



CNEN	DR
Divisão de Estudos e Projetos	
Seção de Documentação Técnica	
Doc. n.º 0367	



# COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

RELATÓRIO ANUAL - 1968

## Í N D I C E

I -	Introdução .....	1
II -	Pesquisas Fundamentais.....	7
III -	Implantação de Centrais Nucleares .....	19
IV -	Tecnologia de Reatores .....	30
V -	Ciclo de Combustível .....	35
VI -	Materiais Nucleares .....	65
VII -	Radioisótopos .....	69
VIII -	Proteção Radiológica.....	80
IX -	Formação e Treinamento de Pessoal .....	85
X -	Efetivo e Instalações.....	95
XI -	Suporte Técnico das Pesquisas.....	112
XII -	Atividades Industriais e Comerciais .....	121
XIII -	Relações Internacionais.....	127
XIV -	Relações Públicas .....	137
XV -	Publicações e Informações .....	143
XVI -	Recursos e Aplicações .....	153

## 1. INTRODUÇÃO

Neste relatório são apresentadas as realizações em 1968 dos diversos institutos, departamentos e órgãos vinculados à Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Entre as atividades mais relevantes, destacamos as seguintes:

### 1.1. Centrais Nucleares

1.1.1. A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), e outros órgãos do Governo, deram andamento aos planos que devem culminar numa primeira fase, em 1976 ou 1977, com a entrada em operação da primeira central nuclear brasileira. Seguem-se alguns fatos relevantes ligados a este objetivo:

a) Foi assinado um convênio de cooperação entre a CNEN e a ELETROBRÁS, convênio este que regerá a cooperação entre as duas entidades na construção e operação de centrais nucleares.

b) Realizou-se amplo estudo sobre um programa nacional de implantação de centrais nucleares, com a participação de especialistas enviados pela Agência Internacional de Energia Atômica, e técnicos da ELETROBRÁS e da própria CNEN. Além de verificar pormenorizadamente todos os passos que deverão ser dados para a implantação da primeira central nuclear, o relatório faz uma revisão nas conclusões obtidas pela CAMBRA, Engineering Consultants Ltd., na parte referente à energia nuclear, e estuda as perspectivas a longo prazo que se oferecem ao País nesse campo.

c) Especialistas e autoridades brasileiras ligadas à construção da primeira central realizaram viagens de estudo a diversos países fornecedores em potencial.

1.1.2. Prosseguiram também os esforços no sentido de dotar o Brasil de capacidade própria de análise e projeto de

centrais, sendo debatida a construção de uma central - protótipo, com início previsto para princípios da próxima década. Assim, especificamente, tiveram andamento:

a) Anteprojeto de uma central de referência (projeto TORUNA), consistindo numa revisão, ampliação e refinamento dos métodos de cálculos anteriores. Em colaboração com o Comissariado de Energia Atômica da França realizou-se uma série de experiências para determinação da seção de choque do  $U^{233}$ .

b) O anteprojeto de uma unidade sub-crítica de urânio natural e água pesada está concluído, tendo sido os resultados discutidos com técnicos franceses e suecos. Contatos com indústrias nacionais já foram iniciados, objetivando a realização do projeto.

c) Projeto de um circuito térmico experimental destinado a testar as condições de trabalho e as soluções adotadas no projeto TORUNA. O projeto foi efetuado em cooperação com um centro francês, tendo sido já iniciados os contatos com indústrias nacionais para seu desenvolvimento.

## 1.2. Pesquisa Básica e Tecnologia

O INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA (IEA) realizou a troca dos elementos combustíveis do reator, visto que os anteriores já estavam bastante "queimados". Os novos elementos permitirão aumentar a potência de operação contínua de 2 até 10 Mw, após reformas no sistema de refrigeração. Neste mesmo Instituto foi instalado um forno elétrico de fusão sob arco para estudo de produção de ligas de alto ponto de fusão; estará concluído ainda no corrente ano o projeto-piloto para a produção de  $UF_4$ , tendo sido feita a montagem final de protótipo de reator fluidizado a ser usado nesta unidade; entrou em operação semi-automática a usina-piloto de purificação de urânio e prosseguem os estudos em nível de laboratório sobre a purificação do Tório.

No INSTITUTO DE PESQUISAS RÁDIOATIVAS prosseguiram os trabalhos normais, concentrados no



projeto TORUNA de reator de potência e anexos, assim como em física do estado sólido, eletrônica e instrumentação, prospecção de urânio, etc. Foram conseguidos resultados satisfatórios ao longo da linha de ataque sulfúrico, nos minérios de Araxá (pandaíta e outros), na escala de 1 kg, conduzindo a extrações superiores a 90% de todos elementos de interesse econômico; cogita-se, no momento, da instalação de uma usina-pilôto na escala de 10 kg, a fim de tratar a pandaíta.

No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR (IEN) entrou em funcionamento um gerador de neutrons, conjugado a um laboratório de neutrons-ativação.

A ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO DA MONAZITA (APM) realizou trabalhos no sentido de determinar os melhores processos econômicos para o tratamento químico do caldasito, do espodumênio e de outros minérios tipo euxenita, ou fosfatos de Araxá. Já está perfeitamente definida a abertura do caldasito.

### 1.3. Prospecção de Urânio

Os trabalhos relativos à prospecção de urânio concentram-se nos tópicos seguintes:

a) Araxá: grandes ocorrências de pirocloro e fosfatos uraníferos; os trabalhos atualmente visam esclarecer a tecnologia a fim de obter o urânio como sub-produto.

b) Bambuí: foram realizados trabalhos sistematizados de prospecção no terreno e furos de sondagem (cêrca de 1.000 m).

c) Monazita: foram estudados cêrca de 25 locais de anomalias definidos pela prospecção aérea realizada em 1967; foram medidas 5.000 ton de monazita, 43.000 ton de ilmenita e 10.000 ton de zirconita, até esta data.

d) Poços de Caldas: os trabalhos foram concentrados em locais onde o tipo de mineralização se assemelha à que descoberto no Campo do Agostinho, onde o urânio é constituinte essencial, com teores de 0,1 a 0,3% de  $U_3O_8$ . Além

dêstes foram realizados trabalhos em outros três campos, sendo realizados 2.000 m de sondagem. Em Campo do Agostinho já foram medidas 500 ton de urânio e iniciado o poço de pesquisa para acesso a uma galeria, cuja construção fornecerá minério para tratamento em escala semi-industrial, visando ao estudo da viabilidade econômica do campo como jazida.

e) Triângulo Mineiro: foi lançada uma equipe de prospecção geoquímica para coleta sistemática de amostras de solo e aluviões, não tendo sido possível ainda formar idéias sobre as possibilidades da região.

f) Bacia do Maranhão-Piauí: Em agosto foi criado o DISTRITO NORDESTE, subordinado ao Departamento de Exploração Mineral, que deverá coordenar, com certa autonomia, as atividades de prospecção da bacia. Em outubro tiveram início os trabalhos de prospecção aerocintilométrica, num total de 37.000 km lineares de vôo, na região tocantina e em Pedro Afonso, norte de Goiás. Em junho/julho foi executada a prospecção aerocintilométrica com helicópteros na borda ocidental da bacia, num total de 150 horas de vôo. Equipes de terra trabalharam nas áreas de Viçosa do Ceará (CE) e São Benedito (MA), visando realizar mapeamentos geológicos de detalhe que possibilitem intensa campanha de sondagem no próximo ano.

g) É na bacia Maranhão-Piauí que se concentram as melhores esperanças de descoberta de consideráveis jazidas de urânio.

#### 1.4. Radioisótopos

Em medicina os radioisótopos são usados, como fontes de irradiação, em 30 hospitais distribuídos por 15 unidades da Federação e, como traçadores biológicos, em 46 instituições de 11 Estados. Cerca de 80% das instituições públicas que aplicam radioisótopos em medicina estão sendo amparadas pela CNEN. O auxílio é prestado em instrumentos de detecção, equipamento auxiliar, radionuclídeos e bôlsas, para ensino e pesquisas.

Novas técnicas de trabalhos em hidrologia foram desenvolvidas com o uso de radioisótopos. Medidas

já foram realizadas no Rio São Francisco, em Pirapora, no Rio Grande, e em tubulações forçadas nas Usinas de Três Marias e Piau. Foi estudado também o movimento das lamas sedimentares no pôrto do Rio de Janeiro.

Os estudos sôbre aplicações de radioisótopos na agricultura vêm sendo conduzidos no Centro de Energia Nuclear na Agricultura de Piracicaba, São Paulo. Foram iniciados estudos sôbre a economia de água em cerrados, sôbre preservação de alimentos por irradiação, e outros.

### 1.5 Ensino

Em 1968, em consequência de estímulos proporcionados pela CNEN, funcionaram três cursos de engenharia nuclear em nível de mestrado. A matrícula nesses cursos e outros de pós-graduação atingiu a 120.

Nos cursos de biologia e medicina nucleares a CNEN subsidiou perto de 100 alunos bolsistas; nos de introdução à ciência, tecnologia e engenharia nuclear o total também chegou a 100.

Realizaram-se cursos avulsos de aplicação de radioisótopos na indústria, na hidrologia, na medicina e na agricultura com mais de 50 alunos bolsistas.

Em outubro de 1968 foi realizado, na sede da CNEN, um Curso Básico de Tratamento de Rejeito Radioativo, em cooperação com a Agência Internacional de Energia Atômica, e com a participação de professores e estudantes do exterior.

Foram enviados ao exterior para fazer cursos ou estagiarem em centros de pesquisas estrangeiros 37 engenheiros e pesquisadores da CNEN.

Mais de 40 especialistas internacionais participaram na CNEN e seus Institutos de conferências e cursos de formação ou especialização.

#### 1.6 Orçamento e Recursos Financeiros

No exercício financeiro de 1968 o Govêr no destinou, em seu orçamento, à COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, recursos no valor de NCr\$ 24.246.754,00. Este montante representa aproximadamente um aumento de 80% sôbre o orçamento de 1967:

A AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA prestou assistência técnica a 5 instituições brasileiras num total de US\$ 235.200,00.

A CNEN subsidiou a aquisição e distribuição de radioisótopos a hospitais e escolas num total de NCr\$ 90.000,00 sendo que dêste total, NCr\$ 60.000,00 foram produzidos pelo INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA de São Paulo.

A CNEN distribuiu recursos a cerca de 30 instituições, no valor de NCr\$ 1.830.209,00 objetivando a formação de técnicos, pagamento de professores, aquisição de equipamentos etc.

#### 1.7 Transferência de Sede

Em princípios do ano, a CNEN passou a ocupar as instalações de seu edifício-sede. Trata-se de construção de quatro andares, remodelada para a nova finalidade, com cerca de 6.000 m<sup>2</sup> de área construída. Todos os órgãos da administração central da CNEN estão alí acomodados, além de parte do Departamento de Exploração Mineral.

2. PESQUISAS FUNDAMENTAIS

2.1	<ul style="list-style-type: none"><li>- FÍSICA<ul style="list-style-type: none"><li>2.1.1 - Física de Reatores</li><li>2.1.2 - Física Nuclear</li><li>2.1.3 - Projetos e Montagens</li></ul></li></ul>
2.2	<ul style="list-style-type: none"><li>- QUÍMICA</li></ul>
2.3	<ul style="list-style-type: none"><li>- BIOLOGIA, MEDICINA, AGRICULTURA</li></ul>

## 2.1 FÍSICA

### 2.1.1 Física de Reatores

#### A. NO INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Os trabalhos desenvolvidos, relativos à Física de Reatores, versaram sobre os seguintes assuntos: fonte pulsada de neutrons; efeito de neutrons retardados em dinâmica de reatores; estudo para cálculo do fator de desvantagem térmica em células com geometria plana; e foi obtida a solução geral, no caso plano, para a equação de transporte, utilizando método polinomial energético e angular desenvolvido na Divisão de Física de Reatores (DFR).

Continuam em desenvolvimento pesquisas sobre Teoria de Transporte; caso poli-energético, na região de neutrons térmicos para determinação de parâmetros utilizados em teoria não instantânea de reatividade; e sobre envenenamento pelo xenon.

O Grupo experimental é encarregado da operação do acelerador Van der Graaff, realizando-a, sem maiores problemas, tendo sido feita mudança de fonte de ions, ajustes de sintonia e manutenção regular. Foram feitas, também, medidas de impedância elétrica da garrafa de fonte de ions, para 100 MHZ, bem como iniciadas pesquisas sobre a determinação de parâmetros de difusão em vários materiais orgânicos, utilizando a técnica da fonte pulsada de neutrons.

#### B. NO INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

As atividades referentes à Física de Reatores estão concentradas na Divisão de Reatores, onde prosseguem os trabalhos sobre teoria do transporte de neutrons; efeito da temperatura do moderador sobre a distribuição da velocidade dos neutrons; método analítico para o estudo da termalização de neutrons; adaptação do programa CARMEN; penetração de neutrons em meio difusor cilíndrico; e estudos sobre a primeira difusão de neutrons, aplicada à Física de Reatores.

Foram realizados trabalhos práticos de

cálculos e processamento de dados, bem como trabalhos experimentais referentes a medidas de grandeza ou de parâmetros usados em Física de Reatores incluindo o estudo do "scattering" de neutrons lentos pelo hidrogênio quimicamente ligado, especialmente  $H_2O$ . Também foram realizadas medidas de reatividade pelo método integral; medidas de reatividade devido à substituição de água pelo alumínio no refletor superior do Reator Argonauta; mapeamento do fluxo térmico e razão de cádmio no topo do refletor interno; análise de propriedade de elementos combustíveis com uma só unidade; e determinação do espectro de neutrons rápidos provenientes do gerador de neutrons.

### C. NO INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Iniciou-se um levantamento completo de fluxo de neutrons nos diversos locais de irradiação do reator. Para estudo da distribuição espacial do fluxo térmico utilizaram-se detetores de ouro, determinando-se, inicialmente, a distribuição de respostas relativas aos detetores nus e, em seguida, as razões de cádmio. A medida do fluxo térmico absoluto foi feita numa posição de referência, medindo-se a atividade do outro pelo método de coincidência. Para o fluxo rápido foram utilizados detetores de enxôfre (reação  $S^{32}(n,p)P^{32}$ ). A medida absoluta será feita por comparação com fonte de  $P^{32}$  calibrada, fornecida pela AIEA para esse fim. O fluxo epitérmico foi levantado por medidas de razão de cádmio em detetores ressonantes delgados (depósitos).

### 2.1.2 Física Nuclear

#### A. NO INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

a) no campo de Reações Fotonucleares - Radiação gama de captura neutrônica, foram realizadas medidas de seção de choque de foto-fissão do  $U^{238}$  e do  $Th^{232}$ , tendo sido utilizadas, como fontes de raios gama, alvos de Ca, K e Pb junto ao núcleo do reator. Foram realizadas medidas da seção de choques de foto-fissão para alvos de Be, S, Cr, P, Ca, etc.

b) Espalhamento inelástico de neutrons (espectrômetro de tempo de voo) - Tiveram prosseguimento estudos sobre a dinâmica do Grupo  $\text{CH}_3$  em vários líquidos orgânicos, importantes para a compreensão de certos aspectos de termalização de neutrons em moderadores orgânicos. No tubo de irradiação nº 13 foi montado o "tubo de voo", e realizados os testes de vácuo; a respectiva blindagem dos detectores para o arranjo, e as medidas de seções de choque do glicol, n-butanol, glicerina, acetonitrilo, anidrido acético, álcool isopropílico, etanol, metil clorofórmio, iodeto de metila, polietileno, álcool metílico, etc. Os dados obtidos estão sendo estudados.

c) Espectrometria de massa - Está sendo estudado processo de separação de isótopos através da difusão (mobilidade) de ions em sais fundidos, tendo sido obtidos resultados preliminares satisfatórios com  $\text{LiCl}$  e  $\text{ZnCl}_2$ . Foram introduzidas modificações na fonte de ions da aparelhagem. A pedido do CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA (CENA) foram feitas análises de  $\text{CO}_2$ ; para o INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA (IME) foram realizadas análises de água; para o DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA DA FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DA U.S.P. foram analisadas amostras de chumbo.

d) Espectrômetro de cristal para neutrons (da nucleares) - Foram realizadas experiências utilizando cristais de Ge e Al, a fim de ampliar a região de trabalho do espectrômetro e colher elementos para o projeto de um novo aparelho com características mais avançadas. O espectrômetro foi utilizado para determinação da medida do espectro de neutrons térmicos emergentes do tubo de irradiação do reator, utilizando cristal de germânio como monocromador - (tubo nº 10). Foi feito estudo de filtro de quartzo para experiências de eliminação de neutrons de ordens superiores e da variação do mosaico de um cristal de mica quando irradiado com neutrons emergentes do tubo nº 14. Foi também, iniciado o estudo do projeto de um novo espectrômetro de cristal.

e) Metrologia Nuclear - Foi desenvolvido o método do traçador para medida de emissores beta puros (como o  $\text{S}^{35}$ ), para medidas de coincidência beta-gama, utilizando absorventes externos. A calibração da solução



matriz de  $S^{35}$  é feita pelo método do traçador e pelo método 4 pi simples. Foi montado um sistema de coincidência 4 pi-beta-gama aperfeiçoado, determinando-se suas características. Estão sendo desenvolvidos os métodos de traços de fragmentos de fissão em mica, para a medida de fluxos de nêutrons de baixa densidade. Foram estudados detetores constituídos por óxido de disprósio disperso de forma homogênea em pastilhas de plásticos. Foram calibradas fontes de alta precisão para a Escola de Instrução Especializada e para o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Para o Centro de Medicina foi feita calibração de  $Ce^{141}$ , em presença de  $Pr^{143}$ , pelo método 4-pi-beta-gama. Para o Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro foram fornecidas fontes calibradas de  $I^{131}$ . Foram feitos estudos para correção do esquema de desintegração do  $Au^{198}$  e para a medida do coeficiente de conversão interna total do  $Hg^{203}$ . Foram desenvolvidos métodos estatísticos, aplicando-se a técnica da análise de variância, para o método do traçador, desenvolvendo-se, também, testes estatísticos para o estabelecimento das condições ótimas relativas à composição química do  $S^{35}$  em soluções a serem calibradas em atividades específicas.

#### B. NO INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

a) Ressonância paramagnética eletrônica - O Espectrômetro de Ressonância Dupla Eletro Nuclear (ENDOR), foi montado e está em fase de testes. Um único Klystron é usado, sendo parte da microonda separada em dois ramos, um dirigindo-se para a cavidade, o outro para um T híbrido, é excitada a 30 MHz, gerando-se dessa forma, duas ondas laterais. Uma das laterais é batida contra a portadora proveniente da cavidade. Obtém-se, assim, uma portadora de 30MHz, que é amplificada, medida em detetor sensível à fase, e num amplificador "lock-in", o Klystron é amarrado à cavidade de ressonante.

b) Efeito Mössbauer - Foi calibrado o espectrômetro Mössbauer, com auxílio do nitroprussiato de sódio, Foram estudadas diversas amostras de cromita natural, após a passagem por um separador magnético para várias intensidades de campo. Verificou-se, então, que o número de passagens pelo separador magnético praticamente não altera a

percentagem de ferro existente na amostra. Para o estudo do comportamento da ferrita de lítio ( $\text{Li O}_{0,5} \text{F}_{2,5} \text{O}_4$ ), sob a ação de neutrons, foi produzida uma amostra de ferrita em forno com atmosfera controlada que está sendo analisada por raios X, ao mesmo tempo que se faz o estudo do tamanho de grãos e das interfaces presentes. Fêz-se a fabricação, por sinterização das amostras, visando a obter as três fases puras. Os espectros de difração de raios X levantados mostram, ainda, uma mistura da fase desordenada com a ordenada. Tentou-se, então, eliminar totalmente a fase desordenada, variando a temperatura de sinterização e utilizando uma granulometria melhor para os reagentes. Obteve-se, finalmente, amostras na qual só aparece a fase ordenada. Atualmente, estão sendo levantados espectros Mössbauer desta amostra, a diversas temperaturas.

c) Fluorescência de Raio X - foram feitas experiências de fluorescência óptica com raios X a  $77^\circ \text{K}$ , em amostras de cristais de sulfato de níquel hexahidratado, e granada de disprósio, obtendo-se duas bandas de fluorescência, uma das quais no infra-vermelho. Construiu-se um criostato para fazer observações de absorção óptica das mesmas amostras no espectrômetro-Bechman.

d) Contagens especiais - foi calibrada uma câmara de ionização de poço, para padronização de emissores gama, utilizando fontes de padrões gama da Agência Internacional de Energia Atômica.

Foram feitos testes preliminares com o cintilador líquido (TRI CARB) e com o contador de trítio (Contador Johnston), calibração dos discriminadores, contagens de "back - ground", etc.

### C. NO INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

Os trabalhos são realizados na Divisão de Física Nuclear e se relacionam, especialmente, à Espectrometria Nuclear. Foram feitas investigações visando o estudo de esquemas de desintegração do  $\text{Ir}^{190}$ ,  $\text{Pr}^{140}$ ,  $\text{Zn}^{63}$ ,  $\text{Nd}^{141}$  e investigação de novas transições do decaimento do  $\text{Ho}^{164}$ , e de espectrometria. Foram desenvolvidas técnicas referentes à

determinação de curva de calibração, linearidade do sistema e eficiência de detetores de Ge-Li; à fabricação de detetores de Ge-Li, de espectrômetro de neutrons do tipo telescópio.

### 2.1.3 Projetos e Montagens

#### A. NO INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

Foram projetados e/ou construídos um "Chopper" de neutrons para levantamento do espectro dos neutrons termicos do Reator Argonauta, um circuito de coincidência tríplice, um circuito de eliminação automática de "back-ground", uma unidade sub-crítica para uso no Reator Argonauta, e uma camara de ionização (gas-flow) 2 pi.

#### B. NO INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

a) Espectrômetro beta para medidas de processos n, e - Foi projetada e executada fonte de alimentação para o eletroímã com as seguintes características: 24 V. 6 A, estabilidade de 1 parte em  $10^5$  durante 20s. Desenvolveu-se método de medida do campo magnético por efeito Hall, na faixa de 20 a 800 Gauss, com precisão de 1 parte em  $10^5$ . Foram obtidas da COSIPA, graciosamente, quatro toneladas de aço com características magnéticas para a construção do espectrômetro, sendo as peças polares trabalhadas pela Brown-Boveri.

b) Difração de neutrons - Foi terminado o projeto do sistema de operação automática do difratômetro construído no IEA. Foram levantadas figuras de difração correspondentes a uma amostra de  $Pb^{208}$ . Numa segunda etapa serão realizadas medidas com  $Th/U^{235}$  e  $Th/Pu$ .

#### C. NO INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Deu-se continuidade à montagem do Laboratório de Trítio, com as seguintes atividades: completada a blindagem para o contador, iniciada a montagem da linha de preparação de gás, terminados os cátodos e ânodos para eletrólise.

Fizeram-se ainda, testes preliminares de "back-ground" do contador.

## 2.2 QUÍMICA

### A. NO INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

A Divisão de Radioquímica dedicou-se aos seguintes tópicos relativos à Química:

a) Análise por ativação de impurezas em semi-condutores. A primeira impureza considerada foi o arsênio, tendo sido esse elemento analisado em semi-condutores de germânio. A irradiação direta da matriz de germânio conduz o isótopo  $As^{77}$  (e por reação secundária) ao isótopo  $As^{76}$ . A análise por ativação pela irradiação direta da matriz de germânio, indicaria a presença de arsênio mesmo qe esse elemento não existisse como impureza. Por essa razão foi tentada a aplicação de método de diluição isotópica em que o traçador de  $As^{76}$  é juntado ao germânio a ser analisado sem que sofra irradiação. Os resultados obtidos indicam ser um método de aplicação possível, permitindo determinação até 0,05 partes por milhão de arsênio em germânio.

b) Análise por ativação para a determinação de vários componentes em minérios - Foi de senvolvida a análise de lâminas de ouro a serem utilizadas para a determinação de fluxo de neutrons adotando-se a técnica da diluição isotópica associada à análise por ativação. Fundamentalmente, consiste em se juntar ao traçador do elemento a ser analisado da matriz de ouro, e aplicar a técnica clássica da diluição isotópica. Como a aplicação de tal técnica envolve a determinação da massa recuperada da impureza que está sendo analisada (cobre), decidiu-se recorrer à análise por ativação para esse fim, uma vez que a determinação da massa recuperada de impureza é problema difícil (por ser extremamente baixa) por outro método.

c) Química de produtos de fissão.-Foram iniciados os estudos da dissolução de  $U^{3}O_8$  em ácido clo rídrico, em substituição ao ácido nítrico, para separação de prodtos de fissão. A finalidade dessa dissolução seria a de se evitar a formação de compostos nitrosilrutênio que contaminam os de

mais isótopos de fissão. Foram preparadas fontes de  $\text{Cs}^{137}$  e os estudos no sentido de se determinar as respectivas atividades absolutas. Foram preparadas soluções de  $\text{Nb}^{95}$  para a Divisão de Física Nuclear, utilizando-se o método de retenção do  $\text{Nb}^{95}$  pela coluna de sílica-gel.

A Divisão de Engenharia Química dedicou-se aos seguintes tópicos:

a) Estudos de purificação de lantanídeos - Foram retomados estudos de purificação de lantanídeos, partindo-se de concentrados produzidos pela APM; concluídos os trabalhos de uma instalação composta de duas colunas de troca iônica e feitas experiências de purificação de concentrado de óxido de érbio (pureza 95%).

b) Laboratório de espectrografia de emissão - Contou com a colaboração de especialistas estrangeiros que, ao lado de atividades técnicas, pronunciaram palestras sobre a especialidade. Têm sido realizadas análises de terras raras, de amostras de diuranato de amônia, etc. e um maior desenvolvimento dos trabalhos deste setor está na dependência da importação de padrões.

## B. NO INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

A Divisão de Química realizou as seguintes atividades:

a) Análise por ativação - Todas as análises convencionais foram verificadas pela técnica da ativação neutrônica. Procede-se desta maneira visando à comparação de métodos e ao treinamento de pessoal. Com o analisador Packard de 400 canais em operação abriram-se novos horizontes para trabalhos deste tipo. Trabalhos com isótopos de meia vida (de ordem de segundos) já estão sendo considerados.

