do Senado, assumiu a Presidência com a saída forçada de Carlos Luz, e o estado de sítio permaneceu até a posse dos eleitos. O chamado contragolpe, todavia, promoveu uma nítida cisão no interior das Forças Armadas. Apesar de Juscelino ter assegurado uma ampla maioria no Congresso Nacional e de seu governo ter sido pautado pela conciliação dos interesses políticos e econômicos, a falta de coesão dos militares e o surgimento de novas lideranças, corroboraram para a instabilidade política durante todo o período de seu governo.<sup>1</sup>

Juscelino manteve o respeito às instituições democráticas e ousou no programa de governo: cinqüenta anos de progresso em cinco anos de realizações. O Plano de Metas, como ficou conhecido o programa de seu governo, consistiu de um conjunto de trinta objetivos a serem alcançados em diversos setores da economia, dentre os quais a Meta 2. Nesta, constavam a fabricação de combustíveis nucleares (urânio natural e urânio enriquecido); a formação de pessoal especializado; e a construção de usinas nucleares. O programa de JK baseava-se em estudos prospectivos realizados, desde o início da década de 1940, por diversas comissões e missões econômicas, e o último fora feito pela Comissão Mista Brasil-Estados Unidos, entre 1951 e 1953.

Coerente com o Plano de Metas, em sua primeira mensagem ao Congresso Nacional, o presidente da República enfatizou na abertura da sessão legislativa de 1956:

Aproxima-se a era das usinas atômicas, para cuja utilização o país deve se preparar desde já, incluindo no programa de expansão da indústria da eletricidade algumas usinas atômicas, embora de pequeno porte, a fim de que nossos engenheiros possam se familiarizar com essa nova técnica e estejam preparados para os grandes projetos que fatalmente surgirão no futuro não muito remoto.<sup>2</sup>

Juscelino Kubitschek nomeou uma Comissão Especial para analisar o assunto. Antecipava-se aos debates no plenário da Câmara dos Deputados que prometiam elevar a temperatura política no desenrolar dos trabalhos da Comissão Parlamentar de Inquérito para Proceder Investigações sobre o Problema da Energia Atômica no Brasil.<sup>3</sup> Em especial, seriam averiguados os documentos secretos (ou melhor, apócrifos) atribuídos a Juarez Távora, os acordos de 1955 celebrados com os Estados Unidos nesse terreno e as exportações de tório e outros minerais estratégicos. Ao lado da CPI, entrou na agenda do Congresso Nacional a discussão do Projeto de Lei n. 944, do deputado Dagoberto Salles (PSD-SP), propondo a criação e a regulamentação da Comissão Nacional de Energia Atômica. Era um terreno fértil para Juscelino promover o diálogo entre as duas correntes antagônicas de opiniões que permeavam o cenário político na década de 1950.

De um lado, estavam os defensores do monopólio estatal da energia nuclear, inclusive na esfera da produção e distribuição de energia elétrica gerada em usinas nucleares. Consideravam que o capital estrangeiro se interessava mais pelo significado político do controle da energia elétrica do que pelos aspectos financeiros da atividade. Usavam como exemplo o que ocorria no setor hidrelétrico, em que 82% das atividades estavam sob o controle de empresas canadense e americana. Também atribuíam ao capital estrangeiro a responsabilidade pelo atraso de diversos setores da economia, como na exploração do petróleo. Do outro lado, inversamente, o Estado deveria ser responsável apenas pelas atividades de pesquisa científica e tecnológica da área, delegando as tarefas empresariais ao capital estrangeiro. Os adeptos dessa corrente justificavam que o país não tinha pessoal especializado suficiente e recursos para investimentos de tal vulto em infra-estrutura. O confronto era acirrado nas altas esferas da política.<sup>4</sup>

A composição da Comissão Especial espelhou a habilidade de JK para tentar pôr fim aos conflitos que marcaram os governos de Vargas a Café Filho: os ministros das Relações Exteriores, da Guerra, da Marinha, da Aeronáutica, da Agricultura, o chefe do Estado-Maior das Forças Armadas e os presidentes do Conselho de Desenvolvimento Econômico e do CNPq. Enquanto isso, os depoimentos à CPI da Energia Atômica ganharam as páginas dos jornais da capital federal, despertando o interesse da opinião pública e fortalecendo o sentimento antiamericanista, assim como a questão inspirou o carro alegórico de um dos prêmios do carnaval carioca de 1957. Durante a campanha pelos minerais radioativos, os Estados Unidos eram acusados de pressionar as autoridades a fornecer minerais estratégicos e de ingerência na política nuclear brasileira, com a conivência do Itamaraty e, sobretudo, do general Juarez Távora e do conservador João Neves da Fontoura, respectivamente, chefe do Gabinete Militar no governo Café Filho e ministro das Relações Exteriores nos governos Dutra e Vargas.<sup>5</sup>

Sabendo bem aproveitar o momento político, Juscelino Kubitschek lançou, em 30 de agosto de 1956, as Diretrizes para a Política de Energia Atômica formuladas pela Comissão Especial que nomeou. Desse modo, tinha o aval do Conselho de Segurança Nacional e do Estado-Maior das Forças Armadas, que anteriormente se dirigira ao presidente da República para manifestar sua desaprovação às exportações de tório aos Estados Unidos e denunciar as transgressões das normas pelo Itamaraty. Entre os seus 18 pontos, o documento propunha a criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, recuperando o Programa Atômico de Vargas estabelecido pelo CNPq e Conselho de Segurança Nacional, e destacava: a formulação de um amplo programa de formação de cientistas, técnicos e especialistas para os diversos setores ligados à energia nuclear; a produção de combustíveis nucleares; a suspensão das exportações de urânio, tório e outros minérios indicados pela futura Comissão Nacional de Energia Nuclear; e o cancelamento da exportação das 300 t de óxido de tório aos Estados Unidos, que haviam sido contratadas naquele mesmo ano. Afora isso, o governo poderia interromper o Programa Conjunto para o Reconhecimento dos Recursos de Urânio no Brasil<sup>6</sup> – o que não ocorreu – e qualquer negociação

com outros países, envolvendo matéria-prima de aplicação na área da energia nuclear, precisaria da aprovação do Congresso Nacional. Contudo, se as Diretrizes propunham a criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, a política nacional de energia nuclear era de competência do Conselho de Segurança Nacional.

Um dia depois do anúncio das Diretrizes para a Política de Energia Atômica, mas conforme já estabelecido no convênio entre o CNPq e a USP, foi criado o Instituto de Energia Atômica (IEA).<sup>7</sup> Neste instituto nacional de pesquisas nucleares de São Paulo seria instalado o primeiro reator adquirido pelo programa Átomos para a Paz. Em conformidade com o outro acordo de 1955 com os Estados Unidos, o IEA tinha por finalidades: desenvolver pesquisas sobre a energia atômica para fins pacíficos; produzir radioisótopos; formar cientistas e técnicos; e estabelecer as bases e dados construtivos para protótipos de reatores.

O projeto desenvolvimentista de Juscelino Kubitschek exigia ampla participação do capital estrangeiro para a instalação de indústrias modernas, relegando ao segundo plano o desenvolvimento da ciência e tecnologia nacionais. Por esta razão, os recursos para a pesquisa científica e formação de pessoal qualificado não eram prioridades, conforme atesta a redução do orçamento do CNPq. No modelo de JK, as empresas que aqui se instalaram traziam prontos os seus projetos tecnológicos e só necessitavam de técnicos para trabalhar nas fábricas. Assim, era clara a dicotomia entre as aspirações nacionais e a política externa. O crescente antiamericanismo na América Latina, como era o caso de Cuba, possibilitou um contato mais direto entre autoridades americanas e brasileiras. Durante o governo JK, Eisenhower esteve em visita ao Brasil e uma delegação da recém-criada Agência Internacional de Energia Atômica foi recebida pelo presidente da República no Palácio do Catete. Contrariando as próprias Diretrizes da Política de Energia Atômica, JK assinou um Acordo de Cooperação para Usos Cívicos da Energia Atômica com os Estados Unidos, em 1957, com cláusula sobre o sigilo em caso de descoberta de reservas de minerais nucleares.<sup>8</sup> A submissão política do Brasil aos Estados Unidos na área nuclear não se modificou, apesar da criação de agências ou comissões específicas no âmbito das Nações Unidas e da Organização dos Estados Americanos, que historicamente refletem a posição do governo americano.

### **A criação da CNEN**

Em 10 de outubro de 1956, cumprindo as Diretrizes para a Política de Energia Atômica e antes do relatório da CPI da Energia Atômica ter sido concluído, foi criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).<sup>9</sup> Diretamente subordinada à Presidência da República, cabia exclusivamente à CNEN, como órgão superior de planejamento, propor medidas julgadas necessárias à orientação da política nacional de energia atômica em todas as fases e aspectos; executar diretamente ou em convênio pesquisas e programas de desenvolvimento tecnológico



*Juscelino Kubitschek ao lado de Marcello Damy, diretor do Instituto de Energia Atômica. 1958*

ligados à energia nuclear, norteados suas atividades para programas de real interesse do país, e só executáveis por organismos governamentais.

A CNEN passou a ter todas as atribuições afeitas à área nuclear, até então de responsabilidade do CNPq, criando a falsa expectativa em membros nacionalistas da extinta Comissão de Energia Atômica daquele órgão de que daria continuidade ao seu programa. Na avaliação de José Leite Lopes, nos primeiros anos de atividades a CNEN não correspondeu a esses anseios. A política de exportação dos minerais nucleares não foi alterada em sua essência. Em outro nível, mesmo com a criação da CNEN, que pouco a pouco iria concentrar as atividades de pesquisa e prospecção de urânio e tório, o CNPq e o Departamento Nacional de Produção Mineral continuaram a realizar esses trabalhos até 1959.

**Decreto n. 40.110, de 10 de outubro de 1956**

*Cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências*

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, usando da atribuição que lhe confere o art. 87, inciso I, da Constituição, e tendo em vista o disposto no artigo 5º e seu § 1º da Lei nº 1.310, de 15 de janeiro de 1951,

Decreta

Art. 1º É criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), diretamente subordinada à Presidência da República, encarregada de propor as medidas julgadas necessárias à orientação da política geral da energia atômica em todas as suas fases e aspectos.

Art. 2º A Comissão Nacional de Energia Nuclear será constituída de cinco (5) membros, dos quais um será o presidente.

Parágrafo único. O presidente e os demais membros da CNEN serão de livre escolha e nomeação do Presidente da República.

Art. 3º A CNEN constituirá o pessoal necessário ao seu funcionamento mediante requisição dos Ministérios,

Autarquias e demais órgãos do serviço público, na forma das disposições legais vigentes.

Art. 4º Os serviços prestados na CNEN serão considerados de natureza relevante e sem remuneração.

Parágrafo único. Os militares designados ou requisitados para a CNEN serão considerados em funções de natureza ou interesse militar, para os fins do disposto nos arts. 24, letra e, e 29, letra i, da Lei nº 1.316, de 20 de janeiro de 1951.

Art. 5º Ao Presidente da CNEN cabe promover a execução da Política de Energia Nuclear aprovada pelo Presidente da República.

Parágrafo único. Com o propósito previsto no art. 5º, a CNEN disporá de estrutura administrativa conveniente, que será estabelecida em Regulamento.

Art. 6º O presente Decreto entrará em vigor na data da sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 10 de outubro de 1956; 135º da Independência e 68º da República.

JUSCELINO KUBITSCHEK

Nereu Ramos

MONAZITA  
L. Nº 51  
PESO L10.625  
SACO Nº 206  
DATA: 2/1959

MONAZITA  
L. Nº 51  
PESO L10.625  
SACO Nº 406  
DATA: 2/1959

CNEN  
MONAZITA  
L. Nº 51  
PESO L10.625  
SACO Nº 396

CNEN  
MONAZITA  
L. Nº 51  
PESO L10.625  
SACO Nº 539

CNEN  
MONAZITA  
L. Nº 51  
PESO L10.625  
SACO Nº 655

CNEN  
MONAZITA  
L. Nº 51  
PESO L 625  
SACO Nº 557

## JK e a CNEN

Na gestão do primeiro presidente da CNEN, o almirante Octacílio Cunha – ex-diretor da Fábrica de Artilharia que teve o título de assistente do presidente do CNPq Álvaro Alberto –, procurou-se estabelecer o arcabouço institucional, recrutando pessoal qualificado de ministérios, organizando o organograma e a carreira dos futuros servidores. Ao seu lado, uma atuante Comissão Deliberativa, conforme comprovam os registros nas atas de reuniões: o geofísico Irnack do Amaral, o engenheiro químico Francisco Humberto Maffei, o engenheiro químico Bernardo Geisel, o engenheiro de minas e geólogo Elysiário Távora Filho e o físico Joaquim da Costa Ribeiro. À exceção de Irnack do Amaral, os demais membros eram egressos da Comissão de Energia Atômica do CNPq. Octávio Augusto Dias Carneiro teria substituído Costa Ribeiro.

Sob a orientação do CNPq e da Atomic Energy Commission, as atividades de prospecção mineral prosseguiram sendo realizadas por geólogos brasileiros e do United States Geological Survey, conforme previsto no Programa Conjunto para o Reconhecimento dos Recursos de Urânio, de 1955. A equipe de quatro geólogos americanos, acompanhada de técnicos do DNPM, executou trabalhos de reconhecimento geológico nas bacias do Paraná (PR), Tucano (BA) Roncador (MT) e na serra de Jacobina (BA). Acumularam-se muitas informações nos 12 mil quilômetros percorridos, mas os geólogos não identificaram nenhuma grande jazida. Em contrapartida, verificaram a existência de radioatividade em amostras das coleções petrográficas e paleontológicas de museus de ciência e faculdades. Uma outra linha de prospecção foi aberta pela CNEN em colaboração com institutos de pesquisa. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas, em 1957, realizou levantamentos geológicos na região de Águas da Prata (SP) e o Instituto de Pesquisas Radioativas, na Serra da Moeda (MG). A terceira linha baseava-se na prospecção aerocintilométrica.<sup>10</sup> Em 1960, findo o Programa Conjunto para o Reconhecimento dos Recursos de Urânio com os Estados Unidos, Octacílio Cunha sondou o governo francês sobre a possibilidade de enviar uma missão com a mesma finalidade.

Até a CNEN ter uma estrutura própria, o CNPq continuou a comprar o óxido de tório extraído das areias monazíticas na Usina de Santo Amaro, da Orquima, localizada na cidade de São Paulo. A empresa era detentora do monopólio de exploração da monazita, por intermédio de suas subsidiárias. De propriedade e direção de Augusto Frederico Schmidt – representante legal da Société des Produits Chimiques des Terres Rares no contrato firmado com o CNPq para a instalação da fábrica de beneficiamento de urânio em Poços de Caldas – também seriam acionistas da empresa: Bernardino de Mattos Netto, Othon Henry Leonardos, Wolf Klabin, Horácio Lafer, Francisco Negrão de Lima e San Thiago Dantas.

Como não apenas na construção de grandes hidrelétricas, como a de Furnas, JK queria imprimir a marca do ideário de um Brasil moderno, foi anunciada a construção em Areal (RJ) de uma usina nuclear com a capacidade de 10 MW pelas Empresas Elétricas Brasileiras, do grupo AMFORP (American & Foreign Power Company, subsidiária da Electric Bond & Share

Corporation-Ebasco, pertencente à General Electric). A AMFORP também teve a pretensão de instalar uma usina do mesmo porte nas proximidades de Cabo Frio. O custo inicial estimado pela AMFORP era de US\$ 1,000.00 por kW, contudo o projeto foi abandonado diante da proposta da General Electric de US\$ 2,000.00 por kW. A fim de suplementar a produção da usina hidrelétrica de Jurumirim (SP), outra empresa privada de energia elétrica chegou a submeter à CNEN uma solicitação para instalar um pequeno reator.<sup>11</sup> Na mensagem ao Congresso Nacional de 1959, o presidente se referiu às dificuldades para a instalação de usina nuclear, que depende "dentre outras coisas, de acordos internacionais".

Nessa situação, o almirante Octacílio Cunha, que era favorável à construção de usinas de 30 e 100 MW em mercados de consumo não interligados – tais como, Manaus, Belém, São Luís, algumas capitais do Nordeste e interior de São Paulo e Rio de Janeiro<sup>12</sup> – encaminhou uma proposta. No mesmo ano, a sugestão do presidente da CNEN originou a Superintendência do Projeto Mambucaba, "à qual caberá coordenar e executar todas as medidas, econômicas, administrativas, legais e financeiras, relativas à instalação de central térmica núcleo-elétrica de alta capacidade na bacia do rio Mambucaba, no Estado do Rio de Janeiro".<sup>13</sup>

Art. 2º - À Superintendência incumbirá especificamente:

- a) realizar os estudos técnicos e econômicos relacionados ao projeto de instalação dessa central nuclear, bem assim [sic] promover o levantamento da participação da indústria, da técnica e das matérias-primas nacionais na realização desse projeto.
- b) elaborar, em tempo hábil, o edital de concorrência internacional, pelo qual sejam identificados os preços efetivos dos equipamentos e da construção de vários tipos de centrais termoelétricas nucleares, de modo a permitir a escolha do projeto mais conveniente sob todos os pontos de vista;
- c) encetar negociações contundentes à obtenção de financiamentos internos e externos bem como promover entendimentos para constituição de uma sociedade de economia mista destinada a explorar economicamente a central nuclear projetada.

O Decreto tem detalhes interessantes: não se pretendia entregar às grandes empresas estrangeiras (Light e AMFORP), que controlavam a distribuição de energia elétrica, a propriedade e operação da usina nuclear; a usina seria explorada por uma sociedade de economia mista; e a futura usina nuclear seria construída na baía de Angra dos Reis, numa praia vizinha à que hoje estão instaladas as usinas de Angra 1 e 2. Estudos preliminares foram contratados em Londres. O projeto original de uma usina-piloto foi ampliado para usinas com capacidades de produção de 200 MW e 350 MW, e o presidente da República vinculou recursos do Fundo Federal de Eletrificação à Companhia Eletronuclear Nacional, cujo capital social seria subscrito pelo então Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE). Em conformidade com o Plano de Metas, "o projeto era considerado de relevância para o aumento da capacidade instalada de geração de ener-

gia elétrica da região Centro-Sul, a implantação da indústria atômica e a ampliação da indústria de equipamento mecânico e de material elétrico pesado no País, e o desenvolvimento da região-econômica da Bacia do Rio Paraíba do Sul".<sup>14</sup>

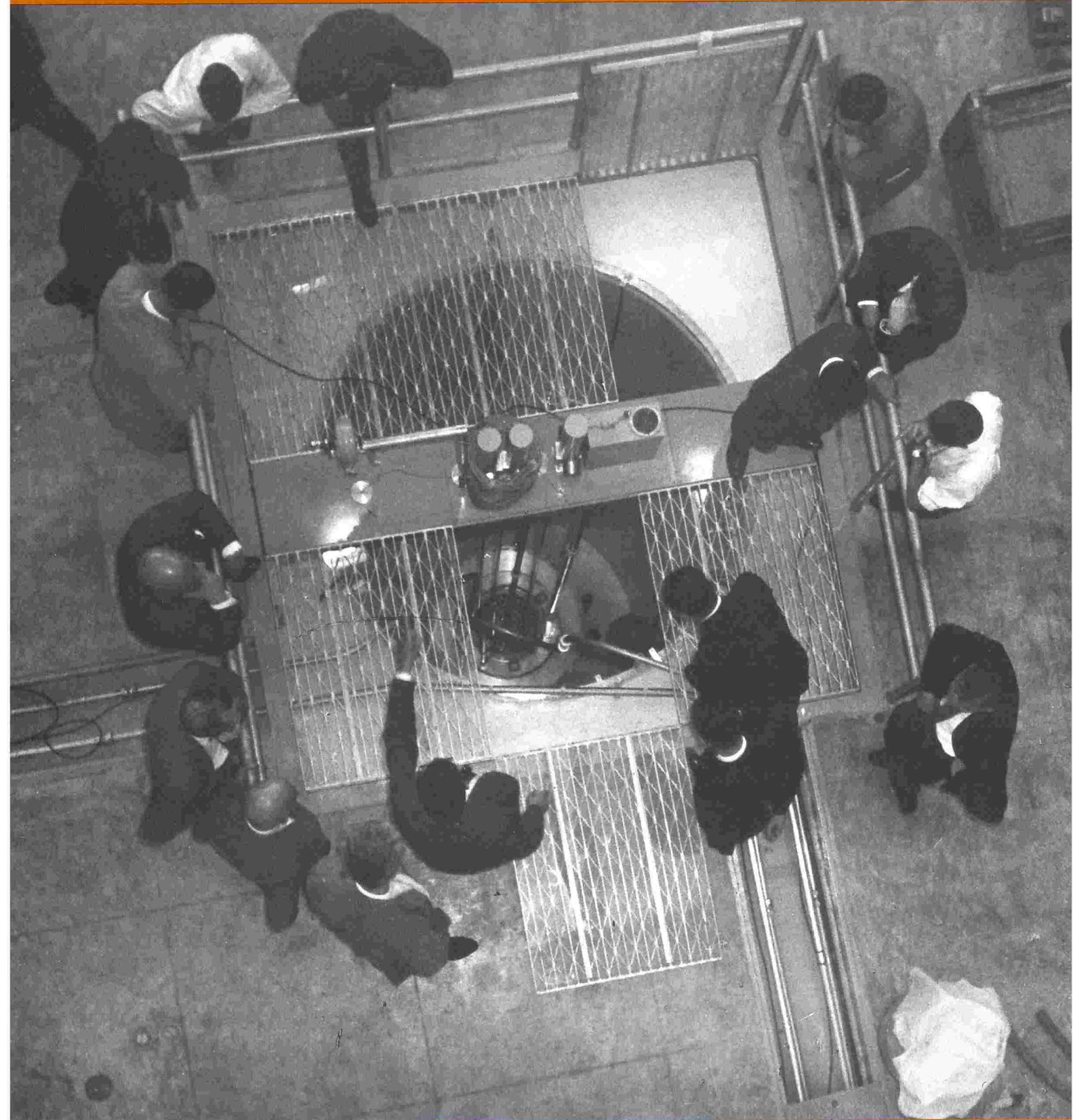
O presidente da CNEN chegou a fazer contatos nos Estados Unidos, França, Itália e Inglaterra para obter combustível para reatores, mas ele tinha dúvidas quanto ao reator ideal.<sup>15</sup> Estudos posteriores encomendados pela Superintendência do Projeto Mambucaba não detalharam o reator a ser adquirido (tipo, potência, natureza e origem do combustível necessário), porém desaconselharam a instalação da central nuclear na região escolhida, por problemas de ordem geológica e insuficiência de água para o sistema de refrigeração do reator. Os resultados dos estudos da empresa inglesa foram diferentes dos obtidos por um grupo de trabalho organizado em Furnas Centrais Elétricas S.A., que contava com a colaboração de técnicos e pesquisadores do Instituto de Energia Atômica para a escolha do combustível. Esse grupo sugeriu a utilização de reator de urânio natural, mas ressaltou a importância do futuro aproveitamento das reservas de tório brasileiras. O Projeto Mambucaba foi engavetado em 1963 e se caracterizou como mais uma tentativa fracassada de concretizar os anseios de empresários e técnicos do governo que se aliaram aos militares e cientistas para criar o CNPq, a fim de solucionar o problema de fornecimento de energia elétrica.<sup>16</sup>

### O apoio à pesquisa

Os dois primeiros anos do Instituto de Energia Atômica foram marcados pela determinação e formação em física experimental e teórica de um pequeno grupo de professores da Universidade de São Paulo e mais uma dezena de jovens magnetizados pelas perspectivas que a energia nuclear abria ao país. Foram eles os responsáveis pela instalação do reator IEA-R1 e por todos os testes do equipamento. As obras civis foram realizadas em ritmo acelerado diante do estímulo do prêmio, anunciado pelo governo americano para a instituição estrangeira que concluísse em primeiro lugar a instalação de um reator experimental.<sup>17</sup> Em 1957, o reator IEA-R1 atingiu a criticalidade.

Em data cuidadosamente escolhida, o dia das comemorações de 1958 do aniversário da cidade de São Paulo, o presidente Juscelino Kubitschek e o governador Jânio Quadros inauguraram o reator, adquirido pelo programa Átomos para a Paz. Na ocasião, JK recebeu o cheque-prêmio das mãos do embaixador americano. Marcello Damy, primeiro diretor do IEA, foi o grande premiado, por ter conseguido cumprir rigorosamente o cronograma das obras. O reator IEA-R1 foi apresentado ao público como o mais importante equipamento para a medicina nuclear no país e imprescindível, por ser o único do seu porte, para muitos progressos tecnológicos que viriam a ser custeados pela CNEN até hoje. Aqueles cursos de formação de especialistas em física, química e engenharia nuclear iniciados na USP por recomendação da Comissão de Energia Atômica do CNPq, desde 1957, tinham apoio da CNEN<sup>18</sup> e agora passavam a ser oferecidos também no IEA.

*Inauguração  
do reator  
TRIGA do  
Instituto de  
Pesquisas  
Radioativas.  
Belo Horizonte  
(MG), 1960*



Em setembro de 1958, alguns dos físicos e engenheiros da área nuclear presentes na inauguração do reator do IEA tiveram oportunidade de apresentarem trabalhos e se inteirarem dos últimos avanços tecnológicos do campo na 2ª Conferência de Genebra. O evento não teve o mesmo impacto do acontecimento de 1955, cuidadosamente preparado por Eisenhower, mas a participação acadêmica do Brasil foi mais significativa e espelhou os resultados da especialização nos 23 trabalhos publicados nos anais. Lá estiveram, *e. g.*, Marcello Damy de Souza Santos, Francisco Magalhães Gomes, Bernhard Gross e Hervásio Guimarães de Carvalho, quatro importantes líderes de grupos de pesquisa na área; Paulo Saraiva de Toledo, assistente de Damy que participou ativamente da montagem do reator; e o presidente da CNEN, Octacílio Cunha, que chefiou a delegação brasileira.<sup>19</sup>

No Rio de Janeiro, a CNEN tomou a frente de uma iniciativa não menos importante daquela do ano anterior apoiada pelo CNPq, todavia mais modesta. Assinou um convênio com a PUC-RJ para construção no seu *campus* do Laboratório de Dosimetria destinado a pesquisas de natureza metrológica técnico-legal (padronização e calibração), sob exclusiva orientação técnica e financeira da CNEN. Na prática, institucionalizava-se a cooperação científica para estudos sobre radioatividade e radioproteção, existente entre pesquisadores do INT e professores da PUC.

Na capital mineira, grandes nomes da física e da engenharia brasileiras, o presidente da CNEN Octacílio Cunha e o governador Bias Fortes estiveram presentes à inauguração do reator TRIGA do Instituto de Pesquisas Radioativas, em 1960. O equipamento instalado no *campus* da universidade, na Pampulha, foi escolhido pelo diretor do IPR, Francisco Magalhães Gomes, e adquirido com recursos do governo do Estado de Minas Gerais e da Escola de Engenharia pelo programa Átomos para a Paz. Juscelino Kubitschek, presidente da República, não apoiou o projeto do reator por rivalidade político-partidária em Minas.<sup>20</sup>

Perto de encerrar seu mandato, Juscelino lançou a pedra fundamental das usinas para industrialização do rejeito zirconífero e metalurgia do zircônio, em Poços de Caldas, como tão almejou Álvaro Alberto e membros da Comissão de Energia Atômica do CNPq. Para supervisionar o empreendimento, agora a cargo da Comissão Nacional de Energia Nuclear, que retomou os entendimentos com a Société des Produits Chimiques des Terres Rares e obteve financiamento de banco



O governador Bias Fortes e o almirante Octacílio Cunha na inauguração do reator do IPR. Belo Horizonte (MG), 1960

francês, foi contratada a Empresa Brasileira de Engenharia.<sup>21</sup> Também no último ano do governo JK, a Orquima S.A., que se beneficiava das ligações de seus sócios com o poder político desde o governo Vargas, foi comprada em estado pré-falimentar pela CNEN. A negociação envolveu o intelectual e maior acionista da empresa, Augusto Frederico Schmidt, grande amigo e um dos principais assessores do presidente da República.

Os resultados do Plano de Metas para o campo nuclear foram fracos e apenas não se interromperam as ações iniciadas pelo CNPq. Em suas memórias, JK alegou que o contrabando de monazita e o não aproveitamento das ultracentrífugas encomendadas na Alemanha por Álvaro Alberto foram responsáveis pelos problemas da energia nuclear no seu governo.<sup>22</sup> Esqueceu-se de lembrar que enfraqueceu a produção de ciência e de tecnologia ao reduzir o orçamento do CNPq e de ter tomado providências para transferir a CNEN para a jurisdição do recém-criado Ministério das Minas e Energia, a partir de fevereiro de 1961.<sup>23</sup>

### **Progressos e alianças**

O programa de governo de Jânio Quadros prenunciava: Marcello Damy de Souza Santos na presidência da CNEN; amplo apoio à utilização e produção de radioisótopos; beneficiamento de urânio; ênfase na pesquisa de reatores de tório; construção de reatores experimentais para a geração de energia elétrica, "quer de urânio natural, quer de urânio enriquecido (...) com a utilização de combustível atômico nacional e reatores com maior número de componentes construídos pela nossa indústria".<sup>24</sup> Como a principal meta para o setor desde o governo JK era a construção de usina nuclear, Jânio Quadros deliberou sobre o funcionamento do Ministério das Minas e Energia, para o qual a CNEN deveria ser transferida.<sup>25</sup>

Para as atividades de intercâmbio técnico e científico, formação de pessoal, instalação de reatores, prospecção e industrialização de minérios, e despesas de administração, autorizou-se à CNEN empregar a receita proveniente da industrialização de minerais nucleares e da venda dos subprodutos.<sup>26</sup> O afastamento dos Estados Unidos tinha início, confirmando a mudança de orientação do Itamaraty. Jânio Quadros deixou a Presidência da República, quando chegava ao Brasil a missão de geólogos franceses prevista no convênio firmado entre a CNEN e o Commissariat à l'Énergie Atomique da França.

A renúncia de Jânio, após sete meses de governo, desestabilizou o ambiente político-partidário e a unidade das Forças Armadas, gerando uma crescente radicalização de posições e a organização de setores populares em torno da posse de João Goulart. Sob a ameaça de intervenções armadas de tropas leais ao vice-presidente e o conseqüente risco de uma guerra civil, um acordo político no Congresso Nacional garantiu a preservação da legalidade com a instituição do parlamentarismo. João Goulart tomou posse na Presidência da República em 7 de setembro de 1961,

mantendo Marcello Damy de Souza Santos na liderança do setor nuclear e uma ativa Comissão Deliberativa: Francisco Magalhães Gomes, do Instituto de Pesquisas Radioativas; Jonas Correia Santos, da Escola Nacional de Engenharia; Francisco Humberto Maffei, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas; além dos assessores Alcyr Cabral Simões, José Israel Vargas e Luiz Renato Carneiro da Silva Caldas. Os pesquisadores Paulo Saraiva de Toledo, Fausto Lima e Tharcísio Damy de Souza Santos foram seus estreitos colaboradores.<sup>27</sup>

Por decisão da Comissão Deliberativa da CNEN, as obras das usinas de Poços de Caldas (MG) foram paralisadas em 1961, por falta de análise da viabilidade econômica. Não se dispunha de informações precisas sobre o tamanho e as características da reserva de urânio e nem havia um estudo completo sobre o investimento financeiro necessário.<sup>28</sup>

Goulart e Damy imprimiram a marca de seus aliados: alteraram drasticamente a legislação sobre a CNEN e revalorizaram a pesquisa científica e tecnológica, acompanhando a direção da política externa brasileira. João Goulart foi mais um presidente que falou à nação sobre a indispensabilidade da energia nuclear como fonte complementar para a geração de energia elétrica. Entretanto, ele foi o presidente da República que mais fortaleceu a Comissão Nacional de Energia Nuclear, por meio do empenho e experiência de Marcello Damy de Souza Santos, cuja autoridade de físico nuclear contribuiu para o sucesso do IEA. Em vez de manter a CNEN como mais um órgão sob a jurisdição do Ministério das Minas e Energia,<sup>29</sup> como pretendiam os dois últimos presidentes da República, elevou-a a um patamar superior, inclusive àquele de quando fora criada em 1956. Com a Lei n. 4.118, de 27 de agosto de 1962, alterou a política nacional de energia nuclear, decretou o monopólio da União dos minérios e materiais nucleares, e a CNEN tornou-se uma autarquia federal, com autonomia administrativa e financeira, diretamente subordinada à Presidência.