Muita atenção tem sido dada à utilização de computadores para a análise de dados do analisador multicanal. Com este objetivo realizaram-se vários programas para o computador IBM-1130, os quais estão sendo usados frequentemente. Um programa para análise de espectros complexos encontra-se

na fase de correção de erros.

b) Análises químicas - A rigor, este item estaria englobado no anterior, mas devido ao grau de especialização foi considerado isoladamente.

Dispõe a Divisão, atualmente, de setores de química analítica em intenso funcionamento, utilizando métodos eletrométricos, espectroscopia de absorção atômica, espectrometria ultra-violeta, visível e infravermelho próximo, e cromatografia.

Em métodos eletrométricos, foram feitas determinações diversas em polarografia, potenciometria, condutometria e amperometria. A maior parte dessas determinações tem sido feita com a finalidade de controle de outros setores. Em coulometria, entretanto, montou-se um conjunto destinado à determinação de urânio e, no momento, procede-se à intensa pesquisa bibliográfica nesse sentido. O mesmo equipamento montado para coulometria do urânio já foi utilizado na determinação de arsênio, com ótimos resultados.

A espectroscopia de absorção atômica já se encontra com quase toda a sua potencialidade analítica à disposição. Pequenos acidentes que serão evitados com a aquisição de mais experiência têm prejudicado um pouco seu funcionamento contínuo. O espectrômetro recentemente posto em funcionamento já começou a prestar seu auxílio imprescindível na realização de análises.

A cromatografia em lâmina delgada começa a ser aplicada com resultados altamente promissores, especialmente em conjunção com a análise por ativação.

Um estudo relativo à síntese de niobatos esteve em andamento a partir de maio. O trabalho se desenvolveu lentamente por não ter caráter prioritário.

### C. NO INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

Foram desenvolvidos, principalmente, trabalhos básicos de química e colaboração técnica às outras Divi

sões da instituição. Alguns dos trabalhos levados a efeito foram os seguintes:

- a) preparação e purificação do tricarbonato de cobalto (III) - 3 hidratos de sódio e seu homólogo de potássio;
- b) purificação de solventes para serem usados em separações rádio-químicas;
- c) detecção da radiação gama pelo processo de Fricke baseado na oxidação do Fe (II) e Fe (III);
- d) complementação da proteção do gerador de neutrons feita pela aplicação de uma camada de boro na forma de ácido bórico em suspensão de gelatina à porta de blindagem;
- e) verificação de anormalidades na água do reator pela análise da água.

## 2.3 BIOLOGIA, MEDICINA E AGRICULTURA

### A. NO INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Foram realizadas pesquisas bibliográficas e testes aplicando algumas técnicas de inoculação de meios de cultura (nutrição), crescimento de vários micro-organismos em placas de tubos de crescimento, (bactérias, fungos, algas, protozoários, etc.), referentes à análise de solos e micro-organismos da região de Barreiro, Araxá. Estas pesquisas objetivam ao estudo das morfologias externas dos micro-organismos, suas correlações e estabelecimento de um critério para respectiva classificação bem como suas implicações na vegetação local. Teve início a montagem do Laboratório de Biologia.

### B. NO CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

As pesquisas concluídas foram as seguintes: absorção e translocação de fósforo ( $P^{32}$ ) em plantas em função

da nutrição potássica; metabolismo de Ornitina- $C^{14}$  e Arginina- $C^{14}$  em platinhas cultivadas em várias doses de potássio; metabolismo em ácido glutâmico- $C^{14}$  e Glutamina- $C^{14}$  em plantas; interrelação potássio-césio em plantas superiores, utilizando o césio-154; adubação do milho com diferentes fontes de adubos nitrogenados enriquecidos com  $N^{15}$ ; adubação do trigo, utilizando adubos enriquecidos em  $N^{15}$  e marcados com  $P^{32}$ ; indução de mutações pela radiação gama em essências florestais.



3. IMPLANTAÇÃO DE CENTRAIS NUCLEARES

3.1.	- ECONOMIA DE CENTRAIS NUCLEARES
3.2.	- DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADE PRÓPRIA DO PROJETO E ANÁLISE DE CENTRAIS NUCLEARES

### 3. IMPLANTAÇÃO DE CENTRAIS NUCLEARES

#### 3.1. Economia de Centrais Nucleares

a) Previsão atual sobre o programa nuclear para a Região Centro Sul.

O Grupo de Trabalho CNEN/AIEA/ ELE TROBRÁS realizou uma previsão sobre o futuro da energia nuclear na Região Centro Sul. Os resultados globais mostraram que o principal esforço nesta introdução deverá ser feito entre 1980 e 1985, para que se possa atingir um total instalado entre 5.800 e 6.300 MW nesta última data. A introdução de alguma energia de Sete Quedas antes dessa época reduziria um pouco as necessidades, mas o ritmo de crescimento continuaria sendo bastante elevado.

Por outro lado, há grandes incertezas nas projeções de carga utilizadas e a fração nuclear da capacidade global instalada aumenta com projeções crescentes. Este fato, aliado às incertezas sobre Sete Quedas, leva a que se admita, como valores razoáveis, 6.000 MW instalados em 1985 e 13.000 MW em 1990.

O aumento de capacidade nuclear de, praticamente, nenhuma, para 13.000 MW em uma década, pode ser um ritmo demasiadamente elevado. Deveria ser investigada a vantagem de se reduzir um pouco este ritmo pela construção de algumas centrais antes de 1980. Se por exemplo, 1.500 MW estivessem instalados em 1980, o ritmo de crescimento poderia ser mais razoável. Com estas considerações, um programa racional de introdução seria o seguinte:

QUADRO I

ANO	1976/77	1980	1985	1990	1995	2000
Capacidade instalada (MW)	500	1500	6000	13000	21000	35000

No caso das estratégias mistas (LW + FB e HWR + FB), a distribuição entre a potência térmica e rápida instalada seria a seguinte, tendo por base o balanço de plutônio do sistema.

QUADRO II

ANO	LWR + FB		HWR + FB	
	LWR	FB	HWR	FB
1971	0	0	0	0
1976	500	0	500	0
1980	1.500	0	1.500	0
1985	6.000	0	5.000	1.000
1990	10.500	2.500	8.000	5.000
1995	12.000	9.000	8.000	13.000
2000	13.000	22.000	8.000	27.000

b) Previsão atual das necessidades em urânio para atendimento do programa nuclear da região Centro Sul.

O Grupo de Trabalho CNEN/AIEA/ ELE TROBRÁS realizou uma previsão das necessidades de urânio para atendimento de um programa nuclear para a Região Centro Sul, já mostrado, baseando-se nas seguintes estratégias de reatores:

- LWR - somente reatores a água leve
- HWR - somente reatores a água pesada
- LWR + FB - reatores de água leve seguidos por reatores rápidos a partir de 1985, com balanço de plutônio.

HWR + FB - reatores a água pesada seguidos por reatores rápidos a partir de 1985, com balanço de plutônio.

HWTC - conversor de tório a água pesada, operando no ciclo do U-233 com ciclagem, usando reposição de reatividade por U-235.

Os resultados foram os seguintes (em toneladas de urânio extraídos da mina no ano dado):

QUADRO III

TOTAL ANUAL

Estratégia de reatores	1971	1976	1980	1985	1990	1995	2000
LWR	50	200	600	1500	2800	5000	7600
HWR	0	50	200	600	1300	2300	3700
LWR + FB	50	200	600	1200	1700	1800	3600
HWR + FB	0	50	200	400	700	700	1000
HWTC	0	300	600	1000	1400	1400	2000

QUADRO IV

TOTAL ACUMULADO

Estratégia de reatores	1971	1976	1980	1985	1990	1995	2000
LWR	50	600	2400	7900	19500	39700	71500
HWR	0	100	500	2500	7600	17000	32600
LWR + FB	50	600	2400	7000	14800	23600	35800
HWR + FB	0	100	500	2200	5200	8600	12400
HWTC	0	400	1000	3900	8400	13900	23400

NOTA: As necessidades em tório, no caso da estratégia HWTC, seriam praticamente desprezíveis.

c) Perspectivas da Energia Nuclear no Nordeste

Foi realizado um estudo sobre as possibilidades de introdução de centrais nucleares no Nordeste. Diversas hipóteses foram feitas sobre a operação do sistema nuclear (em complementação térmica, ou associado a centrais hidráulicas com alto fator de capacidade e centrais de bombeamento).

Dos resultados obtidos, pode-se concluir que dificilmente haverá possibilidade de introduzir centrais nucleares antes de 1990. Um possível programa seria o seguinte:

QUADRO V

ANO	1990/93	1995	2000
Capacidade Instalada (MW)	500	1500	4500

Não foi levada em conta a possibilidade de instalação de usinas de dessalinização ou a construção de grandes complexos agro-industriais em torno de centrais nucleares de elevada potência.

d) Estudos sobre expansão do sistema das Centrais Elétricas do Pará S.A. (CELPA).

Os estudos realizados no INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS e concluídos em 1968 indicaram, como possibilidade válida para a expansão do sistema da CELPA, a construção de centrais térmicas até 1978 e a inclusão de duas unidades de 150 MW nucleares (BWR), respectivamente em 1981 a 1983, em um sistema que atingirá demanda de ponta de 300 MW em fins de 1983.

O estudo citado mostra, também, que, caso decisão governamental imponha solução urânio natural às centrais que vierem a ser construídas, dificilmente a energia nuclear poderá ser utilizada, na região, em bases econômicas antes de 1985, quando será possível integrar unidades de 300 MW ao sistema. Após 1980, os estudos mostraram um nítido predomínio nuclear, assumindo 50% a 70% da demanda.

e) Consequências financeiras da realização de um programa de centrais nucleares no País.

A partir da definição de um programa nacional de centrais nucleares, obtido pela análise mais ou menos precisa das diversas regiões, foi feito um estudo sobre as suas consequências financeiras.

Por exemplo, um programa que contemple a instalação de 50.000 MW até 2.000 (dos quais 35.000 na Região Centro Sul), exigiria investimentos de vulto na construção das centrais, como se mostra a seguir:

QUADRO VI

ANO	1976/77	1980	1985	1990	1995	2000
Investimento no quinquênio anterior (MUS\$)	100	200	900	1500	1800	3200
Investimentos acumulados (MUS\$)	100	300	1200	2700	4500	7700

No fim do período os números perdem um pouco de significado. A década de 80, no entanto, envolve investimentos de MUS\$ 2.400, cêrca de MUS\$ 240 por ano, ou seja 60% dos investimentos anuais globais do País em geração e transmissão de energia elétrica no triênio 1968/70.

Investimentos adicionais deverão ser feitos em indústrias complementares, como tratamento de urânio, fabricação de elementos combustíveis, de moderadores, etc; para os USA são estimados em cêrca de 1/3 (40 \$/MW) do investimento em centrais prôpriamente ditas a fim de suportar o programa de reatores de água leve dêste País em 1980. A metade dêste investimento corresponderá às usinas de difusão. Numa primeira aproximação, tomando 15%, êstes investimentos complementares poderão atingir outros MUS\$ 1.200 até o ano 2.000, elevando o total de investimentos a 9 (nove) bilhões de dólares até êste último ano.

A simples compra de urânio poderá trazer movimentações de 900 MUS\$ a 1.800 MUS\$ nos próximos 30 anos, dependendo da estratégia de centrais nucleares adotada.

As cifras atingem fâcilmente valores inesperados, à primeira vista, e podem tornar-se um ponto de

dificuldade no programa nuclear, especialmente se uma grande parte tiver que ser realizada em moeda estrangeira. Este ponto deve ser investigado com cuidado, devendo merecer prioridade absoluta a perspectiva de seu atendimento, pelo menos numa parcela substancial, pela indústria nacional. Neste caso, no devido tempo a indústria nuclear deverá atingir um volume de produção compatível com o programa nuclear a ser estabelecido.

f) Previsão das necessidades de pessoal para um programa de energia nuclear

Uma comparação entre programas nucleares já realizados por outros países e os planos brasileiros pode fornecer uma indicação razoavelmente segura sobre a evolução das necessidades de pessoal.

A França, por exemplo, possui uma estrutura funcional (relativamente à introdução de centrais nucleares nos sistemas geradores) aproximadamente igual à que o Brasil está implementando. Uma transposição da evolução dos efeitos do CEA francês para o caso brasileiro mostra que é razoável esperar uma evolução de pessoal total na CNEN da ordem de 25% a 30%, nos seguintes totais:

QUADRO VII

ANO	1968	1970	1975	1980
Pessoal total	2.500	2.500	4.500	11.500
Nível superior em cargo de Chefia	400	500	900	2.600

O pessoal de chefia constitui uma preocupação à parte, em virtude da necessidade de especialização e do seu custo. Uma previsão foi feita tomando 20% dos totais citados, proporção esta que se manteve, aproximadamente, no



## Comissariado de Energia Atômica da França.

Por outro lado, uma previsão pode ser feita tendo por base o volume de dinheiro que a construção das centrais nucleares fará movimentar (x). Obter-se-á, desta maneira, somente a parcela de pessoal diretamente interessado nas centrais, seja em atividade de construção, seja em pesquisa diretamente relacionada.

QUADRO VIII

ANO	VOLUME DE DINHEIRO EM MOVIMENTO NO ANO (10 <sup>3</sup> US\$)	PESSOAL TOTAL INTERESSADO	PESSOAL PARA ESTUDO E PESQUISAS			
			QUÍMICA, METALURGIA E ENGA. CIVIL		ELETRÔNICA E MECÂNICA DE PRECISÃO	
			Total	Eng <sup>os</sup> .	Total	Eng <sup>os</sup> .
1976	25.000	3.000	70	35	150	75
1980	40.000	5.000	110	55	250	125
1985	225.000	28.000	600	300	1400	700
1990	375.000	47.000	1000	900	2300	1150

(x) R. Bonnett - "Quelques contraintes d'un programme de production d'electricité nucleaire", CEA (Comissariado de Energia Nuclear da França) - 1963

Nenhuma previsão foi feita para o pessoal de operação. Verifica-se, no entanto, na obra citada, que o número é desprezível.

### 3.2. Desenvolvimento de Capacidade Própria do Projeto e Análise de Centrais Nucleares.

#### a) Projeto Toruna

A parte principal do projeto é realizada, pela CNEN, no Instituto de Pesquisas Radioativas e consiste no desenvolvimento do projeto de um reator de potência que se adapte ao ciclo do tório ou do urânio natural, e possa usar um máximo de componentes nacionais.

Iniciado em 1965, o projeto recebeu o nome de projeto INSTINTO, devido à natureza "intuitiva" de várias opções no conceito do reator então estudado. Esta fase inicial foi terminada em dezembro de 1967 com a emissão de um Relatório circunstanciado, analisando o conjunto do problema e recomendando a continuação dos trabalhos, através de um programa quadrienal visando o detalhamento do projeto, inclusive através de dados experimentais.

O ano de 1968 marcou o início desta nova fase, tendo o projeto sido redenominado TORUNA devido à excepcional adaptabilidade deste conceito de reator a vários ciclos de combustível, em particular aos dois que mais interessam ao Brasil: ciclo do tório e ciclo do urânio natural.

Os trabalhos referentes a este projeto, durante o ano, podem ser visualizados como uma revisão, ampliação e refinamento dos métodos de cálculo do projeto INSTINTO. Devido à extensão e complexidade de tal estudo foram criados projetos paralelos com a finalidade de futuramente, complementar o estudo teórico do reator com resultados experimentais.

Assim, para o estudo da viabilidade de construção do reator foi criado o projeto do protótipo, para os estudos de térmica o projeto do circuito térmico, e para os estudos de física de reatores, o projeto da sub-crítica.

Com relação ao projeto TORUNA propriamente dito, foi desenvolvido um conjunto de códigos de

cálculos para computador. Os códigos para os cálculos aproximados puderam usar o computador IBM-1130 da Escola de Engenharia da UFMG. Entretanto, os cálculos mais precisos exigiram o uso de computador de grande porte. Face à inexistência de tal equipamento em Belo Horizonte está sendo usado o da Universidade de São Paulo (IBM/360-Mod.44).

Os códigos abarcam as seguintes áreas: cálculo de reticulado, otimização, blindagem, barras de controle, térmica, termodinâmica e cálculo estrutural do vaso de pressão em concreto protendido.

O conjunto do trabalho está sendo elaborado em convênio com o Comissariado de Energia Atômica da França. Durante 1968, como resultado, a França realizou uma série de experiências relativas à determinação da seção de choque do U-233 e forneceu um conjunto de códigos que servirão para cálculos precisos de referência.

#### b) Projeto Protótipo

A eventual adoção de reatores do tipo TORUNA no parque energético brasileiro, dependerá da solução dos problemas surgidos durante a construção e operação de uma primeira central deste tipo. Esta primeira central deverá adotar todas as opções de base do reator TORUNA, sendo, porém, de menor porte, a fim de evitar grandes investimentos.

O projeto Protótipo cuida dos projetos da viabilidade e da elaboração do projeto deste reator de pequeno porte. Os primeiros estudos a respeito foram iniciados no segundo semestre de 1968, envolvendo, principalmente:

- b.1. Estimativa da equipe necessária ao desenvolvimento do projeto;
- b.2. Elaboração do método a ser usado no levantamento do parque industrial brasileiro apto a suprir componentes de centrais nucleares;
- b.3. Início do estudo crítico do reator TORUNA, extrapolando as soluções para um reator de menor porte.

#### 4. TECNOLOGIA DE REATORES

4.1	<ul style="list-style-type: none"><li>- REATORES CRÍTICOS E SUB-CRÍTICOS A ÁGUA PESADA<ul style="list-style-type: none"><li>4.1.1. - Montagem Sub-crítica</li><li>4.1.2. - Circuitos Térmicos</li></ul></li></ul>
4.2	<ul style="list-style-type: none"><li>- CENTRO DE EXPERIMENTAÇÃO DE MATERIAIS NUCLEARES</li></ul>

#### 4. TECNOLOGIA DE REATORES

##### 4.1 - Reatores Críticos e Subcríticos a Água Pesada

###### A - No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

O programa de trabalho do Grupo do Tório para 1969/71 se caracteriza, essencialmente, pela entrada na fase experimental e se destina à verificação dos cálculos preliminares anteriormente realizados, bem como à formação de pessoal especializado em projeto, em execução e em operação de instalações experimentais.

Deve ser salientado que, no Brasil, não existe experiência tecnológica no campo de montagens nucleares da linha água pesada. Como esta linha apresenta atrativos excepcionais, dada a sua flexibilidade, torna-se imperativo o preparo de pessoal nesse setor.

Por outro lado, a indústria nacional necessita ser despertada para poder enfrentar os problemas tecnológicos que, fatalmente, ser-lhe-ão apresentados no setor nuclear.

É dentro desse contexto que se situa a construção de montagens experimentais para medidas de física de reatores, tendo sido necessário decidir-se sobre seus tipos, números e épocas de construção.

Tomando como objetivo final a construção do reator de porte industrial, do ponto de vista neutrônico o programa experimental prevê as seguintes etapas, com as respectivas finalidades :

###### a) - Montagem subcrítica

Uma montagem subcrítica permite a realização de experiências globais (determinação do laplaciano), estudo da reatividade de barras, coeficientes de temperatura e de vazios, parâmetros microscópicos da célula (estrutura fina, p e f), etc.

b) - Montagem Crítica

Uma montagem crítica permite a realização das mesmas experiências anteriores com maior precisão e, ainda, estudo sobre variações de reatividade devido a pequenas perturbações locais (danger coefficient), etc.

c) - Protótipo de Potência Reduzida

Com o protótipo pode-se realizar experiências globais sob o fluxo do reator, isto é, fator conversão, queima (burn-up), envenenamento, etc.

4.1.1 - Montagem Subcrítica

Uma montagem subcrítica de geometria cilíndrica consiste de um tanque cilíndrico de eixo vertical, contendo um reticulado combustível-moderador, com dimensões abaixo das críticas correspondentes à geometria e composição consideradas. A reação em cadeia é mantida por meio de uma fonte externa de neutrons situada na base do tanque.

O fluxo de neutrons no interior do tanque se distribui exponencialmente na direção vertical e, segundo JO (função de Bessel de ordem zero) na direção radial.

O mapeamento do fluxo permite a determinação de  $B^2m$  (laplaciano material) do meio. O confronto dos laplacianos medidos e calculados serve como verificação dos métodos de cálculos usados, ou então, deixando-se um ou dois parâmetros livres, seus valores podem ser ajustados através do laplaciano medido.

Medidas de parâmetros microscópicos da célula são também possíveis e, entre elas, a de determinação mais simples (fator de utilização térmica) é a obtida a partir do mapeamento da estrutura fina do fluxo na célula.

Além de medidas baseadas no mapeamento, outras técnicas de medidas globais como a de neutrons pulsados e a de substituição podem ser usadas.

#### 4.1.2 - Circuitos térmicos

##### A - No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Espera-se instalar, em meados do próximo ano, o primeiro circuito térmico experimental, como desenvolvimento dos laboratórios de mecânica térmica que se destinam ao teste das condições de trabalho e das soluções adotadas no projeto TORUNA.

Este primeiro circuito terá como principal missão a implantação de métodos experimentais e conhecimento de instrumentação necessário a ulteriores etapas do projeto do reator, tendo sido projetado em colaboração com o Centro de Estudos Nucleares de Grenoble (França). Suas principais características são : Potência máxima 300 KW ; Pressão mínima de operação 15 atm e Vazão máxima em torno de 51/s.

O circuito foi concebido para a operação em fase líquida, e futuramente poderá, mediante pequenas modificações, operar em duas fases. A seção de teste está em fase de projeto detalhado. Já foram feitas consultas a firmas nacionais e estrangeiras e compra de alguns componentes.

A este circuito deverão seguir um circuito hidráulico experimental, uma montagem para estudo do isolamento térmico do vaso de pressão e a montagem de um protótipo de pressurizador.

##### B - No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

A Divisão de Física de Reatores mantém um grupo de térmica. Foi projetado e encontra-se em construção, um banho termostático para ensaio de termo-pares. Foram desenvolvidos estudos sobre a possibilidade de construção de termo-pares, para pesquisa em térmica de Reatores, a partir de componentes nacionais. A impossibilidade de miniaturização do equipamento levou à decisão de se importar material francês, produzido pela SODERN. Para a montagem do laboratório de térmica foram feitos contactos com grande número de firmas especializadas no exterior e no país, levando-se a efeito

a seleção de equipamentos, especificação para compras, etc. Realizaram-se estudos para construção de aparelhagem para a determinação de calores específicos e emissividade de sólidos metálicos até a temperatura de fusão. Foram terminados estudos sobre : a) cálculo de tabelas de propriedades termodinâmicas ; b) blindagem gama do ponto de vista térmico. Estão em desenvolvimento pesquisas sobre coeficientes de película para escoamento em canais formados por placas paralelas. Iniciou-se o detalhamento final do projeto para a instalação de um "loop" para estudos de transferência de calor e a importação e compra de equipamentos. Estão em desenvolvimento pesquisas sobre o método para determinação de condutibilidade térmica.

#### 4.2 - Centro de Experimentação de Materiais Nucleares

##### A - No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

Continuam em andamento os estudos do projeto de um reator de alto fluxo, peça fundamental para a análise de comportamento dos materiais sob alto fluxo de irradiação. Além de irradiações de materiais, deverão ser estudados, inúmeros problemas tecnológicos. Em vista disso, próximo ao reator haverá uma instalação para experimentação e testes de materiais de blindagem, testes de Física de Reatores, etc.



5. CICLO DE COMBUSTÍVEL

5.1.	<ul style="list-style-type: none"><li>- PROSPECÇÃO MINERAL<ul style="list-style-type: none"><li>5.1.1. - Prospecção Através de Equipes de Campo</li><li>5.1.2. - Prospecção Aérea Sistemática</li><li>5.1.3. - Prospecção Aérea Pormenorizada</li></ul></li></ul>
5.2.	<ul style="list-style-type: none"><li>- ANÁLISE DE AMOSTRAS<ul style="list-style-type: none"><li>5.2.1. - Análises Radiométricas</li><li>5.2.2. - Análises Químicas</li><li>5.2.3. - Análises Cristalográficas</li></ul></li></ul>
5.3.	<ul style="list-style-type: none"><li>- PURIFICAÇÃO DE URÂNIO<ul style="list-style-type: none"><li>5.3.1. - Plantas-Piloto</li></ul></li></ul>
5.4.	<ul style="list-style-type: none"><li>- TRANSFORMAÇÃO DE CONCENTRADOS DE TÓRIO EM PRODUTOS NUCLEARMENTE PUROS</li></ul>
5.5.	<ul style="list-style-type: none"><li>- PRODUÇÃO DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS</li></ul>

## 5. CICLO DE COMBUSTÍVEL

### 5.1 Prospecção Mineral

As atividades técnicas do Departamento de Exploração Mineral (DEM) são executadas pelas unidades de campo - Equipes de Campo - em conjunto com o trabalho desenvolvido pelas seções laboratoriais de apoio, operando na sede do Rio de Janeiro. Ambas atividades, embora distintas, são complementares.

Afora os trabalhos convencionais de campo e de laboratórios incluem-se nas atividades do DEM, estudos fotogeológicos, geoquímicos, levantamentos geológicos, levantamentos radiométricos, prospecção com o auxílio de cintilômetros (a pé, em veículos e em aviões ou em helicópteros), análises fluorimétricas, análises com o auxílio dos Raios-X difratados, análises cromatográficas, análises espectrográficas óticas, análises espectrográficas com o auxílio dos Raios-X, etc.

Os serviços de campo estão a cargo de Equipes que são fixas ou itinerantes, e, via de regra, são conhecidas pelo nome de uma localidade ou acidentes geológicos, integrado na literatura relativa à região em estudo.

Os trabalhos de campo do DEM são realizados através da aplicação racional, e, sobretudo sistemática, dos vários métodos e técnicas utilizáveis numa adequada pesquisa de jazidas de urânio.

#### 5.1.1 Prospecção através de equipes de campo

Conforme já assinalado, as atividades de prospecção mineral foram realizadas pelas Equipes de Campo, dentro da programação estabelecida, executaram diferentes

trabalhos, conforme sumariado abaixo:

#### A. EQUIPE ARAXÁ

Em outubro de 1968 foram encerrados os trabalhos de prospecção e avaliação desenvolvidos pelo DEM na Chaminé Alcalina do Barreiro de Araxá no Estado de Minas Gerais.

No exercício ora concluído, os trabalhos de campo nesta localidade concentraram-se em estudos de avaliação sistemática sobre setores definidos pelas investigações conduzidas no decorrer de 1967 ou sejam:

1. Síntese urano-radiométrica de toda a área da chaminé (20 km<sup>2</sup>) que comparou e interpretou os resultados dos levantamentos geoquímicos e radiométricos, indicando as áreas mais favoráveis à presença de urânio.

2. Conclusão dos trabalhos de avaliação do índice denominado Cascatinha.

3. Determinação do potencial uranífero da jazida de fosfatos.

4. Avaliação qualitativa do índice denominado GERALDO LEMOS.

Estes trabalhos exigiram a locação, a abertura, amostragem e registro radiométrico de 209 (duzentos e nove) poços de pesquisa totalizando 2.874 (dois mil, oitocentos e setenta e quatro) metros perfurados.

Ao final da prospecção em Araxá, devem ser registradas as seguintes conclusões:

- a) Materiais nucleares ligados ao minério de Nióbio: O baixo teor em urânio, a complexidade da tecnologia de "abertura" do pirocloro e o ainda restrito consumo mundial do nióbio de cujo concentrado o urânio sairia como subproduto são fatores que anulam qualquer possibilidade atual de aproveitamento econômico do potencial ligado ao minério de nióbio.

b) Materiais nucleares ligados ao minério fosfático: A jazida de fosfatos contém urânio de baixo teor que poderia, na melhor das hipóteses, ter seu aproveitamento estabelecido como subproduto da fabricação de ácido fosfórico e do triplo superfosfato. Embora exista a viabilidade técnica do projeto, o problema é extremamente complexo, requer algum tempo e muito dinheiro, razões pelas quais não recebeu ainda um equacionamento definitivo.

## B. EQUIPE TAPIRA

Em Julho de 1968 foram encerrados os trabalhos de prospecção uranífera na Chaminé Alcalina de Tapira (35km<sup>2</sup>) no Estado de Minas Gerais, tendo sido executados os seguintes serviços:

1. Mapeamento radiométrico sistemático numa área de 13,5 km<sup>2</sup> que possibilitou a descoberta e a verificação de 53 anomalias pontuais e 34 " em mancha " ( Em 1967 ).

2. Levantamento geológico de toda a área da chaminé e encaixantes imediatos.

3. Avaliação qualitativa das principais manchas radioativas através de " poços estratégicos".

4. Avaliação do indício denominado Ordonis, o principal da chaminé, através de poços de prova em malha sistemática.

Estes trabalhos exigiram a locação, abertura e gamaperfilagem de 58 poços, totalizando 541 metros perfurados; foram coletadas 533 amostras para análises.

Constatou-se que a radioatividade está ligada a vários fatores: ocorrência de tório no mineral Perowskita ( variedade de irinita ) ; adesão de urânio e tório em argilas, possivelmente com fixação por óxidos de ferro e sílica opalina; presença de urânio e tório nos fosfatos; ocorrência de monazita e presença de tório no zircão; ao elemento Rádio.

Conclui-se que o teor uranífero médio das amostras de Tapira é inferior a 0,01% U<sup>3</sup>O<sup>8</sup> e não foi encontrada qualquer ocorrência, mesmo na região mais promissora, que

justificasse interesse econômico.

### C. EQUIPE TRIÂNGULO MINEIRO

Com o objetivo de melhor conhecer as condições geológicas das formações cretáceas do triângulo mineiro e testar a possibilidade de ocorrência de mineralizações uraníferas, foi lançada nesta área uma Equipe de Prospecção Geoquímica com coleta sistemática de aluviões (leito de rios e riachos).

Os trabalhos de investigação cobriram uma área de influência em torno de 9.000 km<sup>2</sup>, interessando, principalmente, os sedimentos do grupo Baurú (cretáceo flúvio-lacustre) e Formação Uberaba (Cretáceo, detritico, tufáceo), dentro da programação geral de trabalhos do DEM para a Bacia Parana.

A escolha do aluvião vivo como material a ser coletado prende-se ao fato de que o mesmo se dispersa com facilidade e representa uma amostra seletiva dos sedimentos atravessados pelos cursos d'água e contendo, eventualmente, traços de urânio como correspondentes a indícios de possíveis mineralizações.

A Equipe operou nos municípios de Conquista, Uberaba, Conceição das Alagoas e Uberlândia, coletando cerca de 1.500 amostras distribuídas segundo a rede hidrográfica dessa região.

Embora com relação à área trabalhada o número de amostras representa uma baixa densidade de amostragem, o mesmo ilustra com boa aproximação as possibilidades de ocorrência de mineralizações uraníferas nas formações geológicas testadas.

Concluiu-se que tanto o Grupo Baurú como a Formação Uberaba não apresentam motivações técnicas que os incluam dentro do plano de pesquisa prioritário do DEM, motivo pelo qual os trabalhos na área referida foram suspensos.

### D. EQUIPE TAUBATÉ - TREMEMBÉ

Durante o ano foi realizado um Reconhecimento Preliminar de um mês na Bacia Sedimentar de Taubaté, cuja área é de 1.800 km<sup>2</sup>.

Os trabalhos de campo compreenderam:

1. Verificação das condições sedimentológicas da Bacia através do estudo de alguns cortes e secções do pacote sedimentar.

2. Execução de 582 quilômetros de perfis radiométricos (Autoportada), percorrendo-se as principais estradas.

Foram descobertas 14 anomalias radioativas.

3. Coleta de 50 amostras de aluviões para análise geoquímica.

Embora tôdas as anomalias encontradas estivessem ligadas à presença dos minerais monazita e xenotima em conglomerados inconsolidados da Formação São Paulo (Superior), as condições sedimentológicas, paleogeográficas e estruturais da Bacia de Taubaté foram consideradas suficientemente adequadas para a sua inclusão no Programa de Trabalho do DEM para 1969.

#### E. EQUIPE SALITRE / SERRA NEGRA

As chaminés alcalinas da Serra Negra (150 km<sup>2</sup>) e Salitre (100 km<sup>2</sup>), a oeste do Estado de Minas Gerais, mereceram por parte do DEM no exercício de 1968, a devida atenção.

Após estudos fotogeológicos ficou comprovado que a região de Serra Negra é geologicamente falando, uma chaminé de intrusão básico-alcalina envolvida por uma alternância descontínua de quartzitos e folhelhos formando um cinturão envolvente com uma largura máxima de 4 (quatro) quilômetros.

O levantamento radiométrico sistemático a pé (100 x 75) efetuado pela Equipe numa área de 7,2 quilômetros quadrados acusou manchas radioativas junto a diques anelares de quartzitos. Foram executados ainda campanhas de geoquímica de aluvião e solos com resultados pouco satisfatórios. Nas amostras analisadas, a radioatividade é, preponderantemente, devida a tório (até 90%).

A intrusão de Salitre é limitada por siltitos e folhelhos ardosianos da Série Bambuí, tendo como rocha dominante um Aegirina - Siltito, ocorrendo ainda piroxenitos, carbonatitos, etc.

Medidas radiométricas efetuadas mostraram uma distribuição irregular de "manchas" indicando ausência de mobilização secundária preferencial de urânio. Tanto a geoquímica de solos como a de aluvião deram resultados pouco promissores pelos baixos teores em  $U^3O_8$  encontrados. A radioatividade é quase toda devida a tório.

Nas duas chaminés alcalinas, as manchas radioativas indicam pouca ou nenhuma mobilização de urânio. O tório e o urânio ocorrem como elementos acessórios em quase todos os minerais. As mineralizações são essencialmente toríferas.

Face a estas conclusões foram suspensos os trabalhos da Equipe em julho do exercício. Tanto Salitre como Serra Negra tornaram-se sem interesse para o DEM tendo em vista as remotas possibilidades de existência de concentrações uraníferas nêstes locais.

#### F. EQUIPE BAMBUÍ

Na região de Bambuí, Estado de Minas Gerais, onde são conhecidas uma centena de anomalias radioativas causadas por material filoniano escuro e material brechóide - conglomerático contendo urânio e/ou tório, foram realizados trabalhos sistemáticos de prospecção no terreno, inclusive furos de sondagem, visando a esclarecer zonas onde houvesse predominância de uma eventual mineralização uranífera.

O material filoniano está relacionado com fraturas e falhas cortando ardósias da Série Bambuí (Siluriano?). O material brechóide é tipicamente lenticular, quartzoso e, aproximadamente heterogêneo na granulometria e forma dos seixos; aflora principalmente, em regiões mais baixas em forma de cordões fluviais, talvez formados em antigos vales durante a sedimentação.

A área de interesse abrange 2.000 quilômetros quadrados onde foram catalogados até o momento 106 anomalias radioativas, sendo a maior parte do tipo filoniano.

O quadro seguinte sumariza alguns dados já obtidos:

Q U A D R O I

Material	Nº ANOMALIA	Nº DE ANÁLISES		TEOR MÉDIO EM ppm.	
		U <sup>3</sup> O <sub>8</sub>	ThO <sub>2</sub>	U <sup>3</sup> O <sub>8</sub>	ThO <sub>2</sub>
Material tipo filão	24	35	28	260	2.223
	32	9	-	367	-
	62	4	5	295	1.178
	97	15	15	337	2.140
	98	6	6	487	2.200
	101	11	3	219	2.000
	TOTAL	80	57	-	-
Material Brechóide	49	26	20	350	3.450
	47	11	31	149	69.600
	7	11	-	197	-
	TOTAL	150	108	-	-



Os trabalhos de campo realizados em 1968 sobre 9 (nove) anomalias e compreendendo Fotogeologia (2.000 km<sup>2</sup>); Geoquímica de solos e aluviões; Abertura de poços e trincheiras; Ensaio de geofísica por resistividade e 32 (trinta e dois) furos de sondagens totalizando 1.363 (um mil, trezentos e sessenta e três) metros, mostraram que o elemento responsável pela radioatividade é, em maior proporção, o tório, o qual em muitos casos ocorre em minerais que apresentam, uma alta solubilidade: 85% (ataque ácido - H<sup>2</sup> SO<sup>4</sup> a 10%).

Os trabalhos realizados e os resultados obtidos não permitem ainda definir o potencial das ocorrências uraníferas de Bambuí.

- Campanha aerocintilométrica com discriminação de energia (2.500 km lineares de voo à malha de 500m).
- Campanha de sondagens: 4.000 - 5.000 metros.
- Trincheiras e poços de pesquisas.

#### G. EQUIPE POÇOS DE CALDAS

No decorrer de 1968, os trabalhos de prospecção no Maciço Alcalino de Poços de Caldas (800 km<sup>2</sup>), no Estádo de Minas Gerais, foram concentrados sobre indícios aonde o tipo de mineralização se assemelha àquela descoberta em Agostinho.

Nêste campo, o mais importante do Planalto Caldense, foi atingida a última fase de prospecção, sendo iniciado o poço de pesquisa de 40 metros para acesso à galeria horizontal de onde se extrairá minério para tratamento físico-químico em escala semi-industrial.

Êste trabalho sofreu certo atraso devido a diversos fatores próprios de um serviço pioneiro, mas já atingiu um ritmo normal, esperando-se que estejam concluídos em meados de 1969. A rocha é muito fraturada o que obriga a colocação de revestimentos de proteção.

Os objetivos principais desta galeria, como já foi dito, são:

a) Observação direta do minério, tanto no que diz respeito à geometria como ao tipo de mineralização.

b) Coletar amostras respresentativas, uma vez que a recuperação dos testemunhos de sondagens rotativas é muito baixa. A radioperfilagem permite determinar a espessura e o teor com certo grau de precisão, mas é necessário obter amostras mais representativas para análises químicas. Estas análises permitirão fazer uma reta de correspondência teor radiométrico/teor químico com muito mais precisão. Esta reta será de grande importância, pois permitirá o controle de exploração e produção com um mínimo de análises químicas.

c) Retirada de cêrca de 20 toneladas de minério para um teste de tratamento em escala semi-industrial. Os testes feitos em diversos laboratórios mostram que o minério de Agostinho é altamente solúvel. Senão vejamos:

Ácido a 10%

Recuperação de  $U^3O_8$

HCl	88,6%
HNO <sub>3</sub>	88,3%
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	79,7%

Dêste total, 14% é solúvel em água. Êstes testes foram feitos com ácido, a frio.

- Teste feito no Laboratório do IPR de Belo Horizonte:

% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Granulometria	%U <sup>3</sup> O <sup>8</sup> recuperado
5	80	80
5	150	75
10	80	75
10	100	78
10	150	85
20	80	74
20	100	84
20	150	76

( ) Melhor rendimento - c/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 10%, granulometria de 150 mesh - 85%.

Como se vê, estes resultados são altamente promissores, porém necessário fazer-se um teste mais completo em escala industrial a fim de se conhecer o real valor econômico da jazida. Desde já o Campo do Agostinho pode ser considerado como a jazida prospectada e avaliada no Brasil. A reserva de 500 toneladas com teores variando entre 0,1 e 1% de U<sup>3</sup>O<sub>8</sub>, pode parecer pequena, porém deve-se lembrar que esta poderá ser aumentada em função de futuras pesquisas em Agostinho e nos demais Campos onde ocorre uma mineralização semelhante. Por outro lado a prospecção, a lavra e o tratamento deste minério permitirá a criação de "know how" de grande importância para os futuros trabalhos da CNEN. Diga-se de passagem que a experiência brasileira no campo da lavra e tratamento de minério uranífero é muito pequena, a não ser no caso de caldasito, onde o urânio ocorre como subproduto.

Além do Campo do Agostinho foram estudados sistematicamente 7 (sete) indícios. Dêstes, 4 (quatro) foram eliminados por terem sido considerados sem interesse econômico nas condições atuais, restando o Campo de Taquari, Setor C/03, Setor C/08 e Setor C/09 (a ser retomado).

No Setor C/08, os resultados das análises químicas das trincheiras abertas foram excelentes, tendo sido observados valores de 0,17 a 0,19% de U<sup>3</sup>O<sub>8</sub>, não havendo desequilíbrio em relação às análises radiométricas.

O serviço de preparação de amostras da Equipe preparou 142 amostras para análises radiométricas e químicas nos laboratórios do DEM.

O quadro a seguir, mostra as realizações da Equipe no decorrer de 1968.

## Q U A D R O   I I

	Agostinho	Taquari	C/02	C/03	C/08	Totais
Sondagem (m)	312	1.023	205	517	-	2.057
Trincheiras (m <sup>3</sup> )	-	73	163	524	58	818
Altimetria (Ha)	-	-	-	42	-	42
Planimetria (Ha)	-	10	12,6	42	11,3	75,9
Radiometria Preliminar (Ha)	-	-	40	62	-	102
Radiometria (Ha)	-	7,5	14,7	42,5	11,3	76,2
Geologia (Ha)	-	-	-	46,7	-	46,7
Geofísica (Ha)	4,4	10	7,2	21	-	42,6
Galeria (m <sup>3</sup> )	88,34	-	-	-	-	-

## H. EQUIPE DE SONDAGEM

Esta unidade, essencial às atividades do DEM, foi criada em 1962 com o objetivo de executar furos de sondagens junto às Equipes que se ocupam da avaliação de indícios de urânio.

Em se tratando de um serviço oneroso, que representa cerca de 70% das despesas envolvidas na prospecção mi

neral, exigindo maquinaria e equipamento de alto custo e mão de obra especializada, vem encontrando o DEM dificuldades para organizar uma Equipe que atenda, eficientemente, às suas necessidades.

De uma maneira geral constatou-se que o preço de custo do metro perfurado com sondas a diamante (material testemunhado), está na ordem de NCr\$ 100,00 (cem cruzeiros novos) não sendo computada a amortização do equipamento.

O quadro abaixo sumariza o rendimento dos trabalhos de sondagem do DEM desde de 1962.

Q U A D R O III

Ano	Tucano	Petrolândia	P. Caldas	BambuÍ	Dine	Totais
1962	435	-	-	-	-	435
1963	432	-	-	-	-	432
1964	450	-	900	-	-	1.350
1965	-	3.500	900	-	-	4.400
1966	990	540	846	-	-	2.376
1967	-	69	3.787	-	-	3.856
1968	-	-	2.057	1.363	163	3.583
TOTAIS	2.307	4.109	8.490	1.363	163	16.432

O exame dêste quadro nos mostra que êle não es  
tá sincronizado com os trabalhos de superfície e, principalmen  
te, com a dinamização que deve caracterizar uma audaciosa pro  
specção mineral.

Estas dificuldades forçaram o DEM a buscar o  
concurso de emprêsas privadas para o cumprimento de algumas  
etapas de seu programa de sondagem. Entretanto, a experiên  
cia realizada com 3.000 metros de furos contratados em Poços  
de Caldas (1967) não trouxe os resultados esperados.

## I - DISTRITO DO NORDESTE (DINE)

No dia 31 de agosto, foi solenemente inaugurado o  
Distrito do Nordeste. Êste Distrito, com sede em Fortaleza,  
Ceará, terá como função primordial a prospecção de minerais  
radioativos em tôda a Bacia do Piauí-Maranhão, (600.000km<sup>2</sup>) e  
será dotado de uma estrutura técnica administrativa, com certa  
autonomia que lhe permitirá desenvolver suas atividades sem  
entraves burocráticos.

A criação do Distrito do Nordeste representa um  
passo realístico da CNEN visando, objetivamente, a descentrali  
zar suas atividades de prospecção mineral no Brasil.

Com a inauguração do Distrito, os trabalhos so  
freram uma parcial solução de continuidade, devido, em parte,  
ao natural deslocamento de pessoal para montagem da nova má  
quina administrativa, bem como do laboratório de Fortaleza. De  
outro lado, também, pela involuntária falta de apoio ao Distrito,  
em particular no tocante ao número de geólogos.

Mesmo assim, foram realizados inúmeros traba  
lhos de campo que culminaram com o início da fase de son  
dagem no final do ano.

Inicialmente, o Distrito procurou instalar devida  
mente suas várias equipes, procurando melhorar as vias de aces  
so às áreas onde o trabalho de campo era mais intenso. Assim  
foram realizadas as aberturas de estradas para acesso aos lo  
cais de concentração de anomalias de maior interêsse. Destaca

mos a construção da estrada Viçosa - Padre Vieira, e, recon  
strução do trecho São Benedito-Ôlho d'Água Grande.

Embora se tenha trabalhado na verificação de inúmeras anomalias, seja o reconhecimento das anomalias des  
cobertas pela PAP-67, seja das encontradas em mapeamento geol  
ógico, procurou-se dar ênfase ao mapeamento geológico e à ca  
racterização da estratigrafia, a fim de ter-se uma base para as futuras campanhas de sondagens.

Nêste sentido foi concluído o mapeamento geol  
ico de áreas como: JOÁ (80 km<sup>2</sup>), PADRE VIEIRA (com a reali  
zação de perfis a teodolito equidistante de 3 km e caminha  
mento intermediário). Dêste mapeamento resultou a definição de vá  
rias zonas anômalas, bem como a determinação do contato en  
tre os arenitos Caetitú e Talhado - arenitos resultantes de uma subdivisão estratigráfica de membro Itaim, cujas diferencia  
ções de fácies, em muito têm auxiliado os trabalhos geológicos posteriores.

Com o detalhamento da área de PADRE VIEIRA conseguiu-se limitar a localização de todas anomalias dentro do Membro Itaim (Formação Pimenteiras).

Foram feitos ainda reconhecimentos geológicos em outras áreas, como ao longo do lineamento estrutural de Ôlho d'Água Grande (revelando mineralização de autunita); entre Viçosa e Cocal abrangendo desde o cristalino até o contato Itaim-Picos.

A área de ÔLHO D'ÁGUA GRANDE mostrou ser bastante interessante (foram encontradas várias anomalias no reconhecimento) justificando a realização paralela de um mapeamento geológico, com intensa pesquisa no campo, e uma fotoin  
terpretação geológica com apoio de campo.

Os dados obtidos convergiram para um mapa fo  
togeológico, na escala 1:25.000, abrangendo uma extensão areal de 850km<sup>2</sup> na região de ÔLHO D'ÁGUA GRANDE.

Nêstes trabalhos constatou-se a existência de um folhelho, que corresponderia a uma camada existente no tópo do

Membro Itaim, e mesmo que sua continuidade lateral seja interrompida, poderá representar um excelente nível guia; tendo-se em vista a inexistência de um horizonte guia na região.

Resta mencionar a conclusão da Prospeção Aérea Pormenorizada com helicóptero onde foram estudadas 261 anomalias, conforme já foi assinalado neste relatório.

Os trabalhos de campo realizados no Distrito foram coroados, no final do ano (em dezembro) com a realização do primeiro furo estratigráfico, para pesquisa de urânio, da Baía: o ODG-ST-1, localizado em ÔLHO D'ÁGUA GRANDE, cujo resultado, nos deram vários níveis mineralizados com espessura acumulada de 5 (cinco) metros.

#### J. EQUIPE MONAZITA

Teve como objetivo verificar e cubar as anomalias detectadas pela Aerocintilometria (1967) que sobrevoou o litoral de Cabo Frio até Fortaleza; tendo concentrado seus esforços na área ao norte de Vitória.

Foram verificadas 25 (vinte e cinco) indícios, dentre os quais foram selecionados os que constituíam jazidas para um cálculo de reserva em monazita, ilmenita e zirconita.

Os resultados obtidos por esta equipe e trabalhos anteriores acham-se incluídos no quadro abaixo:

QUADRO IV

REGIÃO	MONAZITA	ILMENITA	ZIRCONITA
Buena Boa Vista	16.000 T	13.540 T	10.989 T
Guarapari (MIBRA)	500 T	29.140 T	205 T
Norte de Vitória	5.972 T	59.330 T	16.977 T
Cumuruxatiba	1.120 T	53.080 T	3.454 T
TOTAL	23.592 T	155.090 T	30.625 T



### 5.1.2 Prospeção aérea sistemática

A CNEN, através do DEM, celebrou contrato com a empresa LASA-Engenharia e Prospeção S/A, em agosto, para realização de uma campanha de Prospeção Aérocentilométrica Sistemática na borda ocidental da Bacia Piauí-Maranhão, cujo projeto, a terminar em 1969, consumirá um total de 37.000 quilômetros lineares de vôos distribuídos em linhas espaçadas de 1.000 metros numa altitude média variando entre 75 e 100 metros.

Esta obra, fiscalizada pela Equipe Tocantina Pedro Afonso da Seção de Geofísica, apresentou uma característica técnica até então não empregada no Brasil: Os registros geofísicos deverão ser apresentados com discriminação de energias para urânio, tório e potássio, face ao emprêgo pela firma contratada de um moderno equipamento de espectrografia aérea.

A área sobrevoada está localizada ao norte do Estado de Goiás e dividida em dois setores conhecidos como TOCANTINA e ITACAJÁS, conforme demonstrado no mapa do Brasil anexo.

As operações de campo tiveram início no dia 8 de outubro e até o dia 31 de dezembro foram voados 17.201 quilômetros lineares, sendo que os resultados dos trabalhos desenvolvidos deverão ser apresentados no decorrer de 1969.

### 5.1.3 Prospeção aérea pormenorizada (PAP)

Na borda oriental da Bacia Sedimentar do Piauí-Maranhão, entre os meses de Junho e Agosto, realizaram-se os trabalhos de Prospeção Pormenorizada, com helicóptero, sobre as anomalias detectadas pelas PAS executada em 1964 pela LASA.

No exercício de 1968 a PAP verificou pelas técnicas usuais (vôos a 15 metros) cerca de 261 anomalias distribuídas sobre as áreas de Terezina e Serra Grande no Estado do Piauí, cujos resultados estão sumarizados no quadro seguinte:

.52.  
QUADRO V

LOCAL	ANOMALIAS VERIFICADAS	ANOMALIAS RECOMENDADAS
Beneditinos	16	15
Campo Maior	33	18
J. Freitas	27	13
União	17	8
Alto Longá	14	6
Itainópolis	27	15
Pio IX	12	11
S. Benedito	17	10
Simplício Mendes	18	9
Pimenteiras	16	7
Bocaina	14	6
Picos	10	5
S. M. Tapuio	10	3
Barra	11	6
Pôrto	6	-
Terezina	4	4
Mamede	3	-
N. Olinda	6	-
TOTAIS	261	136

As "constelações" das anomalias recomendadas se  
rão objeto de estudos de campo para caracterização das causas geológicas  
responsáveis pelas anomalias geofísicas.

Foi utilizado um helicóptero Hughes 300 da firma contratada VOTEC com um cintilômetro aéreo MICROLAB 351, tendo sido consumidos 144 horas de vôos.

Da segunda quinzena de agosto até meados de setembro, a Equipe de Prospeção Aérea Pormenorizada realizou no litoral da Bacia de Barreirinhas (TUTOIA) no Estado do Maranhão, uma campanha de vôos com malhas regulares (1.000 m), com o objetivo de dar prosseguimento ao programa de levantamentos de pontos anômalos que possam levar à ocorrências de monazita.

Foram executadas 54 linhas de vôos com comprimento médio de 10 km, que consumiram cerca de 25 horas localizando-se 65 anomalias que serão objeto de estudos posteriores de campo.

## 5.2 Análise de Amostras

Através do conjunto de suas seções técnicas laboratoriais, localizadas na Avenida Pasteur, 404, o DEM desenvolveu constantes e ininterruptas atividades ligadas não somente às necessidades de suas Equipes de Campo, como também às solicitações de outros Departamentos da CNEN.

Além de dar assistência de rotina aos pedidos formulados pelas Equipes de prospecção, puderam, ainda, algumas de nossas unidades de Laboratório promover, tanto quanto possível, o estímulo às pesquisas e experimentações, visando a aprimorar métodos, aparelhos e técnicas, sem que fosse possível distinguir, nitidamente, as investigações de caráter especulativo daquelas eminentemente aplicadas.