No processo de reformulação, a CNEN teve as funções, a estrutura organizacional e as atribuições cuidadosamente redefinidas em Lei, tais como: estudar e propor as medidas necessárias à orientação da Política Nacional de Energia Nuclear; promover a pesquisa, prospecção, lavra e fiscalização das jazidas de minerais nucleares, o beneficiamento e tratamento químico dos minérios nucleares; produzir e comercializar os minérios nucleares, materiais férteis, materiais físséis especiais, como os subprodutos nucleares e radioisótopos que dependam de licença; promover e incentivar a preparação de cientistas, técnicos e especialistas nos diversos setores relativos à energia nuclear; estabelecer regulamentos e normas de segurança sobre o uso da radiação e de materiais nucleares; realizar estudos, projetos, construção e operação de usinas nucleares; opinar sobre a concessão de patentes e licenças relacionadas com o processo para a utilização da energia nuclear. A Lei de 1962 detalhou meticulosamente os meios e as alternativas para atingir os objetivos, bem como inovou ao instituir, no Art. 19, "o Fundo Nacional de Energia Nuclear destinado ao desenvolvimento das aplicações da Energia Nuclear, e que será administrado e movimentado pela CNEN".



*O presidente João Goulart e Marcello Damy acompanham a construção do reator do IEN na empresa CBV Ltda. Rio de Janeiro, 1962*

Os institutos brasileiros de pesquisas nucleares – especialmente, o Instituto de Pesquisas Radioativas (IPR/ UMG), o Instituto de Energia Atômica (IEA/ USP), o recém-criado Instituto de Engenharia Nuclear (IEN/ UB), o Laboratório de Dosimetria (CNEN/ PUC-RJ) e também o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/ ESALQ) – passaram a integrar o Plano Nacional de Energia Nuclear, sob a coordenação da Comissão Nacional de Energia Nuclear. A intenção era congregar em torno da CNEN os esforços isolados de pesquisadores e os institutos de pesquisas nucleares.

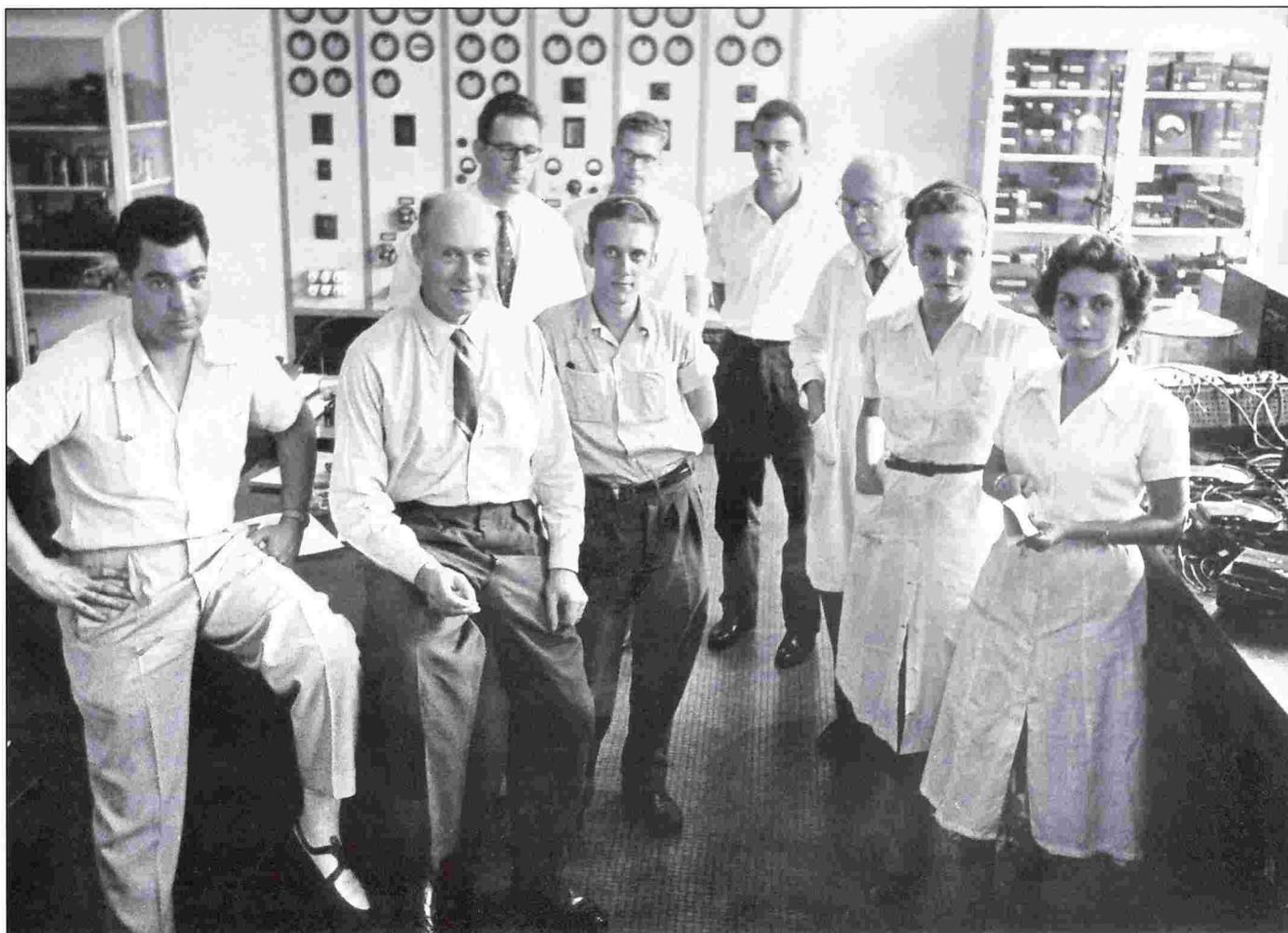
No IEA a produção de materiais radioativos fazia parte da rotina desde 1960, ano divisor das atividades da instituição ou do início da segunda fase de sua história, com programas e projetos revisitos. Novos laboratórios foram inaugurados, os cursos de formação e treinamento de pessoal estavam consolidados, tanto na área de engenharia nuclear (em parceria com a Escola Politécnica) como na área de radioquímica e de aplicações médicas de radioisótopos, os pesquisadores participavam de eventos e publicavam as primeiras contribuições científicas em periódicos nacionais e estrangeiros.

As atividades da Divisão de Radioquímica foram ampliadas com o aporte de recursos e doação de equipamentos pela Fundação Rockefeller, construindo a primeira usina piloto para a produção de diuranato de amônio, posteriormente usado para estudos e fabricação de elementos combustíveis para a unidade subcrítica RESUCO, cedida à Universidade Federal de Pernambuco.<sup>30</sup>

No IPR as atividades, as instalações e os equipamentos não tinham as mesmas dimensões do instituto congênere paulista. Esforços eram feitos, no início dos anos de 1960, no sentido de otimizar a utilização do reator TRIGA, do acelerador SAMES e o Gama Cell.<sup>31</sup>

As pesquisas e o apoio da CNEN, todavia, não se limitavam aos institutos associados. Em convênio assinado em janeiro de 1964, com duração prevista de seis anos, a Comissão Nacional de Energia Nuclear concedeu ao Instituto Militar de Engenharia (IME) auxílio para pagamento de serviços técnicos, compra de equipamentos e material bibliográfico para o funcionamento do Grupo de Trabalho da Água Pesada. Este GT visava a construção de uma usina piloto de produção de água pesada, atendendo aos objetivos da CNEN e aos interesses do Exército.<sup>32</sup>

*O físico precursor das pesquisas sobre a radioatividade no Brasil: Bernhard Gross (2º à esquerda). Instituto Nacional de Tecnologia (RJ), 1957*



O processo de decisão da construção do reator do Instituto de Engenharia Nuclear acentuou as diferenças entre os institutos de pesquisa associados à Comissão Nacional de Energia Nuclear. Refletindo a orientação da política nuclear do governo João Goulart e a gestão de Marcello Damy na CNEN, caracterizadas pela busca da autonomia tecnológica, não mais se importou um reator fechado. Batizado com o nome de Argonauta, o reator do IEN foi desenvolvido a partir de projeto do laboratório americano de Argonne, que foi modificado no Brasil e construído com 93% de componentes nacionais, no Rio de Janeiro.

### **Novos aliados e estratégias**

Entre os anos de 1961 e 1964, que correspondem aos governos Jânio Quadros e João Goulart, a Comissão Nacional de Energia Nuclear estreitou os laços com a França. Os técnicos franceses em missão no país pelo convênio entre a CNEN e o Commissariat à l'Énergie Atomique organizaram o Departamento de Exploração Mineral (DEM), em 1963, com atribuições similares ao departamento francês do Commissariat. Além de agrupar e reformular os laboratórios que davam suporte aos trabalhos de prospecção, o DEM tinha por meta fazer um inventário dos recursos minerais brasileiros para a produção de energia nuclear.

O trabalho de campo começou com a chegada dos geólogos Claude Pinaud e Andre Gerstner, e os recursos vinham da transferência de 1% do Imposto Único sobre Lubrificantes e Combustíveis Líquidos e Gasosos. A partir de 1965, era diretor das pesquisas de urânio o engenheiro de minas e professor de geologia Elysiário Távora Filho.

Os primeiros trabalhos foram realizados nas bacias sedimentares do Paraná, de Tucano (BA/ PE) e do Maranhão, onde foram encontrados fósseis radioativos e com autunite (mineral fosfato de cálcio e urânio hidratado). Outros indícios foram encontrados na Fazenda Roncador, em Mato Grosso, e os trabalhos de prospecção prosseguiram na região de Poços de Caldas e de Araxá (MG). A cooperação acelerou o ritmo dos levantamentos geológicos e contribuiu para a formação de uma geração de técnicos especializados na pesquisa geológica.

No final de 1962, o governo contratou o consórcio Engineering Consultants Ltd. (Canambra) para realizar levantamento do potencial hidrelétrico do país. A Canambra era constituída pelas empresas canadenses Montreal Engineering Co. e G. E. Crippen Associated Ltd., e a americana Gibbs and Hill Inc.

O Plano Trienal de Desenvolvimento Econômico e Social (1963-1965), elaborado pelo economista Celso Furtado, foi lançado no mesmo período. O documento assinalava a necessidade da utilização da energia nuclear, "dado o esgotamento progressivo do potencial hidráulico economicamente explorável" *vis-à-vis* o desenvolvimento industrial. Havia uma política de longo prazo, como pode ser observado:

(...) O Brasil não vencerá, nem a longo prazo, o ciclo do subdesenvolvimento se, nessa época, por deficiência do programa governamental, de técnica e aptidão industrial, permanecer dependente da importação de experiência, técnica, equipamentos e combustível nuclear, com a evasão de divisas estrangeiras daí decorrentes, para a produção de eletricidade de fonte nuclear. O desenvolvimento de uma indústria nuclear integrada exige o estabelecimento e execução de um programa a longo prazo, mediante a colaboração do governo e da iniciativa privada.<sup>33</sup>

O Plano Trienal<sup>34</sup> fazia menção à decisão de construir uma usina a urânio natural, prevendo-se o aproveitamento do plutônio em uma segunda linha de reatores, funcionando no ciclo tório-plutônio e tório-urânio<sup>233</sup>. O presidente da República contava com a liderança de Marcello Damy de Souza Santos à frente da Comissão Nacional de Energia Nuclear para desenvolver tecnologias básicas destinadas a capacitar o parque nacional brasileiro a projetar e construir usinas nucleares. João Goulart se baseava na iniciativa precursora do Grupo de Trabalho de Reator de Potência (GTRP)<sup>35</sup> da CNEN, que tinha por finalidade escolher o reator ideal ou o que mais se adequasse à realidade brasileira. O GTRP contava com a participação ativa dos especialistas da Divisão de Física de Reatores e, em menor escala, da Divisão de Engenharia Nuclear, ambas do Instituto de Energia Atômica. Presidido por Jonas Correia Santos e contando com a cooperação de técnicos franceses do Commissariat de l'Énergie Atomique, o GTRP recomendou um reator da linha urânio natural, moderado a grafite ou a água pesada, e a criação de uma subsidiária da Eletrobrás para construir e operar uma usina. O relatório final foi entregue às vésperas do golpe militar de 1964. Certamente, as conclusões do relatório desagradaram os Estados Unidos. Poderiam perder um mercado promissor para sua linha de reatores PWR mas, principalmente, perder o controle político da área nuclear brasileira.

Com o monopólio da União dos minérios e materiais nucleares, as empresas privadas foram afetadas. Para se encarregar diretamente das atividades de lavra e beneficiamento, a CNEN comprou as seguintes empresas mineradoras do setor: Sulba S.A.; Sociedade Comércio de Minérios Ltda., subsidiária da Orquima; e a subsidiária da Mibra S.A., Indústrias Nacionais de Refinação de Monazita Ltda.<sup>36</sup> Mesmo com o agravamento das tensões políticas, a CNEN entrou em entendimentos com os empresários para constituir a Companhia de Materiais Nucleares do Brasil (Comanbra). A empresa seria subsidiária da CNEN, que deteria pelo menos 51% do seu capital, e o restante do capital seria subscrito por autarquias federais ou sociedades de economia mista das quais a União fosse a acionista majoritária. A empresa teria por finalidade "a lavra, o beneficiamento, refino, tratamento químico e o comércio dos minerais nucleares de interesse para a produção de energia nuclear, e seus associados, como também a produção e o comércio de materiais ligados à utilização da energia nuclear".<sup>37</sup> A criação da Comanbra foi o último ato do presidente João Goulart na área nuclear, antes de ser deposto pelo golpe militar de 31 de março de 1964, e a empresa não se concretizou posteriormente.

## Notas

- 1 FERREIRA; SARMENTO, 2002, p. 477-479.
- 2 BRASIL. Senado Federal, 1983, v. 3, p. 37.
- 3 BRASIL. Câmara dos Deputados. Resolução 49 de 9 fev. 1956: cria a Comissão Parlamentar de Inquérito para Proceder Investigações sobre o Problema da Energia Atômica no Brasil. A CPI foi presidida pelo deputado Gabriel Passos (UDN-MG).
- 4 GUILHERME, 1957, p. 220-222.
- 5 idem, p. 195-197; CNPq, 1957, p. 15-16; O CRUZEIRO. 16 mar. 1957, p. 116-119 apud ANDRADE, 1994, p. 130.
- 6 O item "b" do Artigo XVI do Programa Conjunto para o Reconhecimento dos Recursos de Urânio no Brasil, assinado em 3 de agosto de 1955 expressa: "qualquer dos dois governos poderá pôr termo ao presente programa, mediante aviso prévio de 6 (seis) meses ao outro governo." Ver: GUILHERME, op. cit., p. 200.
- 7 BRASIL. Decreto n. 39.826, de 31 de agosto de 1956.
- 8 Ver: CERVO; BUENO, 2002, p. 287-297; MOTOYAMA, 2004, p. 309-310.
- 9 BRASIL. Decreto n. 40.110, de 10 de outubro de 1956.
- 10 CNEN, 1959.
- 11 idem.
- 12 ibidem.
- 13 Cf. BRASIL. Decreto n. 47.574, de 31 de dezembro de 1959. Art. 1º.
- 14 BRASIL. Decreto n. 49.508, de 12 de dezembro de 1960, que vincula recursos do Fundo Federal de Eletrificação e dá outras providências.
- 15 CNEN, 1959, op. cit.
- 16 Cf. CNEN, 1961; CNPq. Comissão de Energia Atômica. Ata da 21ª sessão da Comissão de Energia Atômica, realizada em 27 de setembro de 1955. (Arquivo Leite Lopes); BRASIL. Senado Federal, 1983, v. 3, p. 39.
- 17 CNEN, 1959, op. cit.
- 18 idem.
- 19 ibidem.
- 20 GOMES, 1992.
- 21 CNEN, 1959, op. cit. O general Bernardino de Mattos Netto, que presidira a Comissão de Energia Atômica do CNPq, era sócio da Empresa Brasileira de Engenharia. Cf. ANDRADE, 1999, p. 92.
- 22 Sobre a história das ultracentrífugas, ver: MARQUES, 1992, p. 53; BRASIL. Senado Federal, 1983, v. 3, p. 35.
- 23 BRASIL. Lei n. 3.782, de 22 de julho de 1960: cria os Ministérios da Indústria e do Comércio e das Minas e Energia. Ao Ministério das Minas e Energia, conforme o Art. 7º, é incorporada a Comissão de Exportação de Materiais Estratégicos e, conforme o Art. 8º, a Comissão Nacional de Energia Nuclear passa para a jurisdição do mesmo.
- 24 Apud BRASIL. Senado Federal, 1983, op. cit., v. 3, p. 41.
- 25 BRASIL. Decreto n. 50.390, de 29 de março de 1961: dispõe sobre o funcionamento do Ministério das Minas e Energia.
- 26 Cf. BRASIL. Decreto n. 50.753, de 9 de junho de 1961, que dispõe sobre as rendas industriais da Comissão Nacional de Energia Nuclear.
- 27 LOPES, 1994.
- 28 Cf. CNEN, 1967, p. 51.
- 29 Posteriormente, passou a ser denominado Ministério de Minas e Energia.
- 30 CNEN, 1966, op. cit., p. 6-14; idem, 1967, op. cit. p. 37.
- 31 CNEN, 1966, op. cit., p. 16.
- 32 CNEN, 1967, op. cit., p. 47-49; idem. 1970, p. 120.
- 33 BRASIL. Presidência da República, 1962, p. 113.
- 34 BRASIL. Senado Federal, 1983, op. cit., v. 3, p. 44.
- 35 CNEN. Portaria n. 131 de 23 de abril de 1962. Sobre o tema, ver também: SYLLUS; LEPECKI, 1996, p. 2; CNEN, 1966, op. cit., p. 11 e 13.
- 36 A MIBRA S.A. não foi adquirida. Em 1971, por exemplo, a CNEN adquiriu da empresa mais de 900 mil quilos de concentrado de monazita. CNEN, 1971, op. cit., p. 201.
- 37 A Comanbra foi criada pelo Decreto n. 53.735, de 18 de março de 1964. O Decreto n. 62.710, de 16 de maio de 1968, estendeu às pessoas físicas e jurídicas de direito privado o acesso à subscrição das ações. Ao que tudo indica, a empresa não chegou a funcionar.

## São Paulo na era atômica

Quando no dia 25 de janeiro de 1958, data do aniversário da cidade de São Paulo, o presidente Juscelino Kubitschek e o governador Jânio Quadros acionaram simbolicamente a mesa de controle do reator IEA-R1 do Instituto de Energia Atômica, a edição da *Manchete* estampou a seguinte chamada de capa: "São Paulo lança o Brasil na era atômica". A reportagem de Daniel Linguanotto intitulada "São Paulo entra no futuro usando energia atômica", com o subtítulo "São Paulo dá átomos de presente ao Brasil", informava:

Onde há 14 meses era capinzal, numa das colinas da cidade Universitária de São Paulo, funciona agora, num caixão de cimento armado, o maior centro de pesquisas atômicas do sul do hemisfério. Ali, um punhado de jovens cientistas brasileiros leva o Brasil a passar da teoria à prática. A construção do reator gastou 14 meses; seu responsável é o diretor do Instituto de Energia Atômica, Marcello Damy de Souza Santos. (A Universidade de Michigan gastou 4 anos com idêntica instalação). (...) O projeto faz parte do programa americano Átomos para a Paz e sua construção recebeu do governo americano 350 mil dólares dos 800 previstos (verba de subvenção).

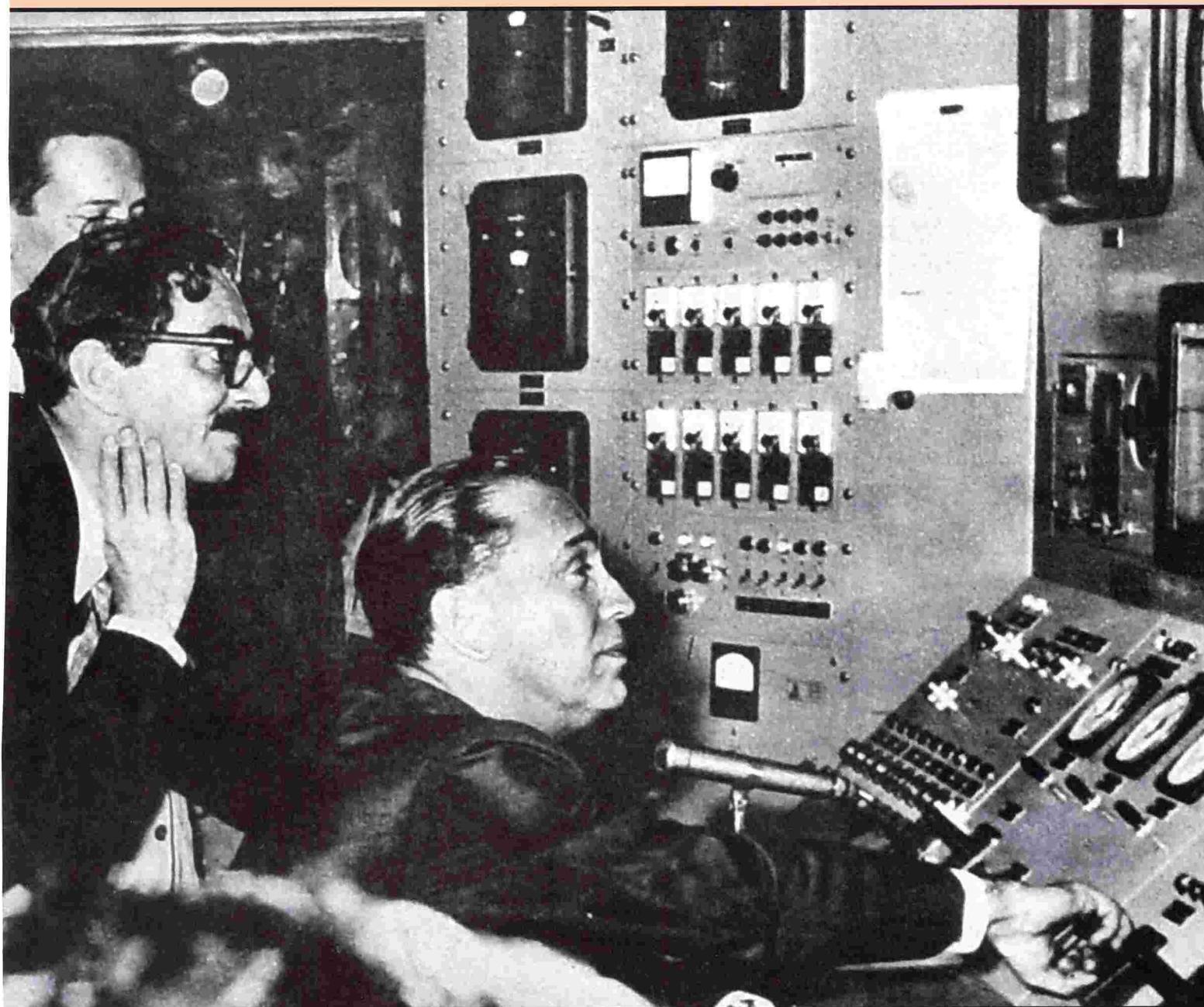
Em entrevista publicada na mesma edição, o diretor do instituto, Marcello Damy de Souza Santos, ressaltou que o reator necessitaria de uma centena de físicos, por se tratar de um dos mais modernos do mundo.

[Mas], apesar de sua importância, o instituto dispõe de poucos pesquisadores, por isso o funcionamento do reator em sua plenitude está ligado à disponibilidade instrumental e humana e para isso precisa de apoio financeiro dos governos. De qualquer maneira, o mais difícil já foi feito, o reator está em funcionamento, transformando o Brasil na primeira 'potência' atômica do sul do Hemisfério.

A inauguração do reator tomou conta do noticiário nacional. Jornais diários, como a *Folha de S. Paulo*, e a revista semanal de *faites divers* *O Cruzeiro* registraram a presença do embaixador americano, do presidente da CNEN e de outras autoridades. Fotografias deixaram o testemunho do momento em que JK recebeu um cheque do embaixador Ellis Briggs, como prêmio por ter sido o primeiro país a montar um reator pelo programa Átomos para Paz, e agradeceu o "valioso auxílio ao nosso país prestado pelos Estados Unidos da América do Norte".

No ano seguinte, o acontecimento ainda repercutia num periódico editado pela CNEN sugestivamente intitulado *Átomos pela Paz*. Nesse documento, outras informações são preciosas para o entendimento do significado da inauguração naquele contexto, como a presença de "delegações de 17 países, figurando nelas cientistas de renome" e que o reator do IEA é "o mais potente do mundo dentre os de tipo piscina". A idéia de progresso aparece associada à capacidade do Instituto de Energia Atômica formar técnicos e produzir radioisótopos.





*O presidente Juscelino Kubitschek  
inaugura o reator IEA-R1, sob o  
olhar atento do governador Jânio  
Quadros. São Paulo, 1958*

## IRD - Instituto de Radioproteção e Dosimetria

O físico alemão radicado no Rio de Janeiro, Bernhard Gross, fazia estudos sobre a radioatividade na atmosfera e coordenava a Divisão de Eletricidade e Medidas Elétricas do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), em meados da década de 1950. Além de trabalhos de aferição e calibração de instrumentos de medidas elétricas e ensaios para a indústria, organizava cursos de especialização no INT. Os padres jesuítas e físicos Francisco Xavier Roser e Thomas Lynch Cullen, ambos professores da PUC-RJ, bem como Carlos Chagas Filho e Eduardo Penna Franca, do Instituto de Biofísica da UFRJ, colaboravam com a equipe do INT nas investigações sobre radioatividade na atmosfera e alimentos, e radioproteção.

O incentivo de Bernhard Gross assegurou a consolidação da parceria por meio da assinatura do convênio entre a CNEN e a PUC-RJ, em 3 de junho de 1959, para a construção do Laboratório de Dosimetria. Um pequeno prédio foi edificado no *campus* da PUC, em que foi montado um laboratório de radioquímica, com instalações precárias para aferição e calibração de dosímetros e monitores, proteção das fontes radioativas, medições e descontaminação. O Laboratório de Dosimetria ficou subordinado diretamente à presidência da CNEN até a organização do Departamento de Pesquisas Científicas e Tecnológicas, em 1967, sob a direção de Bernhard Gross.

Carlos Chagas Filho permaneceu cooperando com o grupo e, juntamente com Ira B. Whitney, ofereceu um curso de Radioquímica no

Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil, em 1959. Da mesma maneira, para a formação de especialistas, o Laboratório de Dosimetria continuou contando com o INT, que organizou um curso de Dosimetria e Instrumentação Nuclear com Gilbert Cohen-Ganouna, professor do Centre d'Étude Nucléaire de Saclay (FR), no mesmo ano.

O Setor de Radioisótopos, até meados de 1962, ficou sob a responsabilidade do cientista americano, P. V. Murphy, enviado ao Brasil pelo programa Átomos para a Paz. E. Meyer – especialista em eletrônica do INT e contratado pela CNEN em fevereiro de 1959 – dirigia o setor de Dosimetria e Proteção Radiológica. Em 1968, a física Anna Maria Campos de Araújo assumiu sua chefia, tendo sido substituída por Rex Nazaré Alves, em 1969, por indicação do presidente da Comissão Nacional de Energia Nuclear, general Uriel da Costa Ribeiro.

O empenho de Rex Nazaré, que pôde contar com o apoio incondicional do general Uriel, transformou a vida do Laboratório de Dosimetria. As antigas parcerias com os pesquisadores do Instituto de Biofísica e da PUC-RJ foram reforçadas, a CNEN concedeu recursos para a construção de novas instalações e compra de equipamentos, e a AIEA possibilitou a vinda de dois especialistas estrangeiros para ministrarem cursos e auxiliarem na montagem do laboratório de dosimetria de raios-X e gama. Afora a assistência técnica, a AIEA doou equipamentos, tais como: fontes padrão de rádio para calibração de dosímetros e monitores,

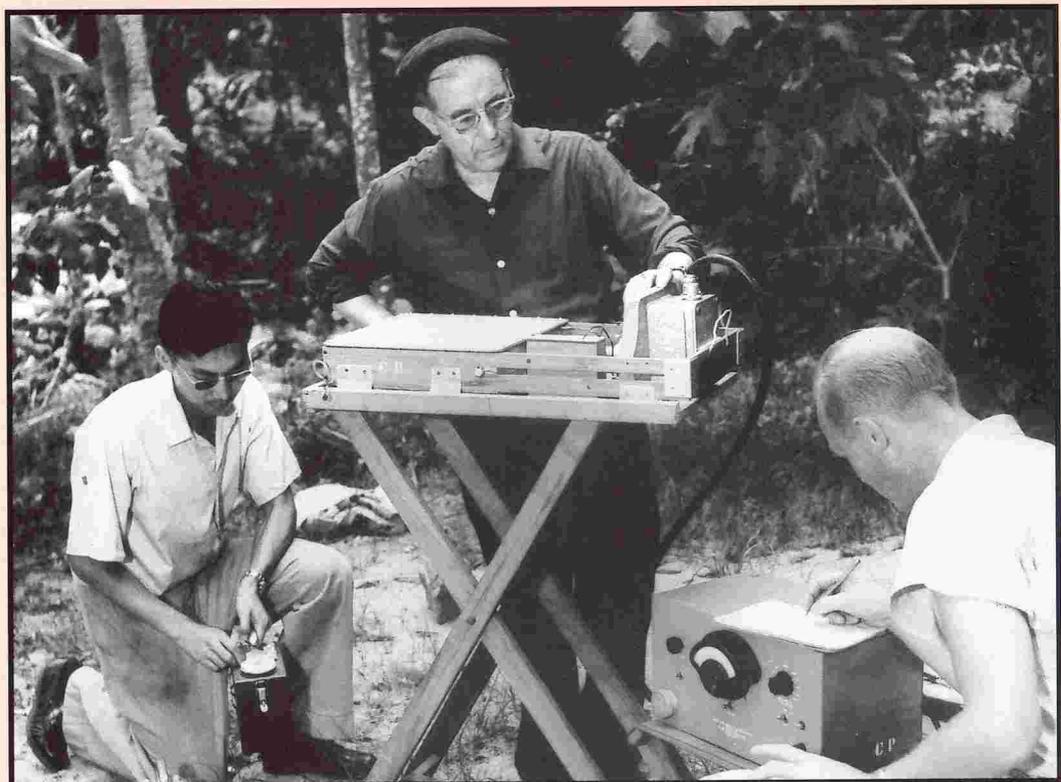
dosímetros clínicos, monitores Geiger-Müller e câmaras de radiação.

Com a Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado da Guanabara a CNEN assinou um convênio de cessão de terreno, no bairro de Jacarepaguá, onde foi edificado o novo prédio para o Laboratório de Dosimetria. A inauguração, em março de 1972, coincidiu com a mudança de nome para Instituto de Radioproteção e Dosimetria. Para suprir a falta de equipamentos de pesquisa, os convênios se multiplicaram: Feema, Instituto Nacional do Câncer, Instituto de Radiologia e Hospital Gafreé e Guinle. Pouco depois, o IRD foi reconhecido pela Organização Mundial de Saúde e AIEA como laboratório SSDL (secondary

standart dosimetry laboratory), e indicado como centro de treinamento de pessoal na América Latina. Passou então por uma ampla reestruturação, ficando suas atividades subdivididas em: proteção pessoal; proteção na medicina e odontologia; e proteção em instalações nucleares, que compreendem a proteção radiológica em todas as etapas do ciclo do combustível de urânio, meio ambiente e rejeitos radioativos.

Atualmente, o IRD é centro de referência nacional na área das radiações ionizantes e tem ainda por objetivo fiscalizar as condições de uso de fontes radioativas na indústria, medicina, usinas nucleares e outros campos da atividade humana.

*Padre Roser  
realiza  
experimento  
para medir a  
radioatividade  
na atmosfera.  
Rio de Janeiro,  
década de  
1960*



## IEN - Instituto de Engenharia Nuclear

A fundação do IEN resultou da iniciativa de professores da Escola Nacional de Engenharia, bolsistas do programa Átomos para a Paz nos Estados Unidos, que apresentaram proposta de construção de um reator experimental no retorno ao Brasil. O projeto foi viabilizado por meio de convênio entre a CNEN e a Universidade do Brasil, resultando na fundação do instituto, em maio de 1962, na Ilha do Fundão.

O reator foi desenvolvido segundo projeto Argone National Laboratory, mas foi redesenhado e construído com 93% de componentes nacionais pela empresa carioca CBV Ltda. Batizado com o nome de Argonauta, utiliza urânio enriquecido a 20% e se tornou crítico em fevereiro de 1965. Desde então, o reator do IEN é utilizado para produzir alguns radioisótopos de meia-vida curta, na pesquisa e formação de recursos humanos.