### 5.2.1 Análises radiométricas

Realizou um total de 3.769 (três mil setecentos e sessenta e nove) dosagens em amostras de rochas, minerais, concentrados minerais e cinzas, com o objetivo de determinar teores radiométricos em equivalente  $U_3O_8$ .

Dêste total, que constitui um recorde em 12 a nos de atividades, verificou-se a seguinte procedência:

Equipe Araxá .....	3.167
DFMR - CNEN .....	205
Equipe Bambuí .....	92
Equipe Poços de Caldas .....	99
Seção de Mineralogia .....	49
Seção de Cristalografia .....	23
Gabinete da CNEN .....	22
DNPM .....	15
Equipe Tremembé-Taubaté .....	14
Equipe São Benedito .....	13
Diversos .....	70
	<hr/>
	3.769

O método utilizado pela Seção consiste em submeter uma amostra convenientemente preparada (3 gramas a 200 mesh) à exposição de um tubo "geiger", disposto em um "castelo" de chumbo interligado a uma unidade contadora. Os impulsos recebidos pelo tubo são convertidos em choques elétricos que acionam mecanismos contadores, dando número que, transferidos para um gráfico, previamente traçado com auxílio de padrões, fornecem os teores em equivalente de  $U_3O_8$ .

### 5.2.2 Análises químicas

Cêrca de 3.557 (três mil quinhentos e cincoenta e sete) dosagens químicas de urânio, tório e terras raras, representando 3.451 (três mil quatrocentos e cincoenta e um) amostras, foram efetuadas por esta seção.

Do total de análises realizadas pelo serviço, constatou-se a seguinte procedência:

<u>Procedência</u>	<u>Nº de Análises</u>	<u>Nº de Dosagens</u>
Olinda	365	365
Araxá	2.628	2.700
Poços de Caldas	192	194

BambuÍ	186	208
S. Negra/Tapira	18	18
Viçosa Ceará	19	19
S. Benedito	4	4
Taubaté/Tremembé	11	11
Outras	28	28
	<hr/>	<hr/>
TOTAIS	3.451	3.557

O método posto em prática pela Seção para dosagem de urânio compõe-se de 2 frases: separação do ion U dos outros elementos da amostra preparada utilizando-se da técnica clássica, isto é, a precipitação por uma solução de  $\text{CO}_3$  e  $\text{CO}_3$  a 50%, seguida de filtração. Esta operação substitui a parte cromatográfica do processo usado pela geoquímica.

A determinação quantitativa do urânio é feita finalmente, pelo uso do fluorímetro e é representada em % de  $\text{U}^{3}\text{O}_8$ .

### 5.2.3 Análises geoquímicas

Foram feitas no decorrer de 1968, cêrca de 8.258 (oito mil, duzentos e cinquenta e oito) dosagens de urânio em amostras de solos e aluviões provenientes das Equipes de Campo e assim distribuídas:

Salitre/Serra Negra .....	2.346
BambuÍ .....	503
Taubaté/Tremembé .....	50
Triângulo Mineiro .....	1.144
	<hr/>
TOTAL .....	4.043

O método usado compõe-se de duas frases:

- a) Separação cromatográfica do urânio dos outros elementos existentes na amostra, previamente, preparada (moagem, secagem).

- b) Determinação da quantidade de urânio, fluorimetricamente, em "partes por milhão" (ppm).

#### 5.2.4 Análises cristalográficas

Os trabalhos de rotina desta seção compreendem, em 1968, identificações mineralógicas através de técnicas radio-cristalográficas, a saber:

- a) Difração de Raios X
- b) Espectrografia por fluorescência de Raios X.

Foram analisadas, no exercício anterior, um total de 1.199 (um mil cento e noventa e nove) análises, sendo 765 (setecentos e sessenta e cinco) pela técnica da difração de raios x e 434 (quatrocentos e trinta e quatro) pela técnica da espectrografia por fluorescência de Raios X.

Paralelamente às atividades de rotina foram efetuados trabalhos de pesquisa, com o objetivo de estudar pormenorizadamente algumas amostras que apresentaram importância mineralógica.

#### 5.2.5 Análises mineralógicas e petrográficas

A Seção de Mineralogia e Petrografia concentrou-se na investigação das amostras provenientes das Equipes de Campo, determinando e descrevendo rochas, sua composição mineralógica e indicando a presença de minerais radioativos, responsáveis pelas anomalias. Considerável quantidade do trabalho foi dedicado à investigação de amostras enviadas pelo DFMR, MME; DNPM, DESP, CSN, etc.

Usa a Seção métodos óticos microscópicos e métodos químicos qualitativos, inclusive microquímica, cromatografia e testes de toques sensíveis, microfotografia, espectrografia, separação magnética, testes com luz infravioleta, cintilometria, separação gravimétrica, análises granulométricas e todos os outros métodos auxiliares de investigações mineralógicas e petrográficas.

Em 1968 foram recebidas pela Seção 203 (duzentos e três) amostras de rochas das quais 191 (cento e noventa e uma) foram analisadas, constatando-se a seguinte procedência:

Araxá/Tapira.....	86 amostras
Salitre .....	13 "
Poços de Caldas .....	14 "
DINE.....	9 "
Bambuí.....	5 "
Taubaté/Tremembé.....	13 "
DFMR.....	5 "
DNPM.....	16 "
DESP .....	5 "
Coleção da Seção.....	14 "
Outras .....	11 "

---

TOTAL..... 191 amostras

O estudo destas amostras exigiu a identificação de 1.943 (um mil novecentos e quarenta e três) minerais: exame e descrição de 168 (cento e sessenta e oito) lâminas delgadas. 16 (dezesseis) seções polidas, 10 (dez) seções cortadas, 10 (dez) preparativos de pó e 1.076 (mil e setenta e seis) testes químicos, microquímicos, colorimétricos, cromatográficos, etc e 17 (dezesete) espectroscópicos).

A seção contou com um serviço auxiliar de laminação onde foram feitas 258 (duzentos e cinquenta e oito) lâminas delgadas; 12 (doze) seções polidas; 20 (vinte) polimentos, 67 (sessenta e sete) cortes de rochas.

Além dos trabalhos correntes, foram feitas pesquisas sobre a origem e o modo de ocorrência de alguns minerais e rochas radioativas, sobressaindo-se:

a) Estudo da mineralização molibdenítica de Poços de Caldas (Agostinho/Taquari), na qual, pela primeira vez, foi estabelecido que JORDISITA pode-se formar a partir de MOLIBDENITA.

b) Estudo da mineralização pirita-fluorita-manganífera, no qual se destacam SITAPARITA, VREDENBURGITA e Oligonita-minerais raros de manganês portadores de urânio ainda que em pequena proporção.

### 5.3 Purificação de Urânio

#### A. No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

A Divisão de Engenharia Química vem conduzindo trabalhos neste setor com bastante sucesso. Entrou em funcionamento, este ano, a planta de purificação mediante extração por solvente, a qual se encontra agora em fase de regulagem.

Os principais projetos relativos a este tópico e que foram conduzidos nesta Divisão são os seguintes:

a) Transformação de concentrados de urânio em produtos nuclearmente puros.

Dissolução fracionada de diuranato de sódio (DUS) - Foi feito um estudo de dissolução fracionada de DUS recebido da APM. O processo elimina a etapa de calcinação do DUS a 450°C e pode ser feito a temperaturas mais baixas (70-80°C).

Dissolução global do DUS - Foram iniciados estudos para a dissolução global do diuranato de sódio, com o objetivo de obter solubilização total do urânio presente na matéria prima a ser purificada, eliminação total da sílica presente, e boas características de filtrabilidade. Procurou-se obter a otimização do processo, visando a redução do tempo de dissolução, a digestão ácida em temperaturas mais baixas, e a digestão com acidez livre menor. Os resultados obtidos em 250 experiências foram bastante satisfatórios.

Usando coluna tipo Scheibel modificada, foram feitas experiências de extração de nitrato de uranila com TBP-varsol. Diante dos resultados, foi decidida a construção de uma coluna de maiores dimensões.

Estudos da dinâmica de escoamento periódicos em aparelhos de extração. Foram terminados os estudos das equações de perda de carga numa coluna em placa e formulado programa para cálculo em computador.



Precipitação de DUA - Com o fito de fornecer à DMN um produto com melhores condições de tratamento metalúrgico, estão sendo realizados estudos sobre a precipitação do DUA, considerando os seguintes parâmetros: temperatura de precipitação, tempo de precipitação,  $\text{NH}_3$ , gases e solução aquosa, tempo de agitação após o final da reação, pH durante a precipitação e filtração.

b) Tetrafluoreto de Urânio.

Protótipo de reator químico - Foi feita montagem final de protótipo de reator fluidizado a ser usado no piloto de transformação de  $\text{UO}_2$  em  $\text{UF}_4$ .

Estudos de redução de DUA a  $\text{UO}_2$  - Foram iniciados estudos sobre a cinética de reações heterogêneas não isotérmicas sólido-gás. Paralelamente, foram iniciadas experiências adequadas para a transformação em  $\text{UF}_4$ , por reação de hidrofluorização.

Foram iniciados estudos de laboratório para redução de soluções de nitrato de uranila a U-IV por via química.

O projeto da usina-piloto para a produção de tetrafluoreto de urânio em fase avançada, devendo ser instalada em 1969.

5.3.1 Plantas-Piloto

A. No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Preparação de nitrato de uranila - Estão sendo realizadas experiências com o objetivo de determinar as melhores condições de aproveitamento do DUS calcinado que deverá ser entregue pela APM. Foram encontradas boas condições de filtrabilidade dentro de uma concentração de cerca de 300g/l em U.

Preparação de DUA - Até outubro foram preparadas 174,2kg de DUA de pureza nuclear, sendo entregues 34kg à Metalurgia. Face à demora na filtração pelos filtros a vácuo da Usina, passou-se a examinar as condições de filtrabilidade e,

em consequência, a granulometria do produto, visando às posteriores operações de oxidação e redução na Metalurgia. Foram obtidos resultados bastante satisfatórios, reduzindo-se de 17 minutos para 20 segundos o tempo de filtração de 2 litros.

Precipitação do DUS pelo aproveitamento da recuperação da Usina e outros - Chegou-se à conclusão de que há necessidade de se introduzir um segundo filtro a vácuo para acelerar o processo.

Carbonato de uranila usando coluna de leito móvel - Foram retomados estudos, visando à produção de carbonato de uranila de pureza nuclear, pelo sistema de troca-iônica por coluna de leito móvel.

Usina de purificação por troca-iônica - Foi feita revisão do fluxograma e estão sendo testadas as diferentes unidades, esperando-se colocar essa usina-piloto em condições de operação experimental em princípios de 1968.

Misturadores de contadores - Foram realizadas experiências com células tipo, especialmente construídas. Foram construídas duas baterias miniatura, em acrílico, para examinar certos aspectos do processo. Posteriormente, serão construídas baterias com dimensionamento normal, introduzindo-se no projeto as que forem sugeridas pelo funcionamento das baterias-miniaturas.

A parte da usina-piloto de extração por solventes que fôra construída de acrílico para permitir a observação do comportamento do material em seu interior e a título experimental, deverá ser substituída por aço inoxidável, tendo já sido providenciada a encomenda. Todas as partes dessa planta-piloto foram calibradas e devidamente testadas, tendo sido operada em regime semi-automático por atraso na entrega da última parcela dos equipamentos de controle.

#### 5.4. Transformação de concentrados de tório em produtos nuclearmente puros.

Extração em misturadores - decantadores - As experiências conduziram a oxalato de tório, que é um produto

conveniente para o tratamento metalúrgico.

Estudos de precipitação de oxalato de tório -  
Prosseguiram estudos sôbre a transformação de nitrato de tório  
em oxalato de tório, evitando a passagem por sulfato de tório. A  
precipitação como oxalato permite a passagem direta ao ThO<sub>2</sub>  
para uso em processos metalúrgicos.

#### 5.5 Produção de Elementos Combustíveis

##### A. No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

As atividades referentes à Metalurgia concentram-se sobretudo na Divisão de Metalurgia Nuclear, onde estão em desenvolvimento os seguintes projetos:

- Estudos de compactação de pastilhas de média densidade;
- Elementos combustíveis dotados de "cermets" múltiplos;
- Metalografia de urânio metálico;
- Estudos metalográficos de ligas Al-U;
- Elementos combustíveis dotados de ligas Al-U;
- Elementos combustíveis planos com "cermets" de alto teor de U<sup>3</sup>O<sub>8</sub>;
- Elementos combustíveis planos com revestimento de liga Al-8001;
- Elementos combustíveis planos com "cermets" de dispersões de ThO<sub>2</sub> - Al;
- Ligas Mg-Zn na redução de UO<sub>2</sub>;
- Separação de U de ligas de U por destilação a vácuo;
- Fusão e lingotagem de U e de ligas à base de U no forno Stokes.

Quatro desses "projetos" foram concluídos até  
30 de abril.

Foram realizadas experiências preliminares sobre a produção direta de algumas ligas Al-Th e Al-U, por redução

ção no forno de alta frequência, tendo os estudos sobre produção direta de ligas de Al-U de alto teor em U, por redução direta de  $U_3O_8$  com proteção de sistema líquido adequado, conduzido a resultados interessantes.

Foi recebido forno elétrico de fusão sob arco, para estudos de produção de ligas de alto ponto de fusão. Para a instalação desse forno e de outros destinados à produção de urânio metálico foi feito projeto para ampliação das instalações elétricas.

Foi concluída a montagem de aparelho para estudo do comportamento de elementos combustíveis planos, com revestimento em liga de alumínio, e contendo núcleos de "cermets" ou de ligas Al-U, em face de alternâncias de aquecimento e resfriamento, por imersões periódicas em banhos de água quente e água fria. Esses ensaios são importantes para julgar do comportamento provável desses elementos nas condições de funcionamento, e visam a constituir um ensaio acelerado desse comportamento.

A Divisão de Materiais Nucleares estudou, também, a eventual construção dos elementos combustíveis de urânio natural ( $UO_2$  de elevada densidade) para o conjunto sub-crítico "CAPITU" planejado pelo Instituto de Pesquisas Radioativas de Belo Horizonte. A fabricação desses elementos combustíveis exigirá sensível ampliação da capacidade de produção da Divisão, bem como a expansão de seu campo de ação para abranger pastilhas de alta densidade. Foram, ainda, feitos entendimentos preliminares com representantes do Instituto Militar de Engenharia, para eventual fabricação de elementos combustíveis para Unidade Sub-Crítica que esta entidade planeja construir.

Foram, ainda, realizados estudos sobre a determinação experimental das características de redução e de comportamento de pós reduzidos, na compactação e na produção de pastilhas de elevada densidade, a partir de amostras de diuranato de amônio produzido em condições de precipitação diferentes; a determinação dessa influência é de grande importância para as aplicações dos pós de  $UO_2$  a serem obtidos, e objetivam fornecer a DEQ as indicações sobre as condições de precipitação a serem adotadas nas usinas -

pilôto. Os ensaios realizados abrangeram, até o presente, o estudo das condições de calcinação e de redução em hidrogênio, visando a produção de pós em  $UO_2$  de grande superfície, evitando-se, entretanto, a elevada piroforicidade inerente a esses pós.

#### B. No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

As atividades relacionadas com a Metalurgia e a Metalografia acham-se em organização, devido ainda a existência de recursos limitados. Utilizam-se as facilidades existentes em outras Instituições de pesquisas. Foram iniciados alguns trabalhos entre os quais o estudo metalográfico de ligas U-Al; a análise térmica diferencial de compostos de U-Th; efeitos da radiação sobre a cinética de corrosão; efeitos da radiação gama sobre cerâmicas; propriedades elétricas de isolantes; medida de altas doses de radiação gama; danos causados por fragmentos de fissão e estudos dos materiais de interesse nuclear.

#### C. No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

As atividades se caracterizaram pela ampliação de grupo de metalurgia, início da implantação do Laboratório de Metalurgia Física, instalação do Laboratório de metalografia e montagem de um aparelho de microdureza.

Estabeleceu-se, no início de 1968, acôrdo com a Escola de Engenharia para utilização de instalações e estabelecimento de um pequeno programa de pesquisas, que compreendeu os seguintes trabalhos:

a) Difusão de Sólidos: estudos do sistema alumínio-zinco, com a finalidade de medir a energia de ativação do processo e comparar os diversos métodos da medida de concentração.

b) Crescimento de grãos: estudo da cinética do crescimento dos grãos, visando à utilização dessa técnica para medida de condutividade térmica e estudo da influência do tamanho do grão nas propriedades mecânicas do alumínio.

c) Crescimento de monocristais metálicos: usando o método de Bridgemen os monocristais de Al, Zn, Mg, Sn, etc., foram aumentados necessariamente para certos estudos fundamentais.

d) Tratamentos térmicos: dois estudos foram interrompidos, devendo ser retomados no início do ano próximo. Compreendiam endurecimento e esferoidização de aço. Esses estudos têm por finalidade conhecer melhor a nucleação, crescimento e coalescência de uma fase dispersa em matriz metálica, fenômenos que ocorrem normalmente com materiais nucleares. Para medidas de condutividade térmica foi iniciada a montagem de um aparelho para medidas preliminares em temperaturas não muito elevadas.

6. MATERIAIS NUCLEARES

6.1.	<ul style="list-style-type: none"><li>- FABRICAÇÃO DE ÁGUA PESADA<ul style="list-style-type: none"><li>6.1.1. - Troca Química</li><li>6.1.2. - Destilação</li><li>6.1.3. - Eletrólise</li></ul></li></ul>
------	---

## 6. MATERIAIS NUCLEARES

### 6.1. Fabricação de água pesada

#### A - No INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

As tarefas do GRUPO DE TRABALHO de água pesada foram desenvolvidas mediante convênio com a CNEN e tiveram o seguinte andamento:

##### 6.1.1. Troca química

Os trabalhos do grupo de troca química foram submetidos a uma reformulação em fevereiro/68, para melhor se adaptarem aos resultados colhidos até então.

Foi dado prosseguimento à análise dos cálculos relativos à determinação das melhores recuperações teóricas a partir da água natural, bem como o estudo dos equipamentos de Engenharia Química que conduzam economicamente a tais recuperações.

Deu-se andamento aos estudos dos equipamentos de absorção, umidificação, desumidificação e contato que melhor se adaptam, do ponto de vista tecnológico, com os sistemas de recuperação de água pesada da água natural.

Estão também em marcha estudos visando ao conhecimento dos métodos de medição e controle de operação, bem como os possíveis sistemas de automatização e segurança.

##### 6.1.2. Destilação

Foi desenhado, dimensionado e especificado equipamento adequado à montagem de instalação para destilação de água.

A coluna de destilação propriamente dita é de vidro termo-resistente pirobrás, fabricada em São Paulo, com 8 metros de altura e 2 metros de diâmetro, tendo seu



refervedor capacidade para 24 litros. Terá isolamento total com calhas de "Fibravid" de 2,5 mm de espessura e será amparada por uma estrutura tubular. A fonte térmica é uma manta de 3 kw de potência.

A instalação terá capacidade para processar uma alimentação de até 8 kg/h, e o enchimento Googloé utilizado, importado dos Estados Unidos, pode chegar a ser e equivalente a 120 pratos teóricos em seu melhor desempenho.

Embora esteja previsto que o processo de destilação deve levar a água pesada de 15% a 99,8% em  $D_2O$ , a indisponibilidade de água a 15% levará a alimentar a coluna no topo com água natural, numa fase inicial.

O regime de vácuo da coluna será mantido por intermédio de uma bomba centrífuga, condensador evaporativo aletado e balões separadores.

A coluna operará em regime permanente e a água enriquecida será continuamente retirada no balão reservador.

#### 6.1.3. Eletrólise

Os trabalhos desenvolveram-se de forma satisfatória a partir do início do 2º semestre. A instalação eletrolítica funcionou durante os meses de janeiro e fevereiro, apresentando falhas diversas, devidas principalmente a maus contatos elétricos e deterioração dos anodos. Impôs-se, então, um serviço de recuperação geral da instalação que perdurou até fins do mês de junho, tendo sido realizados os seguintes trabalhos: revestimento em PVC da caixa de água de refrigeração; inibição, contra corrosão, da água de refrigeração das células; recuperação da linha de tomada de gases; niquelagem dos anodos e de outras peças da instalação de um novo retificador; ligado em série com o já existente, para permitir o emprego de corrente de até 250 amperes bem como evitar a corrosão das células, quando estas não estiverem em funcionamento; modificação nos contatos elétricos das células; conclusão da montagem da linha de queima, que passou a funcionar com resultados satisfatórios.

A instalação passou a funcionar normalmente a partir de 20 de julho, tendo sido recolhidas amostras de água enriquecida e de água recombinação, para fins de determinação do fator de separação.

Com as primeiras amostras analisadas chegou-se a resultados bastante interessantes, com um fator de separação médio da ordem de 10,5. Além disso, os resultados obtidos, embora em número reduzido, serviram de base para que se projetasse um novo tipo de célula eletrolítica, existindo já duas em construção. Espera-se que possam ser postas em funcionamento em fevereiro próximo.

Em fins de novembro, com o funcionamento continuado da atual instalação, já se dispunha de mais 48 amostras de água enriquecida ou empobrecida, que estão sendo analisadas. Uma vez conhecidos os resultados poder-se-á concluir de modo definitivo quanto aos valores obtidos para os fatores de separação da atual instalação, no início e no final da eletrólise, para corrente da ordem de 200 amperes e temperaturas da ordem de 20°C.

7. RADIOISÓTOPOS

7.1	- A PRODUÇÃO DE RADIOISÓTOPOS
7.2	- APLICAÇÕES NA MEDICINA E BIOLOGIA
7.3	- APLICAÇÕES NA ENGENHARIA
7.4	- APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA
7.5	- APLICAÇÕES NA AGRICULTURA
7.6	- AUXÍLIOS

## 7. RADIOISÓTOPOS

### 7.1 A produção de Radioisótopos

#### A. No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

A produção de radioisótopos não teve evolução ponderável em relação ao ano anterior, principalmente devido a limitações de ordem material (limite de tempo para a operação do reator IEAR-1 devido à "queima" já havida nos elementos combustíveis).

Os valores, com arredondamento, são os seguintes:

QUADRO I

TIPO	ATIVIDADE (mCi)
I - 131	45.000
P - 32	2.100
Au - Coloidal	13.000
Cr - 51	1.000
Na - 24	160
K - 42	270
Br - 82	150
S - 35	26
Nb - 95	0,2

## 7.2 Aplicações da Medicina e Biologia

### A. No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Na Medicina e Biologia as pesquisas com radioisótopos concentram-se, principalmente, na Divisão de Radiobiologia (DRB) do IEA, sendo esta a situação dos trabalhos:

No Laboratório de Radioisótopos do Hospital das Clínicas foram atendidos 1920 pacientes novos e 1208 já matriculados, até 31/10. Foram realizadas provas de captação de I-131 pela tireóide (4.763; 52%) e mapeamento (2469; 27%).

As atividades de pesquisas se relacionam sobretudo com a ação de clórpropamida sobre a função tireoidiana, prova de excreção fecal de Rosa Bengala (como subsídio ao diagnóstico de atresias das vias biliares), mielocintilografia e cintilografia dos espaços subaracnoidianos, determinação do teor mineral de ossos e cinética das vias biliares por cintilografia com telepaque. Também está sendo realizado um estudo para eventual emprêgo do azul de toluidina I-131 como indicador para cintilografia do pâncreas, sendo o azul de toluidina marcado no IEA e sua distribuição estudada em raios, em função do tempo. Outro campo de trabalho da DRB é a construção de um protótipo de contador de corpo inteiro, cujos estudos continuam em andamento.

A Divisão de Radiobiologia tem recebido grande número de médicos e de bioquímicos do País e do exterior para estágio. Paralelamente tem cooperado com o Instituto de Biologia da Marinha da Faculdade de Filosofia e Letras da Universidade de São Paulo.

### B. No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

O IPR recebeu do IEA de São Paulo, 27 remessas de I-131, com uma atividade total de 1510 milicuries distribuídas para uso médico e uma fonte de 2 curies de irídio 192, entregue à Divisão de Aplicação de Radioisótopos.

### 7.3 Aplicações na Engenharia

#### A. No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Na Divisão de Aplicação de Radioisótopos realizaram-se diversas experiências:

a) Medidas de Vazão em Rios - Foram realizadas experiências de medida de vazão dos seguintes rios: Paraopeba, Grande e São Francisco. Desenvolveu-se o equipamento de injeção de detecção necessário para as experiências. As vazões medidas variaram entre  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $700 \text{ m}^3/\text{s}$ , empregando o Br-82 e o método de contagem total.

b) Medida de vazão em turbinas hidráulicas - Foram realizadas duas grandes experiências de campo, na Usina de Três Marias (vazão da ordem de  $150 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e na Usina do Piau (vazão da ordem de  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Em cada experiência foram realizadas cerca de 20 injeções, utilizando-se os métodos dos picos e contagem total e com radioisótopos Au-198 e Br-82. Estas experiências foram acompanhadas do estudo teórico do escoamento em tubulações obtendo-se resultados de grande importância. A próxima etapa do trabalho será realizada na Usina de Furnas.

c) Laboratório de Trítio - executaram-se os sistemas de concentração eletrolítica e de preparação do gás para completar o laboratório de trítio, cujo equipamento de detecção foi doado pela AIEA. Um especialista da Agência está presentemente orientando a instalação final.

d) Estudo do movimento de sedimentos em portos - Realizou-se uma grande experiência no porto do Rio de Janeiro para verificação do movimento do sedimento dragado do canal de acesso ao porto, em cooperação com o IEN. O trabalho inclui a marcação do sedimento (vaz e areia) com Au-198, a construção do equipamento de detecção e o rastreamento do isótopo. Executou-se um programa de computador para a análise dos dados experimentais. Após a experiência iniciou-se um estudo experimental de comparação entre os diversos métodos de marcação de areia e sedimentos.

c) Aparelhagem industrial - desenvolveram-se um gama-relé e um detetor de fumaça e realizaram-se os testes de verificação de funcionamento. Trabalha-se, agora, no desenvolvimento dos projetos definitivos.

d) Desgaste de motor à explosão - foi montada uma bancada de ensaios para motores de explosão de um cilindro, incluindo os sistemas de circulação de óleo, de resfriamento e de detecção. Foram realizadas três experiências em preparação para testes com motores de explosão de quatro cilindros.

e) Irradiação de monômeros em madeira - foi realizada uma irradiação provisória para impregnação de madeira por monômeros para ulterior irradiação gama. Utilizaram-se os monômeros de acetato de vinila e metil-metacrilato. Determinaram-se as curvas de dose recebida versus conversão em polímero. Os testes foram interrompidos para projeto e execução, em definitivo, de uma instalação experimental.