A infra-estrutura e as atividades de pesquisa do IEN se ampliaram com a aquisição do gerador de nêutrons, a montagem dos laboratórios de física, química e materiais nucleares, e a organização de um serviço de proteção radiológica. Quando foi instalado o ciclotron CV-28 de energia variável, iniciou-se o desenvolvimento de métodos para a produção de radionuclídeos. Vinte anos depois, radioisótopos para pesquisa e uso médico começaram a ser produzidos, em larga escala. Desde 2003, o ciclotron RDS-111 produz o radionuclídeo flúor-18.

O IEN começou a atuar no campo da instrumentação para atender suas necessidades, mas desenvolveu e fabricou a atual instrumentação

nuclear do Argonauta, do reator IPEN/MB-01 e do reator IPR1; sistemas específicos para Angra 1 e para a ABACC; e equipamentos para monitoração de radiação, contaminação superficial e dosimetria. Entretanto, desde 2003, apenas licencia sua tecnologia.

Para atender o setor produtivo, desenvolveu tecnologia na área da química de separação, como a de terras-raras, transferida para a Indústrias Nucleares do Brasil. Também desenvolve processos de tecnologia ambiental, fornecendo tecnologias inovadoras para ensaios não destrutivos de materiais, e pesquisas de técnicas para medição de escoamentos bifásicos no Laboratório de Termo-Hidráulica Experimental. Mantém o Laboratório de Inteligência Artificial e o Laboratório de Interfaces Homem-Sistema, por meio de cooperação técnica com a AIEA, no qual são simulados os processos e o ambiente de trabalho da sala de controle de uma usina nuclear, com o objetivo de aumentar a eficiência e a segurança das operações.

Desde o tempo do primeiro diretor, Jonas Correia Santos, o Instituto de Engenharia Nuclear oferece cursos e treinamentos, e mantém parceria com cursos de graduação e de pós-graduação. Em 2003, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Nucleares, que oferece o curso de Mestrado Profissional em Engenharia de Reatores.

É uma das unidades da CNEN autorizada a possuir depósito intermediário para rejeitos de baixa e média atividade, atendendo os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.

*Reator  
Argonauta do  
Instituto de  
Engenharia  
Nuclear. IEN  
(RJ), 1965*



## CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura

A mobilização de um grupo de professores da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, a ESALQ, que utilizava a energia nuclear em suas pesquisas, resultou na fundação do Centro Nacional de Energia Nuclear na Agricultura (CNENA), em 1961. A instituição de pesquisa foi oficializada em agosto de 1962, mediante convênio entre a ESALQ, CNEN e USP, possibilitando pesquisas pioneiras, formação de pessoal, intercâmbio científico, compra de equipamentos e a edição do Boletim do CNENA. Como depois do golpe militar de 1964 a CNEN mudou de orientação e suspendeu todos os convênios, o CNENA não pôde sobreviver e foi extinto.

Em setembro de 1966, a instituição foi reerguida com o nome de Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), por iniciativa do governo do Estado de São Paulo, permanecendo vinculado à ESALQ. Mas seu efetivo funcionamento só teve início, dois anos depois, quando o CENA se reintegrou ao Plano Nacional de Energia Nuclear por convênio entre a USP e a CNEN. Os laboratórios puderam então ser instalados no prédio recém-inaugurado em Piracicaba. A montagem do espectrômetro de massa concretizou um sonho antigo: os pesquisadores não mais precisavam ir ao IEA para fazer pesquisa com isótopos estáveis. O curso de Introdução à Energia Nuclear na Agricultura, em nível de graduação, contribuiu para sanar a falta de pessoal treinado em técnicas nucleares.

O convênio entre a CNEN e o United Nations Development Program, para aplicar técnicas de

irradiação e isótopos a fim de aumentar a produtividade agrícola, destinou muitos recursos ao CENA em 1972. Sob a administração da AIEA, o convênio permitiu o desenvolvimento de grandes projetos de pesquisa, compra de equipamentos, intercâmbio científico com instituições estrangeiras, formação de especialistas no exterior, presença sistemática de professores visitantes e a abertura de curso de pós-graduação específico associado ao programa da ESALQ. Criaram-se as condições para o CENA se tornar um centro de referência nacional, em que técnicas nucleares consagradas podem ser avaliadas sob condições de solo e clima específicos e, desse modo, solucionar problemas agrícolas brasileiros. O Projeto Feijão, *e. g.*, deu notoriedade ao CENA.

Incorporado à USP em 1977, começa uma nova fase da sua história. A autonomia possibilitou: instituir a carreira de pesquisa; dispor de um orçamento regular; organizar um curso de Pós-Graduação em Ciência, com área de concentração em energia nuclear na agricultura; e ampliar o número de projetos de pesquisa e o quadro de pessoal. As atividades de pesquisa do CENA, atualmente, estão organizadas em três áreas: Funcionamento de Ecossistemas Tropicais; Produtividade Agroindustrial e Alimentos; e Desenvolvimento de Métodos e Técnicas Analíticas e Nucleares. A Comissão Nacional de Energia Nuclear continuou apoiando suas atividades, cujos resultados demonstram a importância do uso da energia nuclear na agricultura.

*Experimento  
com  
radioisótopos  
na Escola  
Superior de  
Agricultura  
Luiz de  
Queiroz  
(ESALQ).  
Piracicaba  
(SP), década  
de 1960*







*Construção  
da usina  
Angra 1. 1981*

# 5

## A expectativa do milagre

**A** aliança civil-militar que depôs João Goulart desvelava a apreensão das elites políticas de uma prática republicana mais democrática, mas os dois grupos aliados não tinham um projeto de ação comum. Em pouco tempo, as lideranças civis se deram conta de que fizeram uma avaliação equivocada para tomar o poder, à medida que os militares assumiram a condução do processo político. Por sua vez, os militares se dividiram em relação às propostas e as principais tendências se polarizaram, inicialmente em torno das lideranças exercidas pelos marechais Humberto Castello Branco e Arthur da Costa e Silva. A Junta Militar composta por representantes das três armas assumiu o comando político, baixou o ato institucional conhecido como AI-1, ampliou as atribuições do Executivo e garantiu maior centralização do poder. As cassações políticas atingiram mais de uma centena de militares e civis. Castello Branco assumiu a Presidência da República, depois de compromissos com as lideranças civis de uma intervenção transitória com a finalidade de conduzir o processo de expurgo das forças políticas identificadas como radicais e de realizar reformas econômicas liberais.<sup>1</sup> Era apenas o início dos 21 anos de ditadura militar que cassou com outras medidas arbitrárias intelectuais, professores e cientistas, entre os quais os físicos Mario Schenberg, José Leite Lopes e Jayme Tiomno.

## Pesquisa e realinhamento

O marechal Castello Branco, assim como os demais presidentes militares, transferiu a gestão econômica a um grupo de técnicos que promoveu grandes alterações nas políticas econômica e financeira, mantendo-se distante das demandas e pressões da sociedade. A respeito da produção de energia nuclear para geração de energia elétrica e da organização das atividades de pesquisa em torno da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), aparentemente houve um retrocesso. Conforme justificou o presidente da República, "a energia atômica não deve ser considerada, no presente estágio, como fonte geradora de energia elétrica em larga escala".<sup>2</sup> Tampouco o Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG), lançado em 1965, considerou o desenvolvimento da produção de energia nuclear para atender à demanda de energia elétrica, que se mantinha em ritmo ascendente. Para o setor energético, o PAEG previu a ampliação dos sistemas geradores convencionais, maximizando os investimentos, e recomendou à Eletrobrás o prosseguimento do processo de encampação das concessionárias estrangeiras de energia elétrica, iniciado no governo anterior. Com o início da operação da hidrelétrica de Furnas em 1963, que evitou o colapso do fornecimento de energia às indústrias dos estados de São Paulo e Minas Gerais, e com a compra da American & Foreign Power Company (AMFORP) pela *holding* estatal, o setor público passou a responder por 54% da capacidade de fornecimento de energia elétrica instalada no país.<sup>3</sup>

Por determinação da Presidência da República, na CNEN foi organizado um Comitê de Estudos do Reator de Potência, em 1965. O seu presidente, o professor de física da Escola Politécnica (SP)

e ex-diretor do Instituto de Energia Atômica Luiz Cintra do Prado, formou o Comitê de Estudos de Reatores de Potência (CERP) com engenheiros de seu próprio quadro e dos três institutos de pesquisa de tecnologias nucleares (Instituto de Energia Atômica, Instituto de Engenharia Nuclear e Instituto de Pesquisas Radioativas). O CERP tinha por finalidade avaliar as perspectivas de utilização da energia nuclear para produção de energia elétrica na região Centro-Sul. Era clara a influência da Comissão Deliberativa da CNEN, da qual continuaram participando Francisco Magalhães Gomes, Jonas Correia Santos, Luiz Renato Carneiro da Silva Caldas, Francisco Humberto Maffei, além de um novo membro, Fausto Walter de Lima. Segundo avaliação desse grupo, havia condições econômicas para a inclusão de usinas nucleares no sistema gerador na região Centro-Sul com possibilidades de rápido crescimento.<sup>4</sup>

O CERP não se limitou a fazer considerações sobre a demanda de energia elétrica, mas dedicou-se também ao exame das possibilidades de fornecimento de matéria-prima para o combustível nuclear em função das atividades de prospecção realizadas no país até aquela época e das dificuldades tecnológicas dos reatores rápidos. Outros estudos preliminares mostraram que o tório poderia ser uma boa alternativa para o país, o que deu origem ao chamado Grupo do Tório na Divisão de Engenharia de Reatores do Instituto de Pesquisas Radioativas.<sup>5</sup>

Os tecnologistas do IPR, que já trabalhavam com engenharia de reatores e haviam estagiado no Commissariat de l'Énergie Atomique, mantiveram a parceria com a instituição francesa mediante um novo convênio deste com a CNEN, realizado por meio de intercâmbio de informações e missões técnicas. Na primeira etapa, avaliaram a possibilidade de desenvolvimento da tecnologia de reatores a tório (Projeto Instinto), uma vez que havia indícios da existência de grandes reservas em Minas Gerais e as reservas de urânio eram pouco conhecidas. Seria um caminho para alcançar a autonomia da tecnologia de reatores e de combustível para a produção de energia termonuclear, a fim de complementar as necessidades futuras de energia elétrica. Basearam a análise do emprego do tório em um conceito definido de reator, que pudesse ser desenvolvido pela indústria brasileira em dez ou quinze anos. Por essa razão, a escolha recaiu sobre um reator resfriado e moderado por água pesada sob pressão, contido em um vaso de pressão de concreto protendido. Tecnologia semelhante estava sendo desenvolvida na França, Alemanha e Suécia, ou seja, como o Brasil não estava sozinho nessa linha de pesquisa, poderia se beneficiar do avanço tecnológico de outros países.

Como o tório não é fissionável, necessitando de adição de urânio enriquecido ou de plutônio, fizeram as seguintes considerações: a opção do uso de urânio enriquecido seria prática, com a desvantagem de ficar atrelada ao fornecimento do mesmo pela Atomic Energy Commission; ao contrário, a opção do tório misturado ao plutônio não teria a desvantagem da dependência dos Estados Unidos, porém só seria exequível a longo prazo. Primeiro seria necessário produzir plutônio com urânio natural no Brasil, para depois utilizá-lo nos reatores a tório.<sup>6</sup> O Grupo do Tório forneceu alternativas à CNEN para um programa de desenvolvimento nuclear a curto, médio e longo prazos, com a perspectiva da linha de reatores nacionais ser viável nas décadas de 1980 e 1990.<sup>7</sup>





As raízes do grupo remontam ao período de João Goulart na Presidência da República e de Marcello Damy na presidência da CNEN, quando foi instituído o Grupo de Trabalho do Reator de Potência (GTRP). Se o Grupo do Tório ficou conhecido devido ao engajamento de Jair Mello e ao apoio de Francisco Magalhães Gomes para desenvolver uma tecnologia de reatores nova e autônoma, sob a ótica de protagonistas, anos depois, a experiência de intensivos estudos produziu um resultado inesperado, "(...) a conscientização da extrema dificuldade de se realizar a sua ambição inicial (...)".<sup>8</sup>

Em contraposição à busca da autonomia e à ampliação de investimentos nos institutos de pesquisas nucleares e em grupos especialmente constituídos pela CNEN para o desenvolvimento de reatores com tecnologia nacional, o governo do marechal Castello Branco assinou o Acordo de Cooperação referente aos Usos Cívicos da Energia Atômica com os Estados Unidos, em 1965.<sup>9</sup> O Acordo de Cooperação previa a troca de informações sobre as aplicações pacíficas da energia nuclear, a utilização de isótopos radioativos, e projeto, construção e operação de reatores de potência e de pesquisa. Os Estados Unidos se propunham a atender as necessidades de urânio enriquecido e plutônio para os reatores sem, contudo, transferir tecnologia e conhecimentos sobre o ciclo do combustível, sobretudo a tecnologia de enriquecimento de urânio. Coerente com a política de aproximação do governo americano, todavia, esse acordo não foi concretizado.

Como não havia dúvidas entre os pesquisadores de que os Estados Unidos nunca transfeririam a tecnologia de enriquecimento de urânio para o Brasil ou para outro país, a CNEN e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) tentavam enriquecer o urânio desde 1958 usando as três ultracentrífugas do modelo alemão ZG3 compradas pelo contra-almirante Álvaro Alberto.<sup>10</sup> Os primeiros resultados foram obtidos em 1966, porém com sérios problemas de ordem técnica e que não foram solucionados. Por exemplo, "a reação química do UF<sub>6</sub> com o vapor de óleo presente nos labirintos e com o material dos anéis de vedação, principalmente no labirinto inferior; e mistura da fração empobrecida com o gás de composição isotópica natural por passagem pelo anel de vedação".<sup>11</sup>

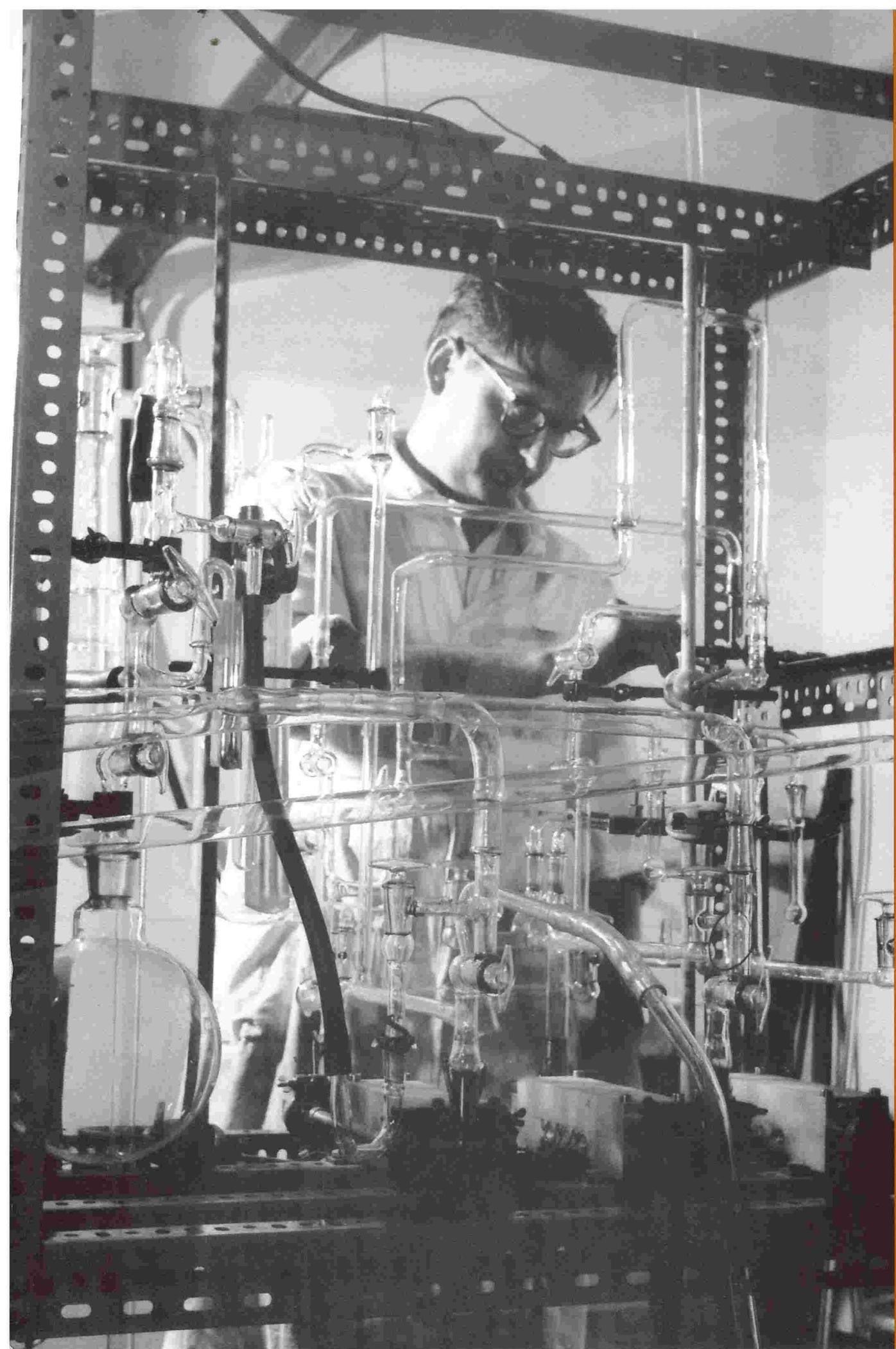
Em 1966, todos os órgãos integrantes da estrutura organizacional da CNEN, prevista na Lei de 1962, atuavam efetivamente: a Assessoria de Relações Internacionais, a Assessoria de Planejamento e Desenvolvimento, o Departamento de Ensino e Intercâmbio Científico, o Departamento de Exploração Mineral, o Departamento de Fiscalização do Material Radioativo, o Departamento de Pesquisas Científicas e Tecnológicas, bem como a Administração da Produção da Monazita e o Laboratório de Dosimetria.<sup>12</sup> A Administração da Produção da Monazita geria os bens da antiga Orquima S.A. e era responsável pela industrialização da monazita e comercialização de subprodutos.

Depois do término do Acordo de Cooperação Técnica entre a CNEN e o Commissariat de l'Énergie Atomique em 1966, as atividades de prospecção mineral só foram intensificadas com a criação da Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (CPRM), em 1969. A CPRM, que ficou incumbida da prospecção de urânio planejada pela CNEN, localizou ocorrências promissoras em diversos pontos do território nacional, dentre as quais, a de Seridó (RN), Figueira (PR) e Quadrilátero Ferrífero (MG).

**p. 126-127**

*O marechal  
Castello  
Branco  
assinou o  
Acordo de  
Cooperação  
referente aos  
Usos Cívicos  
da Energia  
Atômica com  
os Estados  
Unidos,  
que não se  
consumou.  
Brasília*

*Sistema de  
vácuo de  
ultracentrífuga  
comprada pelo  
almirante  
Álvaro Alberto  
na República  
Federal da  
Alemanha*



## Novas aspirações políticas

Uma nova concepção de poder vinculando o desenvolvimento econômico ao conceito de segurança nacional distinguiu os governos militares a partir de 1967. Como aspiravam ao *status* de grande potência, atuaram no sentido de reduzir a dependência com os Estados Unidos, país com o qual as relações no plano do comércio internacional atravessavam um período de crise.<sup>13</sup> A estratégia de política exterior inaugurada no governo do marechal Arthur da Costa e Silva valorizava os vínculos com pequenas e médias potências no eixo Norte-Sul, diante da percepção de que o antagonismo Leste-Oeste exclusivo da Guerra Fria se deslocara para a polarização entre os países do centro e da periferia política.<sup>14</sup> A Europa Ocidental ofereceu condições satisfatórias para a efetivação de convênios de cooperação técnica e científica, que foram particularmente aproveitados para a formação de especialistas em energia nuclear na França e República Federal da Alemanha.

Menos de um mês depois de ter assumido a Presidência da República, Costa e Silva afirmava em discurso no Itamaraty que a energia nuclear era "o mais poderoso recurso a ser colocado ao alcance dos países em desenvolvimento para reduzir a distância que os separa das nações industrializadas".<sup>15</sup> Sem a solenidade de abertura das atividades parlamentares, reafirmou na cidade uruguaia de Punta del Este o propósito do governo de construir uma usina nuclear no Brasil. Em junho de 1967, valendo de suas prerrogativas e considerando que a "(...) energia nuclear será fator preponderante do desenvolvimento nacional, em futuro não remoto; (...) e que tudo que diga respeito ao campo da Energia Nuclear, interessa à Segurança Nacional",<sup>16</sup> o presidente da República decretou a constituição de um Grupo de Trabalho Especial no Ministério das Minas e Energia, visando o planejamento da utilização de usinas nucleares para produção de energia elétrica. Integraram o grupo representantes da Eletrobrás/ Ministério das Minas e Energia, do Conselho de Segurança Nacional e da Comissão Nacional de Energia Nuclear, cabendo à Eletrobrás a construção e operação das futuras usinas nucleares.

O Decreto foi necessário diante da imprescindibilidade de compatibilizar as atribuições da CNEN e da Eletrobrás, mas é preciso observar que a produção de energia nuclear para fins pacíficos reaparece associada à questão da segurança nacional. Apenas o general Dutra e no contexto dos primeiros anos da Guerra Fria dera tamanha ênfase ao assunto ao justificar a necessidade de criação do CNPq para desenvolver a ciência e produzir energia nuclear no país.

O relatório do Grupo de Trabalho Especial do Ministério das Minas e Energia concluiu que: apesar da construção ou ampliação das usinas hidrelétricas seria necessária a complementação com usina nuclear de 500 MW a ser instalada em 1976/1977, para atender à demanda de energia elétrica cujo consumo aumentava aceleradamente; "era imperativo que tecnologia nacional fosse preparada para participar de um programa nuclear em larga escala a se iniciar na década de 1980";<sup>17</sup> e um convênio precisava ser assinado entre a CNEN e a Eletrobrás para estabelecer a cooperação entre as partes.

No Instituto de Pesquisas Radioativas, o Grupo do Tório entregou o relatório do Projeto Instinto e técnicos da Divisão de Engenharia de Reatores realizaram um estudo de viabilidade de usinas nucleares para Centrais Elétricas do Pará S.A. (CELPA), para atender às necessidades de expansão do sistema elétrico e, ao mesmo tempo, superar as dificuldades de construção de termoelétricas convencionais e hidrelétricas naquele estado. Concluiu-se que a idéia não era absurda.<sup>18</sup>

As Diretrizes da Política Nacional de Energia Nuclear foram lançadas em janeiro de 1968, reforçando mais uma vez a "necessidade de implantação da primeira usina nuclear de potência". Também se conclamou nesse período "o aproveitamento pleno e racional do pessoal científico e técnico em todos os níveis, bem como o eventual engajamento de cientistas brasileiros de valor que se encontravam no exterior".<sup>19</sup> Não por um acaso, o físico Sergio Porto, que trabalhava nos Estados Unidos, foi chamado para trabalhar em projeto de aplicação de *laser* no enriquecimento de urânio, em colaboração com o Instituto de Energia Atômica e o Centro Tecnológico da Aeronáutica.<sup>20</sup>

### **O processo decisório**

O convênio entre a CNEN e a Eletrobrás foi firmado em abril de 1968, transferindo à Eletrobrás a responsabilidade do processo decisório sobre a construção da usina nuclear. A Agência Internacional de Energia Atômica colaborou com o governo brasileiro, enviando ao país uma comissão técnica para auxiliar a preparação de um programa de uso pacífico da energia nuclear. Os especialistas da AIEA, chefiados por James Lane, trabalharam em parceria com técnicos da CNEN, Eletrobrás e dos institutos de pesquisa nuclear, com participação do Grupo do Tório, de abril a junho de 1968. O relatório do Grupo Lane, como ficou conhecido o trabalho, confirmou a recomendação do Grupo de Trabalho Especial, qual seja, a instalação no país de uma usina nuclear de 500 MW em 1976/1977 e estimou que, até o ano 2000, as necessidades brasileiras de energia nuclear seriam de cerca de 50.000 MW instalados. Concluiu também que qualquer tipo de reator comercial seria adequado.

Nessa época, a preferência revelada pelos presidentes da CNEN, o general e professor do Instituto Militar de Engenharia (IME) Uriel da Costa Ribeiro, e da Eletrobrás, o engenheiro Mario Penna Bhering, era de um reator de urânio natural e água pesada, embora a questão não estivesse fechada.

Durante todo o ano de 1968, técnicos da CNEN se dedicaram a avaliar as linhas de reator. O IPR, por exemplo, defendia a seguinte alternativa: reatores a água pesada e urânio natural para a futura usina e a construção de um protótipo nacional da mesma linha, em paralelo. Uma grande controvérsia se instalou na CNEN entre os pesquisadores, sobretudo entre os que defendiam a alternativa de reator a água pesada e aqueles que propunham reatores a água leve, levando o governo a desvincular a opção de curto e longo prazos. As manifestações se tornaram públicas. Vários cientistas brasileiros se colocaram contra a compra de um reator a urânio enriquecido, até serem silenciados pela força do AI-5 a partir de dezembro de 1968. No mesmo mês, com a aprova-

ção da estrutura básica do Ministério das Minas e Energia, a CNEN foi totalmente desvinculada da Presidência da República, ficando clara sua principal missão durante grande parte dos governos da ditadura militar: a produção de energia nuclear para geração de energia elétrica.<sup>21</sup>

A Eletrobrás, por sua vez, delegou a tarefa de construção de usinas nucleares à sua subsidiária Furnas Centrais Elétricas S.A. que, em janeiro de 1969, criou o Departamento de Engenharia Nuclear e iniciou os trabalhos referentes à futura usina Angra 1. Na CNEN, criou-se o Departamento de Reatores para estabelecer um contato mais estreito com o novo departamento de Furnas. Com consultoria de empresas americanas, da Universidade de Cornell e da empresa brasileira Tecnosolo, bem como observando as normas elaboradas pela CNEN, Furnas escolheu a Praia de Itaorna (Angra dos Reis, RJ) para a instalação da usina. Os critérios levados em conta foram: topografia, população, utilização das cercanias, hidrologia, meteorologia, sismologia, geologia, fundações da usina, acesso ao local, integração ao sistema de transmissão de energia elétrica e o destino a ser dado aos rejeitos radioativos. Foi a primeira vez que, no Brasil, os cálculos de estabilidade de encostas levaram em conta um fator de sismicidade.

### Diplomacia, ciência e tecnologia

Especialmente a partir de 1967, a política de ciência e tecnologia emergiu como uma alternativa de ação muito bem coordenada e o pragmatismo passou a orientar a política exterior brasileira. Rejeitava-se o poder associado à potência hegemônica ocidental, os Estados Unidos, que atravancavam, inclusive, a importação de tecnologias avançadas pela via da cooperação científica. Como a busca de autonomia tecnológica tinha raízes no nacionalismo, que se fortalecia ao ser associado ao desenvolvimento econômico, os instrumentos de política foram articulados em vários níveis. Ou seja, a estratégia estava alicerçada na possibilidade de se conjugar dois níveis da política, a interna e a externa, para alcançar o desenvolvimento econômico auto-sustentado, não importa com quais parceiros, e, ao mesmo tempo, redefinindo a relação com os Estados Unidos, para limitar o grau de dependência financeira, tecnológica e cultural. A engenhosidade política causou impacto positivo em grupos de influência e a ambigüidade caracterizou as ações da política externa no período da ditadura militar.<sup>22</sup>

No governo do general Costa e Silva, ao associarem os conceitos de segurança nacional e desenvolvimento econômico, os militares estariam introjetando os postulados *desenvolvimentistas nacionalistas* para o setor nuclear da década de 1950, defendidos por Álvaro Alberto. No contexto do final dos anos de 1960, em que os convênios internacionais de cooperação científica e outras formas de parceria entre pesquisadores de nacionalidades diferentes faziam parte da política de Estado, Brasil e República Federal da Alemanha assinaram: em 1963, o Acordo Básico de Cooperação Técnica e, em 1969, o Acordo Geral sobre Cooperação nos Setores de Pesquisa Científica e do Desenvolvimento Tecnológico, ambos em Bonn.<sup>23</sup>

As justificativas mencionadas para a assinatura do acordo de 1969 com a Alemanha foram as relações amistosas entre os dois países, o interesse comum na pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico, as vantagens resultantes para ambos de uma estreita cooperação no campo da ciência e da tecnologia, bem como era considerado que a iniciativa complementava o Acordo de Cooperação entre a República Federativa do Brasil e a Comunidade Européia de Energia Atômica (Euratom), de 1961. O documento estabeleceu as diretrizes gerais e as seguintes áreas prioritárias para a cooperação científica: energia nuclear, matemática, oceanografia e biologia. Estava aberto o caminho para o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha de 1975 e para a capacitação de brasileiros do setor nuclear.

O acordo de cooperação científica foi um importante elemento das relações bilaterais e se mesclava aos interesses militares, comerciais ou de outra natureza dos países envolvidos, uma vez que não há colaboração científica desinteressada. Na esfera das relações internacionais, a cooperação científica pode ser utilizada como uma forma de propaganda política dos países cientificamente desenvolvidos (como foi também o programa Átomos para a Paz) ou como uma estratégia dos países cientificamente periféricos, para alavancar uma área do conhecimento. Um ótimo exemplo é o caso do Instituto de Energia Atômica, atual Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, cujas pesquisas básicas e aplicadas foram impulsionadas pelo Acordo de Cooperação para Uso Civil da Energia Atômica assinado entre o Brasil e os Estados Unidos, em 1955.

### **Imediatismo pragmático**

Retomando a tradição interrompida por Costa e Silva, o general Emílio Garrastazu Médici<sup>24</sup> afirmou em sua mensagem ao Congresso Nacional:

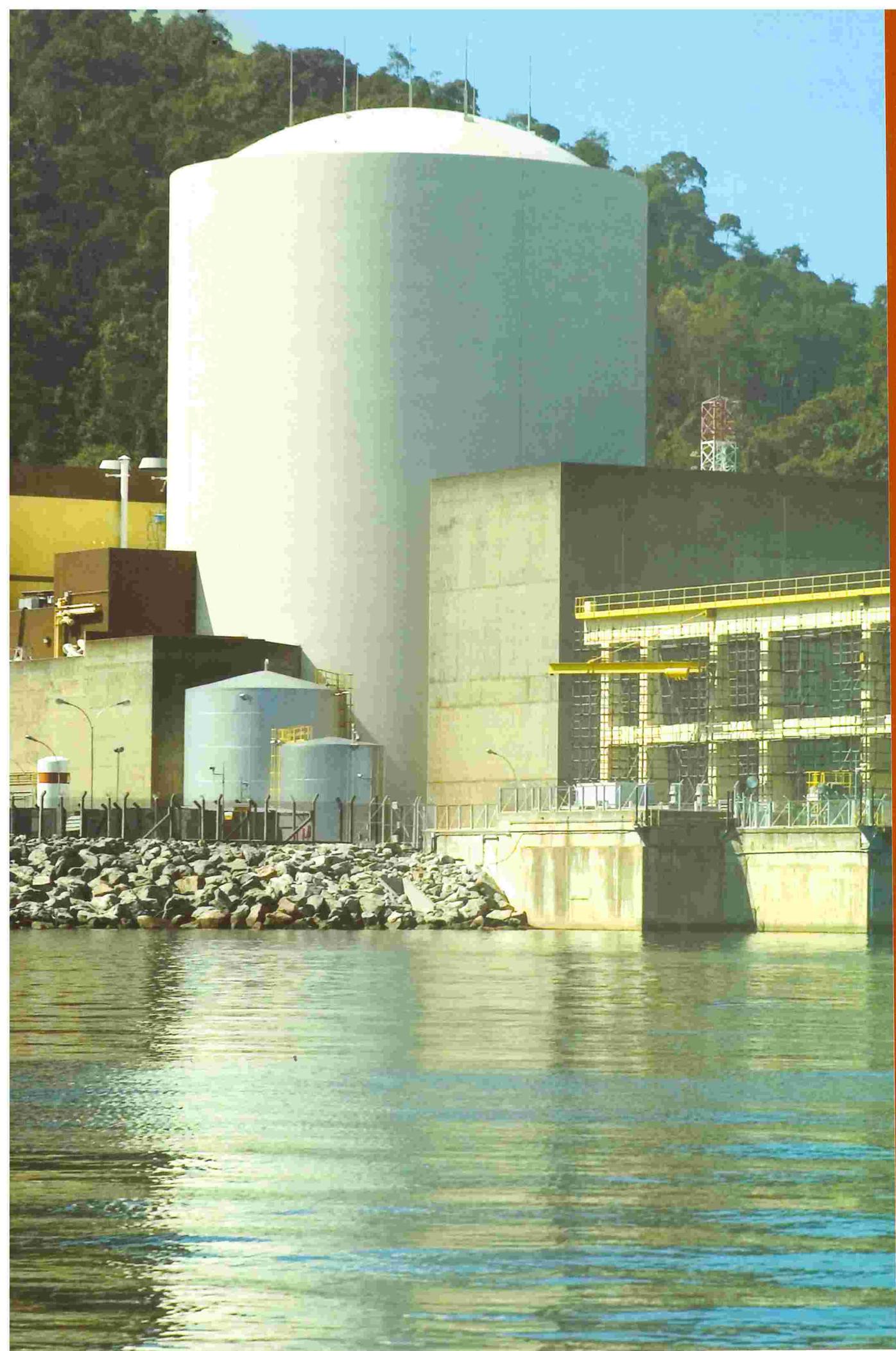
Após cuidadosa preparação, serão dados, em 1970, os passos iniciais para a construção da primeira central nucleoeletrica de potência, com finalidade comercial (...) estando sua potência fixada ao nível de 500.000 KW (...). Já se acha determinada a sua localização entre o Rio de Janeiro e São Paulo, no município de Angra dos Reis.<sup>25</sup>

O governo lançava mão das bandeiras do *milagre brasileiro* e do *Brasil grande* e divulgava previsões alarmistas sobre o fornecimento de energia elétrica para a década seguinte. Enquanto as autoridades governamentais do setor elétrico falavam até em blecautes na região Sudeste, Furnas Centrais Elétricas S.A. contratou a empresa americana NUS Corporation e a brasileira SELTEC para prestar consultoria à construção da usina nuclear, bem como engenheiros brasileiros foram enviados aos Estados Unidos, Canadá e Europa para avaliar aspectos técnicos e econômicos dos diferentes tipos de reator e obter informações para especificar os temas da concorrência internacional para a compra dos equipamentos.