## B. No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Foram desenvolvidos os seguintes projetos:

a) Gamagrafia - já muito aplicada em trabalhos normais de inspeção de soldas, placas de elementos combustíveis e peças para o próprio Instituto. As fontes para gamagrafia, por outro lado, são normalmente radiografadas antes de entrarem no núcleo do reator para irradiação. Há dificuldades, no momento, com o fornecimento de filmes com características adequadas. Estudos que vinham sendo realizados, com emprêgo de filmes coloridos, foram temporariamente suspensos por falta de filmes. Paralelamente, foram iniciados estudos sôbre emprêgo de filme polaróide, o que forneceria resultados mais rapidamente.

b) Medidor de densidade - tiveram proseguimento os testes calibração de unidade já desenvolvida. Foi construído um sistema de cinco e meia polegadas de diâmetro para ser experimentado e comparado com os processos convencionais.

## B. No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

O Serviço de Aplicações de Radioisótopos na Indústria (SARI), em conjunto com o Laboratório da Hidráulica da EPUSF, vem também realizando estudos para a medida de vazão de canais e rios de interesse para o Departamento de Águas e Energia Elétrica.

## C. No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

A Divisão de Aplicações de Radioisótopos, projetou um medidor de vazão em tubulações uniformes e separação de interface de combustíveis, realizou em conjunto com o IPR o trabalho sobre sedimentologia no cais do porto do Rio de Janeiro e determinou umidade e densidade de solos em colaboração com o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.

### 7.4 Aplicações na Indústria

As pesquisas sobre as aplicações de radioisótopos em indústrias são conduzidas nos três Institutos.

## A. No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Foram realizados os seguintes projetos:

a) Determinação de tempos de residência - Foram realizadas três experiências de determinação de tempos de residência de cliquer em moinhos. Em uma delas empregou-se o método de análise por ativação, marcando o cliquer com lantânio; nas outras duas, utilizou-se o próprio cliquer irradiado. Da análise dos resultados determinou-se a quantidade de material recirculado no moinho, o tempo médio de residência e vários outros parâmetros do sistema estudado. Iniciou-se o estudo teórico do problema, o que permitirá uma análise matemática dos dados.

b) Determinação do desgaste de refratários em usinas siderúrgicas - Foram colocadas fontes radioativas nos misturadores de gusa da Companhia Siderúrgica Belgo Mineira e da Companhia Ferro Brasileiro, para controlar o desgaste do revestimento de refratário. Desenvolveu-se um método de encapsulamento das fontes radioativas (Co-60) e estudou-se experimentalmente a melhor disposição geométrica



das fontes. O trabalho será continuado em um alto-forno da Cia. de Ferro Brasileiro, para a qual foi feito um estudo de localização de fontes.

c) Aparelhagem industrial - desenvolveram-se um gama-relé e um detetor de fumaça e realizaram-se os testes de verificação de funcionamento. Trabalha-se, agora, no desenvolvimento dos projetos definitivos.

d) Desgaste de motor à explosão - foi montada uma bancada de ensaios para motores de explosão de um cilindro, incluindo os sistemas de circulação de óleo, de resfriamento e de detecção. Foram realizadas três experiências em preparação para testes com motores de explosão de quatro cilindros.

e) Irradiação de monômeros em madeira - foi realizada uma irradiação provisória para impregnação de madeira por monômeros para ulterior irradiação gama. Utilizaram-se os monômeros de acetato de vinila e metil-metacrilato. Determinaram-se as curvas de dose recebida versus conversão em polímero. Os testes foram interrompidos para projeto e execução, em definitivo, de uma instalação experimental.

f) Gamagrafia - foi treinado pessoal para execução, revelação e interpretação de gamagrafia, sendo realizado um teste em escala industrial na tubulação de adução de água de Belo Horizonte.

## B. No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Foram desenvolvidos os seguintes projetos:

a) Gamagrafia - já muito aplicada em trabalhos normais de inspeção de soldas, placas de elementos combustíveis e peças para o próprio Instituto. As fontes para gamagrafia, por outro lado, são normalmente radiografadas antes de entrarem no núcleo do reator para irradiação. Há dificuldades, no momento, com o fornecimento de filmes com características adequadas. Estudos que vinham sendo realizados, com emprêgo de filmes coloridos, foram temporariamente suspensos por falta de filmes. Paralelamente, foram iniciados estudos sô

bre emprêgo de filme polaróide, o que forneceria resultados mais rapidamente.

b) Medidor de densidade - tiveram prosseguimento os testes calibração de unidade já desenvolvida. Foi construído um sistema de cinco e meia polegadas de diâmetro para ser experimentado e comparada com os processos convencionais.

c) Autoradiografia - foram obtidos bons resultados no desenvolvimento de técnicas para autoradiografias, para exame de placas de elementos combustíveis construídos no Instituto e de elementos combustíveis de fabricação norte-americana.

d) Estudo de desgastes - em colaboração com a Volkswagen do Brasil, estão sendo realizados estudos sobre desgastes de anéis de segmento. Os resultados obtidos são bastante interessantes e constituirão objeto de dissertação de mestrado.

e) Assistência Técnica - prestou-se assistência técnica à Plavinil S/A., executando-se pequenos reparos em unidades de fonte radioativa de um medidor de espessura e fornecendo-se orientação sobre eliminadores de eletricidade estática em laminadores de plástico. Ao Estaleiro Mauá S/A foi dada assistência técnica e orientação na escolha de equipamentos de fontes para gamagrafia. O mesmo ocorreu em relação a firma Nordon.

## C. No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

As atividades no INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR incluíram radiografia industrial em controle não destrutivo, usando fontes de  $Tu^{170}$  e  $Ir^{192}$ ; projeto de irradiação de circuitos impressos em "Silk-Screen"; e radiografia industrial na HIDROESB.

### 7.5 Aplicações na Agricultura

Visando à aplicação de radioisótopos na agricultura o IPR e o IEN já têm trabalhado em colaboração com a Es

cola Superior de Agricultura de Viçosa e com a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, respectivamente. Os principais trabalhos da Comissão, no entanto, concentram-se no CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA, em Piracicaba. As pesquisas em andamento ou conduzidas neste Centro durante o ano foram as seguintes:

a) Nutrição Geral - foram realizadas pesquisas de absorção e translocação de elementos em plantas, tais como: algodoeiros (caso da "Murcha do Algodoeiro"), cafeeiros, gergelim, assim como estudos dos processos metabólicos associados com a germinação de sementes. Um problema que tem merecido atenção em publicações da FAO e da ONU, a importância da penetração direta de produtos de fissão nuclear em culturas agrícolas por via foliar, floral ou basal, mereceu especial pesquisa através de técnicas de traçadores ( $P^{32}$ ,  $Zn^{65}$ ,  $C^{14}$ ,  $Cs^{134}$ ,  $Sr^{89}$ ).

b) Solos e Fertilizantes - foi realizada pesquisa no campo da adubação para verificação dos efeitos desta na produção do milho em grão e de trigo, mediante a aplicação dos traçadores  $P^{32}$  e  $N^{15}$ , assim como estudos sobre a capacidade de fixação de amônia em cinco tipos de solo, para os quais ainda foi estudada a troca isotópica de fósforo.

c) Economia de água em cerrados - cerca de 25% da área do Brasil é coberta por campos cerrados, distribuídos em um núcleo e em mancha isoladas atingindo a maioria dos Estados. Tais regiões oferecem condições reconhecidamente favoráveis ao desenvolvimento da agricultura. Trata-se de áreas que apresentam boas condições de topografia, muitas delas em localização privilegiada do ponto de vista econômico, cujo aproveitamento é de importância fundamental para o País.

O objetivo principal da pesquisa foi o estudo das variáveis determinantes da economia de água nestes cerrados. Escolheram-se três cerrados característicos, de valor econômico, situados nos municípios de Matão, Orlândia e São Simão. Em cada um foram instaladas duas áreas experimentais: uma com o solo coberto com vegetação natural, outra com o solo nú, por remoção da vegetação natural. Nestas áreas estão sendo feitas determina

ções de umidade e densidade aparente do solo até profundidades da ordem de três metros com uma sonda de neutrons, evaporação com auxílio de tanques e precipitação pluvial. Os resultados obtidos estão sendo analisados.

d) Processos de Evaporação de Água no Solo - neste - trabalho estudou-se o processo de evaporação de água de dois tipos de solos arenosos sem vegetação. Foram levantadas curvas de secagem de dez colunas de solo submetidas a diferentes regimes de evaporação e analisadas as características de evaporação durante três estágios do processo.

e) Genética - muitos trabalhos sobre mutações foram realizados durante o ano, como por exemplo o das mutações genéticas no epissoma para desenvolvimento de resistência a drogas. Um número de mutantes de *Aspergillus Nidulans*, sensíveis a temperatura já foi isolado nos estudos das mutações genéticas para obtenção de vigor de híbrido de milho. Foram, também induzidas mutações em arroz, combinando radiação com protetores químicos e mutagênicos químicos.

f) Preservação de Alimentos - um dos grandes problemas de preservação de cereais é a infestação de insetos, sobre esse assunto foram completados os seguintes trabalhos: efeitos de radiação gama em *Zabrotes subfasciatus*, em pupas de *Brasolis sophorae* L, em pupas de *Progenie* de *Antarctia paula schaussi*, em caruncho das tulhas do café *Araobius fasciculatus* de Geer, em amendoins. Também foi feito um estudo dos efeitos da radiação gama no controle da podridão azul (*Penicillium italicum*) e podridão mole (*Aspergillus niger*). Continuam os trabalhos sobre irradiação de alimentos quanto ao possível mutagênio.

g) Estudos sobre Água no Nordeste - em apoio a estudos da SUDENE busca-se determinar correlações  $O^{18}/O^{16}$  e D/H em amostras de águas de chuva e águas subterrâneas para localizar a região de recarga de diversos aquíferos do nordeste.

## 7.6 Auxílios

No exercício, as concessões de auxílios no campo de aplicação das radiações se processaram da forma abaixo:

QUADRO II

INSTITUIÇÃO E LOCAL	ÁREA DE APLICAÇÃO	VALOR (NCR\$ )
Instituto de Biofísica da UFRJ - Rio	Biofísica	15.462,00
Hospital de Clínicas Pedro Ernesto UEG - Rio	Medicina	1.104,00
Hospital Universitário da UFPe - Recife	Medicina	12.449,16
Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Piracicaba	Agricultura	983,52
Instituto de Pesquisas Biofísicas - UFRGS - Pôrto Alegre	Biofísica	2.861,68
Faculdade de Medicina - UFRGS - Pôrto Alegre	Medicina	388,50
Instituto de Biofísica da Escola de Medicina e Cirurgia do Rio de Janeiro	Biofísica	2.769,75
Instituto Estadual de Hematologia Arthur de Siqueira Cavalcante - Rio	Medicina	1.467,00
Centro de Medicina Nuclear da USP - São Paulo.	Medicina	20.437,15
TOTAL.....		57.922,76

8. PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

8.1.	- DOSIMETRIA PESSOAL
8.2.	- SEGURANÇA DAS INSTALAÇÕES
8.3.	- DOSIMETRIA
8.4.	- CONTRÔLE DE MATERIAL RADIOATIVO E <u>IR</u> RADIAÇÃO

## 8. PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

### 8.1. Dosimetria Pessoal

#### A - INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

A Seção de Contrôlê das Radiações, ve rificou filmes dosimétricos, arquivando o resultado das doses recebidas.

Realizou monitoração, em colaboração com a Divisão de Aplicação de Radioisótopos, em trabalho rea lizado no Laboratório Saturnino de Brito; atendeu a solicitação do Núcleo do Parque de Aeronáutica de Eletrônica para efetuar o levantamento radiométrico; foram executados os trabalhos de con trôlê de radiações do pessoal técnico-científico, bem como a determinação de níveis de radiação nas áreas controladas e nos serviços externos.

#### B - No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

O Serviço de Proteção Radiológica, a lém do serviço de filmes dosimétricos para o pessoal da entidade, atende a usuários de outras instituições e controla o movi mento de entrada no edifício do reator.

#### C - No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Foi criado, em março, o Serviço de de Contrôlê de Níveis e Doses de Radiação, com a finalidade de controlar os níveis e as doses de radiação recebidas pelos funci onários do IPR; estabelecer e fazer cumprir as normas de se gurança e radioproteção; preparação, divulgação de instruções sô bre técnicas e métodos de proteção radiológica.

Foram feitos, dentre outros, os seguin tes levantamentos radiométricos: Gabinete Radiológico; Gabi nete Odontológico da UFMG; Serviço Social do Comércio; Nu cleo do Parque Aeronáutico de Lagoa Santa e Departamento de

Oncologia do Hospital Sarah Kubitscheck.

## 8.2. Segurança das Instalações

### A - No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Criou-se, também em março, o Serviço de Dispositivos Eletromecânicos de Segurança com a finalidade de projetar e construir células quentes, caixas secas e instrumentos associados e sistemas de telemanipulação nas diversas instalações desta instituição.

Foi projetada e encontrada praticamente concluída uma caixa seca para testes de microdureza em atmosfera controlada.

Foi projetada e iniciada a construção de uma célula quente para manipulação do  $I^{131}$ . Está sendo projetada uma célula e instrumentos necessários para a abertura de frascos de alumínio irradiados no reator. Foi instalada em junho uma "Fundição de Metais Leves" que tem confeccionado blindagens de chumbo e derretido peças de outros metais leves (alumínio, latão, antimônio, etc.). Foi adquirido um forno a óleo para derreter metal leve, com combustor tipo Dr-1, motor trifásico usado com cadinho de grafite de 120 kg, matérias primas; iniciada importação de 3 tijolos de vidro plumbífero para execução de células quentes.

### B - No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

A Seção de Controle das Radiações coordenou o Grupo de Trabalho CE-62 (equipamento médico e de Raio X) da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

## 8.3. Dosimetria

### A - No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

Foram executados trabalhos de calibra



calibração de dosímetros individuais usando fonte padrão.

## B - No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Ao lado da dosimetria fotográfica o Serviço de Proteção Radiológica vem estudando outras técnicas como a dosimetria termoluminescente e a radiofotoluminescente. Já estão em uso, em caráter experimental, dosímetros de fluoreto de lítio e com vidros especiais (TOSHIBA).

## C - No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Para o controle das doses de radiação recebidas pelos funcionários, foram utilizados filmes e canetas dosimétricas. Foi instalado e entrou em funcionamento de rotina, em julho, o Laboratório de Dosimetria Fotográfica, onde foram revelados 3.203 filmes dosimétricos, dentro da mais aprimorada técnica que o método exige. Foi, também, feito o controle das doses de radiação recebidas pelos funcionários das seguintes instituições:

1.	Instituto de Engenharia Nuclear, GB .....	912
2.	Instituto Militar de Engenharia, GB .....	285
3.	Cia. Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, RJ .....	192
4.	Grupo de Pesquisas do Sincro-Cyclotron, UFF .....	145
5.	Instituto de Pesquisas da Marinha, GB .....	127
6.	Magnesita S/A - Contagem, MG .....	31
7.	Instituto Central de Química, UFMG .....	8
8.	Laboratório Radioisótopos, Cadeira de Física Biológica da Fundação Escola Medicina e Cirurgia do Rio de Janeiro .....	56
9.	Médicos - Belo Horizonte, MG .....	120
10.	Instituto de Pesquisas Radioativas, MG .....	1.267
11.	Outros .....	60

8.4. Contrôle de material radioativo e irradiação

A - No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

O Serviço de Proteção Radiológica é encarregado do controle de fontes radioativas do material contaminado. Foram realizadas 435 monitorações de operação de carga e descarga de material radioativo. Tem o Setor, ainda, o encargo de execução e controle de irradiações gama, feitas para terceiros e da ativação de "sementes" e de outros materiais enviados para este fim.

O Serviço de Proteção Radiológica, vem colaborando com o Grupo de Trabalho da CNEN que estuda o regulamento de transporte de material radioativo.

9. FORMAÇÃO E TREINAMENTO DO PESSOAL

9.1	CURSOS MINISTRADOS
9.2	BÔLSAS CONCEDIDAS NO PAÍS
9.3	BÔLSAS DE ESTUDO NO ESTRANGEIRO
9.4	CURSOS NO EXTERIOR
9.5	AUXÍLIOS PARA CURSOS
9.6	CONFERÊNCIAS, SIMPÓSIOS E CONGRESSOS

9. FORMAÇÃO E TREINAMENTO DO PESSOAL

## 9.1 Cursos ministrados

QUADRO I

NATUREZA DO CURSO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	DURAÇÃO
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEAR	Coordenação dos Programas Pós- -Graduados em Engenharia - UFRJ - RIO	2 a
	Instituto de Pesquisas Radioativas - CNEN - BELO HORIZONTE	2 a
	Instituto de Energia Atômica - - CNEN - SÃO PAULO	2 a
MEDICINA NUCLEAR	Escola Médica Pós-Graduação - - PUC - RIO	2 a
	Centro de Medicina Nuclear - - SÃO PAULO	6 m
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NUCLEAR	Instituto Militar de Engenharia - - RIO	1 a
	Escola de Engenharia da UFRJ - - RIO	1 a
INTRODUÇÃO À CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEAR	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, da UEG - RIO	10 m
	Instituto de Física - UFP - RECIFE	10 m
	Escola de Engenharia da UFRJ - RIO	10 m
	Escola de Engenharia da UFMG - BELO HORIZONTE	10 m

NATUREZA DO CURSO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	DURAÇÃO
INTRODUÇÃO À CIÊNCIA  E  TECNOLOGIA NUCLEAR	Instituto Tecnológico de Aeronáutica - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - São Paulo	10 m
	Instituto de Física - UFRGS - - PÔRTO ALEGRE	10 m
	Instituto de Física - UFSM - - SANTA MARIA - RS	10 m
	Instituto de Engenharia Nuclear - - CNEN - RIO	3 m
ELETRÔNICA NUCLEAR	Instituto de Energia Atômica - CNEN - SÃO PAULO	17 m
ESPECIALIZAÇÃO EM RADIOISÓTOPOS E RADIOTERAPIA	Instituto de Biofísica - Escola de Medicina e Cirurgia do Rio de Janeiro	1 a
RADIOQUÍMICA	Instituto de Energia Atômica - CNEN - SÃO PAULO	6 m
INTRODUÇÃO À RADIOBIOLOGIA	Instituto de Biofísica - Escola de Medicina e Cirurgia do Rio de Janeiro	4 m
RADIOISÓTOPOS APLICADOS À MEDICINA	Instituto de Biofísica - UFRJ - RIO DE JANEIRO	4 m
RADIOISÓTOPOS APLICADOS À INDÚSTRIA	Instituto de Pesquisas Radioativas - CNEN - BELO HORIZONTE	9 s
BLINDAGENS E CONCRETOS ESPECIAIS	Instituto de Engenharia Nuclear - - CNEN - RIO	2 m

NATUREZA DO CURSO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	DURAÇÃO
HIGIENE DE RADIAÇÃO	Centro de Medicina Nuclear - SÃO PAULO	7 a
APLICAÇÃO DE RADIOISÓTOPOS À HIDROLOGIA	Instituto de Física - UFP - RECIFE	6 a
RADIOISÓTOPOS APLICADOS À MEDICINA	Instituto de Energia Atômica - - CNEN - SÃO PAULO	6 s
INTRODUÇÃO À ANÁLISE POR ATIVACÃO	IDEM	5 s
METODOLOGIA DE RADIOISÓTOPOS	Centro de Medicina Nuclear - - SÃO PAULO	1 m
	Centro de Energia Nuclear na Agri- cultura - Piracicaba - SÃO PAULO	3 s
FLUXO DE ÁGUA NO SISTEMA SOLO-PLANTA -ATMOSFERA	IDEM	4 s
RADIOGENÉTICA	IDEM	4 s
BIOLOGIA MOLECULAR	IDEM	3 s
IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS	IDEM	3 s
INTRODUÇÃO À RADIOATIVIDADE E PROPRIEDADES DA RADIAÇÃO	Instituto de Engenharia Nuclear - - CNEN - RIO	3 s
PROTEÇÃO RADIOBIOLÓGICA	Instituto de Energia Atômica - - CNEN - SÃO PAULO	3 s
DOSIMETRIA DA RADIAÇÃO	IDEM	3 s

NATUREZA DO CURSO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	DURAÇÃO
CINTILAÇÃO LÍQUIDA	Instituto de Energia Atômica - - CNEN - SÃO PAULO	1 s
FISIOPATOLOGIA DAS RADIAÇÕES	Centro de Medicina Nuclear - - SÃO PAULO	10 d

Convenções: a - ano; m - mês; s - semana; d - dia.

## 9.2 Bôlsas concedidas no País

QUADRO II

INSTITUIÇÃO E LOCAL	INICIAÇÃO CIENTÍFICA	PÓS-GRADUAÇÃO	ESTÁGIO	PESQUISA	TOTAL
Instituto Militar de Engenharia - RIO		8			8
Escola de Engenharia - UFRJ - RIO	21	11			32
Escola de Engenharia - UFMG - BELO HORIZONTE		6			6
C.O.P.P.E - RIO		10			10
Instituto de Engenharia Nuclear - CNEN - RIO		1	1	1	3
Instituto de Pesquisas Radioativas - CNEN - BH		1	12		13
Instituto de Física - UFRGS - PÔRTO ALEGRE	12		4		16
CENUR - RECIFE	7			9	16
Instituto de Física - UFSM - SANTA MARIA - RS	10		2		12
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras-UEG-RIO	9		1	1	11
CENA - PIRACICABA - SÃO PAULO			2	2	4
Instituto de Energia Atômica - CNEN - SÃO PAULO			7		7
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - RIO			15	5	20
Departamento de Exploração Mineral - CNEN - RIO			2		2
Laboratório de Dosimetria - CNEN - RIO			1	1	2
Escola de Medicina e Cirurgia - RIO			5	1	6
Instituto de Física - PUC - RIO			1	2	3
Escola Médica Pós-Graduada - PUC - RIO			3	2	5
Instituto de Biofísica - UFRJ - RIO			1	7	8
Escola de Engenharia - UFRGS - PÔRTO ALEGRE			1		1
Cursos (x)			38		38
TOTAIS .....	59	37	96	31	223

(x) ALUNOS DE CURSOS REALIZADOS NO CENA, IEN e IEA.



## 9.3 Bôlsas de estudo no estrangeiro

QUADRO III

NATUREZA DO ESTUDO OU PESQUISA	Nº DE BOLSISTAS
ENGENHARIA DE REATORES	6
ECONOMIA DE REATORES	1
TECNOLOGIA DE REATORES	8
ENGENHARIA NUCLEAR	3
METALURGIA NUCLEAR	1
FÍSICA DE REATORES	5
FÍSICA NUCLEAR	4
FISICA	2
QUÍMICA	3
RADIOQUÍMICA	1
QUÍMICA NUCLEAR	2
COMPUTADORES	1
ELETRÔNICA	5
PROTEÇÃO RADIOLÓGICA	2
RADIOISÓTOPOS	2
PROSPECÇÃO	3
TOTAL .....	49

## 9.4 Cursos no exterior

QUADRO IV

TEMA OU ASSUNTO	INSTITUIÇÃO E LOCAL	DURAÇÃO (§)	Nº (+) DE ALUNOS
CURSO BÁSICO DE TRATAMEN <u>T</u> O DE REJEITOS RADIOATI <u>V</u> OS	DEIC-CNEN-AIEA - RIO	15 d	20
SEGURANÇA DE REATORES	UKAEA-LONDRES, INGLATER <u>R</u> A	26 d	1
ASPECTOS LEGAIS DO USO PACÍFICO DA ENERGIA NU <u>C</u> LEAR	AIEA - VIENA, ÁUSTRIA	10 d	2
INSPETOR DE SALVAGUARDAS	USAEC-EVAN-ARGONNE, USA	4 m	1

(§) Convenções: d - dia; m - mês.

(+) Os números se referem somente a alunos brasileiros.

## 9.5 Auxílios para cursos

QUADRO V

INSTITUIÇÃO E LOCAL	IMPORTÂNCIA CONCEDIDA (NCR\$)
Centro de Medicina Nuclear - SÃO PAULO	87.780,42
Escola de Engenharia - UFRGS - PÔRTO ALEGRE	77.800,00
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - RIO	72.967,73
Escola de Engenharia - UFRJ - RIO	57.820,00
Instituto de Física - PUC - RIO	48.300,00
Instituto Militar de Engenharia - RIO	43.000,00
Escola de Engenharia - UFMG - BELO HORIZONTE	28.820,00
Instituto de Física - UFRGS - PÔRTO ALEGRE	27.810,00
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras - UEG - RIO	15.000,00
Instituto de Biofísica - Escola de Medicina e Cirurgia - RIO	6.642,00
TOTAL .....	465.940,15

## 9.6 Conferências, Simpósios e Congressos

Em maio realizou-se em Londres uma Conferência Internacional sobre reatores do tipo SGHWR (Steam Generating Heavy Water Reactor). Compareceram oito Engenheiros da CNEN, sendo que quatro deles já se encontravam na Europa utilizando bolsas de estudos.

De 25 de maio a 1º de junho realizou-se, na Tchecoslováquia, um Simpósio sobre Combustíveis Nucleares, tendo representado a CNEN um Engenheiro da Assessoria de Planejamento e Desenvolvimento.

De 1º a 8 de junho teve lugar em Viena, sob o patrocínio da AIEA, um "panel" sobre a utilização do tório. Um Engenheiro do Instituto de Pesquisas Radioativas representou a CNEN no conclave.

10. EFETIVO E INSTALAÇÕES

10.1.	- EFETIVO
10.2.	- OBRAS E INSTALAÇÕES
10.3.	- ORGANOGRAMAS

## 10. EFETIVO E INSTALAÇÕES

### 10.1. Efetivo

O quadro de pessoal da CNEN, é sabido, de há muito não atende às reais necessidades da Autarquia. Os novos encargos trazidos pela Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962, e a necessidade cada vez maior de expansão para acompanhar o desenvolvimento do País em sua política de energia nuclear, exigem um quadro de pessoal à altura dessa missão, principalmente no setor técnico-científico.

Acolhendo reiteradas ponderações, o Governo enviou mensagem ao Congresso Nacional propondo a votação de uma lei que viesse atender aos objetivos da CNEN para o seu desenvolvimento, vindo essa medida a concretizar-se pela Lei nº 5.299, de 23 de junho de 1967. Com esse instrumento, poderá a CNEN dar um ritmo conveniente ao desenvolvimento da energia nuclear, pelo menos na parte relativa a pessoal. Com melhores salários, será possível o recrutamento de técnicos e cientistas altamente qualificados.

As disponibilidades em pessoal trabalhando em energia nuclear são apresentadas nos quadros que se seguem:

QUADRO I

EFETIVO

A - INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

ESPECIALIZADOS EM ENERGIA NUCLEAR				
ESPECIALIDADES			QUANTIDADE	
NÍVEL SUPERIOR	ENGENHEIROS		CNEN	E.S.P. (*)
		Mecânicos		
		Eletricistas e eletrônicos		
		Químicos		
		Nucleares (Proj. desenvolv. de reatores)		
		Metalúrgicos		
		Civis		
		SUB-TOTAL	-	-
	PESQUISADORES	Químicos	7	6
		Físicos	14	23
		Matemáticos	-	16
		Engenheiros	8	67
		Médicos	2	24
		Farmacêuticos Bioquímicos	2	15
		Veterinário	-	2
		SUB-TOTAL	33	153
	MÉDICO BIOLOGISTA	Médicos	1	-
		Biologistas	-	-
		SUB-TOTAL	1	-
NÍVEL MÉDIO		Matemáticos	-	-
		Eletrônica	4	10
		Laboratório (técnicas nucleares)	7	12
		Proteção Radiológica	1	3
		Operadores	2	4
		SUB-TOTAL	14	29
		EFETIVO TOTAL	48	182

( \* ) Governo do Estado de São Paulo

NÃO ESPECIALIZADOS EM ENERGIA NUCLEAR			
ESPECIALIDADES		QUANTIDADE	
NÍVEL SUPERIOR		CNEN	E.S.P. (*)
	Advogados		
	Economistas		
	Engenheiros	-	1
	Médicos	-	1
	Geólogo		
	Químico		
	Dentista		
	Administração		
	Bibliotecária	-	6
	SUB-TOTAL	-	8
NÍVEL MÉDIO	Laboratório		
	Eletrônica	-	1
	Prospecção		
	Desenhista	-	3
	Administração	7	47
	Mecânicos	3	4
	Eletrotécnica	1	3
	Documento Fotográfica	1	-
	SUB-TOTAL	12	58
AUXILIAR	Profissional	8	32
	Subalterno	8	55
	SUB-TOTAL	16	87
	EFETIVO TOTAL	28	153

( \* ) Governo do Estado de São Paulo



## QUADRO II

## B - INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

ESPECIALIZADOS EM ENERGIA NUCLEAR			
ESPECIALIDADES			QUANTIDADE
NÍVEL SUPERIOR	Engenheiros	Mecânicos	10
		Eletricistas e Eletrônicos	17
		Químicos	7
		Nucleares (Proj. e desenvolv. de reatores)	4
		Metalúrgicos	3
		Civis	4
		Industriais e Minas e Solos	2
		Agrônomo	2
		SUB-TOTAL	49
	Pesquisadores	Químicos	-
		Físicos	14
		Metalurgistas	-
		Geólogos-Geofísicos	-
		Matemáticos	3
		SUB-TOTAL	17
	Med. Biol.	Médicos	-
		Biologistas	-
		SUB-TOTAL	-
NÍVEL MÉDIO		Matemáticos	-
		Eletrônica	31
		Laboratório (Técnicas nucleares)	2
		Proteção Radiológica	-
		Operadores	-
		Químicos	5
		SUB-TOTAL	38
EFETIVO TOTAL			104

NÃO ESPECIALIZADOS EM ENERGIA NUCLEAR		
ESPECIALIDADES		QUANTIDADE
NÍVEL SUPERIOR	Advogado	1
	Economista	-
	Engenheiro	-
	Médico	2
	Geólogo	-
	Químico	-
	Dentista	2
	Administração	4
	Bibliotecário	1
	SUB-TOTAL	10
NÍVEL MÉDIO	Laboratório	1
	Eletrônica	31
	Prospecção	-
	Desenhista	3
	Administração	2
	Mecânicos	4
	SUB-TOTAL	41
AUXILIAR	Profissional	97
	Subalterno	38
	SUB-TOTAL	135
EFETIVO TOTAL		186

## QUADRO III

## C - INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

ESPECIALIZADOS EM ENERGIA NUCLEAR			
ESPECIALIDADES			QUANTIDADE
NÍVEL SUPERIOR	Engenheiros	Mecânicos	1
		Eletricistas e eletrônicos	10
		Químicos	1
		Nucleares (Proj. e desenvolv. de reatores)	22
		Metalúrgicos	1
		Civis	15
		Mecânicos-Eletricistas	2
		Químico-Industrial	3
		SUB-TOTAL	55
	Pesquisadores	Químicos	3
		Físicos	3
		Farmacêutico-Químico	2
		SUB-TOTAL	8
	Med. Biol.	Médicos	1
		SUB-TOTAL	1
NÍVEL MÉDIO		Eletrônica	3
		Laboratório (Técnicas nucleares)	4
		Operadores	3
		SUB-TOTAL	10
EFETIVO TOTAL			74

NÃO ESPECIALIZADOS EM ENERGIA NUCLEAR		
ESPECIALIDADES		QUANTIDADE
NÍVEL SUPERIOR	Advogados	1
	Físicos	4
	Engenheiros	21
	Geólogos	1
	Químicos	1
	Administração	-
	Bibliotecários	1
	Matemáticos	1
	SUB-TOTAL	30
NÍVEL MÉDIO	Laboratório	22
	Eletrônica	6
	Prospecção	1
	Desenhista	3
	Administração	23
	Mecânica	8
	Proteção Radiológica	2
	Vidros	2
	SUB-TOTAL	67
AUXILIAR	Profissional	7
	Subalterno	23
	SUB-TOTAL	30
EFETIVO TOTAL		127

## QUADRO IV

## D - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

(SEDE)

ESPECIALIZADOS EM ENERGIA NUCLEAR			
ESPECIALIDADES			QUANTIDADE
NÍVEL SUPERIOR	Engenheiros	Nucleares (Proj. e desenvolv. de reatores)	14
		Químicos	2
		SUB-TOTAL	16
	Pesquisadores	Geólogos	24
		Químicos	1
		Físicos	1
		SUB-TOTAL	26
	Med. Biol.	Médicos	1
		SUB-TOTAL	1
EFETIVO TOTAL			43

NÃO ESPECIALIZADOS EM ENERGIA NUCLEAR		
ESPECIALIDADES		QUANTIDADE
NÍVEL SUPERIOR	Advogados	6
	Economistas	1
	Enfermeiras	1
	Estatísticos	1
	Engenheiros	13
	Contadores	6
	Físicos	2
	Biologistas	1
	Bibliotecários	1
	Arquitetos	1
	Téc. Administração	4
	Químicos	13
	Geólogos	19
	Médicos	4
	Matemáticos	1
	SUB-TOTAL	74
NÍVEL MÉDIO	Laboratório	11
	Eletrônica	6
	Prospecção	44
	Desenhista	6
	Administração	59
	Aux. Administração	125
	SUB-TOTAL	251
AUXILIAR	Subalternos	44
	Profissional	56
	SUB-TOTAL	100
EFETIVO TOTAL		425

## QUADRO V

## QUADRO GERAL

CATEGORIAS	UNIDADES								
	CNEN		IEA	IEN	IPR	CENA	APM	USINAS	TOTAL
	Sede	Campos							
NÍVEL SUPERIOR									
1. Técnico ou Científico	17	26	187	66	95	29	7	-	484
2. Administrativo	74	-	8	10	1	-	1	2	44
NÍVEL MÉDIO	35	32	59	102	49	-	22	2	424
ADMINISTRATIVO	178	6	54	41	39	6	33	10	343
AUXILIAR BRANÇAL E ARTÍFICE	87	13	103	71	19	-	288	92	685
TOTAL	391	77	411	290	203	35	351	106	1874

Em relação a 1967, nota-se um aumento na quantidade de pessoal global disponível, traduzindo o crescimento das atividades nucleares no País.

## 10.2. Obras e Instalações

### A - No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

a) Bloco A - Foram concluídas as divisões de quatro pavimentos, iniciadas em 1967, com exclusão das do 7º pavimento, que deverão estar concluídas em janeiro de 1969. Foi iniciado o ajardinamento e urbanização da área que se situa entre o Bloco A e o Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da U.S.P., com término previsto para março de 1969. Foi também concluído o Auditório para 225 poltronas e o sistema de tradução simultânea (com 100 telefones e instalações para 200).

A Divisão de Física de Reatores foi transferida, no mês de outubro último, para o 8º pavimento do Bloco. Trata-se de localização provisória enquanto se constroem os Setores 9 e 10 do Bloco D. Tendo em vista que essa construção demandará de dois a três anos, em função da disponibilidade de recursos, será esse o prazo que a Divisão de Física de Reatores deverá aguardar na localização atual. Dispõe de uma área superior a seiscentos metros quadrados e nela poderão ser desenvolvidas as atividades teóricas e práticas da Divisão. Uma parte do Setor de Térmica ficará, provisoriamente, num dos Laboratórios Didáticos do Setor A-3 (2º pavimento do Bloco A) e o gerador Van der Graff continuará nas instalações atuais.

Para o 7º pavimento será transferida: a Diretoria, o Conselho Técnico-Científico, o Conselho de Pesquisas, o Grupo de Planejamento (a ser criado), o Setor de Relações Públicas (a ser criado), todos os Serviços de Secretaria da Diretoria e dos Conselhos e o Arquivo da Diretoria. Essa transferência está prevista para janeiro de 1969.

A Divisão de Engenharia Nuclear foi transferida para o 6º pavimento do Bloco A, onde ficará instalada até que seja construído o edifício definitivo (início dentro de dois a três anos). Nesse pavimento foi instalado, também, o Serviço de Documentação Fotográfica, o Escritório de Projetos do Serviço de Projetos e Oficinas e todo o Setor de Publicações.



O 5º pavimento do Bloco A foi entregue à Divisão Administrativa.

O 4º pavimento destina-se ao Serviço de Cálculo Analógico e Digital (SCAD), para onde foram transferidos os computadores analógico e digital (PACE e IBM-1620). Foi deixada área disponível para a ampliação do serviço.

No Setor A-3 acha-se instalada a Biblioteca, cuja transferência foi feita ao final de 1967. No Setor A-1 encontram-se a Tesouraria, o Protocolo e Arquivo, a Divisão de Ensino e Formação e o Serviço de Biblioteca e Documentação. Nesta área encontram-se, também, salas de leitura para uso individual dos pesquisadores.

O 2º pavimento é inteiramente dedicado a atividades didáticas. Foram instaladas oito salas de aula, inclusive sala especial para ensino de eletrônica e outra para desenho e projetos. Dos cinco laboratórios didáticos instalados provisoriamente, foi entregue um ao Serviço de Física de Reatores e outro ao Serviço de Aplicação de Radioisótopos na Indústria (SARI). O primeiro e o último serão desocupados assim que fiquem prontos os setores do Bloco D que serão utilizados pelo Serviço de Proteção Radiológica e Dosimetria e pelo SARI.

b) Bloco B e C - Foi executada a pavimentação asfáltica da via de acesso aos Blocos B e C e o serviço de captação de águas pluviais.

c) Bloco D - Foi executada toda a alvenaria do Bloco D e o revestimento com chapisco e massa grossa. Estão em execução instalações elétricas, hidráulicas, fôrro e pisos. Prevê-se para março de 1969 o início da utilização de alguns setores do Bloco D. Está em execução o acesso ao Bloco D e o estacionamento junto ao restaurante.

d) Outros Blocos - Estão sendo reestudados os projetos dos setores destinados às instalações definitivas da Divisão de Física de Reatores e de Eletrônica. Estão sendo revistos os projetos estruturais do setor de Radiofarmácia e de Proces

Processamento de Radioisótopos, bem como os projetos de instalações elétricas e hidráulicas. O movimento de terra destinado à implantação dos edifícios da Divisão de Física de Reatores está sendo executado.

e) Bloco OO - Foram introduzidas as seguintes modificações: no edifício conhecido como "dos laboratórios anexos" a área anteriormente utilizada pela Divisão de Física de Reatores foi colocada à disposição da Divisão de Física Nuclear; os salões do SCAD passaram, também, para a Divisão de Física Nuclear, enquanto a sala das perfuradoras passou para a Divisão de Operações e Manutenção de Reatores. As salas anteriormente utilizadas pela Divisão de Engenharia Nuclear foram entregues à Divisão de Operação e Manutenção de Reatores e ao Serviço de Aplicação de Radioisótopos na Indústria. Duas salas da Divisão de Radiobiologia foram entregues à Divisão de Física Nuclear. A antiga sala de impressão passou a ser utilizada pela Divisão de Radioquímica. No antigo edifício da Administração o salão da Biblioteca e a sala de aula foram transformados em Almoxarifado. No restante será instalado o Serviço de Saúde. Os locais anteriormente utilizados pelo Almoxarifado, no embasamento do edifício dos laboratórios anexos, foram entregues à Oficina Mecânica. O antigo barracão usado como Restaurante, passou a ser usado pelo Setor de Carpintaria do Serviço de Projetos e Oficinas.

## B - No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Esta instituição vinha se ressentindo da falta de acomodações convenientes para os seus trabalhos em expansão e criação. O ritmo de crescimento dos laboratórios necessários ao atendimento dos programas promovidos pela Universidade era inferior às necessidades. Tal situação era mais crítica no caso do Grupo do Tório da Divisão de Engenharia de Reatores que, nascendo em torno de três engenheiros em meados de 1965, não contava com nenhuma previsão de áreas no prédio central do IPR. O Grupo rapidamente se expandiu e hoje conta com 36 técnicos.

Em meados de 1967 os problemas de ex

expansão do Grupo foram levados à CNEN e à UFMG. A solução encontrada foi a construção de um prédio próprio na área do IPR, especialmente projetado para reunir o grupo de engenheiros do projeto do protótipo, contando para isto com um grupo de salas que constituísse um verdadeiro escritório de engenharia, galpões e laboratórios anexos que receberiam equipamentos especiais e montagem experimentais para a verificação de componentes. As responsabilidades da construção foram divididas, a Universidade cedeu a área e alguns serviços básicos como instalação de canteiro de obras, etc., e a Comissão se responsabilizou pelo prédio em si.

A construção deveria compreender 3 etapas, a primeira ( $1.352 \text{ m}^2$ ) sendo o núcleo dos escritórios de engenharia e administração; a segunda ( $647 \text{ m}^2$ ) englobando, essencialmente, os laboratórios de térmica, mecânica e conexos, e a terceira ( $994 \text{ m}^2$ ) prevendo o Centro de Cálculo Numérico (computador), laboratórios de neutrônica e física de reatores.

Destas, a 1ª. etapa ficou concluída em fins de novembro; a fundação, infra-estrutura e parte da estrutura da 2ª. etapa foram executadas também em 1968. A 3ª. etapa deverá ser iniciada em janeiro de 1969, prevendo-se o término da 2ª. e 3ª. etapas para junho do mesmo ano.

Os problemas de acomodações e instalação também têm surgido em outros setores de trabalho do IPR - Aplicações de Radioisótopos, Tratamento de Minérios e Aparelhos de Irradiação - o que levou ao projeto de prédios próprios para as Divisões envolvidas. Neste ano foi iniciada a 1ª. etapa ( $636 \text{ m}^2$ ) do prédio da Divisão de Aplicações de Radioisótopos, devendo estar concluída em julho de 1969. A 2ª. etapa ( $912 \text{ m}^2$ ) deverá ser concluída em dezembro de 1969.

Em resumo, com a aplicação de NCr\$ 420.000,00 foram construídos  $1.352 \text{ m}^2$  em 1968. Estão em construção  $646 \text{ m}^2$ , e  $636 \text{ m}^2$  com área em preparo.

#### C - No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

A construção do laboratório de análises

de materiais nucleares (LAMAN) foi iniciada em dezembro de 1967. Naquele ano foram apenas concluídos os trabalhos de terraplanagem. Em janeiro de 1968 foram iniciadas as fundações, tendo as obras prosseguimento em ritmo acelerado até os meados do ano. Durante os meses de julho, agosto e setembro houve sensível diminuição das parcelas correspondentes. Ao terminar este ano o edifício encontrava-se na sua fase final de acabamento, restando apenas a parte de instalações hidráulicas e elêtricas bem como a execução do piso do andar térreo e revestimento externo da ala esquerda da fachada.

O LAMAN é constituído de 2 pavimentos sôbre a área total do edifício além de um 3º pavimento sôbre a ala esquerda totalizando uma área de construção da ordem de  $2.500 \text{ m}^2$ .

O edifício teve a sua estrutura reforçada visando à colocação de 2 pontes rolantes (uma no laboratório de ensaios de estruturas e maquetes; e outra no circuito térmico). Da mesma forma, os pisos são do tipo reforçado e duplo visando à colocação dos diversos equipamentos bem como a passagem de tubulações. O piso do andar térreo permitirá a instalação de prensas pesadas sem risco de transmitir choques ou vibrações, durante seu funcionamento, aos demais laboratórios.

#### D - No CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

Há uma área construída de  $850 \text{ m}^2$ , com preendendo: 1) um prédio de  $650 \text{ m}^2$  onde se encontram as instalações da administração, laboratórios, biblioteca, sala de aula e salas para o pessoal científico; 2) um prédio de  $200 \text{ m}^2$  onde estão instalados os laboratórios de Radiogenética, Preservação de Alimentos (provisoriamente) e a sala de irradiação gama (fonte de  $\text{Co}^{60}$  de cerca de 1.000 Curies), este último construído com recursos fornecidos pela CNEN. Associe-se, ainda, pequenas construções para instalação de compressor, ar condicionado e circulador de água refrigerada.

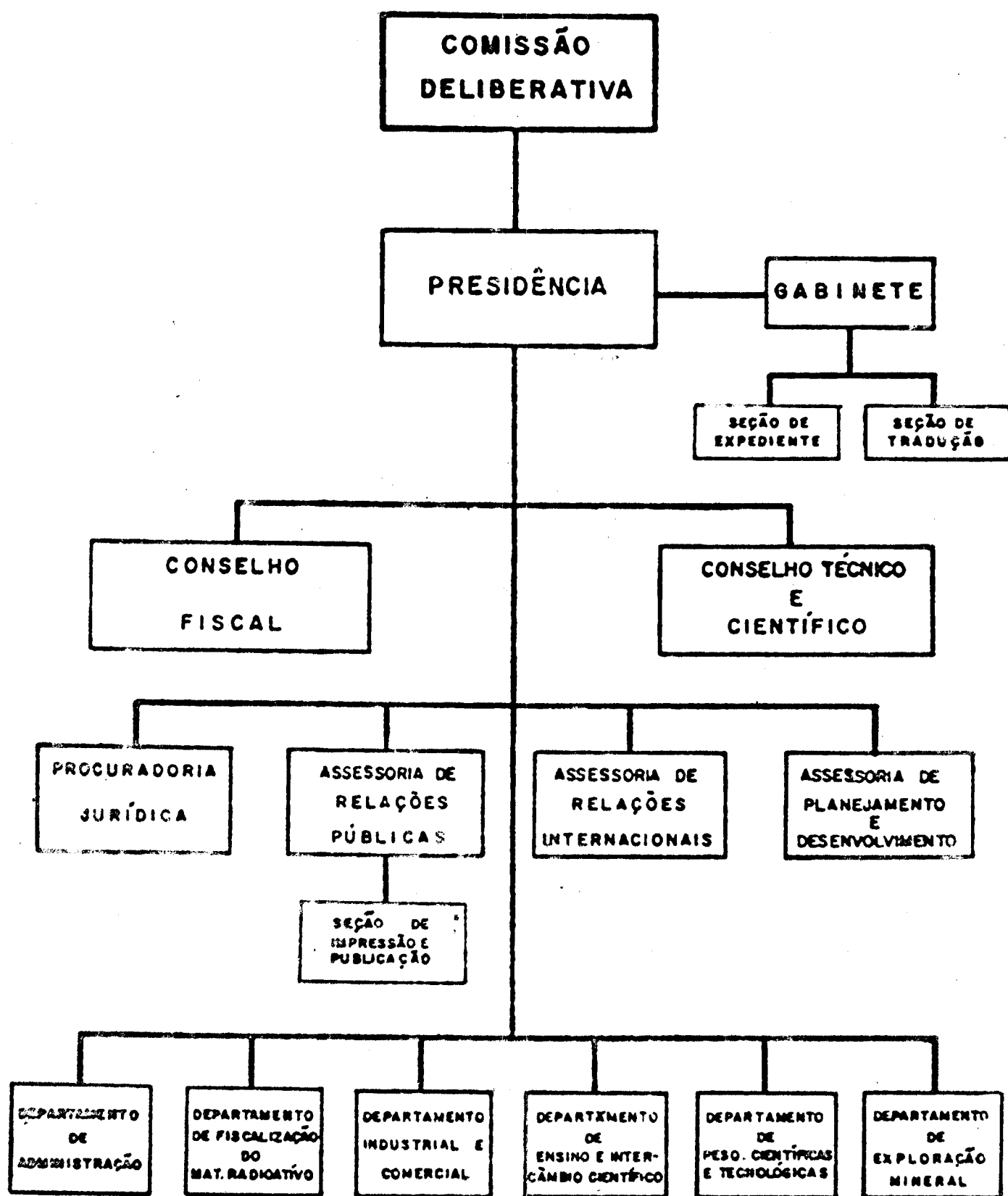
Em fase intermediária de construção, com recursos da Universidade de São Paulo e da CNEN, encon

encontra-se um prédio de 850 m<sup>2</sup> que se destina à ampliação dos laboratórios e salas para aulas, (destinado aos setores de Nutrição Vegetal e Solos Fertilizantes). Em fase inicial está a montagem de uma estufa e seus equipamentos com área útil de 400 m<sup>2</sup> e no valor de US\$ 20.000,00 doados pela USAID.

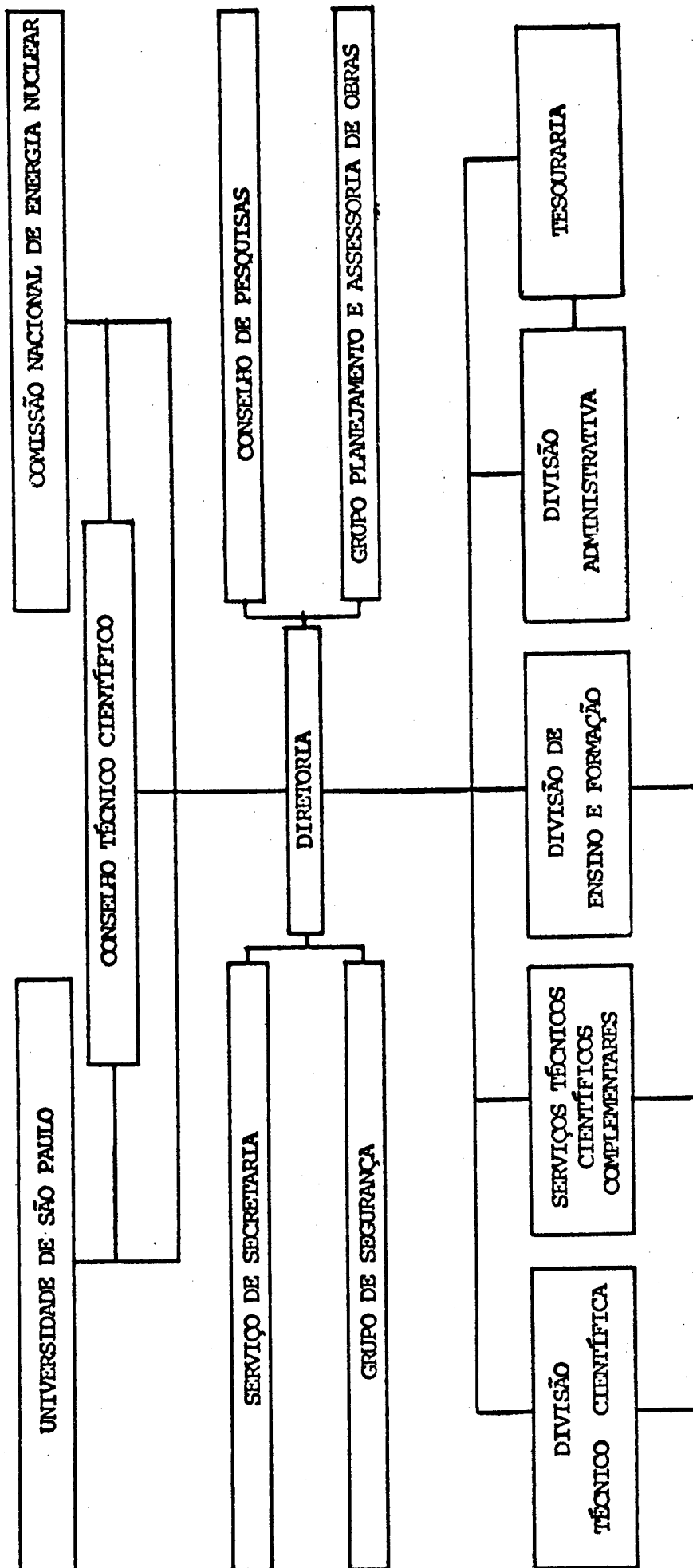
Pretende-se iniciar a ampliação do a  
tual prédio, a fim de melhor abrigar os laboratórios de Preser  
vação de Alimentos e Criação de Insetos, Laboratórios de Quí  
mica e Laboratório de Radiogenética.