## Angra 1

- 1970** • Westinghouse vence a concorrência internacional para fornecimento dos equipamentos
- 1972** • Construtora Norberto Odebrecht vence a concorrência e inicia as obras civis
- 1981** • Realiza-se o carregamento inicial de combustível no núcleo do reator
  - Recebe autorização da CNEN para operação provisória
- 1982** • A primeira reação em cadeia
  - Estabelecido o primeiro sincronismo ao sistema elétrico
  - Início dos testes e do período de comissionamento
- 1983** • Apresenta problemas no gerador de vapor e é desligada
- 1984** • Vazamento de óleo no eixo entre as turbinas e a usina é novamente desligada
- 1985** • Entra em operação comercial
- 1986** • Constatados inúmeros problemas técnicos
  - A usina é desligada
  - Ação judicial impede o funcionamento por falta de plano de emergência
- 1987** • Retorna o funcionamento, apresentando novos problemas técnicos
  - Permanece desligada por mais de um ano
- 1988** • Furnas aciona a Westinghouse em tribunal internacional
- 1989** • Funciona precariamente até 1994, apresentando diferentes problemas
- 1994** • Recebe autorização da CNEN para operação permanente
- 2001** • Incidente de nível 1 na escala INES devido a vazamento de água no circuito primário
  - Permanece conectada ao sistema por 304 dias, apresentando bom desempenho
- 2002** • A CNEN avalia o projeto do novo núcleo do reator, os programas de inspeção, a proteção física e radiológica
- 2004** • Recebe autorização da CNEN para operação permanente, depois das modificações





Das seis empresas candidatas pré-selecionadas<sup>26</sup> para a venda e montagem dos equipamentos, a vencedora foi a Westinghouse Electric Company, que se associou à Empresa Brasileira de Engenharia para a montagem dos equipamentos. A americana Gibbs & Hill e a brasileira Promon Engenharia ficaram responsáveis pelo projeto técnico, cuja concorrência para as obras civis, que deveriam ser entregues em cinco anos, foi vencida pela Construtora Norberto Odebrecht S.A, em 1972. Como o Brasil não dominava a tecnologia, a obtenção do combustível para a primeira unidade da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto<sup>27</sup> dar-se-ia da seguinte maneira: o concentrado de urânio natural (*yellowcake*) seria comprado na África do Sul, a conversão em hexafluoreto realizada na Inglaterra e o enriquecimento feito nos Estados Unidos. Diversificavam-se os parceiros, seguindo a orientação da política externa, mantendo a dependência dos Estados Unidos, que detinham o monopólio do suprimento de urânio enriquecido no mundo Ocidental.<sup>28</sup>

A participação da indústria nacional na fabricação dos equipamentos para Angra 1 foi limitada: o Eximbank, que financiou grande parte do empreendimento, exigia a realização de concorrência internacional; e a vencedora, a Westinghouse, vendeu um reator PWR (urânio enriquecido e água leve pressurizada) em um pacote fechado. A rigor, "(...) nos forneceram uma 'caixa-preta' lacrada e nem nos disseram o que há lá dentro. Nossos técnicos podem apenas operar a usina. Nada mais".<sup>29</sup>

A solução foi considerada inadequada aos interesses nacionais por uma ala dos militares, como foi contestada por parlamentares filiados ao MDB e por diversos engenheiros e físicos nucleares da CNEN e de universidades. Os últimos defendiam a compra de um reator do tipo CANDU (urânio natural e água pesada), argumentando que se tratava de uma tecnologia mais simples e fácil de ser transferida, um método aberto, e que o Brasil não dependeria do urânio enriquecido nos Estados Unidos. Sobre o reator da Westinghouse, conquanto também defendesse o uso do urânio natural, o ex-presidente da CNEN Marcello Damy profetizou: "Se vier a ser instalado, que seja o primeiro, único e último".<sup>30</sup> A decisão gerou sérias desavenças entre físicos e o colega que ocupava a presidência da CNEN, Hervásio de Carvalho. Venceu o grupo que defendia a alternativa de curto prazo, em detrimento da continuidade de investimento em pesquisa de reatores. O Grupo do Tório se extinguiu diante da opção pelos reatores PWR.

Tendo em vista a redução da importância do programa de reatores a água pesada e urânio natural no âmbito internacional, favorável à tecnologia de reatores a água leve e urânio enriquecido, a CNEN decidiu desenfaturar progressivamente os estudos relativos à água pesada em favor dos de água leve.<sup>31</sup>

Conforme o I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND – 1972/1974) estabeleceu nas metas do Programa Nacional de Energia Nuclear, a implantação da usina de 600 MW era indispensável para atender à demanda na década de 1980, assim como de um complexo industrial para produção de combustível e reprocessamento, domínio da tecnologia nuclear e o prosseguimento da aplicação da energia nuclear na agricultura, saúde e indústria. A dimensão do programa nuclear para a geração

de energia elétrica e os investimentos a ele destinados, contudo, não desviaram o foco da CNEN dos aspectos relacionados à aplicação da energia nuclear, tais como: formação, aperfeiçoamento e treinamento de pessoal especializado; pesquisa e produção de radioisótopos e radiofármacos no Instituto de Energia Atômica; pesquisas aplicadas em sua área de competência no Centro Nuclear de Agricultura; estudos, projetos e serviços prestados a indústria e setores da engenharia no Instituto de Pesquisas Radioativas. As atividades de segurança e radioproteção, coordenadas pelo Departamento de Fiscalização do Material Radioativo da CNEN, envolviam o Laboratório de Dosimetria, o Instituto de Biofísica e o Instituto de Engenharia Nuclear, ambos da UFRJ, o Instituto de Energia Atômica e o Instituto de Pesquisas Radioativas. Tanto já se faziam medições nas águas da baía de Angra dos Reis, para ter parâmetros comparativos no futuro, como diversas inspeções. Por exemplo, o Otto Hahn, navio mercante alemão a propulsão nuclear, foi inspecionado pela CNEN ao atracar no porto de Santos. Em suma, nos primeiros anos da década de 1970, a CNEN investiu particularmente na ampliação das instalações dos institutos de pesquisas nucleares, concentrando esforços na pesquisa aplicada. O Departamento de Pesquisa Científica e Tecnológica da CNEN, criado em 1967, direcionava recursos também para a pesquisa básica nas áreas da química, geologia, biogeoquímica, geoquímica, física nuclear e física do estado sólido desenvolvida em universidades e outros institutos. Não obstante, com a mudança de prioridades do programa nuclear, reconhecia-se a necessidade de planejar a distribuição dos recursos à pesquisa fundamental.<sup>32</sup>

Como para implementar as metas do I PND era fundamental a incorporação dos institutos vinculados à CNEN ao Programa Nacional de Energia Nuclear e grandes investimentos no ciclo do combustível, constituiu-se a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN),<sup>33</sup> empresa de economia mista subsidiária da CNEN, que detinha 51% de seu capital social. Se a CNEN perdeu algumas de suas atribuições diretas, a CBTN inaugurou a fase empresarial no setor nuclear brasileiro.

Dividiram-se as tarefas. O planejamento da prospecção de minérios nucleares e associados, entretanto, continuou sendo de responsabilidade da CNEN e os trabalhos sendo executados pela CPRM.<sup>34</sup> Já a CBTN ficou encarregada de: 1) realizar pesquisas, estudos e projetos referentes ao tratamento de minérios nucleares, produção de elementos combustíveis, instalações de enriquecimento de urânio, reprocessamento e componentes de reatores; 2) promover a gradual assimilação da tecnologia nuclear pela indústria nacional; 3) construir e administrar as unidades industriais de tratamento de minérios nucleares e seus associados, de enriquecimento de urânio, de reprocessamento e de fabricação de elementos combustíveis; 4) negociar, nos mercados interno e externo, equipamentos, materiais e serviços de interesse da indústria nuclear; e 5) dar apoio técnico e administrativo à CNEN.<sup>35</sup>

Com a nova orientação, o Instituto de Pesquisas Radioativas – até então integrado ao Plano Nacional de Energia Nuclear mediante o convênio CNEN/ UFMG – foi transferido para a CBTN, passando a realizar, além de outras pesquisas, atividades voltadas para o desenvolvimento da tecnologia de reatores. O mesmo ocorreu em relação ao Instituto de Engenharia Nuclear, vinculado

à UFRJ.<sup>36</sup> Como o Instituto de Energia Atômica pertencia ao governo do Estado de São Paulo, os vínculos com a CBTN foram ajustados por meio de convênio.

Na busca pela autonomia da tecnologia do ciclo do combustível, a CBTN distribuiu suas etapas entre os institutos de pesquisa. O Projeto Hexafluoreto de Urânio ( $UF_6$ ) foi conduzido pelo IEN. O Projeto de Reprocessamento, a fim de extrair do combustível utilizado nos reatores o material físsil nele ainda contido ( $U^{235}$  e plutônio) foi implantado no IEN, com assessoria de especialistas alemães. O Projeto Tratamento de Rejeitos foi sediado no IPR, também com assessoria de especialistas alemães. O Projeto Elemento Combustível foi subdividido: a fabricação de pastilhas ficou a cargo do IEA; a fabricação de varetas, do IPR; a fabricação de componentes estruturais e a montagem do elemento combustível, do IEN; e o projeto da fábrica de elemento combustível se concentrou no IEN. A cooperação entre as instituições estava inserida no Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica Brasil-Alemanha de 1969. Entretanto, para o desenvolvimento do Projeto Enriquecimento, a mais complexa das etapas do ciclo do combustível, a CBTN tornou-se membro da Association for Centrifuge Enrichment, formada pela Inglaterra, Holanda e Alemanha, que tinha por objetivo comercializar o processo de enriquecimento por ultracentrifugação. A CBTN ainda contratou a NUS Corporation (EUA) para dar consultoria sobre o assunto.

Em 1970, as reservas de urânio eram estimadas em 7.000 t, o que era pouco para atender as necessidades de Angra 1. Porém, as sondagens duplicaram de volume nesse ano, quando comparadas ao anterior, e abrangeram os projetos Maranhão-Piauí, Jatobá (PE), Tucano (BA), Sergipe-Alagoas, São Francisco (MG), Paraná, sudoeste do Estado de São Paulo e Poços de Caldas (MG), onde foram obtidos os melhores resultados<sup>37</sup> e instalada, em 1974, uma usina piloto.<sup>38</sup> Para ampliar a prospecção o governo alterou a destinação do Imposto Único sobre Lubrificantes e Combustíveis Líquidos e Gasosos reservando 2% para esse fim, sendo que 1% para o Fundo de Pesquisa de Minerais Nucleares administrado pela CBTN.<sup>39</sup>

Duas importantes decisões foram tomadas no plano da política externa afeita à política nuclear brasileira, em 1972. A primeira, a tentativa de reaproximação dos Estados Unidos depois de um hiato de 17 anos,<sup>40</sup> com a assinatura do Acordo de Cooperação referente aos Usos Cívicos da Energia Atômica, em substituição àquele firmado em 1965 que não se concretizou.<sup>41</sup> Embora tivesse as mesmas finalidades, restrições e contasse com a intermediação da Atomic Energy Commission, o Acordo de Cooperação de 1972, com duração prevista de trinta anos, incluía severas cláusulas de salvaguardas, como se não bastassem as que haviam sido estabelecidas com a Agência Internacional de Energia Atômica de forma semelhante.<sup>42</sup>

O Apêndice do documento, referente ao Programa Brasileiro de Reatores de Potência a Urânio Enriquecido, previa a construção de reator de 626 MW para Angra 1, em 1972, e a necessidade de 11.800 kg de  $U^{235}$ . A segunda decisão, conseqüente deste acordo e imposta pelos Estados Unidos, foi a emenda ao acordo entre a Agência Internacional de Energia Atômica e os governos brasileiro e americano para aplicação de salvaguardas. Esta emenda refletia o temor americano com relação

às intenções dos militares que governavam o Brasil, pois teve como principal objetivo garantir que o acordo bilateral de 1972 impediria o uso militar da energia nuclear no Brasil.

O deputado Lysâneas Maciel (MDB-RJ) foi o primeiro, e um dos poucos, a apontar que "este acordo, aparentemente inócuo, poderá gerar conseqüências imprevisíveis para o país, notadamente no que concerne à segurança e à soberania nacional".<sup>43</sup> Ele referia-se particularmente ao direito de os Estados Unidos fiscalizarem o reator de Angra 1 ou qualquer instalação nuclear brasileira que utilizasse urânio enriquecido de origem americana. No Congresso Nacional as preocupações de Lysâneas Maciel eram desconsideradas pelos deputados da Arena, partido da situação, porque havia pressa em aprovar o acordo. Caso contrário, o empréstimo do Eximbank para a compra do reator de Angra 1 seria cancelado.

Mesmo o Brasil tendo aceitado todas as emendas propostas pelos Estados Unidos ao Acordo de Cooperação de 1972, ele acabou sendo retirado pelo próprio governo americano, que alegou modificações em sua legislação interna.<sup>44</sup> Os atritos políticos entre os Estados Unidos e o Brasil no campo nuclear se agravam depois da insubmissão da política externa brasileira ao Tratado de Não-Profileração Nuclear de 1968. Contudo, as divergências no campo diplomático não se ampliaram a ponto de atingir os interesses comerciais das empresas americanas que continuavam atentas às oportunidades do mercado brasileiro de tecnologia nuclear.

Os estudos de viabilidade econômica do Programa de Centrais Nucleares desenvolvidos na CBTN prosseguiram, a despeito do início da construção de Angra 1, e recomendavam outra estratégia para a política nuclear brasileira: transferência de tecnologia com participação crescente da engenharia e indústria nacionais; implantação gradativa das usinas do ciclo do combustível, em conformidade com a qualificação técnica e condição econômica; escolha de tecnologia nuclear que melhor atendesse aos interesses nacionais a médio e longo prazos; padronização tecnológica de quatro usinas nucleares a serem construídas; negociação conjunta da importação dos equipamentos para as usinas, em contrapartida à transferência de tecnologia de reator e de tecnologia para o desenvolvimento do ciclo do combustível, sobretudo as tecnologias sensíveis (enriquecimento e reprocessamento) de tecnologia; e criação de empresas mistas, em parceria com o país fornecedor da tecnologia, para otimizar o processo.<sup>45</sup> Eram os fundamentos ou a orientação técnica para o futuro Acordo Nuclear Brasil-Alemanha.

## O pretexto do petróleo

Os empréstimos internacionais e a estabilidade do preço do barril de petróleo em um patamar inferior até 1972 sustentavam o "milagre brasileiro", caracterizado por grandes investimentos em infra-estrutura, obras faraônicas e pelo início do programa nuclear. Em 1973, o preço do petróleo já era 40% superior ao ano anterior e, no ano em que o general Ernesto Geisel passou a ocupar o poder, esse percentual subiu cerca de 400%. O embargo do petróleo árabe, devido ao apoio dado a

Israel pelos Estados Unidos e Europa na Guerra do Yom Kippur, fez as cotações chegarem a um valor equivalente a 40 dólares nos dias de hoje. A preocupação com a escalada internacional dos preços do petróleo era evidente nas metas da política energética do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND – 1975/1979), com o estímulo à pesquisa de petróleo, à construção de grandes hidrelétricas, como Tucuruí, Sobradinho e Itaipu (com potência definida de 12.600 MW e custo de US\$ 317 por kW instalado), e aos programas do álcool, carvão e nuclear.

Apesar do crescente endividamento externo, Geisel reorientou a política energética contando com empréstimos internacionais, quando as contas do petróleo já desequilibravam a balança comercial. A reestruturação do setor nuclear tinha por finalidade acelerar o ritmo da "(...) criação, a curto prazo, de uma indústria do ciclo do combustível e da fabricação de componentes para instalações nucleares".<sup>46</sup> O governo brasileiro firmou então com a República Federal da Alemanha o Protocolo de Brasília, em outubro de 1974, e, em seguida, substituiu a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN) pela Empresas Nucleares Brasileiras S.A. (Nuclebrás).<sup>47</sup> Organizada como *holding* de várias empresas subsidiárias binacionais e subordinada ao Ministério das Minas e Energia, coube à Nuclebrás a execução do Programa Nuclear Brasileiro sob a presidência do embaixador Paulo Nogueira Batista.

Com a criação da Nuclebrás, a CNEN recebeu de volta o Instituto de Engenharia Nuclear e permaneceu como a principal responsável pelo fomento à pesquisa básica e aplicada nas áreas nuclear e correlatas, apoiando generosamente as atividades do Instituto de Energia Atômica (IEA, futuro IPEN) e do Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Os dois primeiros, o Instituto de Radioproteção e Dosimetria e o Instituto de Pesquisas Radioativas, tinham a incumbência de auxiliar a CNEN no licenciamento de reatores. Os cursos em nível de graduação e pós-graduação nas áreas de engenharia, medicina, biologia e agronomia, o intercâmbio científico-tecnológico entre especialistas estrangeiros e brasileiros de diversas universidades, bem como as pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para enriquecimento de urânio do IEA e do Centro Tecnológico da Aeronáutica tinham financiamento garantido pela CNEN e Programa de Recursos Humanos para o Setor Nuclear (Pronuclear).

Para o presidente da CNEN, Hervásio de Carvalho, o sistema educacional brasileiro não estava preparado para atender à demanda do Programa Nuclear. Um Grupo de Trabalho Interministerial estimou essa demanda em cerca de dez mil profissionais para o decênio 1976/1985, englobando as necessidades da CNEN, Nuclebrás, indústrias privadas e estatais, empresas concessionárias e atividades docentes. O Pronuclear (CNEN, CNPq, MEC e Nuclebrás) nasceu da previsão otimista de um cenário sem turbulências, cujo principal objetivo era assegurar a formação de profissionais em número suficiente para absorver a tecnologia nuclear.<sup>48</sup> O responsável pela coordenação do Pronuclear foi Rex Nazaré, diretor executivo da Área de Segurança Nuclear da CNEN entre 1975 e 1980, que estabeleceu três prioridades para a capacitação de recursos humanos nessa área: normas e regulamentos de segurança no setor nuclear; utilização de plantas de referência, para comparar as instalações brasileiras em construção com as unidades semelhantes em funcionamento no exterior; e realização de cálculo independente para comprovar a segurança de produtos importados da Alemanha.<sup>49</sup>

*O general  
Geisel,  
presidente da  
República, e  
Hervásio de  
Carvalho,  
presidente da  
CNEN, quando  
o Acordo  
Nuclear Brasil-  
Alemanha  
parecia ter  
tudo para  
dar certo*



## Acordo nuclear teuto-brasileiro

Em junho de 1975 os ministros das Relações Exteriores do Brasil e da então República Federal da Alemanha assinaram, em Bonn, o Acordo sobre Cooperação no Campo dos Usos Pacíficos da Energia Nuclear e, em seguida, o Protocolo de Bonn, no qual foram ajustados os procedimentos comerciais, societários e contratuais.<sup>50</sup> As negociações rápidas e secretas envolveram autoridades alemãs, o presidente da CNEN, Hervásio de Carvalho, o ministro das Minas e Energia, Shigeaki Ueki, e o embaixador Paulo Nogueira Batista, presidente da Nuclebrás. Geisel manteve os militares afastados das negociações, chegando a vetar a ida de seis oficiais da Marinha a Bonn, da mesma maneira que Paulo Nogueira Batista ignorava a existência dos adidos militares brasileiros da embaixada da Alemanha ocidental.<sup>51</sup> Geisel proibiu inclusive a participação de um oficial do Conselho de Segurança Nacional numa missão, alegando que "os alemães são desconfiados, vão pensar em bomba atômica".<sup>52</sup> Os acertos foram relativamente fáceis; o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha estava alicerçado em acordos anteriores: o Acordo de Cooperação sobre as Utilizações Pacíficas da Energia Atômica entre o Brasil e a Euratom (1961), o Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica entre o Brasil e a Alemanha (1969) e as Diretrizes para a Cooperação Industrial entre o Brasil e a Alemanha (1974), conhecidas como Protocolo de Brasília. O acordo de salvaguardas entre o Brasil, a Alemanha e a Agência Internacional de Energia Atômica data de fevereiro de 1976 e teve um novo significado, estendendo as salvaguardas para o material e equipamento especificados, assim como para informações tecnológicas relevantes.<sup>53</sup>

A Alemanha foi o parceiro privilegiado pelo Brasil, em detrimento dos Estados Unidos e da França, diante das seguintes vantagens vislumbradas com o Acordo Nuclear para o país: transferência de tecnologia e implantação de todas as fases do ciclo do combustível; capacidade de fabricação de reatores de grande porte; e identificação das reservas de urânio e tório. Havia igualmente motivações de natureza político-estratégicas: autonomia e capacitação tecnológica, garantindo a projeção internacional do país para concretizar, em parte, a aspiração de se tornar uma grande potência. Esse objetivo estava implícito no II PND e não teriam faltado motivações de longo prazo e de natureza estratégico-militares.

Por sua vez, as razões que levaram a Alemanha ao acordo estavam relacionadas principalmente a fatores comerciais: utilização da capacidade ociosa da indústria nuclear alemã, diante da crescente oposição à produção industrial da energia nuclear em seu território; incremento das exportações; possibilidade de enriquecer urânio, já que estava impedida de fazê-lo face ao acordo com a Euratom; e interesse nas reservas brasileiras de urânio. No acordo estava prevista a participação da empresa Urangesellschaft na prospecção e mineração de urânio, em cooperação com a Nuclam, subsidiária da Nuclebrás.<sup>54</sup>

O embaixador americano em Brasília por várias vezes alertou o Departamento de Estado sobre a importância da manutenção de visita agendada pela AEC ao Brasil, em 1974. Embora

correlacionasse o adiantamento às mudanças em pauta na legislação nuclear dos Estados Unidos, enfatizou que tal fato não poderia ser interpretado pelas autoridades brasileiras como falta de interesse ou indelicadeza.

A visit now by distinguished U.S. experts can pay large dividends in terms of Brazilian nuclear policy for the next decade or more and of the type of nuclear equipment Brazil will buy. The commercial implications are well understood in Washington: the potential for U.S. exports is indeed large. With respect to both policy and commercial opportunities, we are concerned about Brazil's growing orientation toward Europe in the field of nuclear technology.<sup>55</sup>

Aprovado pelo Congresso Nacional, entrou em vigor em dezembro daquele ano e ficou conhecido como o "acordo do século", por se tratar de um negócio da ordem de dez bilhões de dólares e com ganho duplo, para o capital industrial e capital financeiro, uma vez que houve participação de banco alemão nas negociações. O Acordo de 1975, com duração de 15 anos, previa a construção de oito usinas nucleares no Brasil (Angra dos Reis, Peruíbe e Iguape) e também a capacitação de pessoal – cerca de dez mil técnicos em nível médio e superior.

Para justificar o acordo, o governo brasileiro usou como argumento as necessidades de energia elétrica do país. Estudos realizados pela Eletrobrás haviam apontado que, com o crescimento populacional e a expectativa do aumento da produção industrial, os recursos se esgotariam nos anos de 1990, principalmente no Centro-Sul, devido a dificuldades para o transporte de energia elétrica de outras regiões. A crise do petróleo de 1973 e, mais especificamente, o cancelamento unilateral pelos Estados Unidos do fornecimento de urânio enriquecido para Angra 1 e reatores de outros países, em 1977, foram usados posteriormente a favor do acordo.<sup>56</sup>

A Nuclebrás ficou encarregada da execução do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, cabendo-lhe as atividades de pesquisa e prospecção de minerais nucleares, desenvolvimento do ciclo do combustível, construção de usinas nucleoeletricas e montagem de um parque industrial destinado à fabricação dos equipamentos para as usinas. Para esses fins, foram constituídas imediatamente subsidiárias sob a forma de *joint ventures* com empresas alemãs e uma companhia austríaca: a Nuclebrás Auxiliar de Mineração (Nuclam), com participação da Urangesellschaft (UG), para atuar na prospecção, pesquisa, mineração e beneficiamento de urânio; a Nuclebrás Engenharia (Nuclen), em associação com a Kraftwerk Union (KWU), grupo Siemens, para realizar serviços de engenharia para as usinas nucleares; a Nuclebrás Equipamentos Pesados (Nuclep), em acordo com a KWU, a Gute Hoffnungs Hütte (GHH)<sup>57</sup> e a austríaca Voest, para a fabricação de reatores, geradores de vapor, componentes pesados e protótipos de carros blindados; a Nuclebrás Enriquecimento Isotópico (Nuclei), em associação com a Steag e a Interatom, para a produção de urânio enriquecido; e a Nuclebrás-Steag Companhia de Exploração de Patentes de Enriquecimento por Jato-Centrífugo (Nustep), a única com sede na Alemanha e associada à Trenndüsen Entwicklungs

Patentverwertung GmbH & Co. KG, criada para o desenvolvimento do método de enriquecimento por jato centrífugo. A Nuclebrás tinha participação majoritária no capital das subsidiárias: 51% na Nuclam, 75% na Nuclen e Nuclei, e 98,2% na Nuclep.

Furnas ficou encarregada da construção das duas primeiras usinas do acordo – assinando os contratos de compra de equipamentos com a KWU em junho de 1976 – e a Nuclen ficou encarregada da parte de engenharia dos demais projetos. As obras de construção civil de Angra 2 foram iniciadas em 1977 e os primeiros problemas apareceram na etapa da fundação, atrasando de forma irrecuperável o cronograma.

A controvérsia em torno do reforço das estacas de Angra 2 coincidiu com as primeiras críticas ao acordo, vindas da Sociedade Brasileira de Física (SBF), que denunciava as deficiências técnicas do acordo, o qual não garantiria o domínio das tecnologias sensíveis. A comunidade científica, excluída de seu processo de decisão, questionava a necessidade de o Brasil adotar a energia nuclear em larga escala, com base na alegada taxa de crescimento da demanda de energia elétrica e na escassez de recursos hidrelétricos. Havia também os que defendiam *opções brasileiras*, entre elas, o aproveitamento do potencial hídrico da Amazônia. A tecnologia de linha de corrente contínua que estava sendo desenvolvida para Itaipu solucionaria o problema. Aos opositores do meio acadêmico, juntaram-se outros setores da sociedade, como os ambientalistas, preocupados com o rejeito e lixo radioativo.<sup>58</sup>

A resposta da CNEN às críticas se concentrou na demonstração da metodologia usada na análise de segurança e garantia de qualidade da radioproteção – ambas baseadas nas suas normas e da Agência Internacional de Energia Atômica –, bem como na fiscalização das condições e obras na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto e na usina de mineração e produção de concentrado de urânio de Poços de Caldas.

Desde que o homem deseja envolver-se nas atividades que lidam com a radiação ionizante, ele deve reconhecer que sempre existe um grau de risco, a um nível que deve ser aceitável para o indivíduo e a sociedade, e nenhuma prática será adotada a não ser que sua introdução produza um benefício líquido positivo.<sup>59</sup>

Mesmo caracterizado como uma cooperação para uso pacífico de energia nuclear e com salvaguardas da AIEA,<sup>60</sup> o acordo bilateral Brasil-Alemanha foi criticado por praticamente todos os países detentores de tecnologia nuclear, à exceção da República Popular da China, com a qual o governo Geisel havia restabelecido relações diplomáticas. Com os Estados Unidos gerou uma crise política durante o governo de Jimmy Carter, em 1977, cujo pretexto foi a inclusão da transferência de tecnologia de enriquecimento e reprocessamento de urânio, além de o Brasil não ser signatário do Tratado de Não-Proliferação Nuclear (TNP). Temendo um "perigo potencial (...) por um aliado no nosso próprio quintal (...),"<sup>60</sup> o governo americano tentou convencer a Alemanha em duas sucessivas

rodadas de negociação, em Bonn e Washington, a suprimir do acordo os itens relativos à transferência de tecnologias sensíveis. Em março desse mesmo ano, o subsecretário de Estado, Warren Christopher, veio ao Brasil com o mesmo objetivo. Como nem a Alemanha nem o Brasil cederam às pressões, o governo Carter contra-atacou denunciando o desrespeito aos direitos humanos pelas autoridades brasileiras. Um dos mais influentes especialistas em América Latina, Sol Linowitz, já havia sugerido a Carter o congelamento do Acordo Nuclear, lembrando-lhe que o Brasil é um dos países que "violam sistemática e flagrantemente os direitos humanos, onde a tortura se tornou uma prática comum e até mesmo institucionalizada".<sup>61</sup> A questão ecoou entre os militares, levando o Brasil a denunciar o acordo militar com os Estados Unidos, que vigorava desde 1952.

A primeira fase das pressões americanas parecia estar superada no final de 1977. A administração Carter, entretanto, não abandonou seu objetivo de controlar a transferência de tecnologia, agora, em especial para o reprocessamento, desdobrando suas ações diplomáticas em gestões multilaterais e bilaterais mais complexas. As pressões não se limitaram apenas ao Brasil e Alemanha, mas estenderam-se sobre os demais países envolvidos no comércio internacional de tecnologia nuclear, por meio de diferentes estratégias. No caso brasileiro, até a pretensa rivalidade entre a Argentina e o Brasil foi usada pelo secretário de Estado Cyrus Vance, insinuando que ambos deveriam renunciar ao reprocessamento.<sup>62</sup>

Em 1978, as pressões americanas foram duplamente amparadas. Primeiro, entra em cena nos Estados Unidos o Nuclear Non-proliferation Act, que permitia ao governo americano suspender os contratos de fornecimento de urânio enriquecido. Sem subterfúgios, o deputado Clarence Long justificou a medida relacionando-a ao Acordo Nuclear Brasil-Alemanha. Enfatizou que esse acordo prejudicou os exportadores americanos, visto que estes estavam submetidos a rígidos controles quando se tratava de tecnologias sensíveis. Assim, o corte de fornecimento de urânio enriquecido "(...) ameaçará esses países com a paralisação de seus reatores nucleares e a perda de energia elétrica necessária para sustentar suas indústrias".<sup>63</sup> Foi o que Carter fez unilateralmente ao interromper o suprimento de combustível para Angra 1 e reatores de pesquisa do Brasil, a despeito da existência de um contrato comercial e, no caso dos reatores de pesquisa, da inspeção internacional. A segunda medida ocorreu no plano multilateral, com a reformulação do Clube de Londres e de medidas para a plena vigência do Tratado de Tlatelolco,<sup>64</sup> que, embora não lhes dissesse respeito, era uma forma de criar obstáculos para os países latino-americanos não signatários do TNP. As articulações tinham um único objetivo: cercear a transferência de tecnologia nuclear para manter a dependência dos países politicamente periféricos.