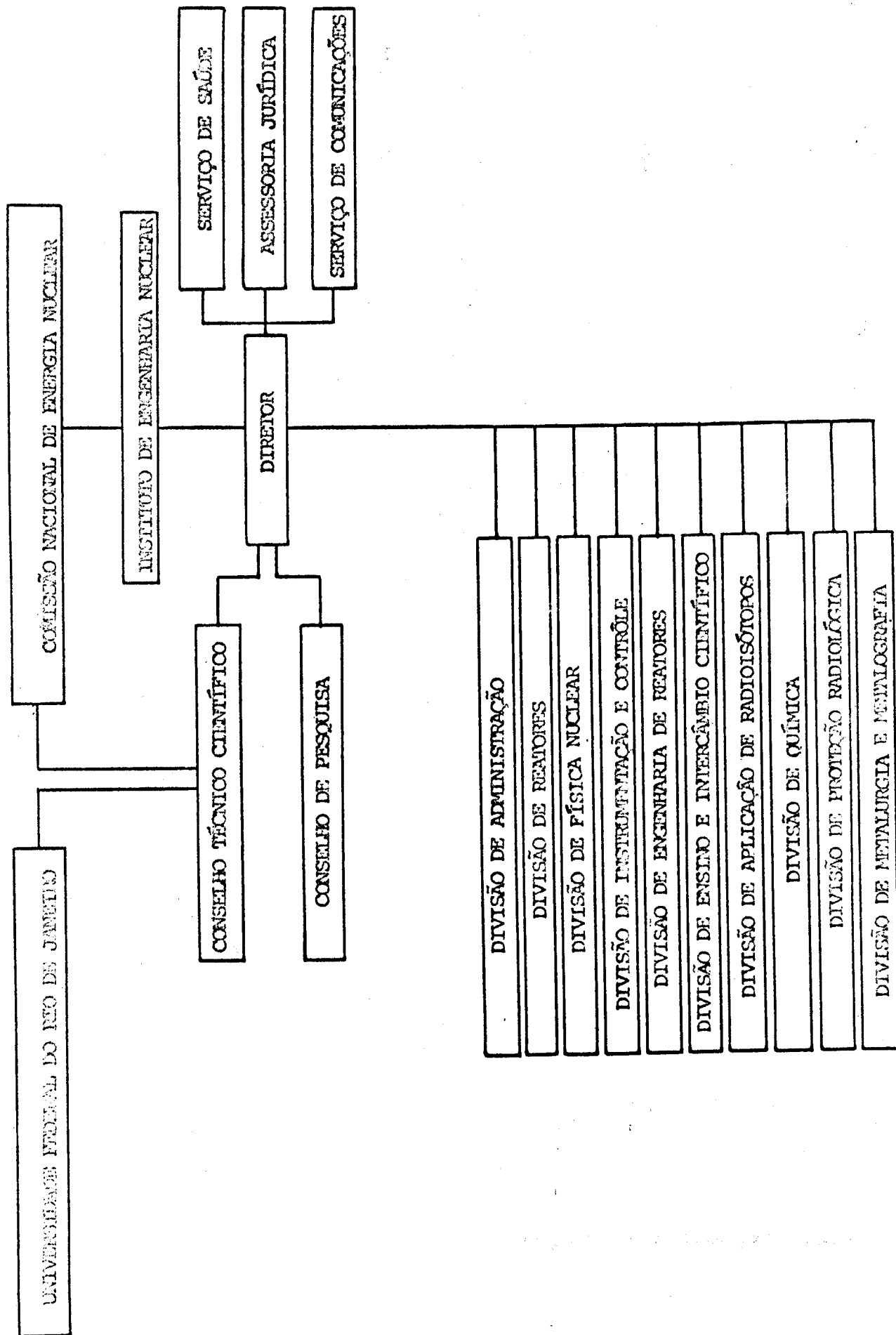
### 10.3. Organogramas

Os organogramas dos institutos, depar  
tamentos e órgãos ligados à CNEN são apresentados a seguir:

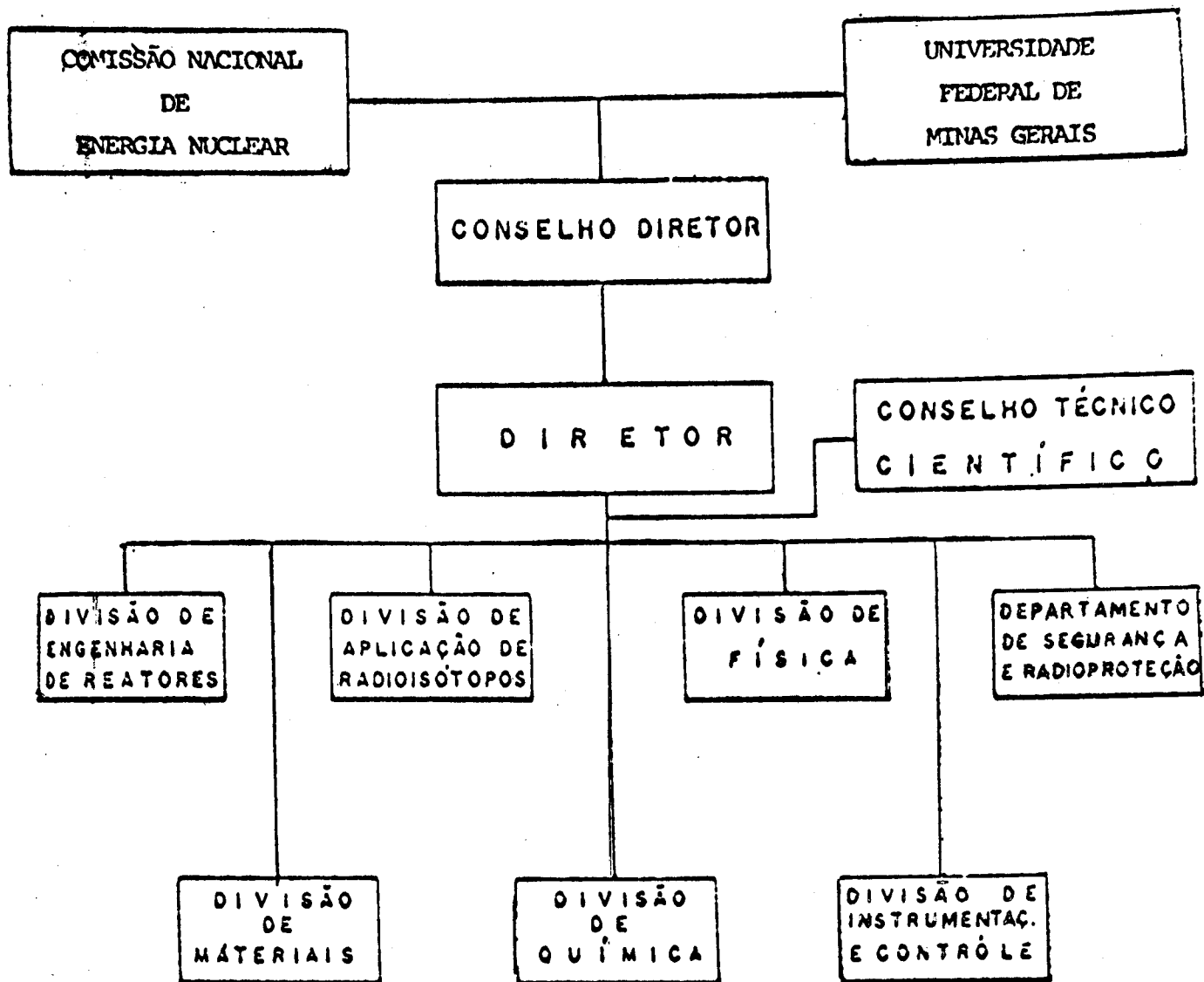


ORGANOGRAMA DO IEA









ORGANOGRAMA

INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

11. SUPORTE TÉCNICO DAS PESQUISAS

11.1.	- REATORES DE PESQUISA
11.2.	- INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA
11.3.	- UTILIZAÇÃO DE COMPUTADORES

## 11. SUPORTE TÉCNICO DAS PESQUISAS

### 11.1. Reatores de pesquisas

#### A - No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

O reator IEAR-1 utiliza como combustível urânio enriquecido a 20% em seu isótopo  $U^{235}$ , obtido graças ao acordo entre os governos do Brasil e dos Estados Unidos. O reator atingiu criticalidade em 16 de outubro de 1957.

No primeiro semestre de 1968 foram realizadas 75 operações a 2 Mw e mais 4 operações destinadas a calibrações, ajustes diversos, medidas de reatividade e experiências. A energia total dissipada no primeiro semestre foi de 1192,2 Mwh. Foram queimadas 61,63 g de  $U^{235}$  formando 4,77 g de plutônio. A partir de outubro foi aumentado o número de operações semanais, graças à utilização do novo conjunto de elementos combustíveis, passando-se para 4 operações semanais de 8 horas a 3 Mw.

#### B - No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

O reator TRIGA MARK I, produto da Gulf General Atomic, atingiu criticalidade em 6 de novembro de 1960. Opera a 30 Kw térmicos em regime permanente ou no máximo a 100 Kw por poucas horas seguidas.

Definindo-se o fator de operação do reator como sendo a relação da energia dissipada na operação durante um ano pela energia disponível naquele ano (valor esse equivalente à potência de 30 Mw, durante 40 horas semanais), em 1962 havia um fator de 1,36 significando que o reator operou mais de 40 horas semanais a 30 Kw. Isto realmente ocorreu quando se produzia L-131 para aplicações médicas. Naquela época trabalhava-se cinco dias seguidos, dia e noite, em campanhas de até 100 horas contínuas.

Em 1963 a produção do Iodo radioativo

passou a ser feita em São Paulo. Atualmente o fator de operação está em torno de 0,20, isto é, 20% apenas da operação disponível.

Embora este fator permaneça baixo, o número de amostras irradiadas e a atividade induzida crescem muito.

Nos três últimos anos, a queima anual tem sido de, aproximadamente, 600 mg de  $U^{235}$  (lg de  $U^{235}$  equivale a 23.000 Kwh).

Em 1965 houve necessidade de operações a 100 kw devido à produção de radioisótopos, principalmente os de aplicação industrial. A partir de 1967, necessitou-se de esquemas cada vez maiores de operação a 100 kw. Para atendimento dessa demanda faz-se imprescindível:

- a) melhorar o sistema de refrigeração para operação contínua a 100 Kw;
- b) aumentar a potência do reator para 250 Kw contínuos (já iniciado contato com o fabricante para verificação desta hipótese);
- c) adquirir outro reator de maior potência.

#### C - No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

O reator Argonauta com potência de até 10 Kw e com um fluxo médio de  $10^{11}$  nv, atingiu a criticalidade em 5/fev/1965 e desde esta data tem sido empregado no ensino e treinamento, além de algumas irradiações.

### 11.2. Instrumentação Eletrônica

#### A - No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

As principais atividades foram as seguintes: programação para cálculo em computador, de admitâncias

admitâncias de transistores em alta frequência; construção de um multivibrador de frequência ultra baixa; montagem de um sistema para confecção de circuitos impressos; construção de fontes de alta tensão estabilizadas a semi-condutores; construção de um conversor tensão-frequência; alinhamento final e conclusão de um detetor sensível a fase; alinhamento final e conclusão de um sincronizador para o oscilador de transferência; construção de um multiplicador de frequência de 10 a 30 MHz; construção de um "tomar" eletrônico; montagem e ajustes em um circuito auxiliar para o acelerador linear; alinhamento final de um oscilador de pilhas; montagem experimental e ajustes em um sistema para medida de temperatura; construção de três gama-relés para diferentes aplicações; construção de um "rate-meter" portátil e semicondutores; construção de uma fonte de tensão para eliminação de lâmpada de descarga de espectro - fotômetro.

#### B - No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

Além de projetos e testes de equipamentos nucleares, foram executados: medidor eletrônico de vazão em tubulação fina; contador de sinal tropicalizado; amplificador com circuito integrado; circuito impresso e "Silk-Screen" com técnica desenvolvida pela própria Instituição.

### 11.3. Utilização de computadores

#### A - No INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

No âmbito do projeto TORUNA, foram desenvolvidos diversos programas de computador para dimensionamento de vazo de pressão em concreto protendido do reator. Foram calculadas tensões radiais, tensões térmicas, economia do conjunto, otimização, cabos de pretensão, etc. O dimensionamento foi feito em primeira fase pelo método das diferenças finitas devendo o mesmo ser refeito pelo método dos elementos finitos.

Para os estudos de blindagens para centrais nucleares, foram elaborados programas para cálculo de

atenuação de raios gama e neutrons nas camadas de blindagem; geração de calor nestas camadas; doses integradas devidas a raios gama e neutrons; e espessuras das blindagens térmicas - biológicas, com base nos "Kernels" de integração. Para o caso do reator em estudo, diversos códigos mais elaborados e precisos estão sendo adaptados.

Também no âmbito do projeto TORUNA, no campo de térmica-mecânica em centrais nucleares, foram desenvolvidos diversos programas de computador, especificamente para balanço térmico da central (CITER); cálculo e traçado das curvas de vazão unitária de massa versus perda de carga total no reator (HINST); cálculo das dimensões do trocador de calor anular e de passagem dupla (EVA); e estudo do comportamento dinâmico do trocador de calor (DIVA). Em fase de elaboração estão os códigos: KULOID que permite calcular o custo total da refrigeração e do isolamento térmico e a otimização dos custos; e o PREX para cálculo das dimensões do pressurizador e estudo do comportamento dinâmico.

A utilização dos códigos REPTO, PLUTO e TORUNA (bastante simples, devido ao uso de teoria de difusão dos grupos de neutrons, formalismo da fórmula dos quatro fatores e da convenção Westcott para seções de choque efetivas) tendeu a ser abandonada, em favor de códigos mais precisos que exige a disponibilidade de computador de maior porte. Assim, o código CRUEL, francês, está sendo adaptado para o projeto em questão, devendo ser processado num computador IBM/360 Mod. 44.

Dentre os programas de computador elaborados citam-se: a) cálculo da reatividade da "barra central" segundo método de Nordheim-Scalettar; b) cálculo da reatividade de "barras excêntricas" situadas a 9 distâncias diferentes do centro do reator, pelo mesmo método; c) cálculo da reatividade de "anéis simples" de barras situadas a 9 distâncias do centro, pelo mesmo método; d) testes do efeito sombra e anti-sombra; cálculo de anéis simples de barras situadas a 9 distâncias do centro, pelo mesmo método, considerando a néis com 2, 3, 6, 9 e 12 barras; e) cálculo do determinante crítico (4 x 4) para reator com refletor segundo o método de R. E. Lightle, "Multiple Control Rod Circulations" TIC-7532.

Mesmo se utilizando fórmulas e métodos simplificados para cálculo de barras de controle, têm surgido sérios problemas de computação devido à pequena capacidade do computador disponível. Para um cálculo mais preciso (está se utilizando o método exposto por R. E. Lightle no artigo citado anteriormente) é necessário um computador mais potente (IBM/360 Mod. 44 de São Paulo). Este método conduz à equação criticalidade, que no caso é um determinante  $(8 \times 8)$  formado do seguinte modo:

- a) as duas primeiras linhas das duas primeiras colunas constituem o determinante crítico para o reator cilíndrico sem refletor;
- b) as quatro primeiras linhas das quatro primeiras colunas para o reator com refletor;
- c) as seis primeiras colunas para o reator com refletor e um anel de barras de controle;
- d) finalmente, o determinante  $(8 \times 8)$  é a equação crítica para o reator com refletor e dois anéis de barras.

Para os estudos de produção de Centros de Côm por Irradiação Interna, foi feita uma tentativa no IPR, de se obter uma equação para o fenômeno, com utilização do computador. Necessitou-se introduzir alguns termos na equação cuja justificativa está sendo pesquisada.

## B - No INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Foram desenvolvidos os seguintes programas:

- a) Efeito Bremsstrahlung - elaborado para uma possível inclusão no cálculo da fotofração em cristais de NaI;
- b) Rotinas necessárias para completar a programação do cálculo de fotofração;
- c) Rotinas do sistema Monitor para modificar e adaptá-lo às necessidades do IEA;

- d) Otimização dos cálculos com matrizes;
- e) Equações lineares necessárias para o desenvolvimento de diferentes programas em preparação por outros setores;
- f) Estudos visando à mecanização do catálogo coletivo do IBBD;
- g) Cálculos de correlação;
- h) Análises de Fourier;
- i) Programa para a Secretaria de Agricultura;
- j) Determinação da intensidade de cada linha a partir do espectro experimental;
- k) Adaptação do programa anterior para uma varredura completa do espectro experimental;
- l) Cálculo da integral de vazão sólida;
- m) Cálculo da refletividade, em função do ângulo, de um cristal de germânio, quando usado por reflexão;
- n) Otimização da divisão de polinômio por fator quadrático;
- o) Programa de Multiplicação de matrizes;
- p) Adaptação de programa em Fortran IV para determinação de curva de nível;
- q) Estudo de equações polinomiais e otimização de métodos;
- r) Estudo de autovalores e autovetores;
- s) Resolução de um sistema de  $n$  equações a  $n$  incógnitas pelo método de Gauss;
- t) Integração numérica pelo método de Simpson;



- u) Estudo de ajustes de contagens;
- v) Função de resposta de um cristal de NaI (método de Monte Carlo).

#### C - No INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

O computador IBM/1620 foi amplamente utilizado pelos pesquisadores para uma série de programas técnico-científicos, didáticos e administrativos, como se segue:

- 1) Demanda de plutônio no mundo ocidental; 2) Evolução de temperatura para dimensionamento no projeto de trocador de calor do acelerador de neutrons; 3) Determinação de idade de Fermi na água; 4) Otimização em instalações de centrais nucleares no sistema elétrico da região Centro-Sul; 5) Análise de dados pelo processo de mínimos quadrados; 6) Análise estatística de dados experimentais para experiências no reator; 7) Análise de erro estatístico em experiência de contagem para o Laboratório de Contagens; 8) Programa de cálculo numérico da biblioteca de programa da COPPE; 9) Ajuste de funções pelo método de mínimo quadrados; 10) Análise numérica das equações cinéticas do reator; 11) Mínimos quadrados para experiência do disprósio; 12) Distribuições de Poisson; 13) Distribuição de Gauss; 14) Chi quadrado; 15) Cálculo de um acelerador linear; 16) Seção de choque de espalhamento de neutrons térmicos na água (Nelkin); Formação de biblioteca contendo seção de choque; 17) Cálculo do fluxo térmico de um reator moderado a água por processo multigrupo; 18) Levantamento do fluxo térmico em geometria plana; 19) Ajuste de retas pelo processo mínimos quadrados para cálculo do desvio da linearidade de um sistema analisador multicanal; 20) Áreas de picos de radiação gama; 21) Levantamento de função de transferência de sistema de 2a. ordem; 22) Fôlha de pagamento do IEN; 23) Simulação lógica de contadores decimais; 24) Simulação lógica de contadores binários; 25) Pesquisa de otimização de circuitos impressos (determinações de locações mínimas); 26) Projeto de otimização de circuitos TRL; 27) Tabela de constante de atenuação de guia retangular em função das dimensões do ganho e da frequência; 28) Ajustamento de funções exponenciais; 29) Tabela de valores de importância para estrutura atenuadora em T, a fim de que se verifique a atenuação em DB

desejada e o perfeito casamento de impedância; 30) Resolução de sistema de equações pelo processo de Cholesky; 31) Sub-rotina para resolver um sistema de  $n$  equações de 1º grau (SIMQ-2); 32) Cálculo do fluxo de neutrons no canal j9 do reator Argonauta.

Foram equacionados problemas e simulação lógica, projetos lógicos de componentes de computadores e computadores de uso específico, no caso, de um medidor de período digital.

As atividades de métodos numéricos foram desenvolvidos códigos sobre dados de espectrometria, traçado de isodósicas (em colaboração com a Divisão de Aplicação de Radioisótopos).

12.

ATIVIDADES INDUSTRIAIS E  
COMERCIAIS

12. ATIVIDADES INDUSTRIAIS E COMERCIAIS

## A. ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO DA MONAZITA (APM)

É atribuição da APM, primariamente, o processamento físico e químico de minérios de interesse nuclear, especialmente de areias monazíticas e amblygonita, visando a entregar à CNEN o urânio e tório resultantes desse processamento.

A compra de minérios é efetuada principalmente através dos Escritórios do Rio e de Governador Valadares.

O movimento de 1968 pode ser resumido nos seguintes números, comparados aos análogos de 1967:

QUADRO I

Minérios	Pêso	Ton	Aumento % aproxim.
	1967	1968	
Amblygonita	196, 868	348, 936	62
Espodumênio	0, 310	506, 694	150.000
Berilo	3, 765	63, 685	1.450

O movimento aproximado de produção com indicação da matéria bruta e principais produtos foi a seguinte, no ano:

<u>Monazita bruta:</u> 1.669.212 ton, dando:		<u>Tonelada</u>
1. Monazita pura .....		1.460,947
2. Fração monazítica .....		10,345
3. Fração ilmenítica .....		30,168
4. Frações leves .....		12,120
5. Ilmenita .....		12,168
6. Zirconita .....		138,682

Monazita pura: 1.490.220 ton, dando:Tonelada

1. Resíduos de tório .....	370,379
2. Uranato de sódio .....	3,1084
3. Cloreto de terras raras .....	1.837,9795
4. Carbonato de terras raras .....	80,765
5. Fosfato trissódico .....	2.259,500
6. Soda cáustica recuperada .....	151,6878
7. Sulfato de terras raras .....	7,450

Ácido fosfórico: 43.500 ton, dando:Tonelada

1. Fosfato trissódico .....	134,500
-----------------------------	---------

Zirconita Bruta: 2.908,208 ton, dando:Tonelada

1. Zirconita pura, vários tipos .....	2.237,544
2. Fração monazítica .....	37,575
3. Ilmenita .....	1,942
4. Rutilo .....	131,700
5. Silica .....	470,210

Ambligonita: 218,030 ton, dando:Tonelada

1. Carbonato de lítio .....	6,405
2. Hidróxido de lítio .....	35,7245
3. Cloreto de lítio .....	1,330
4. Fluoreto de lítio .....	0,128
5. Fosfato trissódico .....	443,750
6. Sulfato de sódio .....	230,050
7. Aluminato de sódio .....	148,000

Ilmenita Bruta: 399.338 ton, dando:Tonelada

1. Ilmenita pura .....	364,948
2. Fração monazítica .....	12,058
3. Fração ilmenítica .....	4,120
4. Zirconita .....	9,343
5. Fração granada .....	0,845
6. Sílica .....	0,523

<u>Rutilo Bruto:</u> 19.355 ton, dando:	<u>Tonelada</u>
1. Rutilo puro .....	14,750
2. Fração ilmenítica .....	0,600
3. Sílica .....	0,240

<u>Fração Ilmenítica:</u> 78.850 ton, dando:	<u>Tonelada</u>
1. Xenotina pura .....	12,500
2. Fração monazítica .....	12,232
3. Ilmenita .....	39,400
4. Zirconita .....	7,435
5. Frações leves .....	6,160

Do tratamento dessas matérias primas foram obtidos os diferentes produtos industriais e as vendas realizadas estão resumidas abaixo:

Mercado interno	=	NCr\$ 4.432.570,49
Mercado externo	=	NCr\$ 2.490.982,90
Total .....		NCr\$ 6.923.553,39

que representam um aumento percentual em relação ao ano anterior de, respectivamente, 58% e 39%.

Dêsse total cabe assinalar a venda no exterior da produção excedente de cloreto de terras raras, de ..... 1.215 ton, distribuídas entre Áustria, Japão, Inglaterra e Itália.

As compras realizadas totalizaram NCr\$ 3.144.275,94, contra NCr\$ 1.451.944,17 no ano de 1967.

As pesquisas e controle analítico foram bastante desenvolvidos durante êste ano, verificando-se no número de análises realizadas um total de 46.212, contra 37.869 no ano anterior.

Êsses resultados foram obtidos graças à instalação de numerosos instrumentos e equipamentos que vieram a modernizar e acelerar a execução das análises.

B. DEPARTAMENTO INDUSTRIAL E COMERCIAL  
(DEPINC)

A produção das usinas de Barra de Itabapoana e Cumuruxatiba, administradas pelo DEPINC e da Mibra S/A, que trabalha sob contrato, teve a seguinte evolução (em toneladas):

QUADRO II

USINAS	Monazita	Ilmenita	Zirconita	Rutilo
CNEN	789	13.371	1.796	16
Mibra	901	4.510	508	127
SOMA	1.690	17.881	2.304	143
Previsão do ano	1.500	17.000	1.850	100

A evolução da produção da monazita nos últimos anos pode ser vista no quadro seguinte:

QUADRO III

1963	520 t
1964	660 t
1965	600 t
1966	750 t
1967	1.800 t
1968	1.500 t

A A monazita foi totalmente consumida pela APM, assim como a zirconita e o rutilo.

As principais causas, tanto da queda na produção da monazita como do "deficit", apresentadas pelo DEPINCO, são a diminuição acentuada, quer do teor em minério concentrado, quer de monazita, das jazidas de areias monazíticas da CNEN, e a necessidade de reequipamento das Usinas, de vez que os equipamentos, adquiridos em 1961, já estavam, à época, bastante utilizados.

Na Usina de Barra de Itabapoana, a percentagem de minério concentrado em relação ao bruto foi de 28,3% em 1966, descendo a 19,8 em 1967. A solução, a longo prazo, foi o arrendamento da jazida de Tipiti, com a reserva medida de cerca de 10.000 toneladas de monazita mas que, dada a grande distância da usina, obrigou à construção no local de nova casa de força, espirais de Humphreys, galpão para oficina-garagem, tanques, etc.

Na Usina de Cumuruxatiba, a percentagem de monazita em relação ao minério bruto vem decrescendo continuamente, também: 2,9% (1964), 2,8% (1965), 2,0% (1966), 1,9% (1967) e 1,4% (1968). Nesta região, as jazidas estão praticamente esgotadas em monazita, e a solução será mais difícil. No entanto, vêm sendo efetuadas grandes despesas com a construção do terminal marítimo, única possibilidade de escoar o grande estoque de ilmenita.