A polêmica relativa à transferência de tecnologia para enriquecimento de urânio prevista no Acordo Nuclear Brasil-Alemanha havia arrefecido os ânimos porque o processo por ultracentrifugação era de propriedade não apenas da Alemanha, mas de empresas da Inglaterra e da Holanda, que formaram o consórcio Urenco. Os holandeses foram contrários à idéia, em aliança com os Estados Unidos, com os quais tinham um acordo bilateral que permitia a esses estacionar armas nucleares

na Holanda. Neste caso, o Brasil teve que se contentar com o processo de jato centrífugo (*jet nozzle*), sabidamente em fase experimental e não representando nenhuma ameaça.<sup>65</sup>

A rigor, o *pragmatismo responsável* da política externa desagradava o governo de Washington, pois significava o retorno às diretrizes de Jânio Quadros e João Goulart e a validação do modelo de desenvolvimento proposto durante o governo de Costa e Silva, a chamada *diplomacia da prosperidade*. O eixo do diálogo e das relações comerciais não era mais o mesmo, diante do fortalecimento das relações diplomáticas com países do Terceiro Mundo, incluindo as ex-colônias portuguesas, e do Leste Europeu. Assim, as pressões americanas não surtiram efeito e o embaixador americano no Brasil advertiu Washington que, por causa da questão nuclear, seu país corria o risco de perder um aliado.

A oposição ao acordo se acirrou quando a imprensa alemã, sobretudo o *Der Spiegel*, denunciou irregularidades na sua execução. Cientistas, intelectuais, empresários, burocratas e a Igreja Católica formaram um consenso em que propunham a redução das ambiciosas dimensões da cooperação Brasil-Alemanha. O Senado Federal instalou uma CPI sobre o Acordo Nuclear, em 1978, mas, pouco antes da conclusão dos trabalhos, enfrentou adversidades: parlamentares da oposição, o MDB, renunciaram, inclusive o senador Itamar Franco, presidente da CPI, depois de o *lobby* pró-acordo ter minimizado as críticas expressas em documento da Divisão de Segurança e Informações do Ministério das Minas e Energia.<sup>66</sup>

Nos canteiros de obras de Angra dos Reis os problemas replicavam, diante da convivência diária de equipes ligadas à Westinghouse/ Empresa Brasileira de Engenharia e à KWU, que gozava de privilégios ou melhores condições. Essa questão chegou a provocar ásperos diálogos entre Paulo Nogueira Batista, Shigeaki Ueki, general Geisel e Hervásio de Carvalho, que denunciava as péssimas condições de trabalho dos operários de Angra 1 e era contra apressar o ritmo dos trabalhos em detrimento da segurança. Os atritos entre o embaixador e o físico colocaram os dois em arenas opostas, que levaram ao rompimento em 1982.<sup>67</sup>

As críticas se estenderam às bases em que o acordo fora feito, que representava muito mais uma simples compra de equipamentos do que transferência de tecnologia, ou seja, a venda de processos sem garantia de qualidade, como foi o caso da tecnologia de enriquecimento de urânio pelo processo de *jet nozzle*. Além disso, o acidente na usina nuclear de Three Mile Island, em 1979, foi um duro golpe na credibilidade do setor nuclear internacional e na confiabilidade da tecnologia de reatores, mas não paralisou o Programa Nuclear Brasileiro, considerado uma questão de segurança nacional.

O general João Figueiredo, que assumiu a Presidência da República em 1979, afirmou a uma emissora de televisão alemã que seu governo manteria os objetivos iniciais do acordo. As obras civis de Angra 2 foram aceleradas quando já se observava o declínio das atividades econômicas, o início da espiral inflacionária e as dificuldades correlacionadas com o segundo choque do petróleo, que irão agravar ainda mais a estabilidade econômico-financeira do país. Mesmo assim, Figueiredo

O ministro das Minas e Energia, Shigeaki Ueki, e o embaixador Paulo Nogueira Batista, presidente da Nuclebrás, em exposição para divulgar a energia nuclear. Década de 1980



atribuiu à Nuclebrás a exclusividade da construção de novas usinas, criando a Nuclebrás Construtora de Centrais Nucleares (Nucon), em 1981. Àquela altura, era impossível dar prosseguimento ao Acordo Nuclear Brasil-Alemanha diante da elevação dos custos financeiros do programa. Assim, assistiu-se a sucessivos atrasos do Programa Nuclear Brasileiro, depois à paralisação das obras de Angra 2; à ociosidade da fábrica de equipamentos pesados da Nuclep, em Itaguaí (RJ); ao insucesso da unidade de enriquecimento isotópico da Nuclei, em Resende (RJ), devido ao fracasso da tecnologia importada da Alemanha; à desativação da Nucon em 1984; e, por fim, ocorreu a redução geral das atividades da Nuclebrás e evasão de pessoal qualificado.

Diante do vulto dos investimentos, o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha teve resultados pífios e não atingiu as metas previstas: apenas a primeira etapa da Fábrica de Elemento Combustível foi inaugurada em 1982, as obras de Angra 2 se estenderam de 1976 a 2000, a transferência da tecnologia para enriquecimento do urânio nunca se consumou, e faltou dinheiro para a construção das outras sete usinas. As exceções foram as atividades de prospecção, mineração e de beneficiamento de urânio no Complexo Industrial de Poços de Caldas (MG), cujo projeto da empresa francesa Societ  Chimie Ugine Kuhlma foi inaugurado em 1982. Com a grande injeção de recursos, as reservas de urânio identificadas ultrapassaram 300 mil toneladas e o Brasil passou a ocupar o 6º lugar no *ranking* mundial, mesmo que apenas 25% do território nacional tenha sido prospectado.



*O general Figueiredo e Paulo Nogueira Batista na inauguração da primeira etapa da Fábrica de Elemento Combustível. Resende, 1982*

## Notas

- 1 FERREIRA; SARMENTO, 2002, p. 484.
- 2 BRASIL. Senado Federal, 1983, v. 3, p. 46.
- 3 Ver: LAMARÃO, 1997, p. 42.
- 4 SYLLUS; LEPECKI, 1996, p. 2; CNEN, 1967, p. 23.
- 5 CNEN, 1967, op. cit., p. 23-30.
- 6 Os documentos sobre o Grupo do Tório encontram-se na biblioteca do CDTN, em Belo Horizonte, onde foram consultados.
- 7 Ver: CNEN, 1967, op. cit., p. 34.
- 8 SYLLUS; LEPECKI, 1996, op. cit., p. 3. Ver também: CNEN, 1967, op. cit., p. 34.
- 9 BRASIL. Decreto Legislativo n. 48 de 1966: aprova o Acordo de Cooperação para Usos Cíveis de Energia Atômica entre o Governo dos Estados Unidos da América e o Governo dos Estados Unidos do Brasil, assinado em Washington, em 8 de julho de 1965.
- 10 CNEN, 1959.
- 11 CNEN, 1967, op. cit., p. 40-50.
- 12 CNEN, 1966, p. 3.
- 13 A crise foi iniciada com os problemas do café solúvel.
- 14 CERVO; BUENO, 2002, p. 397-406.
- 15 SILVA, Arthur da Costa. Discurso no Itamaraty em 5 de abril de 1967 apud BANDEIRA, 1989, p. 169.
- 16 BRASIL. Decreto n. 60.890, de 22 de junho de 1967.
- 17 SYLLUS; LEPECKI, 1996, op. cit., p. 4.
- 18 CNEN, 1967, op. cit., p. 30.
- 19 Diretrizes da Política Nacional de Energia Nuclear apud BRASIL. Senado Federal, 1983, op. cit., v. 3, p. 49.
- 20 Ver: FREIRE, JR., 2005.
- 21 BRASIL. Decreto n. 63.951, de 31 de dezembro de 1968.
- 22 CERVO; BUENO, 2002, op. cit., p. 398.
- 23 BRASIL. Decreto Legislativo n. 6, de 1964: aprova o Acordo Básico de Cooperação Técnica, entre o Brasil e a República Federal da Alemanha, assinado em Bonn, a 30 de novembro de 1963. Aprovado pelo Decreto-Lei n. 681 de 15 de julho de 1969. Diário Oficial de 16 de julho de 1969: aprova o Acordo Geral de Cooperação sobre Ciências e Tecnologia concluído com a República Federal da Alemanha, assinado em Bonn, em 9 de junho de 1969.
- 24 O general Emílio Garrastazu Médici ocupou a Presidência da República de 31 de outubro de 1969 a 15 de março de 1974.
- 25 BRASIL. Senado Federal, 1983, op. cit., v. 3, p. 51.
- 26 Foram pré-selecionadas: Westinghouse (EUA), General Electric (EUA), Kraftwerk Union (RFA), The Nuclear Power Group (RU), ASEA-ATOM (Suécia) e Combustion Engineering (EUA), mas as duas últimas não apresentaram proposta. CNEN, 1970, p. 45. Como seria a única candidata a apresentar proposta de reator a urânio natural, a Atomic Energy of Canada Ltd. desistiu de participar. VEJA ON-LINE, 20 set. 1972. Acesso em: 01/08/2006.
- 27 A denominação de Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto coincide com o período da concorrência de Angra 1.

- 28** As informações sobre Angra 1 foram extraídas dos relatórios da CNEN de: 1970-1974, 1976, 1978-1979, 1982; BRASIL. Senado Federal, 1983, v. 3; SYLLUS; LEPECKI, 1996, op. cit.
- 29** ABREU, Hugo. O outro lado do poder. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1979, p. 43 apud BANDEIRA, 1989, p. 224.
- 30** VEJA ON-LINE, 20 set. 1972, op. cit.
- 31** CNEN, 1970, op. cit., p. 60.
- 32** Ver: idem; CNEN, 1971, op. cit., p. 11; CNEN, 1972, op. cit., p. 60; CNEN, 1974, op. cit., p. 3-5.
- 33** BRASIL. Lei n. 5.740, de 1º de dezembro de 1971.
- 34** CNEN, 1973, op. cit., p. 17.
- 35** BRASIL. Lei n. 5.740, de 1º de dezembro de 1971. Ver: Art. 3o.
- 36** BRASIL. Decreto n. 70.855, de 21 de julho de 1972.
- 37** CNEN, 1970, op. cit., p. 4.
- 38** CNEN, 1974, op. cit., p. 14.
- 39** BRASIL. Decreto-lei n. 1.279, de 5 de julho de 1973, alterando o artigo 1º, do Decreto-lei n. 343, de 28 de dezembro de 1967.
- 40** Os últimos acordos da área nuclear assinados com os Estados Unidos foram em 1955, dentro do programa Átomos para a Paz.
- 41** BRASIL. Decreto Legislativo n. 48 de 1966: aprova o Acordo de Cooperação para Usos Cívicos de Energia Atômica entre o Governo dos Estados Unidos da América e o Governo dos Estados Unidos do Brasil, assinado em Washington, em 8 de julho de 1965.
- 42** BRASIL. Decreto Legislativo n. 49, de 14 de setembro de 1972: aprova o texto do Acordo de Cooperação entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo dos Estados Unidos da América Referente aos Usos Cívicos da Energia Atômica, celebrado em Washington, a 17 de julho de 1972, e o texto da emenda ao acordo entre a Agência Nacional de Energia Atômica, o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo dos Estados Unidos da América para a aplicação de Salvaguardas, firmada em Viena, a 17 de julho de 1972; BRASIL. Decreto n. 71.207, de 5 de outubro de 1972, promulga o Acordo de Cooperação Relativo aos Usos Cívicos na Energia Atômica entre o Brasil e os Estados Unidos da América e a Emenda ao Acordo entre a Agência Internacional de Energia Atômica, o Governo da República Federal do Brasil e o Governo dos Estados Unidos da América para a Aplicação de Salvaguardas.
- 43** VEJA ON-LINE, 20 set. 1972, op. cit.
- 44** Depoimento do ministro das Relações Exteriores, Antonio Azeredo da Silveira, em comissão do Senado apud BRASIL. Senado Federal, 1983, op. cit., v.3, p. 101. As modificações na legislação americana ocorreram em 1978.
- 45** SYLLUS; LEPECKI, 1996, op. cit., p. 6 e 12.
- 46** Mensagem de Ernesto Geisel ao Congresso Nacional em 1975 apud BRASIL. Senado Federal, 1983, op. cit., v. 3, p. 86.
- 47** BRASIL. Lei n. 6.189, de 16 de dezembro de 1974; altera a Lei n. 4.118, de 27 de agosto de 1962, e a Lei n. 5.740, de 1 de dezembro de 1971, que criaram, respectivamente, a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear - CBTN, que passa a se denominar Empresas Nucleares Brasileiras S.A. - NUCLEBRÁS.
- 48** BRASIL. Decreto n. 77.977, de 7 de julho de 1976: dispõe sobre a criação do Programa de Recursos Humanos para o Setor Nuclear. Ver: BRASIL. Senado Federal, 1983, op. cit., v. 3, p. 149-150.
- 49** ALVES, 1998, p. 6.
- 50** Sobre o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha foram utilizadas, em particular, informações do Arquivo Paulo Nogueira Batista, do Arquivo Geisel e o relatório final da CPI do Senado Federal.
- 51** GASPARI, 2004, p. 131.
- 52** FERREIRA, Heitor. Diário de Heitor Ferreira, entre 2 de janeiro e 19 de fevereiro de 1975 apud GASPARI, 2004, op. cit., p.131.
- 53** Ver: MARZO; ALMEIDA, 2006, p. 198-199.
- 54** MEDEIROS, 2005, p.72.
- 55** UNITED STATES. Department of State. Brasília Embassy. Telegrama. Brasil 03789 292155Z. maio 1974, p. 2. Acesso em: 30/08/2006.
- 56** Em março de 1974, a AEC suspendeu o fornecimento de urânio à Alemanha alegando problemas burocráticos. Ver: BANDEIRA, 1989, op. cit., p. 224.
- 57** Curiosamente, em português, Gute Hoffnungs Hütte (GHH) significa cabana da boa esperança.
- 58** Sobre a controvérsia, ver: BARROS, 2006; CNEN, 1977, op. cit., Anexo, p. 6; ROSA, 2006, p. 44.
- 59** CNEN, 1977, op. cit., Anexo, p. 21.
- 60** JORNAL DO BRASIL, 5 jun. 1975, p. 4 apud MONIZ, 1989, op. cit., p. 226.
- 61** JORNAL DO BRASIL, 21 dez. 1976, p. 8 apud GASPARI, 2004, op. cit., p. 378.
- 62** EG pr. 1974.0318 rolo 3. f. 4055 microfilme (Arquivo Ernesto Geisel).
- 63** JORNAL DO BRASIL, 6 mar. 1978, p. 10 apud GIROTTI, 1984, p. 103.
- 64** EG pr. 1974.0318 rolo 3 f. 4055 microfilme (Arquivo Ernesto Geisel).
- 65** MARQUES, 1992, p.76.
- 66** BRASIL. Senado Federal, 1983, op. cit., v. 3, p.198. O relatório final da CPI foi entregue com atraso e votado no Senado somente em maio de 1983.
- 67** Funcionários da CNEN revelam que foi um erro de estratégia a realização das obras de Angra 1 e 2 simultaneamente. Ver também: GIROTTI, 1984, op. cit., p. 116-117.

## Hervásio Guimarães de Carvalho (1916-1999)

Hervásio Guimarães de Carvalho nasceu em Araguari (MG) e graduou-se em química industrial, em 1935, pela Escola de Engenharia de Pernambuco, da qual se tornou professor de físico-química e eletroquímica. Complementou sua formação no National Institute of Health (Washington), onde trabalhou na identificação de minerais alfa-radioativos, e fez o doutorado em engenharia nuclear na North Carolina University State College com bolsa do CNPq concedida por indicação pessoal de Álvaro Alberto. Nessa época, Hervásio de Carvalho acompanhou a construção do ciclotron de 21" na Universidade de Chicago.

Trabalhou no Departamento Nacional de Produção Mineral e participou do grupo idealizador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), do qual foi pesquisador, diretor executivo e científico, tendo dado continuidade aos experimentos de física nuclear com o método ionográfico, iniciados por Elisa Frota Pessoa. Lá, formou uma geração de físicos experimentais na área nuclear. Paralelamente, ocupou-se da itinerância de exposição da Unesco para divulgar a ciência na América Latina e integrou a comissão do CNPq encarregada de obter informações em instituições estrangeiras para subsidiar o futuro programa de energia nuclear do país. Foi professor visitante do Centro Ricerche Casaccia, do Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, de Nápoles, e de outras instituições. Orientou mais de 20 teses de doutorado no Brasil e Estados Unidos, tendo

sido orientador de Jerome Friedman, Prêmio Nobel de Física de 1990.

Durante a ditadura, aliou-se aos militares, o que levou à ruptura com os colegas do CBPF. Foi presidente da CNEN (1969-82), participou da Escola Superior de Guerra e assessorou os presidentes militares da República. À frente da CNEN, notabilizou-se ao reestruturar suas atividades administrativas e técnicas, pelo apoio à pesquisa e formação de especialistas e pela transferência de institutos de pesquisa para a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear. Defensor da compra de reatores PWR pelo Brasil, foi um dos negociadores do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha.

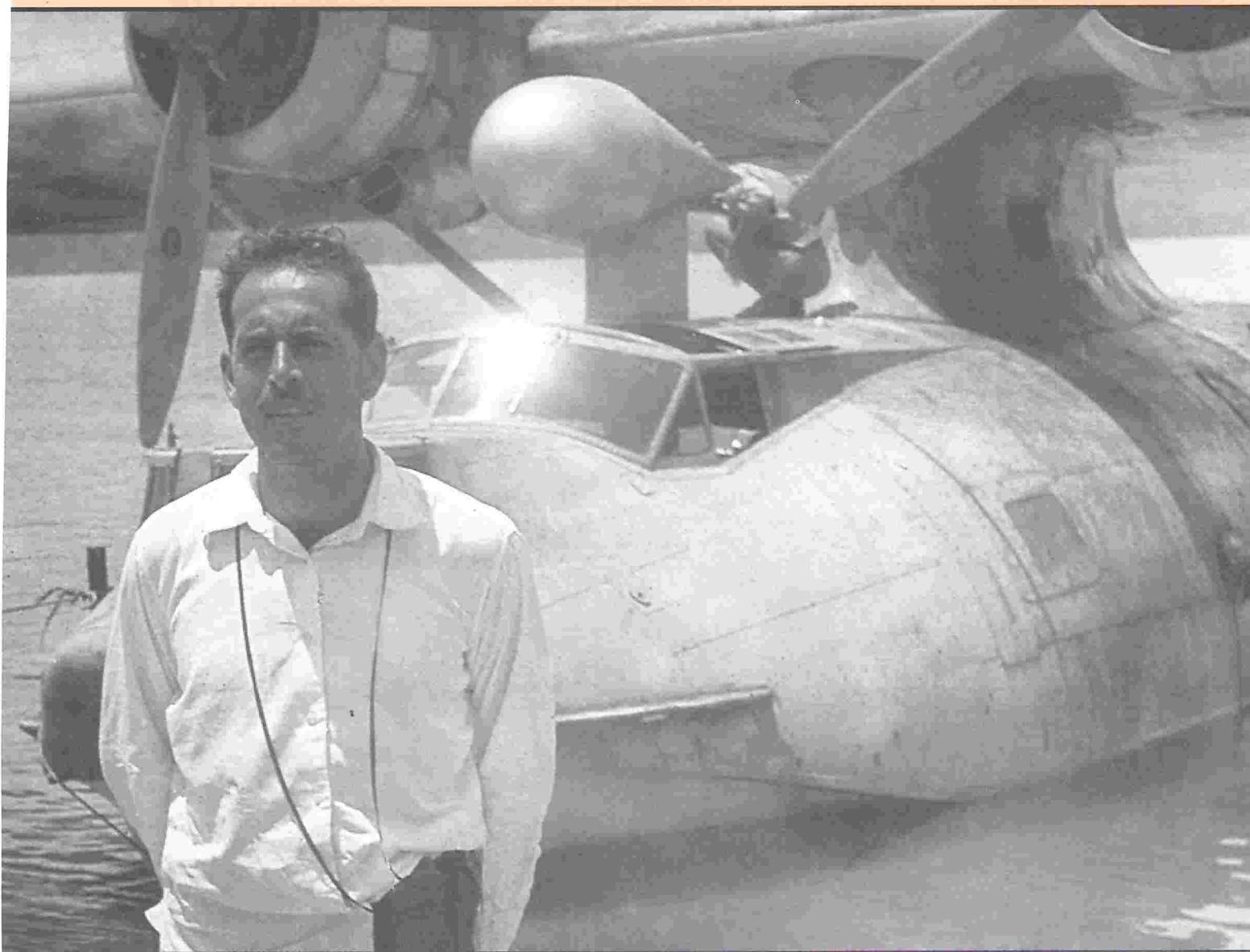
A maioria de seus trabalhos publicados em periódicos internacionais se insere na área de física nuclear, mas há um número expressivo de artigos nos campos da físico-química, da química e da engenharia nuclear.

Presidiu a 20ª Conferência Geral da Agência Internacional de Energia Atômica, em 1976, foi membro do Scientific Advisory Council e representante do Brasil na Junta de Governadores da AIEA. Também participou do conselho científico do International Centre for Theoretical Physics, de Trieste, da Academia Brasileira de Ciências, do American Institute of Physics e da American Physical Society. Hervásio de Carvalho recebeu várias condecorações: Personalidade do Ano de 1989 da seção latino-americana da American Nuclear Society; Ordem do Rio Branco, Ordens do Mérito Naval, Militar e Aeronáutico

do Brasil; e honrarias dos governos de Portugal, Alemanha, Argentina, Itália e Chile.

Hervásio Guimarães de Carvalho pode ser apresentado como físico nuclear pelos que acompanharam sua carreira científica, físico-químico

pelos que o conheceram na universidade e engenheiro nuclear por aqueles que o assistiram na direção da CNEN. Sua trajetória profissional e produção científica representam a interdisciplinaridade entre áreas de tênues fronteiras.



## Three Mile Island

Em março de 1979, no reator da unidade 2 da usina nuclear de Three Mile Island ocorreu o pior acidente já registrado nos Estados Unidos, classificado no nível 5 da Escala Internacional de Eventos Nucleares da AIEA.

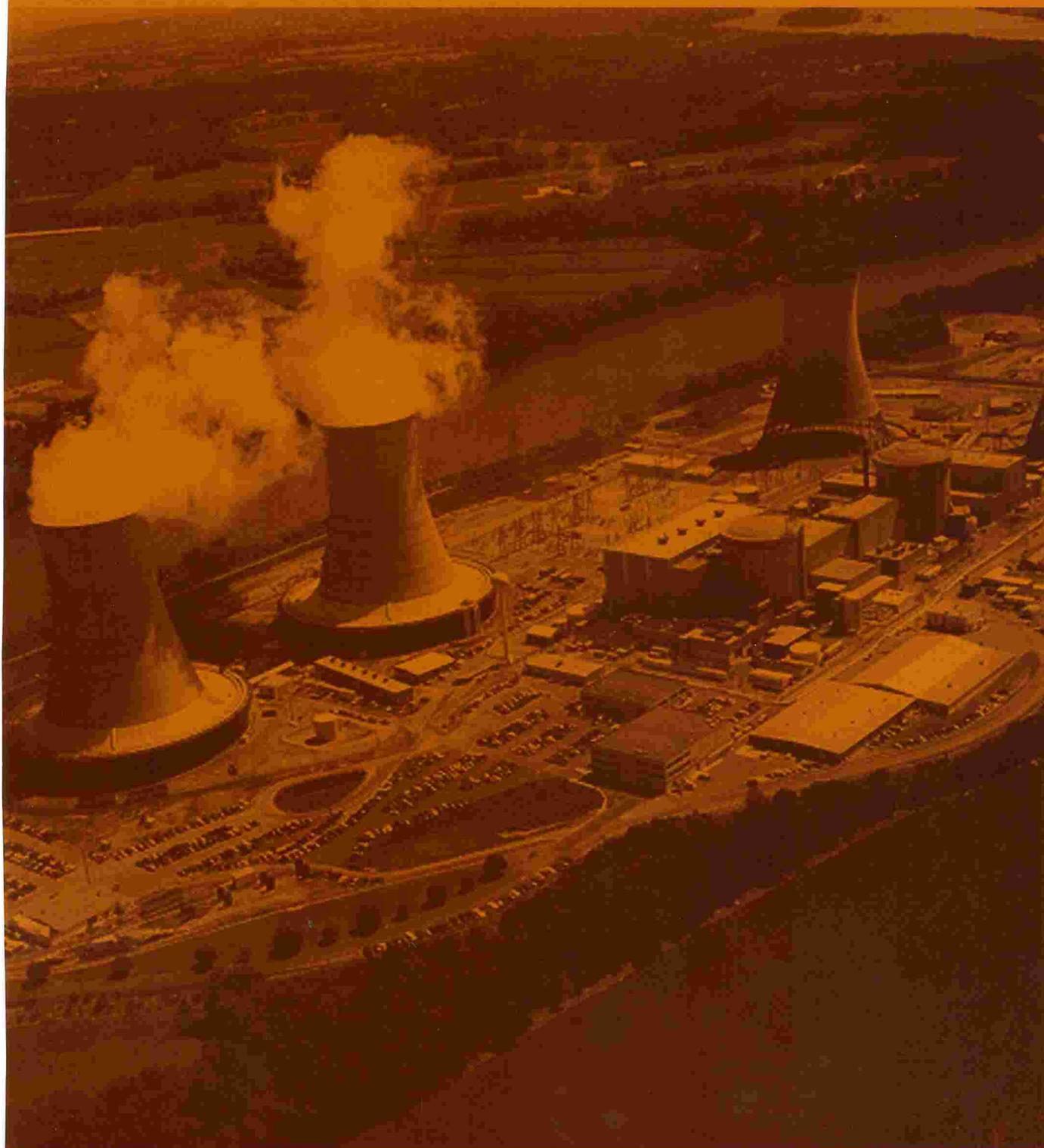
O acidente aconteceu meses após o início de sua operação comercial e foi provocado por problema no equipamento e erro de operação, a partir de uma falha mecânica e elétrica das bombas de água de alimentação do gerador de vapor (circuito secundário), que desarmou a turbina e o gerador, ocasionando o aumento da temperatura e pressão do reator (circuito primário). Antes que o sistema de proteção entrasse em funcionamento, uma válvula de segurança localizada no pressurizador do sistema primário entrou em operação. O reator foi então desligado e começou a perder pressão. Como essa válvula não estava totalmente fechada, a pressão continuou a baixar, provocando mais perda de água de resfriamento e elevando a temperatura acima do normal. Os operadores avaliaram incorretamente a causa do problema, originado em uma válvula que não foi fechada corretamente durante a manutenção realizada 48 horas antes. Isto impedia o sistema de funcionar e manter um fluxo de água no sistema secundário, mas o problema só foi descoberto oito minutos depois do acidente.

A falha do equipamento causou uma perda gradual de água no sistema de resfriamento, grandes bolhas de vapor se formaram dentro do vaso do reator e impediram

a eficiência do resfriamento com o restante da água e, como o indicador de nível do pressurizador na sala de controle apontava que o sistema estava cheio de água, o operador desligou a bomba que alimentava o sistema. Conseqüentemente, a elevação da temperatura no núcleo do reator fundiu as varetas do elemento combustível, liberando hidrogênio e acentuando o aquecimento. A tubulação do sistema primário também rompeu e, aproximadamente, 2,5 milhões de litros de água radioativa vazaram dentro do prédio do reator. Além disso, gases radioativos liberados através da válvula de segurança atingiram a atmosfera e alguns elementos radioativos ultrapassaram as paredes do vaso do reator.

Não houve mortes e não há informações oficiais sobre o número de pessoas contaminadas pela radioatividade. Sabe-se que houve grande aumento de incidência de câncer e problemas de tireóide. Em função do acidente foi criado o Institute of Nuclear Power Operations, destinado a promover a excelência no treinamento, gerenciamento e operação. A limpeza da área do acidente na unidade 2 terminou em 1993. A unidade 1 de Three Mile Island continuará operando até 2008, quando ambos os reatores serão descomissionados. O acidente atingiu duramente a confiabilidade da indústria nuclear americana e contribuiu para o adiamento da construção de novas usinas nucleares nos Estados Unidos e em países da Europa.









*Tambores  
de rejeito  
radioativo da  
Central Nuclear  
Almirante  
Álvaro Alberto*

## 6 **Autonomia e sociedade**

O retorno à democracia deu visibilidade às atividades do programa nuclear brasileiro e favoreceu a participação da sociedade a partir dos anos de 1980. A liberdade de imprensa, possibilitando a divulgação de mais informações sobre os sucessivos defeitos do equipamento vendido pela Westinghouse a Furnas e sobre os últimos debates parlamentares na CPI do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, cujo relatório foi aprovado somente em 1982, também contribuiu para a organização de manifestações populares. Ações judiciais foram movidas contra o funcionamento de Angra 1, especialmente por falta de plano de emergência em caso de acidente. É dessa época o apelido de usina vaga-lume atribuído à Angra 1, por causa das inúmeras paralisações decorrentes dos defeitos apresentados no equipamento importado dos Estados Unidos.

Finalmente a energia nuclear deixava de ser tratada como um assunto de segurança nacional e passava a ser discutida como algo que poderia ser importante ou não ao bem-estar social diante da relação custo benefício e dos riscos relacionados a acidentes e rejeitos nucleares. Infelizmente já era tarde. Muitas resistências haviam sido criadas contra a utilização da energia nuclear para a produção de energia elétrica e, historicamente, não se pode afirmar que tivessem algum vínculo com a tragédia ocorrida nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki. No Brasil, essa rejeição advém da inexistência de debate público sobre o assunto nos anos de 1970. A correlação entre energia nuclear e ditadura militar, aliada à soberba da tecnocracia, somou-se às incertezas sobre a eficácia das usinas ou sobre os resultados dos elevados investimentos realizados em Angra dos Reis, em decorrência do superdimensionado Programa Nuclear Brasileiro do general Geisel. Com isso, o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, que parecia ter tudo para dar certo, terminou contribuindo para alimentar as manifestações contrárias à energia nuclear. O acidente de Chernobyl forneceu mais argumentos aos opositores da produção de energia nuclear para fins industriais, especialmente porque líderes ambientalistas brasileiros eram, na maioria ex-exilados, vítimas da ditadura militar, que acompanharam a questão nuclear sob a ótica dos europeus. A falta de diálogo anterior com a comunidade científica e outros setores da sociedade formadores de opinião levou à resistência de pessoas que até então desconheciam totalmente a questão. Além disso, pode-se constatar que mesmo a aplicação da energia nuclear nos campos da medicina, agricultura e indústria é desconhecida de grande parte da população.

## O final de Angra 2

No governo José Sarney o programa nuclear foi revisto por uma comissão nomeada em 1985 e liderada pelo químico José Israel Vargas, vice-presidente da Academia Brasileira de Ciências e do Conselho Executivo da Unesco. Mesmo reconhecendo o fracasso e o alto custo do acordo com os alemães, a comissão defendeu a conclusão de Angra 2 e Angra 3, cujos equipamentos já haviam sido pagos, tendo em vista a demanda de energia elétrica e a importância estratégica do domínio da

tecnologia nuclear. Diante da sugestão do relatório dessa comissão de reduzir a Nuclebrás a uma empresa especializada nas atividades do ciclo do combustível e na fabricação de equipamentos para reatores, Sarney transformou a grande *holding* estatal na Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB), vinculando-a à CNEN. A Nuclen foi transformada em subsidiária da Eletrobrás, que devolveu a Furnas o gerenciamento da construção e operação das usinas nucleares.<sup>1</sup>

Em 1988, duas antigas subsidiárias da Nuclebrás, a Nuclebrás Enriquecimento Isotópico S.A. (Nuclei) e a Nuclebrás Auxiliar de Mineração S.A. (Nuclam),<sup>2</sup> e outras duas, a Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda. (Nuclemon) e a Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. (Nuclep),<sup>3</sup> foram incluídas no Programa Federal de Desestatização.<sup>4</sup> No ano seguinte, porém, a Nuclemon e a Nuclei foram incorporadas à INB e a Nuclep à CNEN. A Nuclebrás-Steag Companhia de Exploração de Patentes de Enriquecimento por Jato-Centrífugo (Nustep), mesmo com sede na Alemanha, não teve melhor destino: foi fechada diante da inviabilidade do método de enriquecimento *jet nozzle*.

A INB, por sua vez, iniciou a readaptação de seu complexo industrial para atender às necessidades do mercado e promoveu entendimentos com o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) para enriquecer urânio pelo método de ultracentrifugação, cuja tecnologia foi desenvolvida no programa paralelo CTMSP/ IPEN.

A retomada da construção de Angra 2 foi decidida no final do governo de Itamar Franco, que enviou mensagem ao Congresso Nacional transferindo recursos para a finalização das obras, abrindo caminho para Fernando Henrique Cardoso fazer as concorrências em 1995 para Angra 3. A montagem eletromecânica foi ganha pelo consórcio formado pelas construtoras Andrade Gutierrez, Camargo Corrêa e Ultratec; a montagem mecânico-nuclear, pelas empresas Tenenge, Empresa Brasileira de Engenharia e Sade-Vigesa; e a montagem elétrica, pela Techint Engenharia. Os recursos necessários seriam provenientes do orçamento nacional, votado por iniciativa de Itamar Franco, da Eletrobrás e de financiamento de banco alemão.

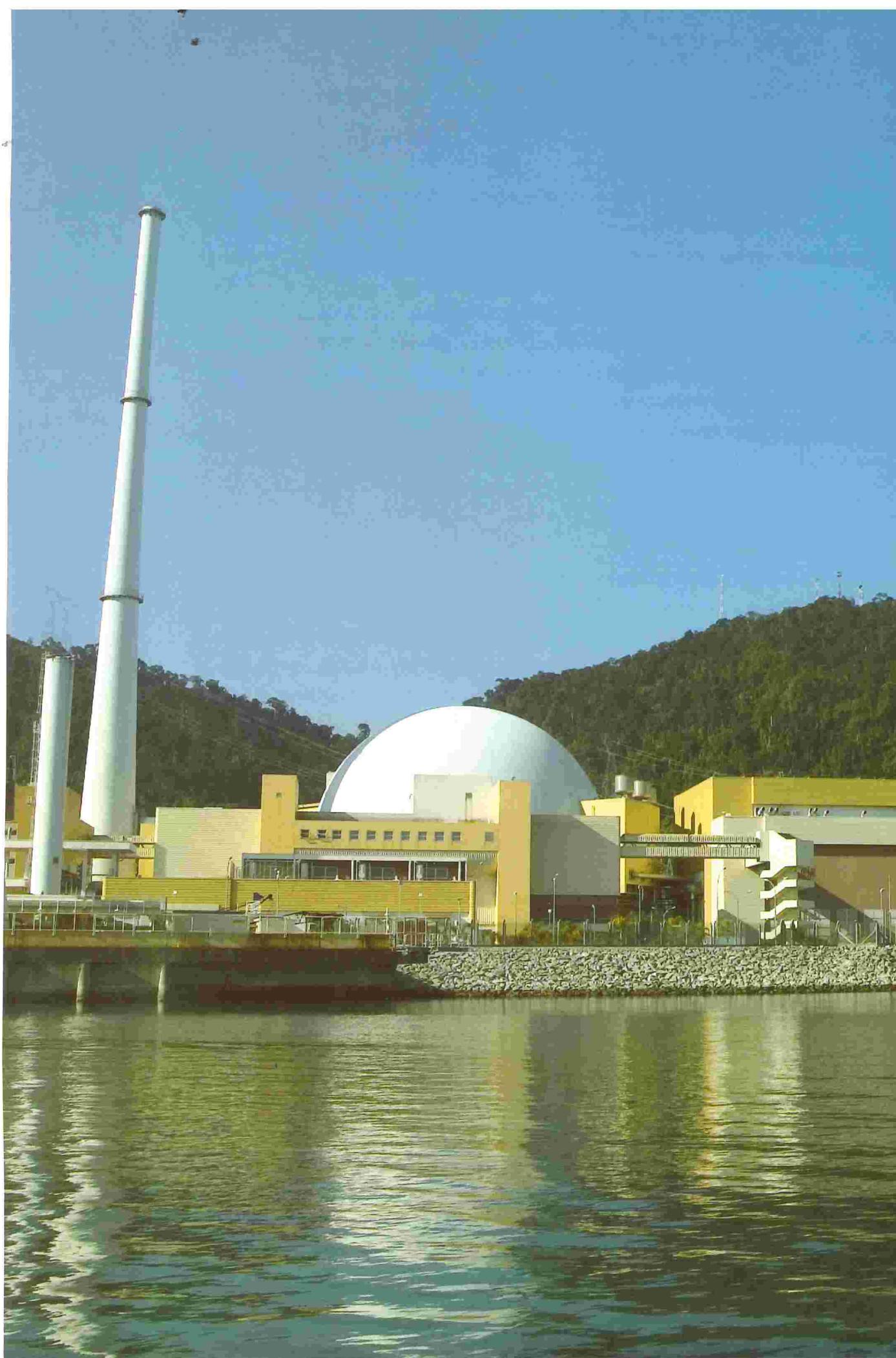
Naquele mesmo ano, as empresas do sistema Eletrobrás foram incluídas no Programa Nacional de Desestatização do governo privatista de Fernando Henrique Cardoso, mas o segmento da geração nuclear foi excluído do processo por impedimento constitucional. Diante disso, a fusão da Nuclen com o Departamento de Engenharia Nuclear de Furnas deu origem à Eletrobrás Termonuclear S.A. (Eletronuclear), em 1997, que passou a responder pelo projeto, construção e operação de usinas do setor. A INB ficou encarregada das demais atividades do ciclo do combustível: fabricação de pastilhas e elementos combustíveis, em sua unidade de Resende (RJ), e o beneficiamento de urânio em Poços de Caldas (MG), que posteriormente passou a ser feito na INB Caetité (BA).

Já as obras de implantação de Angra 3 não se iniciaram, sendo que 43% de seus equipamentos estão guardados na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto e na Nuclep. Totalizam cerca de 10 mil toneladas de equipamentos adquiridos na Alemanha e que chegaram ao Brasil a partir de 1986. A discussão sobre Angra 3 foi retomada no governo de Luiz Inácio Lula da Silva

## Angra 2

- 1974** • Furnas é autorizada a construir a segunda unidade de Angra
- 1975** • Assinatura do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha
  - Aquisição das usinas Angra 2 e 3 da empresa alemã KWU, subsidiária da Siemens
- 1976** • Assinatura do acordo de salvaguardas entre Brasil, Alemanha e AIEA
  - Construtora Norberto Odebrecht inicia as obras civis
- 1979** • Início das atividades do Laboratório de Radioecologia de Furnas
- 1983** • Obras são progressivamente desaceleradas
- 1988** • O gerenciamento das obras volta para Furnas
- 1994** • Retomada das obras civis
- 1995** • Concorrência para a contratação da montagem eletromecânica
- 1996** • Início da montagem eletromecânica pelo consórcio Unamon
- 1997** • Criada a Eletronuclear para operar as usinas Angra 1 e 2
- 2000** • Carregamento de combustível no núcleo do reator
  - CNEN autoriza a criticalização
  - Início dos testes e do período de comissionamento
  - Inauguração de Angra 2
  - Estabelecido o primeiro sincronismo ao sistema elétrico
- 2001** • Ibama e Feema concedem o licenciamento ambiental
  - Início da operação comercial, com potência média de 1.300 MW





e tem total apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia e da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Como para as obras civis e montagem eletromecânica calcula-se que será necessário um montante aproximado de 1,7 bilhão de dólares, há setores da sociedade reticentes quanto à conclusão de Angra 3 e alguns grupos contrários por outras razões.

Por sua vez, a Alemanha rompeu o acordo nuclear com o Brasil, em novembro de 2004, e propôs um acordo de cooperação na área energética. O fim da parceria não impediu o prosseguimento do Programa Nuclear Brasileiro nem causou problemas diplomáticos entre os dois países. Para o Ministério das Relações Exteriores, o Acordo de Cooperação Nuclear entre os dois países cumpriu seus objetivos centrais.

### O programa da autonomia

Militares brasileiros das três armas envolvidos em pesquisas básicas e aplicadas na área asseveraram, no final dos anos de 1970, que o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha não garantiria a transferência ou a possibilidade de absorção da tecnologia de enriquecimento de urânio e, portanto, a capacitação tecnológica do país e o domínio de uma etapa vital do ciclo do combustível. Além disso, certificaram-se que os compromissos estabelecidos com a Agência Internacional de Energia Atômica, expressos nos acordos tripartites de salvaguardas internacionais do acordo nuclear, limitavam a autonomia brasileira nesse campo. Diante das dúvidas quanto à viabilidade técnica do método de enriquecimento negociado com a Alemanha, e mesmo a respeito da viabilidade econômica do acordo, a Marinha elaborou um programa paralelo, independente daquele conduzido pela Nuclebrás. A motivação era o desenvolvimento da tecnologia nuclear para a propulsão de submarinos e, evidentemente, do combustível. A cargo do Centro Tecnológico da Marinha de São Paulo, o programa começou com a construção do Centro Experimental Aramar, em Iperó (SP), sob o comando do almirante Othon Luiz Pimenta da Silva, principal idealizador do projeto. Em maio de 1978, ele havia apresentado um relatório ao Estado-Maior da Armada, a partir do qual a Marinha decidiu investir no projeto de reator e no ciclo do combustível nuclear pela via do método de ultracentrifugação.

Naquele ano era grande a preocupação com os rumos do acordo nuclear, o qual, inclusive, não previa uma planta para a produção de hexafluoreto de urânio ( $UF_6$ ), dado que a Alemanha não fazia a conversão do *yellowcake* ( $U_3O_8$ ). Duas correntes se formaram em torno da questão: uma defendia a importação dessa tecnologia, da França notadamente; a outra era de opinião que o IPEN tinha capacidade de desenvolver a tecnologia de conversão com financiamento da CNEN e CNPq. Esta corrente saiu vencedora com o apoio da Secretaria do Conselho de Segurança Nacional, à qual se juntaram o CNPq, CNEN, Nuclebrás e o Itamaraty, tendo recebido aprovação do presidente Geisel, dias antes de deixar o cargo, em 1979.

*O presidente  
Collor de  
Mello fecha  
simbolicamente  
o buraco para  
testes nucleares  
da Aeronáutica.  
Serra do  
Cachimbo  
(PA), 1990*



A Aeronáutica, que anos antes já realizava pesquisas para enriquecer urânio a *laser* no Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA), em convênio com o IPEN, intensificou as atividades, voltadas também para o desenvolvimento de reatores rápidos, e construiu uma base para testar artefatos nucleares na Serra do Cachimbo (PA). "Em consequência desse sigilo e falta de controle é que se desenvolveram atividades quase clandestinas dentro do próprio governo e que levaram aos planos de fazer armas nucleares."<sup>5</sup> Era o chamado Projeto Solimões. Na colaboração com o IPEN, cabia ao instituto produzir composto de urânio, desenvolver a tecnologia de reprocessamento e de separação de urânio metálico; fabricar equipamentos eletrônicos e materiais especiais; e exercer o controle radiométrico e ambiental das instalações. A concomitância das pesquisas de enriquecimento de urânio nas duas instituições militares, mas por métodos diferentes, tinha autorização do presidente da República, a quem fora enviado uma Exposição de Motivos conjunta dos ministros da Marinha e da Aeronáutica nesse sentido. Queriam deixar claro que não havia nenhuma conotação de rivalidade entre os dois projetos.

O Exército, também em convênio com o IPEN, esteve envolvido até por volta de 1990 com o projeto de um reator a urânio natural e grafite no Centro Tecnológico de Guaratiba (RJ),<sup>6</sup> para produção de plutônio. Contava com a colaboração do general Argus Moreira, especialista em engenharia de aceleradores de partículas, que se licenciou do CBPF para dirigir as atividades.

O projeto exitoso foi o da Marinha, que teve o aporte de 20 milhões de cruzeiros, para 1979-1980, e o apoio inicial do superintendente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e do então chefe da área de Processos Especiais do IPEN, Cláudio Rodrigues. Como o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares não era subordinado à Nuclebrás, o maior instituto brasileiro de pesquisas nucleares não estava sujeito às salvaguardas internacionais. Se o projeto de enriquecimento de urânio recebeu o apoio pessoal de Rex Nazaré Alves, diretor executivo da CNEN, o seu presidente, Hervásio Guimarães de Carvalho, negou o auxílio financeiro solicitado em 1979. Isto não impediu as atividades do programa paralelo da Marinha, até porque contava com o aval do general Figueiredo, sucessor de Ernesto Geisel na Presidência da República. Em 1981, a Secretaria do Conselho de Segurança Nacional, assessorada por Rex Nazaré, concedeu apoio; no final desse ano, estava concluída a primeira ultracentrífuga; e oito meses depois foi realizado o primeiro experimento de enriquecimento isotópico de urânio. Na mesma época, Rex Nazaré assumiu a presidência da CNEN, que passou a conceder recursos ao programa paralelo ou autônomo, como preferem chamar os protagonistas que nele estiveram envolvidos.<sup>7</sup>

O programa Marinha/ IPEN envolveu diretamente sete engenheiros, liderados por Othon Pinheiro da Silva, muitos consultores da comunidade tecnocientífica e setores da indústria verdadeiramente nacionais. Sem a parceria com a Eletrometal e empresas de Antonio Ermírio de Moraes, por exemplo, essas etapas do ciclo do combustível não teriam sido exitosas. Isto é, se o parque industrial brasileiro não fosse capaz de fornecer e produzir determinados componentes para as centrífugas, o empreendimento não poderia ter sido levado adiante.<sup>8</sup>

*Cintilômetro  
com cristal  
usado para  
prospecção  
de urânio.  
INB Caetité*



A primeira minicascata de centrífugas do CTMSP entrou em operação em 1984. O sucesso foi anunciado pelo presidente José Sarney em 1987 e, no ano seguinte, o programa paralelo da Marinha foi incorporado às pesquisas oficiais. Os programas do Exército e da Aeronáutica não tiveram o mesmo fim, sendo que o local para testes da Serra do Cachimbo foi simbolicamente fechado em 1990, em mais um ato de pirotecnia de Collor de Mello.

No Congresso Nacional, a “Comissão Parlamentar Mista de Inquérito destinada a Investigar o Programa Autônomo de Energia Nuclear, mais conhecido por Programa Paralelo”, decidiu investigar essas atividades secretas das Forças Armadas, em 1990. O almirante Maximiano da Fonseca preocupou-se em não deixar dúvidas sobre a finalidade do projeto da Marinha. Alegou em seu depoimento que o programa foi mantido em segredo “não para esconder da opinião pública, mas para proteger o projeto e o governo brasileiro da tremenda pressão internacional contrária” e justificou o dispendioso plano do submarino nuclear, lembrando que “a Argentina sofreu muito na guerra das Malvinas, por não dispor desse equipamento”.<sup>9</sup> E mais:

O Brasil já dispõe da tecnologia para fazer um submarino desse porte e com essa tecnologia. A questão, agora, é de canalizar verbas para o empreendimento (...) construir uma bomba atômica é estupidez (...). Não temos ameaças aqui. Podemos atrair as pessoas para nosso país, mas só para dizer: eu posso fazer.<sup>10</sup>

O almirante Othon Luiz Pinheiro da Silva – gerente-responsável pelo Programa de Enriquecimento de Urânio com Ultracentrífugas Brasileiras e pelo Programa de Propulsão para o Submarino Nuclear Nacional – seguiu a mesma linha de argumentação. Fez ver aos membros da CPI que o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha era basicamente industrial e a tecnologia *jet nozzle* não era promissora. Ao contrário, advertiu, o país precisava também de um programa de desenvolvimento científico e tecnológico, "(...) mas não é um principal e outro paralelo. (...) Um não conflita com o outro de forma alguma. Mesmo que o programa industrial tivesse dado certo, teríamos que ter um programa industrial de desenvolvimento científico e tecnológico, porque a tecnologia evolui".<sup>11</sup>

No final dos trabalhos, a Comissão Parlamentar Mista de Inquérito demonstrou admiração pelo sucesso do programa de enriquecimento de urânio, contudo enfatizou a necessidade da sociedade ter conhecimento das atividades nucleares desenvolvidas no país. Advogou a existência de uma Comissão Mista Permanente para Assuntos Estratégicos e Nucleares no Congresso Nacional, encarregada de receber informações sobre licenciamento de obras e segurança de instalações nucleares, além de acompanhar o cumprimento do Art. 49 da Constituição Federal de 1988. Também determinou a obrigatoriedade de a Comissão Nacional de Energia Nuclear enviar relatórios trimestrais à nova comissão sobre as atividades na área nuclear.<sup>12</sup>

### **A desconfiança internacional**

Depois de ter desenvolvido a tecnologia de enriquecimento isotópico do urânio para ser usado na propulsão nuclear, o Centro Tecnológico da Marinha de São Paulo transferiu as centrífugas para a Indústrias Nucleares do Brasil (INB). Os planos de autonomia do país na área nuclear despertaram a desconfiança de observadores da Agência Internacional de Energia Atômica e, em particular, dos Estados Unidos, independentemente do domínio tecnológico de etapa tão estratégica ter sido obtido em instituição militar. Naquele país, a imprensa fez um verdadeiro alarde no noticiário internacional, induzindo seus leitores a verem o Brasil como uma ameaça em potencial, quando a capacidade de produção industrial de  $UF_6$  enriquecido tornou-se pública. Os ânimos acirraram-se com o início dos testes das centrífugas instaladas na INB Resende.

O início dos testes de enriquecimento de urânio provocou um contencioso político entre a Agência Internacional de Energia Atômica e o Brasil. Ao impedir o acesso dos inspetores à área das

centrífugas, o governo brasileiro defendia o direito de preservar tecnologia estratégica desenvolvida no país para fins pacíficos e a soberania nacional. Os inspetores da AIEA que estiveram em Resende, em outubro de 2004, para vistoriar a unidade de enriquecimento, ficaram separados do equipamento por um painel e só puderam ver válvulas e conexões. Não conseguiram realizar uma inspeção mais ampla, conforme pretendiam.

Na ocasião foram levantadas duas hipóteses para a inspeção mais minuciosa. De um lado, o trauma do terrorismo que assolou os Estados Unidos depois do 11 de setembro de 2001, aliado ao falso discurso de que o crescimento da esquerda populista contaminaria toda a América do Sul. E, de outro lado, e bem mais factível, o interesse de conhecer os aprimoramentos técnicos introduzidos nas ultracentrífugas fabricadas no Brasil. Na verdade, as pressões sobre o Programa Nuclear Brasileiro continuavam sendo orquestradas de Washington, para serem usadas como moeda de troca no jogo das negociações próprio da política e do comércio internacionais. O país era signatário do Tratado de Não-Proliferação (TNP) desde 1997 e não havia segundas intenções. Em meio às tensões, o secretário de Estado Collin Powell tentou atenuar o conflito e declarou à imprensa que seu governo não via o Brasil como uma ameaça nuclear e que era absurda a suspeita de que se estivesse enriquecendo urânio para desenvolver armas. Vale lembrar que, se para a fabricação de armas nucleares o urânio precisa estar enriquecido a mais de 20% e para a bomba atômica a 95%, em Resende o urânio é enriquecido a 3,5% para suprir parte das necessidades das usinas nucleares de Angra dos Reis. O restante da matéria-prima para a fabricação das pastilhas de urânio, que compõem os elementos combustíveis usados nos reatores de Angra 1 e 2, continua sendo enriquecido na Urenco, o citado consórcio de empresas da Holanda, Alemanha e Inglaterra. Collin Powell sabia que a tecnologia de enriquecimento é sempre a mesma, não importa o percentual, mas ao minimizar os riscos políticos da fábrica de Resende procurava não acirrar as desavenças com o Brasil, isto é, não repetir os erros de estratégia de que os Estados Unidos lançaram mão durante o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha.

Passados trinta anos, os avanços tecnológicos no Brasil permitem que o urânio das jazidas brasileiras percorra um caminho alternativo até os reatores, mais desimpedido e com menos barreiras políticas. Diferente do que se previa inicialmente para Angra 1 – com o *yellowcake* sendo comprado na África do Sul, a conversão em hexafluoreto realizada na Inglaterra e o enriquecimento dependente dos Estados Unidos –, no século XXI o trajeto é outro: o *yellowcake* é produzido com urânio brasileiro na INB Caetité; convertido em hexafluoreto de urânio ( $UF_6$ ) no Canadá, de onde grande parte vai para uma das fábricas associadas à Urenco para ser enriquecido. Da Europa, vem para a INB Resende, onde é reconvertido e utilizado para a fabricação de pastilhas. Entretanto, há um atalho independente e seguro: uma pequena parte do  $UF_6$  vem direto do Canadá para ser enriquecido nas centrífugas da INB Resende. As instalações da etapa do enriquecimento de urânio na Fábrica de Combustível Nuclear foram inauguradas, oficialmente, em maio de 2006.



NUCLEBRAS - RJ  
CONTRATO 4-01-911  
VOL-20: -3-0325-1310-0057-E  
RIO DE JANEIRO BRASIL  
ANGRA  
BRUTO: 408560 KG  
NETO: 379900 KG  
1000 X 650 X 712 CM

NUCLEBRAS-RJ  
CONTRATO 4-01-911  
VOL-20: -3-0325-1310-0057-E  
RIO DE JANEIRO BRASIL  
ANGRA  
BRUTO: 408560 KG  
NETO: 379900 KG  
1000 X 650 X 712 CM

NUCLEP



*Pressurizador  
para Angra 3  
guardado na  
NUCLEP*

## Consciência nuclear

Os efeitos negativos dos isótopos radioativos sobre o ser humano e o meio ambiente, como os acidentes com material radioativo, embora estejam associados ao início das pesquisas científicas com radioatividade, começaram a ser quantificados e estudados de maneira sistemática após a Segunda Guerra Mundial. É muito difícil determinar o número e a real extensão dos acidentes e incidentes ocorridos em instalações nucleares civis e militares, devido ao sigilo que envolveu muitos projetos desenvolvidos durante a Guerra Fria e interesses comerciais e políticos que levaram a ocultar da sociedade acontecimentos e problemas referentes ao uso da energia nuclear para fins bélicos ou pacíficos.

Muitos dos acidentes nucleares e radiológicos de que se tem notícia foram causados por liberações acidentais de radiação, provocando contaminação no ambiente. Há registros de que a maioria dos eventos decorreu de falha dos sistemas de segurança. Inúmeros acidentes com materiais radioativos estão relacionados a testes e experiências realizadas durante o desenvolvimento da tecnologia nuclear ou com os transportadores de armamentos nucleares, como aviões, navios, submarinos e mísseis, inclusive a perda de armas nucleares em acidentes nos mares e oceanos. Mas não há notícias de detonação acidental de uma arma nuclear.

Para agilizar a transmissão de informações sobre os danos e perigos associados à ocorrência de acidentes nucleares e facilitar uma compreensão mútua entre a comunidade nuclear, os meios de comunicação e a sociedade, um grupo internacional de peritos, reunidos pela Agência Internacional de Energia Atômica e pela Agência para a Energia Nuclear da Organização de Cooperação e Desenvolvimentos Econômicos, criou a International Nuclear Event Scale, a escala INES.

Em virtude dos acidentes nucleares, a Agência Internacional de Energia Atômica estabeleceu dois instrumentos legais, em 1986: a Convention on Assistance in Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency e a Convention on Early Notification of a Nuclear Accident, visando criar uma estrutura para facilitar a troca de informações e a pronta assistência em caso de acidente nuclear ou emergência radiológica. Com isso, os Estados membros da AIEA se obrigam a minimizar as consequências desses acidentes à saúde, à propriedade e ao meio ambiente.

O acidente de Goiânia, em 1987, invocou pela primeira vez a convenção de assistência da AIEA. A Comissão Nacional de Energia Nuclear e a Agência Internacional de Energia Atômica designaram um grupo de pesquisadores para investigar as causas e as consequências desse acidente. A fim de ser evitada a perda de informações e experiências adquiridas no processo de recuperação do local do acidente e socorro às vítimas, os pesquisadores publicaram, em 1988, um relatório para servir de referência a futuros acidentes radiológicos.

O acidente de Goiânia deixou claro: a negligência dos responsáveis pelo Instituto Goiano de Radioterapia, que abandonaram uma fonte de césio-137 na antiga instalação; a importância da manutenção de um inventário e de aperfeiçoamento contínuo das regras de licenciamento

e controle, pelas autoridades, de todas as atividades que envolvem materiais radioativos; e a necessidade de investimentos contínuos em educação em ciência para que todos os cidadãos sejam capazes, ao menos, de identificar o símbolo da radioatividade e o perigo potencial de fontes radioativas.

Os acidentes com radiação ionizante considerados graves ou sérios por critérios técnicos não são freqüentes, muito embora o número de registros possa ser superior a trezentos, desde 1944. Entretanto, a significância dos acidentes nucleares e radiológicos só pode ser mensurada a partir do impacto no meio ambiente, dos reflexos e conseqüências na saúde, na vida social e cotidiana das pessoas.

É exatamente esta a preocupação da Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear da CNEN: a segurança dos trabalhadores que lidam com radiações ionizantes, da população brasileira e do meio ambiente. Para isso, todas as instalações nucleares e radioativas do país precisam obter o licenciamento da CNEN, igualmente responsável pela fiscalização das atividades e instalações nucleares e radioativas, e das condições de proteção radiológica dos trabalhadores do setor nuclear, em colaboração com outros órgãos do Estado.

A CNEN está preparada para atender quaisquer solicitações em caso de emergência envolvendo fontes de radiações ionizantes e garantir a segurança dos depósitos de rejeitos radioativos, regulamentados por normas técnicas e procedimentos de controle recomendados por organismos internacionais. O exercício da cidadania no país, que pressupõe a existência da democracia, é o principal aliado da CNEN no controle da utilização da energia nuclear somente para fins pacíficos e bem-estar social.

## Notas

- 1 BRASIL. Decreto-Lei n. 2.464, determinando a reorganização da Nuclebrás sob a denominação de Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB), vinculada a Comissão Nacional de Energia Nuclear e subordinada ao Ministério de Minas e Energia.
- 2 BRASIL. Decreto n. 96.621, de 31 de agosto de 1988: dispõe sobre a dissolução da Nuclebrás Enriquecimento Isotópico S.A. (Nuclei) e da Nuclebrás Auxiliar de Mineração S.A. (Nuclam).
- 3 BRASIL. Decreto n. 96.623, de 31 de agosto de 1988.
- 4 BRASIL. Decreto n. 95.886, de 29 de março de 1988: dispõe sobre o Programa Federal de Desestatização.
- 5 BRASIL. Congresso Nacional, 1990. p. 88. Depoimento de José Goldemberg, em de novembro de 1990 à CPI. Ver também: ROSA, 2006, p. 45-46.
- 6 BRASIL. Congresso Nacional, op. cit., p. 105. Esta foi a principal fonte consultada para analisar o assunto neste trabalho.
- 7 ALVES, 1998, p. 6; BRASIL. Congresso Nacional, 1990, op. cit., p. 4-7.
- 8 BARROS, 2006.
- 9 BRASIL. Congresso Nacional, 1990, op. cit., p. 8. Depoimento do ex-ministro da Marinha, Maximiliano Flores, à CPI.
- 10 *idem*, p. 8 e 9.
- 11 *ibidem*, p. 55-56. Depoimento do almirante Othon Luiz Pinheiro da Silva à CPI. Atualmente, ele preside a Eletronuclear.
- 12 *ibidem*, p. 109.

## Indústrias Nucleares do Brasil S.A

Primeiro denominou-se Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear ou simplesmente CBTN; depois, passou a se chamar Empresas Nucleares Brasileiras S.A., a Nuclebrás; e, em 1988, a empresa encarregada do processo de industrialização do urânio para ser usado como combustível foi rebatizada de Indústrias Nucleares do Brasil S.A., a INB. A Comissão Nacional de Energia Nuclear é proprietária de 99,99% das ações da empresa.

A Fábrica de Combustível Nuclear da INB, localizada em Resende (RJ), é subdividida em Reconversão, Enriquecimento, Pastilhas, Componentes e Montagem do elemento combustível, que vem sendo utilizado pelas usinas de Angra. A estrutura para a fabricação de elementos combustíveis é um legado da Nuclebrás pelo Acordo Nuclear Brasil-Alemanha e foi inaugurada em 1982, com tecnologia da Siemens. A unidade passou por recente modernização de equipamentos e processos e, em 1999, foram concluídas as demais instalações industriais e obtido o licenciamento. No ano seguinte foi assinado o contrato de parceria com o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo, para enriquecimento de urânio em escala industrial.

A maior parte da produção da INB Resende atende à demanda da Eletronuclear e a empresa exporta excedentes. Mesmo assim, a participação do governo federal é imprescindível para concluir a fase de implantação do processo de enriquecimento de urânio.

A unidade de concentrado de urânio da INB se localiza entre os municípios de Lagoa

Real e Caetité (BA), onde as reservas de urânio estão estimadas em mais de 100 mil toneladas, quantidade suficiente para abastecer a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto por dezenas de anos. O empreendimento minero-industrial modular de Caetité entrou em operação em 2000 e as jazidas das imediações se caracterizam pelo fato de não conterem outros minerais de interesse associados. A recuperação do urânio é feita pela técnica de lixiviação em pilhas, dadas as características do minério, o que permite uma substancial redução nos investimentos.

O primeiro complexo minero-industrial para atender às demandas de recargas do reator de Angra 1 foi instalado em Caldas (MG), em 1982. Lá, teve início o desenvolvimento da primeira etapa do ciclo do combustível no Brasil. Dada a complexa constituição mineralógica da jazida, a INB adotou um processo original de extração do urânio e elementos associados. Esgotado o urânio economicamente viável, a atividade passou a ser realizada na INB Caetité e a mina está sendo descomissionada.

O Brasil possui ocorrências uraníferas em todas as regiões, mas várias estão associadas a outros minerais, como os depósitos de Pitinga, no Amazonas, e Carajás, no Pará – com um potencial total estimado de 150 mil toneladas – e a jazida de Santa Quitéria de 142,5 mil toneladas de urânio associado ao fosfato. Localizada no Ceará, é a maior do país e será explorada também pela INB.

## INB Resende

### Componentes e montagem

**1978**

Início das obras civis (1ª etapa)

**1980**

Montagem eletromecânica

**1981**

Comissionamento

**1982**

Inauguração

**1985**

Entrega da recarga de Angra 1

### Pastilha

**1996**

Início da implantação

**1998-1999**

Comissionamento

**1999**

Início da operação

### Reconversão

**1996**

Início da implantação

**1999**

Comissionamento

**2000**

Início da operação

### Enriquecimento

**2000**

Contrato com o CTMSP

**2001**

Início das obras civis

Montagem eletromecânica

**2006**

Comissionamento da primeira cascata

Assinatura de salvaguardas: AIEA e ABACC

Inauguração da primeira cascata

## Para não esquecer

O acidente de Goiânia, considerado um dos mais sérios desastres radiológicos, tem origem em 1985. Naquele ano, o Instituto Goiano de Radioterapia, uma instituição privada, transferiu-se para um novo endereço, deixando abandonada na antiga instalação uma unidade de teleterapia contendo uma fonte de céσιο-137, sem notificar o fato às autoridades, como foi exigido na concessão da licença.

Decorridos dois anos, entre os dias 10 e 13 de setembro de 1987, dois catadores de sucata entraram no antigo prédio do instituto e encontraram o equipamento abandonado. Acreditando que suas peças pudessem ser revendidas, tentaram desmontar o equipamento, mas só conseguiram remover a fonte radioativa. Na casa de um deles, ao quebrar uma pequena janela de irídio que isolava o pó de céσιο, violaram a cápsula da fonte e ficaram expostos ao feixe de radiação gama.

Os dois homens venderam o objeto ao proprietário de um ferro-velho que, durante a noite, observou uma profunda luminosidade azulada, causada pela fluorescência dos sais de cloreto de céσιο, estimulada pelos fortes raios gama emitidos pelo céσιο. Maravilhado diante do fenômeno, expôs o objeto na sala de estar para deleite dos vizinhos. Empregados do ferro-velho ainda romperam o invólucro de chumbo e aço da fonte, a marteladas, aumentando o contato com o céσιο. O dono do ferro-velho presenteou suas visitas com fragmentos da fonte de céσιο do tamanho de grãos de arroz, que rapidamente perdiam sua consistência e tomavam a forma

de pó. O irmão do negociante removeu o pó de céσιο de dentro da fonte com uma chave de fenda, espalhando-o no chão, e levou uma parte para sua casa. Lá, toda a família manipulou o material, e sua filha foi contaminada ao levar as mãos à boca. A criança morreu um mês depois e precisou ser enterrada em caixão de chumbo. Outro irmão do dono do ferro-velho marcou com o pó diversos animais em sua fazenda. Todos os animais morreram.

Dias depois, algumas pessoas apresentaram problemas gastrointestinais, mas os sintomas não foram diagnosticados como decorrentes de exposição à radiação. A mulher do dono do ferro-velho, associando os problemas de saúde à fonte radioativa, levou-a à Vigilância Sanitária de Goiânia. As autoridades tiveram dificuldade para identificar o problema, até que um físico que se encontrava na cidade avaliou a escala do acidente. Só então as autoridades locais, informadas do acidente pelo físico, agiram rápido para controlar a situação. Outras áreas com significativas taxas de contaminação foram identificadas e rapidamente evacuadas.

Físicos e médicos do Rio de Janeiro e de São Paulo se juntaram aos profissionais de Goiânia para prestar ajuda. Um estádio olímpico foi escolhido para identificar as pessoas que pudessem ter sido contaminadas pela radiação. A triagem médica identificou vinte pessoas que necessitavam de pronto atendimento médico-hospitalar. Quatorze delas foram encaminhadas para o Hospital Naval Marcílio Dias (Rio de Janeiro) e os demais para o Hos-



*O ambiente foi severamente  
contaminado, mas os  
níveis de radioatividade na  
água potável foram muito  
baixos. Goiânia, 1987*

pital Geral de Goiânia. Um grupo de médicos foi formado para participar de um programa de experiências biológicas e monitorar a eficácia do ferrocianeto-férrico (Prussian Blue), administrado aos pacientes em ambos os hospitais para a adsorção do céσιο, que foi comprovada. Também foi estimado o efeito na meia-vida biológica do céσιο no organismo dos pacientes tratados com o Prussian Blue.

Ao todo foram monitoradas em Goiânia mais de 112 mil pessoas, das quais 249 estavam contaminadas e quatro morreram. Algumas foram gravemente contaminadas por terem manuseado o pó de cloreto de céσιο, passado na pele e também por contato com ambientes e objetos contaminados.

No acidente de Goiânia o ambiente foi severamente contaminado. As ações implementadas para descontaminar a área e restaurar as condições de habitação desses locais se estenderam até março de 1988. Sete grandes focos de contaminação foram identificados, alguns deles com doses de até 2.0 Sv/h em um metro. Uma pesquisa aérea confirmou que nenhuma das principais áreas contaminadas foi negligenciada. Por um período de dois dias, todos os mais de 67 km<sup>2</sup> de área urbana de Goiânia foram monitorados.

Um sistema de monitoramento complementar foi colocado em prática e cobriu grandes áreas, mas se limitava às estradas. Utilizando detectores de radiação em carros, 80% dos mais de 2.000 km da malha rodoviária de Goiânia foram analisados. Os maiores focos de conta-

minação foram os materiais que estavam no ferro-velho e as residências para as quais foram levados resíduos da fonte de céσιο violada.

Para medir a presença de céσιο no solo, no lençol freático, nos sedimentos, nas águas dos rios, nas reservas de água potável, no ar e nos alimentos foi necessário construir um laboratório na cidade. Houve dificuldades nas pesquisas nas áreas urbanas e bacias fluviais, e as chuvas, que precipitaram entre os dias 21 e 28 de setembro de 1987, dispersaram o céσιο no ambiente. Ao contrário do previsto, em vez de o céσιο ser levado pelas enxurradas ou penetrar no solo, o material radioativo foi parar nos telhados das casas. Isto contribuiu para elevar o nível de radiação em residências, mas evitou a contaminação do subsolo.

Os níveis de contaminação da água potável foram muito baixos e o lençol freático não foi contaminado. Em alguns poços artesianos, próximos aos focos principais, detectou-se baixo nível de contaminação. Nessa primeira fase do trabalho de recuperação, objetivou-se descontaminar os focos principais e imediações, tais como: casas, logradouros públicos e veículos. Para isso, foi necessário utilizar tratores e escavadeiras para demolir sete casas e remover grandes quantidades de solo contaminado. As áreas, cujo solo foi removido, foram concretadas ou aterradas. Sob muita pressão política e social diante do medo da radiação, foram aplicados rigorosos níveis de segurança. Outras 49 casas foram descontaminadas por meio de limpeza a vácuo e jatos de água de alta pressão. Procedi-

*Toda a família desta casa foi contaminada e uma criança morreu um mês depois do acidente. Goiânia, 1987*

mentos de descontaminação química tiveram eficácia comprovada, depois de adaptados ao material, às circunstâncias e aos níveis de radioatividade. Cerca de 3.500 m<sup>3</sup> de material contaminado foram removidos, acondicionados em tambores, caixas de metal, contêineres ou recipientes de concreto, de acordo com os níveis de radiação do rejeito, e transportados, sob controle rígido, para o depósito temporário construído em Abadia de Goiás, a 20 km do centro de Goiânia.

Foram 82 dias de trabalho ininterrupto em Goiânia, sob orientação e comando da CNEN. Nesse período, foram usados mais de 130 mil homens/ hora nos trabalhos de avaliação, mo-

nitoração, descontaminação e tratamento das vítimas. Dos trabalhos participaram 244 funcionários da CNEN e 125 de Furnas Centrais Elétricas, Nuclebrás, Exército, Marinha e Força Aérea, além de 351 empregados de empresas particulares e funcionários do Estado de Goiás. Devido aos esforços dessas instituições e das pessoas envolvidas na tarefa de resgate da fonte de céσιο, foi possível recuperar praticamente toda a radioatividade liberada para o ambiente.

Desde então, a CNEN estabeleceu normas mais rígidas para o licenciamento de clínicas médicas e mantém um sistema de emergência capaz de atender, em 24 horas, a qualquer necessidade no território nacional.



## Acidente de Chernobyl

No dia 26 de abril de 1986 ocorreu o mais grave acidente nuclear da história: o reator 4 da usina nuclear soviética de Chernobyl (Ucrânia) explodiu e, depois, incendiou, destruindo a sua cobertura e espalhando nuvens de radioatividade de 100 milhões de curies – nível de radiação 6 milhões de vezes maior do que escapara da usina de Three Mile Island –, por vastas regiões da então União Soviética e da Europa. As versões sobre as causas do acidente são contraditórias: violações das regras de manutenção da usina com o objetivo de realização de testes; defeito do projeto do reator RBMK, que não previa a possibilidade de infração das normas; fragilidade das barras de controle; falta de treinamento dos operadores e de fiscalização. Estima-se que entre 15 mil e 30 mil pessoas tenham morrido em decorrência do acidente e que cerca de 16 milhões tenham seqüelas. Há também controvérsias em torno desses números. Uma área de 10.000 km<sup>2</sup> não poderá ser cultivada ou habitada por tempo indeterminado.

Como um dia antes do acidente estava programada a parada do reator 4 para manutenção de rotina, uma equipe de engenheiros decidiu realizar testes com o turbogerador em regime de rotação livre. Os operadores começaram a reduzir a potência do reator, o turbogerador 7 foi desligado e o turbogerador 8 manteve a alimentação interna das bombas de circulação. A potência

deveria permanecer entre 700 e 1.000 MW e ser desligado o sistema de refrigeração emergencial do reator. Uma contra-ordem superior, entretanto, determinou o adiamento da parada do reator para manutenção devido a necessidades de energia elétrica no sistema integrado do país. Era tarde demais: os operadores não tinham mais controle do processo e a potência do reator caiu para 30 MW, aumentando a concentração de nêutrons. Ignorando a norma, não pararam o reator. A potência se estabilizou em 200 MW (abaixo do programado para os testes), e quatro bombas de circulação de água continuaram em funcionamento. Nesse ínterim, foi novamente autorizada a parada do reator para a manutenção. Recomeçaram os preparativos para os testes, numa situação adversa. Em seguida, ao se constatar que as barras de controle automático dos nêutrons tinham alcançado o final do curso, os operadores lançaram mão do controle manual. A essa altura havia seis ou oito barras controlando os nêutrons, quando o mínimo permitido eram 15 barras. Mesmo assim, os testes foram iniciados: as válvulas reguladoras do turbogerador 8 foram fechadas; o sistema de refrigeração ficou sem energia; o nível de vapor no núcleo do reator aumentou; e o regime de rotação livre do turbogerador foi iniciado, com o sistema de segurança automático permanecendo desligado para a realização dos testes. O chefe dos operadores deu o sinal de alarme.

As ações que se sucederam não puderam ser reconstituídas. Num breve espaço de tempo, a intensa geração de vapor dentro do reator, aqueceu e destruiu o combustível, aumentando rapidamente a pressão nos tubos de resfriamento. Ocorreu então a explosão térmica do reator.

O material radioativo foi lançado na atmosfera. Os destroços do reator e do conjunto de equipamentos, após a destruição total da cobertura do prédio, caíram sobre outras edificações da usina. A tragédia teve dimensões ainda maiores pela incompetência administrativa, falta de equipamentos apropriados e de pessoal treinado. Chegou-se a supor que o reator estivesse intacto e desconsideraram-se as informações de dosímetros. Quase todos, incluindo o chefe do grupo, morreram nas três semanas seguintes. Os bombeiros que foram debelar o incêndio não sabiam do perigo da radiação.

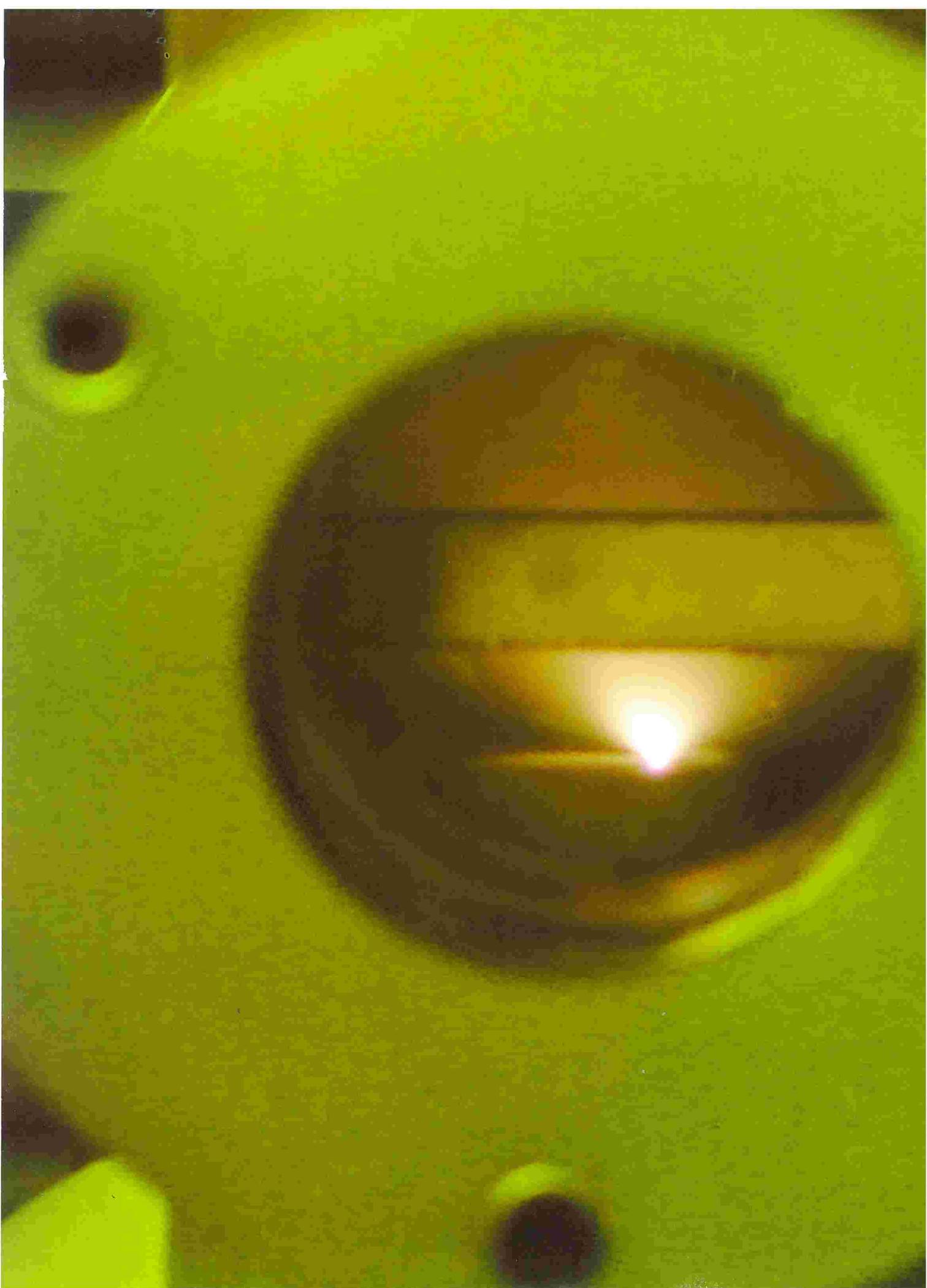
Na noite do dia 26 de abril chegou a Chernobyl um comitê do governo para investigar o acidente. Duas pessoas já estavam mortas e 51 hospitalizadas. Apenas 24 horas depois da explosão, o comitê reconheceu a destruição do reator e determinou a evacuação dos moradores da cidade de Pripyat. O governo enviou equipes de limpeza para descontaminar a área. A maioria dos chamados liquidadores não fora advertida sobre os riscos da operação e não utilizava equipamentos protetores individuais. Sobre

o local foram lançadas de helicópteros cerca de 5 mil toneladas de areia e chumbo, e um grande sarcófago de aço e concreto foi construído para selar o reator e conter a radiação remanescente.

Nas semanas seguintes, 203 pessoas foram hospitalizadas e 31 morreram, sobretudo bombeiros e liquidadores. O acidente não foi divulgado imediatamente pelo governo. A primeira notícia veio da Suécia, quando trabalhadores de uma usina nuclear, a cerca de 1.100 km de Chernobyl, detectaram, em 27 de abril, partículas radioativas de origem desconhecida em suas roupas. No dia seguinte, um centro de pesquisas da Dinamarca também detectou o acidente, divulgado na Alemanha no dia 29.

O acidente freou a expansão da construção de usinas nucleares e deslanchou processos de desativação. Vinte anos depois da tragédia ainda há pessoas expostas ao perigo na Ucrânia. Além dos casos de câncer, malformação congênita, problemas de tireóide e de outras doenças, surgiu o chamado *coração de Chernobyl*, doença que acomete especialmente crianças.

Apesar da tecnologia dos reatores PWR (o mais comercializado) ser totalmente diferente do reator RBMK de Chernobyl, que sequer possuía o prédio de contenção, o acidente de 1986 levou a AIEA e todos os países que têm usinas nucleares a reverem as normas de segurança e a incorporarem novos procedimentos e equipamentos.



## Considerações finais

**A** mobilização no Brasil em torno do maior desafio tecnocientífico legado pela Segunda Guerra Mundial, a energia nuclear, é um fascinante problema histórico. Como sugere o título, *A opção nuclear: 50 anos rumo à autonomia* mostra como o país se integrou ao "mundo da energia nuclear", embora as informações disponíveis na historiografia tenham sido insuficientes para reconstruir toda a história da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Fica evidente, entretanto, que essa integração do Brasil dependeu especialmente de duas forças políticas – os militares e os tecnocratas – e das relações diplomáticas, culturais e econômicas entre Brasil, Estados Unidos, França e Alemanha. Conseqüentemente, a comemoração do cinquentenário possibilita a reflexão sobre o papel da CNEN no âmbito da história política, econômica, militar e da ciência e tecnologia.

Apesar do dramático desfecho da Segunda Guerra Mundial, a energia nuclear foi apresentada à sociedade brasileira associada à importância do desenvolvimento da ciência e da tecnologia para superar o atraso crônico da nação, tanto como para atender à demanda de energia elétrica. Os chamados minerais radioativos se incorporaram às bandeiras em defesa do petróleo e das riquezas nacionais, e sobre as areias monazíticas depositavam-se esperanças de cura de doenças. Ao movimento nacionalista dos anos de 1950, somaram-se os sentimentos de independência em relação aos Estados Unidos que fortaleceram a Comissão Nacional de Energia Nuclear nos primeiros anos da década seguinte. Como durante grande parte dos últimos cinquenta anos o Brasil esteve longe de ser um Estado democrático e atravessou períodos

*Pluma de plasma de nitreto de boro durante evaporação de um filme fino enriquecido isotopicamente. IPEN (SP)*

de instabilidade política, as ambigüidades e a falta de diálogo com a sociedade marcaram a história da energia nuclear.

A questão nuclear tornou-se pública pelas crises que marcaram o setor: os famosos acordos atômicos Brasil-Estados Unidos; o polêmico Acordo Nuclear Brasil-Alemanha; e a descoberta do programa paralelo das Forças Armadas. Por ainda estarem na memória coletiva, os dois últimos episódios causaram a falsa impressão na opinião pública de que apenas os governos militares se preocuparam com o setor. Ao lado dessas polêmicas, os problemas técnicos apresentados no reator comprado da Westinghouse e o atraso no cronograma de Angra 2 contribuíram para obscurecer a importância social e econômica da energia nuclear para a medicina, agricultura e meio ambiente.

A história da Comissão Nacional de Energia Nuclear ao longo de seus cinquenta anos mostra que gerações de brasileiros tiveram a ambição de dotar o país de infra-estrutura de pesquisa para a produção de tecnologia nuclear, requisito essencial para a prosperidade de uma sociedade industrial moderna. Diferentes diretrizes orientaram a gestão de seus 12 presidentes entre 1956-2006, e a escolha e duração dos respectivos mandatos podem ser reveladoras da importância atribuída à instituição pelas instâncias governamentais às quais a CNEN esteve subordinada. A própria subordinação da CNEN – diretamente à Presidência da República ou ao Ministério da Ciência e Tecnologia, nos dois extremos do período de sua história, em contraste com a duradoura vinculação ao Ministério de Minas e Energia – evidencia, além da instabilidade da política nuclear, os diversos papéis delegados ao principal organismo do setor e o grau de importância atribuído a ciência e tecnologia pelos sucessivos governos.

Por essa razão, entre os governos Juscelino Kubitschek e Luiz Inácio Lula da Silva, a CNEN atravessou períodos de estabilidade institucional, mas também de crises, que podem ser observados pelas alterações na sua estrutura organizacional, atribuições e curta duração do mandato de alguns presidentes. No que diz respeito às atribuições, são exemplares as mudanças nas áreas fins. Enquanto as atividades de prospecção e pesquisa mineral foram prioritárias nos primeiros anos da instituição, nas últimas décadas se destacaram as atividades relacionadas à produção de radiofármacos, radioproteção e segurança. Indubitavelmente, corresponderam às necessidades da sociedade, ao avanço do conhecimento científico e tecnológico nessas áreas e à escala das aplicações da energia nuclear no país. Durante cinco décadas houve permanente investimento em capacitação profissional, por meio de cursos e treinamentos oferecidos nos institutos da área nuclear ou de bolsas de pós-graduação em universidades e centros de pesquisa brasileiros ou estrangeiros, a fim de viabilizar a aplicação da energia nuclear na agricultura, medicina e distintos setores industriais. Para isso, a CNEN intermediou muitas vezes projetos de assistência técnica com organismos internacionais ou instituições estrangeiras, tais como a Agência Internacional de Energia Atômica da Organização das Nações Unidas e comissões nucleares congêneres.

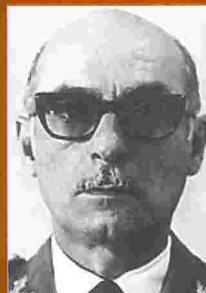
## Presidentes da CNEN



*Almirante  
Octacílio Cunha  
1956-1961*



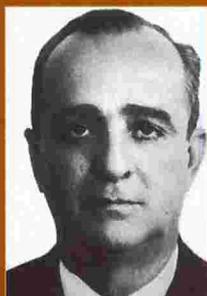
*Marcello Damy  
de Souza Santos,  
físico  
1961-1964*



*General Arthur  
Mascarenhas  
Façanha  
abril-maio de 1964*



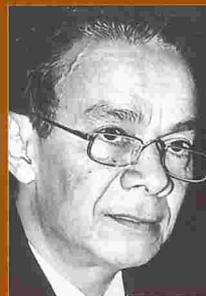
*Luiz Cintra do  
Prado, físico  
1964-1966*



*General Uriel da  
Costa Ribeiro  
1966-1969*



*Hervásio  
Guimarães de  
Carvalho,  
químico  
1969-1982*



*Rex Nazaré Alves,  
físico  
1982-1990*



*José Luiz Santana  
de Carvalho,  
químico  
1990-1993*



*Márcio Costa,  
engenheiro  
1993-1994*



*José Mauro Esteves  
dos Santos,  
geólogo  
1994-2002*



*Antônio Carlos de  
Oliveira Barroso,  
engenheiro  
2002-2003*



*Odair Dias  
Gonçalves,  
físico  
2003*

A parceria com o Ministério das Relações Exteriores, para assessoria de questões técnicas e políticas na área internacional, coincide com a criação da CNEN e da AIEA. O mesmo se pode afirmar com relação à presença de militares na CNEN, em virtude das atribuições do Conselho de Segurança Nacional e do histórico interesse da Marinha pela energia nuclear (nesse caso, antes da criação da CNEN). Entretanto, o apoio financeiro a pesquisas lideradas por militares é anterior ao programa paralelo, visto que o Instituto Militar de Engenharia sempre contou com recursos da CNEN. Não se objetiva acumular exemplos, inclusive porque há necessidade de realizar análises minuciosas a partir de informações históricas que não estão inventariadas, mas enfatizar que a energia nuclear sempre esteve na agenda política dos governos brasileiros posteriores à Segunda Guerra Mundial e entre as preocupações de grupos produtores de ciência e tecnologia, o que, com todos os percalços no processo de seu desenvolvimento no Brasil, contribuiu para mudanças sociais e ideológicas.

Durante as últimas cinco décadas, o processo de desenvolvimento da energia nuclear foi profundamente transformado pelo fato de algumas aplicações terem se tornado fundamentais para a segurança nacional, desenvolvimento econômico ou bem-estar social. Mesmo assim, não se pode afirmar que o financiamento da pesquisa fundamental e aplicada nessa área foi crescente ou se manteve nos mesmos patamares durante cinquenta anos, devido às oscilações nas dotações orçamentárias e prioridades da CNEN, especialmente quando entrou em cena a construção das centrais nucleares com tecnologia importada de outros países. No entanto, o Estado, ao assumir a tarefa de comandar o desenvolvimento econômico, tornou-se também um Estado tecnocientífico, em particular no que diz respeito ao setor nuclear, cuja evolução atingiu o ápice no final da ditadura militar. A alteração transformou o campo da tecnologia nuclear, graças ao papel desempenhado pela CNEN como órgão de fomento, orientação e gerenciamento das instituições de pesquisas nucleares vinculadas a USP, UFRJ e UFMG.

O principal motivo dessa transformação decorre de que a tecnociência nuclear está direcionada por atitudes pragmáticas, ou seja, o que é decisivo é treinar técnicos eficientes e melhorar a capacidade humana de intervir na sociedade e meio ambiente. Esta tendência não se restringe a uma mera lógica da tecnociência industrial, mas a uma combinação de tecnologia, disciplinas científicas e profissões para produzir e aplicar a energia nuclear em todo o Brasil. Por esse motivo e como ilustra o mapa a seguir, os domínios da CNEN não se limitam aos gabinetes de sua sede no Rio de Janeiro, mas se estendem por vários estados da federação. Atualmente, a CNEN atua como o principal agente da (re)formulação da política nuclear brasileira e produção industrial, por meio da Indústrias Nucleares do Brasil (INB) e Nuclebrás Equipamentos Pesados (Nuclep), das quais é a acionista majoritária, e de seus institutos de pesquisa. Para isso, tem como principais atribuições: licenciamento, inspeção, controle e credenciamento institucional e pessoal das atividades envolvendo radiação ionizante (exceto aquelas atribuídas ao Ministério da Saúde); pesquisa, ensino, desenvolvimento e inovação na área nuclear e correlatas; produção



*O Cyclone-30 é utilizado em irradiações para a produção de GA-67, F-18, I-123 e TL-201, usados em diagnósticos por imagem. IPEN/ CNEN (SP)*

de radioisótopos e radiofármacos; e representação internacional. Suas diretrizes de ação têm como pressupostos a utilização da energia nuclear para fins pacíficos e a não-proliferação de armas nucleares, segurança e proteção dos cidadãos, capacitação de recursos humanos, gerenciamento e fiscalização dos rejeitos radioativos.

A estrutura organizacional da CNEN é composta de um órgão colegiado, a Comissão Deliberativa, e de órgãos executivos, quais sejam: a Presidência; a Diretoria de Gestão Institucional; a Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear, à qual se vincula o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD); a Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento, que congrega o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), o Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) e o Centro Regional de Ciências Nucleares (CRCN).

A CNEN detém o monopólio da comercialização e produção de todo o material radioativo no Brasil, incluindo todos os radiofármacos utilizados por milhares de brasileiros nos tratamentos menos invasivos e mais eficazes de tumores, exames diagnósticos do câncer e de doenças cardíacas, neurológicas e neuropsiquiátricas. A produção de radiofármacos está concentrada no IPEN, que também processa a parte que ainda é importada, mas uma pequena parcela do total utilizado no país é produzida no IEN. Uma das metas da Comissão Nacional de Energia Nuclear é descentralizar a produção de radiofármacos de meia-vida curta, com a instalação de aceleradores cíclotrons no CRCN e CDTN, respectivamente em Recife e Belo Horizonte, para que a energia nuclear possa beneficiar mais pessoas.

Outras realizações estão em andamento e muitos projetos estão na pauta da CNEN para os próximos cinco anos, prevendo, por exemplo, a descentralização de ações e do sistema de controle, a criação de novas empresas, a revisão da legislação nuclear brasileira, a construção de depósitos definitivos para os rejeitos radioativos das usinas de Angra dos Reis. Ao contrário de cinquenta anos atrás, quando o desenvolvimento econômico estava associado à disponibilidade de recursos naturais ou somente ao capital humano, hoje, sabe-se que as carências de capital institucional e de capital social, entendido como a trama das relações de confiança, travam o desenvolvimento político e econômico das sociedades.

Para isso, é essencial que os brasileiros saibam com é importante terem à sua disposição radiofármacos, produtos de saúde e higiene esterilizados com radiação ionizante, bem como conheçam as possibilidades da aplicação da energia nuclear para preservar alimentos e debelar infestações em cultura agrícolas. O conhecimento da atuação da CNEN no desenvolvimento de pesquisas e produtos essenciais também é fundamental para que os brasileiros possam compreender o empenho de tantas gerações de cientistas, engenheiros e técnicos, civis e militares, para colocar o Brasil entre as nações industriais modernas. Decorridos cinquenta da criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, não há dúvida de que cidadãos bem informados são os principais aliados para quebrar resistências daqueles que desconhecem a potencialidade do uso pacífico da energia nuclear na sociedade.

## Unidades da CNEN



- 1 Sede administrativa (RJ)
- 2 Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN)
- 3 Centro Regional de Ciências Nucleares (CRCN)
- 4 Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste (GO)
- 5 Distrito de Angra dos Reis (RJ)
- 6 Distrito de Caetité (BA)
- 7 Distrito de Fortaleza (CE)
- 8 Escritório de Brasília (DF)
- 9 Escritório de Resende (RJ)
- 10 Escritório de Porto Alegre (RS)
- 11 Instituto de Engenharia Nuclear (IEN)
- 12 Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)
- 13 Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD)
- 14 Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC)

## Fontes e referências bibliográficas

### Arquivos institucionais

Academia Brasileira de Ciências/ Energia nuclear (MAST)  
 Agência Nacional/ Arquivo fotográfico (Arquivo Nacional)  
 Arquivo CNPq/ Acervo MAST  
 Arquivo Histórico do Itamaraty  
 Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/ Acervo da diretoria  
 Centro de Memória da Eletricidade

### Arquivos pessoais

Arquivo Alexandre Giroto (MAST)  
 Arquivo Antonio Azeredo da Silveira (CPDOC)  
 Arquivo Bartyra Arezzo (MAST)  
 Arquivo Bernhard Gross (MAST)  
 Arquivo Ernani do Amaral Peixoto (CPDOC)  
 Arquivo Ernesto Geisel (CPDOC)  
 Arquivo Gabriel Passos (CPDOC)  
 Arquivo Henry B. Lins de Barros (MAST)

### Obras citadas e consultadas

ALBUQUERQUE, Jose Augusto Guilhon (org.). *60 anos da política externa*. São Paulo: USP, 1996.

ALVES, Rex Nazaré. Entrevista. *Brasil Nuclear*, n. 17, p. 4-7, abr./set. 1998.

ANDRADE, Ana M. Ribeiro de. O Cruzeiro e a construção de um mito da ciência. *Perspicillum*, v. 8, p. 107-137, nov. 1994.

\_\_\_\_\_. *Físicos, mésons e política: a dinâmica da ciência na sociedade*. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: MAST, 1999.

\_\_\_\_\_. Ideais políticos. A criação do Conselho Nacional de Pesquisa. *Parcerias Estratégicas*, v. 11, p. 221-242, 2001.

\_\_\_\_\_; MUNIZ, Ramiro P. A. The quest for the Brazilian synchrocyclotron. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*. v. 36, p. 311- 327, 2006.

AZEVEDO, Thales de. *A evasão de cérebros*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968.

BANDEIRA, Moniz. *Brasil-Estados Unidos*. A rivalidade emergente. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1989.

BARROS, Fernando de Souza. *Palestra no Museu de Astronomia e Ciências Afins em mesa redonda*. Rio de Janeiro: MAST, 2006.

BATISTA, Paulo Nogueira. *Pronunciamento do embaixador Paulo Nogueira Batista, presidente da Nuclebrás, à CPI do Acordo Nuclear no Senado Federal em 11 nov. 1980*. (Arquivo PNB 621.039.9 (81) b333p).

BENEVIDES, Maria Victoria. O governo Kubitschek: a esperança como fator de desenvolvimento. In: GOMES, Angela Maria de Castro (org.). *O Brasil de JK*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas/CPDOC, 1991.

BIASI, Renato de. A energia nuclear no Brasil. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1979.

BOHM, David. Carta de David Bohm a Einstein. São Paulo,

Centro de Memória do CNPq  
 Comissão Nacional de Energia Nuclear/ Acervo fotográfico  
 Comissão Nacional de Energia Nuclear/ Arquivo Nacional  
 Eletronuclear/ Acervo fotográfico  
 Indústrias Nucleares do Brasil/ Acervo fotográfico  
 Instituto de Engenharia Nuclear/ Arquivo histórico (MAST)

Arquivo Hervásio Guimarães de Carvalho (MAST)  
 Arquivo José Leite Lopes  
 Arquivo Juarez Távora (CPDOC)  
 Arquivo Mário Amoroso Donato (MAST)  
 Arquivo Mário Penna Bhering (Memória da Eletricidade)  
 Arquivo Mauro Thibau (Memória da Eletricidade)  
 Arquivo Oswaldo Aranha (CPDOC)  
 Arquivo Paulo Nogueira Batista (CPDOC)

3 de fev. de 1954. *Ciência Hoje*, v.15, n.90, p. 46-7, maio de 1993.

BRASIL. Congresso Nacional. *Relatório da Comissão Parlamentar Mista de Inquérito, destinada a Investigar o Programa Autônomo de Energia Nuclear, mais conhecido por Programa Paralelo*. Brasília: Centro Gráfico, 1990. [versão original]

\_\_\_\_\_. Presidência da República. O programa nuclear brasileiro. Brasília: [s.n.], 1977.

\_\_\_\_\_. *Plano Trienal de desenvolvimento econômico e social*. 1963-1965. (síntese). Brasília: Imprensa Oficial, 1962.

\_\_\_\_\_. Senado Federal. *A questão nuclear*. Política Nuclear. Brasília: Senado Federal, 1983, v. 3.

BROSSARD, Paulo. *Os custos do programa nuclear: discurso em 1º de janeiro de 1982 do Senado Federal*. Brasília: Senado Federal, 1982.

BUENO, Clodoaldo. Relações Brasil-Estados Unidos (1945-1964). In: ALBUQUERQUE, José Augusto Guilhon (org.). *Sessenta Anos de Política Externa Brasileira (1930-1990): o desafio geoestratégico*. São Paulo: Annablume/NUPRI/ USP, 2000.

CADERNOS SBPC. *Ata do Simpósio sobre a utilização da energia atômica para fins pacíficos no Brasil*. São Paulo: SBHC, v. 15, 16, 17, 2006.

CAMPOS, Roberto. *A lanterna na popa: memórias*. Rio de Janeiro: Topbooks, 1994. v.1.

CARVALHO, Joaquim de. *Energia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1980.

CBPF. CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS. *Anuário 1954-1955*. p. 13, 19. (Arquivo CBPF)

CERVO, Amado Luiz, BUENO, Clodoaldo. *História da política exterior do Brasil*. 2 ed. Brasília: UNB, 1992.

- \_\_\_\_; BANDEIRA, Moniz; BIEBER, León; SARAIVA, José Flávio Sombra; BARBOSA, Antonio José. *O Desafio Internacional*. Brasília: UnB, 1994.
- CNEN. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *Átomos pela Paz*. Rio de Janeiro: CNEN, 1959.
- \_\_\_\_. *Relatório Anual de 1966*. Rio de Janeiro: CNEN, 1966.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1967*. Rio de Janeiro: CNEN, 1967.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1970*. Rio de Janeiro: CNEN, 1970.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1971*. Rio de Janeiro: CNEN, 1971.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1972*. Rio de Janeiro: CNEN, 1972.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1973*. Rio de Janeiro: CNEN, 1973.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1974*. Rio de Janeiro: CNEN, 1974.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1976*. Rio de Janeiro: CNEN, 1976.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1977*. Rio de Janeiro: CNEN, 1977.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1978*. Rio de Janeiro: CNEN, 1978.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1979*. Rio de Janeiro: CNEN, 1979.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1981*. Rio de Janeiro: CNEN, 1981.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 1982*. Rio de Janeiro: CNEN, 1982.
- \_\_\_\_. *Relatório anual de 2004*. Rio de Janeiro: CNEN, 2005.
- \_\_\_\_. Usina Atomoelétrica da região Centro-Sul. v. 1, jun. 1961. (Arquivo Mario Donato, cx. 8)
- CNPq. CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA. Comissão de Energia Atômica. Atas de Reunião. 1955-1956 (Arquivo Leite Lopes).
- \_\_\_\_. Conselho Deliberativo. *Anais das Sessões*. (Arquivo CNPq/ acervo MAST).
- \_\_\_\_. *Relatório de Atividades do Conselho Nacional de Pesquisas em 1951, apresentado ao Exmo. Sr. Presidente da República Dr. Getúlio Dornelles Vargas*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1952.
- \_\_\_\_. *Relatório de Atividades do Conselho Nacional de Pesquisas em 1952*. Rio de Janeiro: Jornal do Commercio, 1955.
- \_\_\_\_. *Relatório de Atividades do Conselho Nacional de Pesquisas em 1955*. Rio de Janeiro: Jornal do Commercio, 1956.
- \_\_\_\_. *Relatório de Atividades do Conselho Nacional de Pesquisas em 1956*. Rio de Janeiro: Ind. Gráficas Tavares, 1957.
- CPDOC. *História da ciência no Brasil*: acervo de depoimentos. Rio de Janeiro: FINEP, 1984.
- DIÁRIO DO CONGRESSO NACIONAL. 29 abr. 1948. p. 2798.
- DICIONÁRIO HISTÓRICO-BIOGRÁFICO. Rio de Janeiro: CPDOC, 2001.
- DONG-Won Kim. Yoshio Nishina and two cyclotrons. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*. v. 36, part 2, p. 243-273. 2006.
- EISENHOWER, Dwight. Discurso na Assembléia das Nações Unidas, em 8 dez. 1953. Disponível em: [http://www.iaea.org/About/history\\_speech.html](http://www.iaea.org/About/history_speech.html).
- ESCOREL, Sílvia. Batista, Paulo Nogueira. In: ABREU, Alzira Alves et al. *Dicionário histórico-biográfico pós-1930*. Rio de Janeiro: CPDOC, 2001. p. 595.
- FERREIRA, Marieta de Moraes; SARMENTO, Carlos Eduardo. A República brasileira: pactos e rupturas. In: GOMES, Ângela de Castro; PANDOLFI, Dulce; ALBERTI, Verena (coord.). *A República no Brasil*. Rio de Janeiro: CPDOC, 2002.
- FISCHER, David. History of the International Atomic Energy Agency. The first forty years. Viena: the Agency, 1997.
- FORMAN, Paul. Into quantum electronics. The maser as 'gadget' of cold-war America. In: FORMAN, Paul; SÁNCHEZ-RON, José M. (org.). *National military establishments and the advancement of science and technology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- FREIRE, JR., Olival; SANTANA, Walker L.; CLEMENTE, José E. F.; BASSALO, José M. F. Brain drain: the case of Brazilian physicists in the 1960s and the 1970s. 2005. [versão preliminar do trabalho apresentado no 3rd Milan Workshop – The physical sciences in the Third World: a social history of science and development. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, June 2005].
- GALVAN, Cesare G., BARCELOS, Eduardo D., MARQUES, Paulo Q., CAPOZOLI, Ulisses. *Novas Tecnologias e o Desenvolvimento Industrial Brasileiro*. 199 [47]
- GARCIA, João Carlos. *O almirante e o novo prometeu*. São Paulo: UNESP, 1996.
- \_\_\_\_. *Álvaro Alberto*. A ciência do Brasil. Rio de Janeiro: Contraponto: Petrobras, 2000.
- GASPARI, Elio. *A ditadura encurralada*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
- GOLDSCHMIDT, Bertrand. *Le complexe atomique*. Paris: Fayard, 1980.
- GOMES, Francisco Assis de Magalhães. *Entrevista concedida a Ricardo Guedes Pinto*. Belo Horizonte, 1976. (CPDOC/ FGV. Acervo de Depoimentos)
- \_\_\_\_. *Entrevista concedida a Ana Maria Ribeiro de Andrade*. Belo Horizonte, 1992.
- GORDON, Ana Maria. *Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN-SP)*. Um estudo de caso à luz da história da ciência, tecnologia e cultura do Brasil. 2003 [tese de doutoramento. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Humanas. USP].
- GUILHERME, Olympio. *O Brasil e a era atômica*. Rio de Janeiro: Vitória, 1957.
- HIRST, Mônica. *O pragmatismo impossível*: a política externa do segundo governo Vargas (1951-54). Rio de Janeiro: Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil, 1990.
- HOBSBAWM, Eric. *A era dos extremos*. O breve século XX: 1914-1991. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

- LAMARÃO, Sergio T. N. A energia elétrica como campo de pesquisa historiográfica no Brasil. *América Latina en la Historia Económica*, v. 8, p. 39-49, jul./dez. 1997.
- LATTES, Cesar. *Entrevista concedida a Ana Maria Ribeiro de Andrade*. Rio de Janeiro, 1996.
- LEÃO, Regina Machado (org.). *Trinta anos em Cena*. São Paulo: Edusp, 1997.
- LEPECKI, W. SYLLUS, C. *Gênese do programa brasileiro de centrais nucleares*. Rio de Janeiro: Nuclen, 1996. [mss]
- LOPES, José Leite. Carta de Leite Lopes a Joaquim Costa Ribeiro, em 15 jul. 1955a. (Arquivo Leite Lopes).
- \_\_\_\_\_. Relatório da Conferência Internacional da Energia Atômica para fins Pacíficos. 1955b. CNPq T 3.3.017 (Arquivo CNPq/ Acervo MAST)
- \_\_\_\_\_. *Ciência e libertação*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1969.
- \_\_\_\_\_. *Marcello Damy de Souza Santos prêmio IBM de pesquisa*. Rio de Janeiro: CBPF, 1994. (CBPF-CS-005/94).
- MALHEIROS, Tania. *Brasil a bomba oculta: o programa nuclear brasileiro*. Rio de Janeiro: Gryphus, 1993.
- MARQUES, Paulo. *Sofismas nucleares: o jogo das trapaças na política nuclear do país*. São Paulo: HUCITEC, 1992.
- MARZO, Marco Antonio Saraiva; ALMEIDA, Silvio Gonçalves de. *A evolução do controle de armas nucleares. Desarmamento e não-proliferação*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.
- MATTOS NETTO, Bernardino de. Relatório da Conferência Internacional da Energia Atômica para fins Pacíficos. 13 dez. 1955. CNPq.T.3.3.015 - 01 (Arquivo CNPq/ Acervo MAST)
- MEDEIROS, Tharsila Reis. *Entraves do desenvolvimento da tecnologia nuclear no Brasil*. Dos primórdios da era atômica ao Acordo Brasil-Alemanha. Dissertação (Mestrado) – CEDEPLAR, UFMG, 2005.
- MELLO, Jair Carlos. *Entrevista concedida a Ana Maria Ribeiro de Andrade*. Belo Horizonte, 1992.
- MORENO, Marcio Quintão (org.). *Humanismo e ciência para Francisco de Assis Magalhães Gomes*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.
- MOTOYAMA, Shozo. Ciência e Tecnologia e a História da dependência do Brasil. *Revista Brasileira de Tecnologia*, v. 15, n. 3, 1984, p. 5-17.
- \_\_\_\_\_. Novas tecnologias e o desenvolvimento industrial brasileiro. In: MOTOYAMA, Shozo (org.) *Tecnologia e industrialização no Brasil*. Uma perspectiva histórica. São Paulo: UNESP, 1994.
- \_\_\_\_\_. (org.). *Prelúdio para uma história*. São Paulo: Edusp/ FAPESP, 2004.
- MOURA, Gerson. *Sucessos e Ilusões*. Relações Internacionais do Brasil Durante e após a Segunda Guerra Mundial. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- ORDONEZ, Javier; SÁNCHEZ-RON, José M. Nuclear energy in Spain. From Hiroshima to the sixties. In: FORMAN, Paul; SÁNCHEZ-RON, José M. (org.). *National military establishments and the advancement of science and technology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- PARCERIAS ESTRATÉGICAS. v. 9, p. 182-195, out. 2006.
- RAMOS, José Raimundo de Andrade. *Principais ocorrências de urânio no Brasil*. Rio de Janeiro: CNEN, 1974.
- RIBEIRO, Joaquim da Costa. [Texto sobre energia nuclear e cooperação internacional]. CNPq T.3.006. (Arquivo CNPq/ Acervo MAST).
- \_\_\_\_\_. A física no Brasil. Ligeira notícia histórica. In: AZEVEDO, F. (ed.). *As ciências no Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994. v. 1, p. 192-231.
- ROSA, Luiz Pinguelli. *A política nuclear e o caminho das armas atômicas*. Rio de Janeiro: Editora J. Zahar, 1985.
- \_\_\_\_\_. (org.). *Impactos de grandes projetos hidrelétricos e nucleares*. A aspectos econômicos e tecnológicos, sociais e ambientais. Rio de Janeiro: AEI/COPPE; São Paulo: Marco Zero, 1988.
- \_\_\_\_\_. *A política nuclear no Brasil*. São Paulo: Ed. Greenpeace, 1991.
- \_\_\_\_\_. A batalha atômica. *Nossa história*. v. 3, n.3, p. 40-47, jul. 2006.
- SALLES, Dagoberto. *Energia atômica: um inquérito que abalou o Brasil*. São Paulo: Fulgor, 1958.
- SANTOS, M. D. de Souza. *Papel do tório no aproveitamento industrial da energia atômica*. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 1985.
- SBPC. *Cientistas do Brasil*. Vários Depoimentos. São Paulo: SBPC, 1998.
- SIMON, Davi. *Energia nuclear em questão*. Rio de Janeiro: Instituto Euvaldo Lodi / Univ. do Estado do Rio de Janeiro, 1981.
- SKIDMORE, Thomas E. *Os Estados Unidos e a América Latina*. Um permanente mal-entendido. *Estudos Históricos*, v. 13, 1999.
- TARANTO, Luiz Fernando (dir.). *Imagens de uma herança*. Petrópolis/ São Paulo: USP; [199?]. Vídeo VHS color.
- UNITED STATES. Department of State. Brasília Embassy. Telegrama. Brasil 03789 292155Z. p. 2. Disponível em: <http://aad.archives.gov/aad/series-description>.
- VALLA, Victor Vincent, WERNECK da SILVA, José Luiz. *Ciência e tecnologia no Brasil: história e ideologia (1949-1976)*. Brasília: CNPq, 1981.
- VEJA ON-LINE. A encruzilhada atômica. 20 de setembro de 1972. Disponível em: [http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/energia\\_nuclear/materia\\_200972.html](http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/energia_nuclear/materia_200972.html)

### Sites consultados

- <http://www.cdtm.br/>
- <http://www.cena.usp.br/historico/historico.htm>
- <http://www.cin.cnen.gov.br/trian/web-nuclear.htm>
- [http://www.citesciences.fr/francais/ala\\_cite/science\\_actualites/sitesactu/magazine/article.php?id\\_mag=3&id\\_article=4763&lang=fr](http://www.citesciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/magazine/article.php?id_mag=3&id_article=4763&lang=fr)
- [http://www.citesciences.fr/francais/ala\\_cite/science\\_actualites/sitesactu/magazine/dossier.php?id\\_mag=3&lang=fr&id\\_dossier=41&id\\_dom=](http://www.citesciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/magazine/dossier.php?id_mag=3&lang=fr&id_dossier=41&id_dom=)
- [http://www.citesciences.fr/francais/ala\\_cite/science\\_actualites/sitesactu/magazine/dossier.php?id\\_mag=3&lang=fr&id\\_dossier=261&id\\_dom=](http://www.citesciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/magazine/dossier.php?id_mag=3&lang=fr&id_dossier=261&id_dom=)
- <http://www.cnen.gov.br/institucional/historico.asp>
- <http://www.cpdoc.fgv.br>
- [http://www.cpdoc.fgv.br/nav\\_jgoulart/htm/biografias/Gabriel\\_Passos.asp](http://www.cpdoc.fgv.br/nav_jgoulart/htm/biografias/Gabriel_Passos.asp)
- <http://www.google.com/syndicatedsearch/u/IaeaORG?q=three+mile&domains=www.iaea.org&sitesearch=IAEA.org&image.x=5&image.y=9>
- [http://www.iaea.org/About/history\\_speech.html](http://www.iaea.org/About/history_speech.html)
- [http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/ne\\_databases.html](http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/ne_databases.html)
- <http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull393/bull393opt.pdf>
- <http://www.ien.gov.br/>
- [http://www.inb.gov.br/Documentos/rel\\_99\\_02.pdf](http://www.inb.gov.br/Documentos/rel_99_02.pdf)
- <http://www.inb.gov.br/relatoriosAnuais.asp>
- <http://www.insc.anl.gov/>
- <http://www.nds.iaea.org/>
- <http://www-nfcis.iaea.org/>
- <http://www.ipen.br/sitio/?idm=>
- <http://www.ird.gov.br/ird2.htm#historico>
- [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1032\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1032_web.pdf)
- [http://www.veja.abril.com.br/idade/exclusivo/energia\\_nuclear/contexto03.html](http://www.veja.abril.com.br/idade/exclusivo/energia_nuclear/contexto03.html)
- [http://www.veja.abril.com.br/idade/exclusivo/energia\\_nuclear/materia\\_200972.html](http://www.veja.abril.com.br/idade/exclusivo/energia_nuclear/materia_200972.html)
- <http://www.world-nuclear.org>
- <http://www6.senado.gov.br/sicon/PreparaPesquisaLegislacao.action>

### Créditos das fotografias

- Arlindo Silva/ Acervo Jornal
- Estado de Minas/ O Cruzeiro: capa
- Arquivo Cesar Lattes: p. 67
- Arquivo CNPq/ Acervo MAST: p. 26, 40-41, 47, 48, 60, 89, 91
- Arquivo Francisco Magalhães Gomes: p. 70, 73, 105
- Arquivo Joaquim Costa Ribeiro: p. 68-69
- Arquivo José Leite Lopes: p. 78, 79, 81
- Arquivo Mário da Silva Pinto: p. 51
- Arquivo MAST/ Acervo IEN: p. 74-75, 109, 117, 119,
- Arquivo MAST/ Arquivo Hervásio de Carvalho: p. 151
- Arquivo MAST/ Mário Donato Anastácio: p. 82, 115
- Arquivo Nacional/ Agência Nacional: p. 50, 94-95
- Centro de Memória do CNPq: p. 63
- CNEN: p. 12, 19, 21, 29, 33, 34, 57, 58, 85, 87, 99, 101, 106, 110, 121, 129, 141, 147, 173, 181
- Eletronuclear: p. 10-11, 134-135, 154-155, 159, 166-167, 191
- Folha Imagem: 1ª guarda, p. 2-3, 126-127
- Igor Pessoa/ INB: p. 6, 43-44, 163, 2ª guarda
- INB/ Acervo: p. 148
- IPEN/ Arquivo: p. 93, 183
- Lula Marques/ Folha Imagem: p. 161
- Sandra Aparecida Bellintani/ IPEN: p. 175
- U. Dettmar/ Folha Imagem: p. 122-123
- Valdir Sciani/ IPEN: p. 178-179
- As demais imagens estão disponíveis na Internet

Presidente da República

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro da Ciência e Tecnologia

Sergio Machado Rezende

Presidente da Comissão Nacional de Energia Nuclear

Odair Dias Gonçalves

Diretor do Museu de Astronomia e Ciências Afins

Alfredo Tiomno Tolmasquim

Coordenadora do projeto

Ana Maria Ribeiro de Andrade (MAST)

Supervisora institucional

Claúdia Souza (CNEN)

Agradecimentos especiais

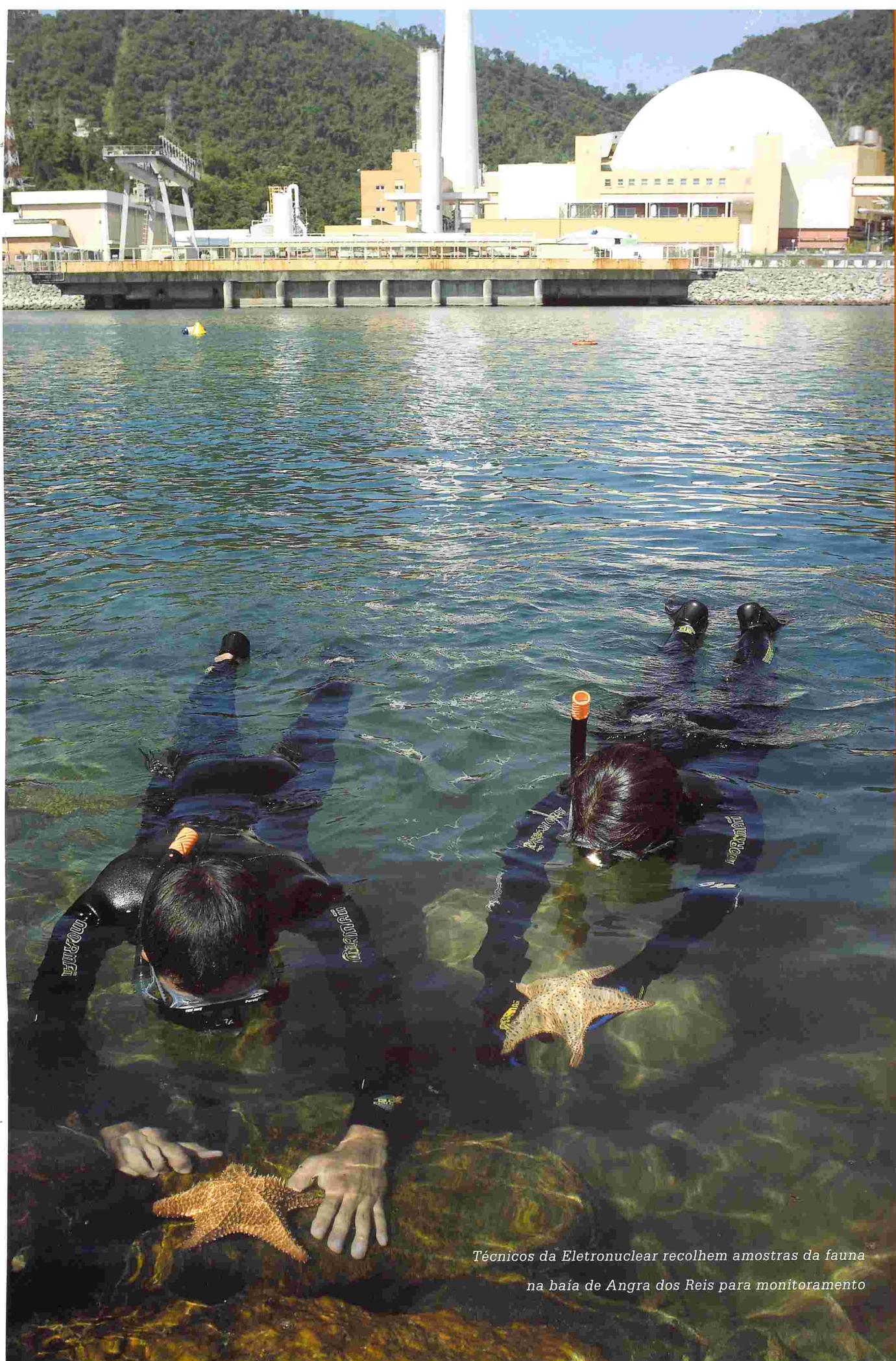
José Sérgio Leite Lopes

Maria da Conceição Magalhães Vaz de Mello

Paulo Costa Ribeiro

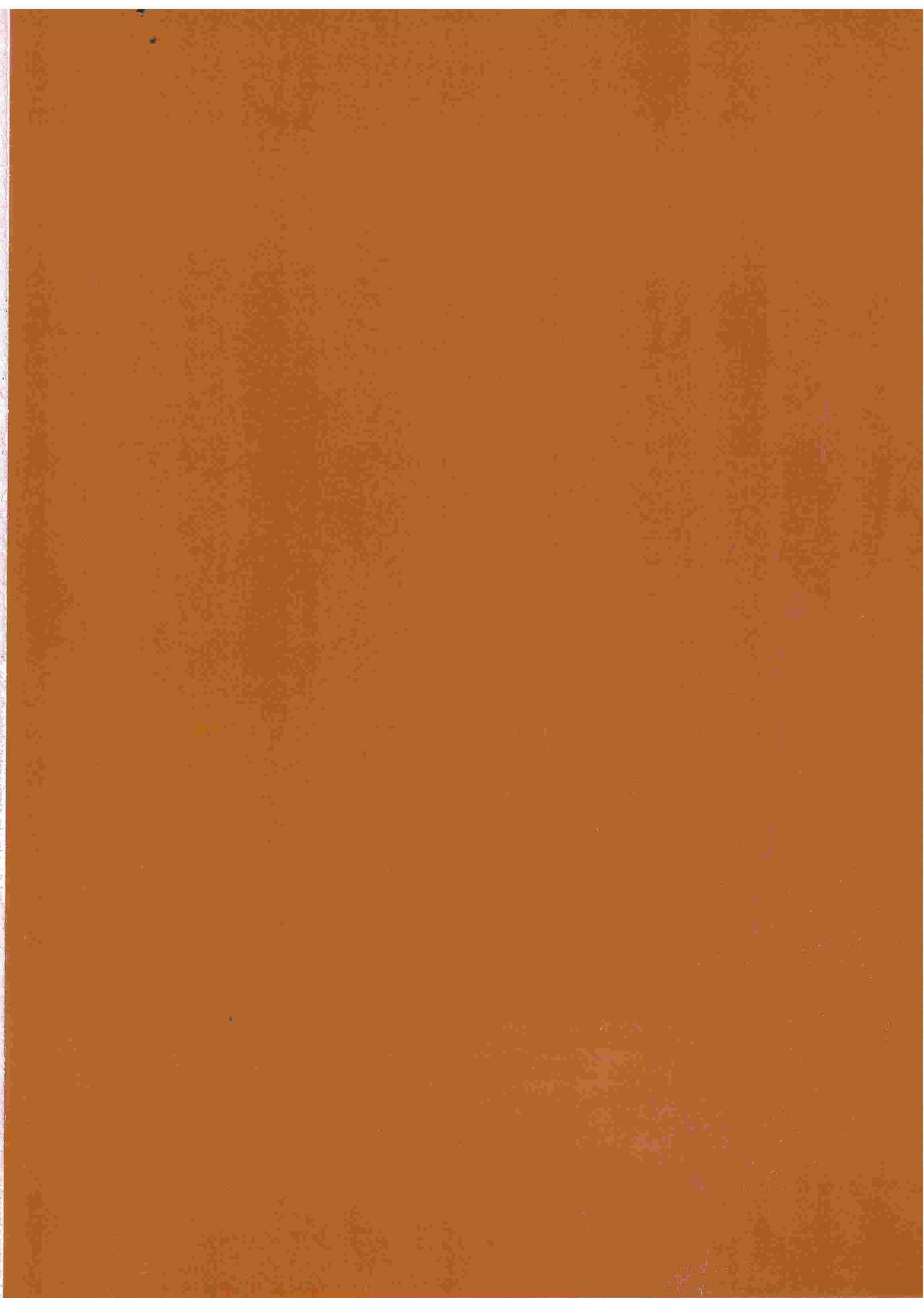
Apoio

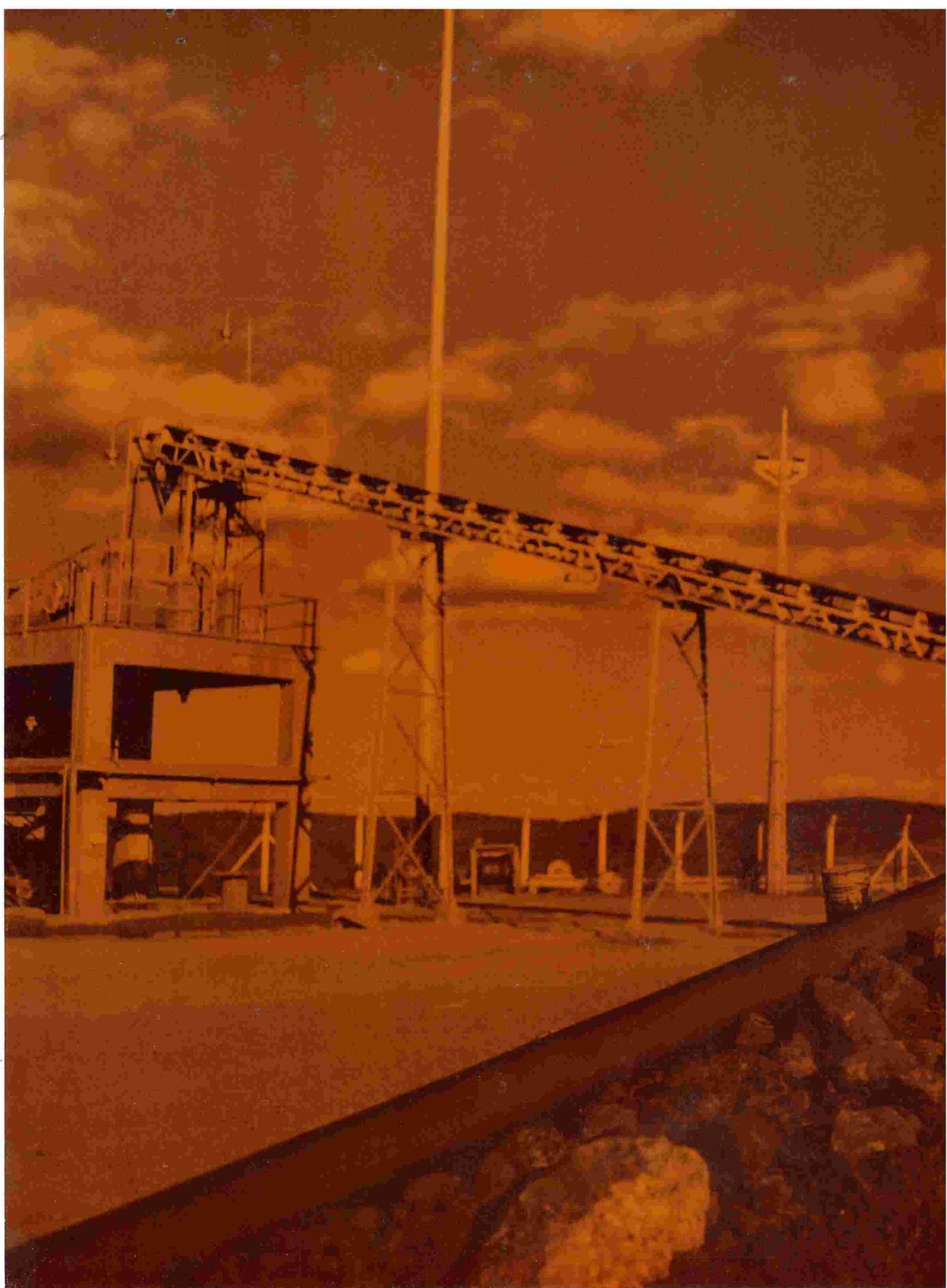


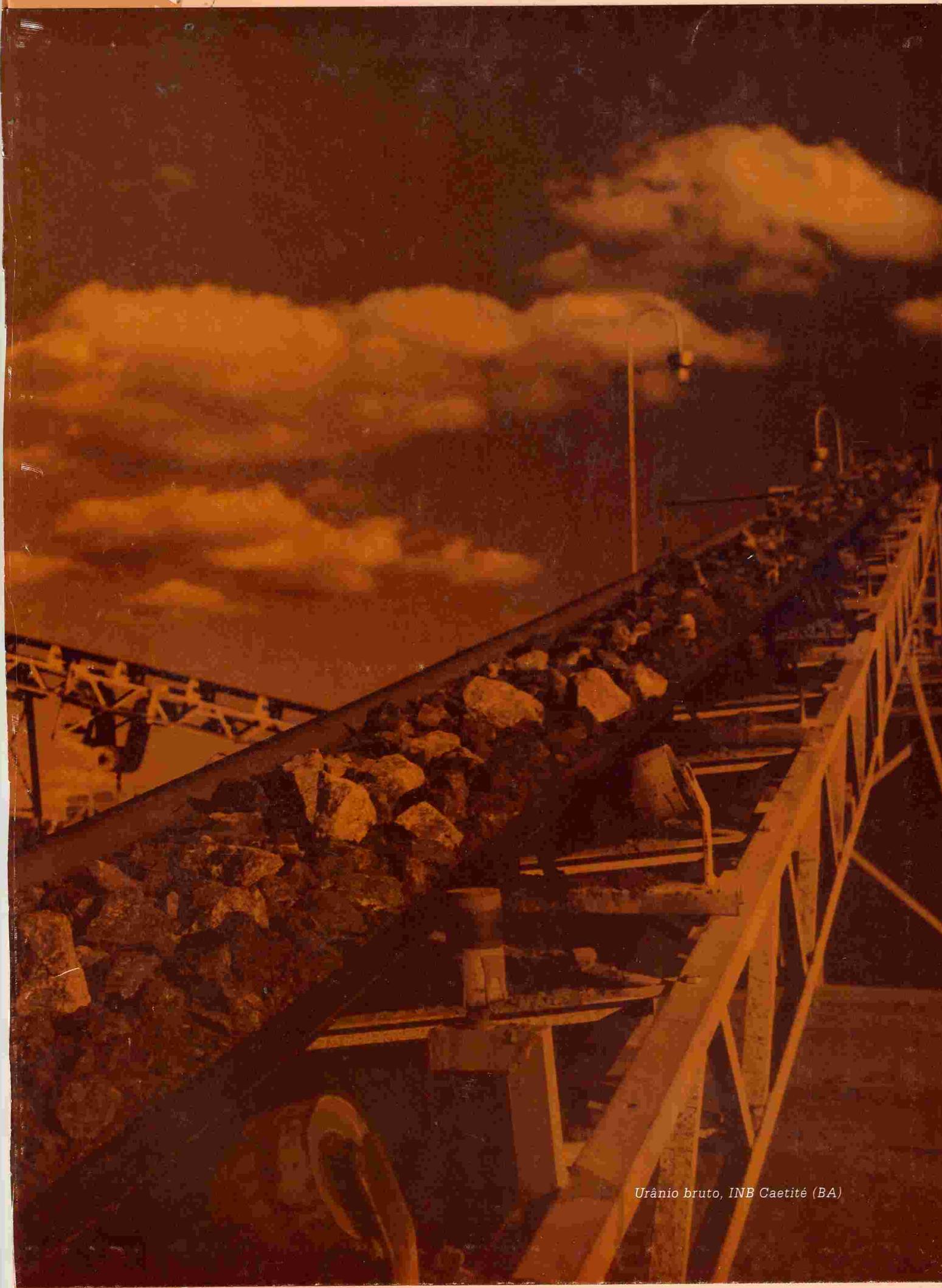


*Técnicos da Eletronuclear recolhem amostras da fauna na baía de Angra dos Reis para monitoramento*

Este livro foi produzido em novembro de 2006. Textos compostos em Serifa. Pré-impressão, impressão, encadernação e acabamento: J. Sholna Reproduções Gráficas. Papel couchê matt 150 g/m<sup>2</sup> (miolo), cartão Paraná n° 18 forrado com couchê matt 150 g/m<sup>2</sup> (capa).







*Urânio bruto, INB Caetité (BA)*



Ministério da  
Ciência e Tecnologia



ISBN 85-60069-02-X