Igualmente nas jazidas de Guarapari, exploradas pela Mibra, o teor de concentração no minério bruto vem baixando continuamente. Por exemplo, em maio de 1967 foi de 30,4%, baixando a 10,9% em agosto de 1968.

Cumprе salientar ainda que, na apuração da receita, o estoque vendável de ilmenita, foi computado ao preço de NCr\$ 0,01/kg, preço esse que é mantido desde 1966, em virtude da pequena demanda desse mineral. Igualmente não foram computados os estoques de sulfato de tório cristalizado existentes (cerca de 250 ton).



13. RELAÇÕES INTERNACIONAIS

13.1	- ACÔRDOS  13.1.1 Portugal  13.1.2 Peru  13.1.3 Espanha  13.1.4 Suíça  13.1.5 Índia  13.1.6 Bolívia  13.1.7 Estados Unidos - AIEA
13.2	- COOPERAÇÃO INTERNACIONAL
13.3	- AGÊNCIAS INTERNACIONAIS
13.4	- ASSISTÊNCIA TÉCNICA
13.5	- VIAGENS DE ESTUDO E OBSERVAÇÃO

### 13. RELAÇÕES INTERNACIONAIS

#### 13.1 Acôrdos

##### 13.1.1 PORTUGAL

Acôrdio para a Cooperação na Utilização da Energia Nuclear para Fins Pacíficos entre o Brasil e Portugal.

Entrou em vigor a 21 de março de 1968, tendo sido efetuada em Lisboa a troca dos Instrumentos de Ratificação.

Finalidade: Cooperação técnico-científica, visando a projeto e construção de instalações nucleares; fornecimento de minérios, materiais férteis e radioisótopos; pesquisa e mútua assistência em tudo que diz respeito à utilização da energia atômica exclusivamente para fins pacíficos.

##### 13.1.2 PERÚ

Acôrdio sobre Cooperação no Campo dos Usos Pacíficos da Energia Atômica entre o Brasil e o Perú.

Aprovado a 14 de maio de 1968, pelo Decreto Legislativo nº 11/68.

Finalidade: Acôrdio genérico, abrangendo intercâmbio de informações, assistência técnico-científica, formação e aperfeiçoamento de pessoal técnico e profissional.

##### 13.1.3 ESPANHA

Acôrdio de Cooperação sobre Utilização da Energia Atômica para Fins Pacíficos entre o Brasil e a Espanha.

Assinado em Madrid, a 27 de maio de 1968, quando da visita do Presidente da CNEN à Espanha. Por Decreto de 15 de maio de 1968, foi o Professor Uriel da Costa Ribeiro, Presidente da CNEN, designado Representante Especial do Governo do Brasil para o ato da assinatura. A 29 de

outubro foi o Acôrdio ratificado pela Comissão de Relações Exteriores das Côrtes Espanholas.

Finalidade: Cooperação nos campos da pesquisa nuclear, industrial e técnico-científico, relativamente ao emprêgo pacífico da energia nuclear.

#### 13.1.4 SUIÇA

Acôrdio de Cooperação para a Utilização da Energia Atômica para Fins Pacíficos entre o Brasil e a Confederação Suíça.

Entrou em vigor a 5 de julho de 1968, tendo sido efetuada em Berna a troca dos Instrumentos de Ratificação.

Finalidade: Cooperação no campo da pesquisa nuclear, entre empresas industriais brasileiras e suíças que se dedicam ao emprêgo da energia nuclear; realização de trabalhos em comum nos campos técnico-científico e industrial no que concerne à energia nuclear para fins pacíficos.

#### 13.1.5 ÍNDIA

Acôrdio de Cooperação sobre a Utilização da Energia Atômica para Fins Pacíficos entre o Brasil e a Índia.

A 23 de setembro de 1968, por ocasião da visita da Senhora Indira Gandhi ao Brasil, o Excelentíssimo Senhor Presidente da República aprovou o texto do Acôrdio. A assinatura verificou-se três meses mais tarde, a 18 de dezembro.

Finalidade: Realização de trabalhos em comum relacionados com a utilização pacífica da energia nuclear, bem como intercâmbio de cientistas, bolsas de estudo, aquisição de materiais, promoção e intercâmbio de informações sobre pesquisas realizadas e cooperação entre empresas industriais de ambos os países.

#### 13.1.6 BOLÍVIA

Acôrdio sôbre Cooperação no Campo dos Usos Pacíficos da Energia Atômica entre o Brasil e a Bolívia.

Em 8 de outubro de 1968 o Acôrdio foi ratificado em La Paz, pelo Congresso Boliviano, já tendo sido ratificado pelo Brasil anteriormente. Entrará em vigor, de conformidade com o Artigo III do Acôrdio, quando da troca dos Instrumentos de Ratificação.

Finalidade: Acôrdio genérico no que se refere às aplicações pacíficas da energia atômica, abrangendo intercâmbio de informações, assistência técnica e financeira, formação e a perfeição de pessoal técnico e profissional e coordenação da política das respectivas Comissões à luz das responsabilidades que têm ambos os países como Membros das Nações Unidas, da Agência Internacional de Energia Atômica e da Organização dos Estados Americanos.

#### 13.1.7 ESTADOS UNIDOS - AIEA

Acôrdio Trilateral para Aplicação de Salvaguardas entre o Brasil, os Estados Unidos da América e a Agência Internacional de Energia Atômica.

O texto do Acôrdio foi aprovado pelo Decreto Legislativo de nº 44/68, de 15 de outubro. O Acôrdio havia sido assinado em Viena a 10 de março de 1967. Entrou em vigor a 31 de outubro, tendo sido promulgado pelo Decreto nº 63.705, de 29 de novembro de 1968.

### 13.2 Cooperação Internacional

A convite da CNEN visitou o Brasil, de 4 a 7 de fevereiro o Dr. Alberto Oteiza Quirno, da Divisão de Programas, do Departamento Técnico da AIEA.

A 24 de março a CNEN recebeu a visita do Presidente da Comissão Nacional de Energia Atômica da Argentina, Almirante Oscar A. Quihillalt, acompanhado de sete dos seus au

xiliares. A comitiva da CNEA argentina que permaneceu uma semana no Brasil, visitou as instalações nucleares da CNEN localizadas no Rio de Janeiro, em São Paulo e em Belo Horizonte. Durante esta visita de intercâmbio técnico-científico tiveram prosseguimento as conversações relativas ao estabelecimento de um acordo de cooperação no campo da energia nuclear entre os dois países.

A 18 de julho, recebemos os Senhores Leonard M. Brenner e Donald C. Tubbs, Inspetores da Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos da América (USAEC) que realizaram inspeção do material nuclear arrendado ao Brasil, em virtude de disposição contida no Acordo de Cooperação para Utilização da Energia Atômica para Fins Pacíficos firmado entre o Brasil e os Estados Unidos. A inspeção foi procedida no Reator Argonauta, do Instituto de Engenharia Nuclear, na Ilha do Fundão; no Reator Triga, do Instituto de Pesquisas Radioativas, em Belo Horizonte; no Reator de Piscina e setor de fabricação de combustíveis nucleares do Instituto de Energia Atômica, em São Paulo e, no mesmo Estado, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Em São José dos Campos foi inspecionado o conjunto subcrítico do Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

### 13.3 Agências Internacionais

De 20 a 26 de janeiro realizou-se a 16.<sup>a</sup> Reunião do Comitê Consultivo Científico (SAC) da AIEA, tendo sido o Brasil representado pelo Professor Luiz Cintra do Prado.

Nos dias 23 e 24 de janeiro, reuniu-se o Comitê Consultivo Científico (SAC) da ONU, tendo comparecido como nosso Representante o Professor Luiz Cintra do Prado. Dentre os assuntos tratados, foi ressaltada a necessidade de ser realizada, em 1970 ou 1971, uma Quarta Conferência das Nações Unidas sobre os Usos Pacíficos da Energia Atômica.

De 20 a 21 de fevereiro teve lugar, em Viena, a Reunião da Junta de Governadores da AIEA. Na ausência do Governador pelo Brasil, Professor Uriel da Costa Ribeiro, compareceu o Representante Residente do Brasil junto à Agência, e Governador Suplente, Secretário Helio F. S. Bittencourt.

De 2 a 3 de abril reuniu-se no "Palais des Nations", em Genebra, o Comitê Consultivo Científico (SAC) da ONU

(68ª e 69ª Sessões), para discutir, nos termos da Resolução 2309 da Assembléia Geral, datada de 18 de dezembro de 1967, os planos para a Quarta Conferência Internacional das Nações Unidas sobre os Usos Pacíficos da Energia Atômica. O Brasil fez-se representar pelo Professor Luiz Cintra do Prado, assessorado pelos Secretários Alcides da Costa Guimarães e José Nogueira Filho.

De 13 a 17 de maio realizou-se em Washington, D.C. a IV reunião do Comitê Consultivo da Comissão Interamericana de Energia Nuclear (CIEN), tendo comparecido como Representante do Brasil o Professor Paulo Ribeiro de Arruda, Membro da Comissão Deliberativa da CNEN, o qual já havia participado da reunião anterior do Comitê, em Washington. Foi debatido o Programa Regional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico, objetivando a criação de Centros Nucleares Regionais nos Países da América.

De 11 a 13 de junho, reuniu-se a Junta de Governadores da AIEA, composta de 25 Membros. Na ausência do Governador pelo Brasil, Professor Uriel da Costa Ribeiro e dos dois Governadores Suplentes, o lugar foi ocupado pelo 1º Secretário Hélio F. S. Bittencourt, nosso Representante Residente junto à AIEA.

No período de 29 de julho a 2 de agosto teve lugar, no auditório da CNEN, a 6ª Reunião do Comitê Especial Jurídico da Comissão Interamericana de Energia Nuclear (CIEN).

Realizou-se, a 20 de setembro, a costumeira reunião da Junta de Governadores que precede a Conferência Geral da AIEA, cuja finalidade é resolver quaisquer assuntos que devam ser submetidos à apreciação da mencionada Conferência. Na impossibilidade do comparecimento do Governador pelo Brasil, tomou o seu lugar o nosso Representante Residente junto à Agência. Na mesma data partiu para Viena a Delegação do Brasil à XII Sessão Regular da Conferência Geral da AIEA, que se realizou de 24 a 30 de setembro, chefiada pelo Professor Uriel da Costa Ribeiro, Presidente da CNEN e Delegado do Brasil, tendo a ele sido oferecida uma das Vice-Presidências da Conferência. A Delegação foi assim constituída: Professor Luiz Cintra do Prado, ex-Presidente da CNEN; Professor Paulo Ribeiro de Arruda, Membro da Comissão Deliberativa da CNEN; Brigadeiro Raphael Leocádio dos Santos, Assessor do Presidente da CNEN; Secretário Helio F. S. Bittencourt, Representante Residente do Brasil junto à AIEA. Como Assessor, a Delegação contou com o Secretário Luiz Antônio Jardim Gagliardi. Tivemos ainda co

mo observadores parlamentares, os Senadores Arnon de Mello, Júlio Leite e Arão Steinbruck, além dos Deputados Aureliano Chaves, Pedro Faria, Virgílio Távora e Celso Passos. A Sessão foi presidida pelo Dr. Manuel Sandoval Vallarta, do México.

A 29 de setembro teve início, em Genebra, a Conferência dos Países Não-Nucleares, referente ao Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares. A representação do Brasil esteve a cargo do Ministério das Relações Exteriores.

A 1º de outubro realizou-se mais uma reunião da Junta de Governadores, a primeira após sua nova composição. O lugar do Brasil foi ocupado pelo nosso Representante Residente, tendo comparecido os dois Governadores Suplentes, Professor Luiz Cintra do Prado e Professor Paulo Ribeiro de Arruda. Procedeu-se à eleição do novo Presidente da Junta, tendo o Senhor A. A. Afshar, do Iran, obtido a unanimidade dos votos dos Governadores presentes.

De 25 de novembro a 6 de dezembro realizou-se, em Viena, a 10ª Sessão do Conselho Consultivo das Nações Unidas sobre Aplicação da Ciência e da Tecnologia para o Desenvolvimento, sob a Presidência do Senhor Embaixador Carlos Chagas, Delegado Permanente do Brasil junto à UNESCO. A 11ª Sessão do referido Comitê terá lugar em New York, com início previsto para 31 de março de 1969.

#### 13.4 Assistência Técnica

A 9 de março chegaram ao Brasil, permanecendo até o dia 18 do mesmo mês, dois técnicos do Comissariado de Energia Atômica da França, os Senhores Jean Robelin, Chefe do Departamento Administrativo e Financeiro e Georges Bigotte, Chefe do Serviço Geológico de Ultramar. Foram realizadas várias reuniões, das quais participaram os citados técnicos e elementos da CNEN, da Secretaria-Geral do Conselho de Segurança Nacional e do Itamaraty. A finalidade das reuniões foi dar prosseguimento aos estudos sobre um Convênio de Colaboração Técnica para Pesquisa de Urânio no Brasil.

Com vistas à redação do texto do projeto

de Convênio para Pesquisa de Urânio no Brasil, reuniram-se na sede da CNEN, de 11 a 15 de março, representantes da Secretaria-Geral do Conselho de Segurança Nacional, Tenente Coronel Geraldo de Araújo e Silva Boson; do Ministério das Relações Exteriores, os Senhores Primeiro Secretário Sérgio Portella de Aguiar e Terceiro Secretário Roberto Gasparry Torres; do Comissariado de Energia Atômica da França, os Senhores Jean Robelin e Georges Bigotte, bem como o Senhor Jean Pheline, Adido para Assuntos Nucleares da Embaixada da França e, da CNEN, os Senhores Professor J. R. de Andrade Ramos, Brigadeiro Raphael Leocádio dos Santos e o Dr. Alcyr Cabral Simões.

A convite da CNEN, chegou ao Brasil, no dia 21 de março, o Senhor James Lane, especialista em reatores, chefiando equipe de peritos da AIEA, constituída pelos Engenheiros Egon V. de Belmond e Peter H. Margen, suecos; Horace Tilbe, inglês e Ian N. MacKay, canadense. O grupo permaneceu três meses na CNEN oferecendo assistência técnica em estudos referentes a reatores de potência.

De 10 a 19 de março esteve no Brasil o "Visiting Seminar on Personnel, Area and Environmental Monitoring Radiation Protection", Missão da AIEA que ministrou curso no Rio de Janeiro e em São Paulo. O programa foi constituído de palestras e demonstrações, bem como de visitas às áreas de trabalho onde existem problemas de proteção contra radiação.

No dia 11 de abril, chegou ao Rio, o Senhor Reuven Avni, da Comissão de Energia Atômica de Israel, especialista em espectroscopia de emissão, o qual permaneceu um mês no Instituto de Energia Atômica, em São Paulo, prestando a assistência técnica, dentro do programa de implementação do acordo de cooperação firmado entre o Brasil e Israel. Outros técnicos israelenses virão ao nosso país para transmitir conhecimentos sobre aplicações de radioisótopos na indústria, agricultura e hidrologia, de conformidade com o programa elaborado de comum acordo entre a CNEN e a CNEA de Israel. A estada do mencionado técnico no Brasil, prevista para um mês, prolongou-se por mais treze dias, a fim de que o mesmo pudesse completar o seu programa de trabalho.

A 15 de maio chegou ao Brasil outro grupo de técnicos israelenses, composto pelo Professor J. R. Gat, Dr.



Dr. Mozart e Engenheiro A. Mercado que permaneceram um mês em Recife prestando assistência técnica à SUDENE no campo do emprêgo de radioisótopos na hidrologia para a descoberta de lençóis de água subterrâneos, dentro do programa de colaboração previsto pelas Comissões do Brasil e de Israel.

A 27 de maio outros técnicos israelenses chegaram ao Brasil, procedentes de Madrid, Doutores Moshe Calderon e Eliahu Foa, permanecendo um mês no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, em Piracicaba, São Paulo, prestando assistência técnica relativamente ao emprêgo de radioisótopos na irradiação de alimentos.

A 4 de agosto, chegou ao Brasil, o Dr. Benjamin Zur, técnico israelense que veio prestar assistência técnica, em decorrência do acôrdo existente entre o nosso país e Israel.

De 3 a 31 de agosto esteve no Rio de Janeiro o Engenheiro Pierre Amardeil, do Centro de Pesquisas Nucleares de Grenoble, o qual prestou colaboração nos Institutos de Engenharia Nuclear, de Energia Atômica e de Pesquisas Radioativas.

### 13.5 Viagens de estudos e observação

No dia 23 de fevereiro foi inaugurado oficialmente o Reator SGHWR "Steam Generating Heavy Water Reactor", de Winfrith. Na impossibilidade do comparecimento do Presidente da CNEN, foi incumbido de representá-lo, o Secretário Rubens Antônio Barbosa, servindo em nossa Embaixada em Londres.

De 21 de maio a 4 de junho o Professor Uriel da Costa Ribeiro, Presidente da CNEN, acompanhado dos Engenheiros Horácio Antunes Ferreira Junior e Jair Carlos Mello, esteve na Espanha e em Portugal realizando visita de intercâmbio científico, tendo assinado em Madrid o Acôrdo de Cooperação sobre utilização da Energia Atômica para fins pacíficos com o Governo Espanhol. A 13 de julho embarcou para os Estados Unidos da América a equipe brasileira designada para acompanhar a evolução do Programa Plowshare, que trata do emprêgo pacífico de explosivos nucleares; Engenheiro Júlio Jansen Laborne, da CNEN, coordenador;

Dr. Henrique Brandão Cavalcanti, Secretário-Geral do Ministério das Minas e Energia; Dr. Flávio Henrique Lyra da Silva, das Centrais Elétricas de Furnas e Dr. Helder Zenóbio, da C.V.R.D.

De agosto a setembro o Presidente da ELETROBRÁS, Dr. Mário Bhering, o Professor Hervásio Guimarães de Carvalho, Membro da CNEN, e o Engenheiro Horácio Antunes Ferreira Junior, Chefe da Assessoria de Planejamento e Desenvolvimento desta Autarquia, visitaram instalações nucleares da Europa, Canadá e Estados Unidos da América.

14. RELAÇÕES PÚBLICAS

14.1.	- PERSONALIDADES VISITANTES
14.2.	- RELAÇÕES COM O LEGISLATIVO
14.3.	- RELAÇÕES COM ORGANISMOS PÚBLICOS
14.4.	- RÁDIO, CINEMA E TELEVISÃO

14. RELAÇÕES PÚBLICAS

14.1. Personalidades Visitantes

JANEIRO

A convite do Itamaraty, o Professor Si  
món Quirós Guardia, perito panamenho em energia nuclear.

MARÇO

Sr. Jean Robelin, Chefe do Departamen  
to Administrativo e Financeiro para Direção e Produção do CEA  
francês.

Sr. Georges Bigotte, Chefe do Serviço  
Geológico de Ultramar do Comissariado de Energia Atômica da  
França.

Dr. Ruiven Avni, técnico de Israel.

ABRIL

Drs. John MacCullen e Clyde Hawley,  
da Divisão de Saúde, Segurança e Eliminação de Rejeitos da  
AIEA.

Dr. Iansiti, do CEA da Itália.

Dr. Frank Gifford da CEA dos EUA.

Prof. J. R. Gat, Drs. E. Mazor e A.  
Mercado, técnicos em Aplicação de Radioisótopos em Hidrolo  
gia, de Israel.

MAIO

Drs. Moshe Calderon e Eliahu Foa, téc  
nicos de Israel.

Dr. Slobodan Nakicenovic, Diretor da Divisão de Salvaguardas e Inspeção da AIEA.

De 29 de maio a 1º de junho, Dr. Slobodan Nakicenovic, Diretor da Divisão de Salvaguardas e Inspeção da AIEA. Durante sua visita manteve contatos com os Diretores da CNEN, bem como o pessoal do Instituto de Energia Atômica, em São Paulo. O Dr. Nakicenovic conversou a respeito do atual Sistema de Salvaguardas da Agência e da sua evolução em face do Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares.

## JUNHO

Drs. Val de Cob e Tulio Sonnino, da AIEA.

Dr. Benjamim Zur, técnico de Israel.

Dr. Pierre Amardeil, do Centro de Pesquisas Nucleares de Grenoble, França.

## OUTUBRO

A 7 de outubro a CNEN recebeu a visita de Mr. Henry J. Gomberg, Diretor do Centro Nuclear de Pôrto Rico que visitou o Instituto de Engenharia Nuclear, o Instituto de Energia Atômica, as instalações da Administração da Produção da Monazita e o Instituto de Pesquisas Radioativas.

A convite da CNEN chegou ao Brasil o Dr. L. R. Haywood, Vice-Presidente da Atomic Energy of Canada Limited, encarregado do projeto CANDU "Canadian Centurium Uranium", reator de urânio natural moderado a água pesada que está sendo construído na cidade de Gentilly, no Canadá. Fizeram parte de sua comitiva os Senhores Dr. Vicent L. Chapin, Presidente da Export Credits Insurance Corporation; Dr. A. M. Aiken, da Atomic Energy of Canada Limited e G. T. Leaist, do Ministério da Indústria e Comércio do Canadá. A referida missão cumpriu um extenso programa, tendo visitado o Ministro das Minas e Energia, a ELETROBRÁS, os Institutos de En

Engenharia Nuclear e de Energia Atômica bem como as instalações da Administração da Produção da Monazita.

A convite da CNEN, esteve no Brasil o Presidente da Comissão de Energia Atômica da China e Ministro da Educação de seu país, Senhor Chensing Yen, acompanhado dos Senhores Chenhwa Cheng e Yuhai Lee, Membros da Comissão. O programa de visitas abrangeu todas as instalações da CNEN no Rio e em São Paulo.

## NOVEMBRO

A CNEN recebeu a visita do Dr. Von Backstromm, Geólogo-Chefe da Junta de Energia Atômica da África do Sul, que percorreu a sede desta Comissão, os Institutos do Rio e São Paulo e as instalações da Administração da Produção da Monazita.

## DEZEMBRO

"Joint Committee on Atomic Energy" , dos Estados Unidos da América, composto pelos Senhores George Murphy, Vice-Diretor do Comitê; Senador Wallace Bennet e Deputado Craig Hosmer, que visitaram o Ministério das Minas e Energia, os Institutos de Energia Atômica e de Engenharia Nuclear. Acompanhou os visitantes o Dr. Robert H. Wilcox, Representante Científico da USAEC.

### 14.2. Relações com o Legislativo

#### A - INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Deputados federais, membros da Comissão Parlamentar de Inquérito sobre energia nuclear, visitaram o IPR, em 16 de setembro, recebendo informações do Instituto a respeito de problemas, tais como, política de minérios, diretrizes básicas da política nuclear, planos e funcionamento da CNEN, formação de pessoal, etc.

B - INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

Visita de vários Deputados Federais e Estaduais.

Comparecimento ao ciclo de conferências organizado pelo Deputado Everardo Magalhães Castro.

14.3. Relações com Organismos Públicos

A - INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Acôrdo IPR-EEUFMG-ICEX - Foram iniciadas as atividades do Curso de Pós-Graduação de Ciências e Técnicas Nucleares, levando ao Mestrado. O curso, de âmbito da Universidade, é realizado com o esforço conjunto do IPR, da Escola de Engenharia e do Instituto de Ciências Exatas.

Escola de Engenharia da UFMG - Foi estabelecido com a Escola de Engenharia uma cooperação visando à utilização de equipamentos, através de um programa conjunto de pesquisas no setor de metalurgia.

Escola Superior de Agricultura de Viçosa - Contatos do IPR com a Escola Superior de Agricultura (UREMG) têm possibilitado a aplicação de radioisótopos na agropecuária. O IPR cedeu algum material à Escola e, eventualmente, orientação técnica.

Instituto de Pesquisas e Experimentação do Centro-Oeste de Sete Lagoas - O IPR estabeleceu colaboração com o IPEACO, de Sete Lagoas, para aplicação de radiações na tecnologia de alimentos.

Centrais Elétricas do Pará - Foi ampliado o contrato de consultoria do IPR à CELPA, tendo sido realizado pelo Escritório de Estudos e Projetos da DER um estudo detalhado da expansão do sistema elétrico da CELPA.

## B - INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

O IEN estabeleceu relações com vários órgãos públicos, tais como: Secretaria de Ciência e Tecnologia da Guanabara, Instituto de Pesquisas da Marinha, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, PETROBRÁS, Escola Técnica do Exército, Departamento de Águas e Esgotos do Estado da Guanabara, Diretoria de Portos e Canais (A.P.R.J.), Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, SURSAN, COSIGUA, Instituto Militar de Engenharia, Escola Nacional de Engenharia, apresentando inclusive palestras e seminários.

### 14.4. Rádio, cinema e televisão

A CNEN promoveu a produção de dois documentários cinematográficos: "A energia nuclear" e "Os fabulosos radioisótopos", em cópias coloridas de 16 e 35 mm. Tais filmes, exibidos em circuitos comerciais da Guanabara e de outros Estados, divulgaram para um maior público o desenvolvimento da energia nuclear em nosso país.

O Instituto de Pesquisas Radioativas, através de um filme de curta metragem, intitulado "Pesquisa de Urânio em Araxá", apresentou trabalhos na região do Barreiro e nos laboratórios do próprio Instituto.



15. PUBLICAÇÕES E INFORMAÇÕES

15.1	- PUBLICAÇÕES TÉCNICAS
15.2	- PUBLICAÇÕES DE DIVULGAÇÃO
15.3	- MOVIMENTO DE BIBLIOTECA

15. PUBLICAÇÕES E INFORMAÇÕES

15.1 Publicações Técnicas

A. INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Pastilhas de  $UO_2$  de Elevada Densidade; por Haydt, H.M., Freitas, C.T., Capocchi, J.D.T. - DMN, 1968.

Redução de Tetra-fluoreto de Urânio por Magnésio: Estudo Experimental da Influência de Algumas Variáveis; por Freitas Clauer T. de - DMN, 1968.

Nota Preliminar Sobre a Fabricação de Elementos Combustíveis Planos Contendo Núcleos de Ligas Alumínio-Urânio; por Haydt H.M., Cintra, S.H.L. - DMN, 1968.

Construction and Operation of a Proportional Gas Flow Counter; por Nastasi, M.J.C., Abrão, Alcídio-DRQ, 1968.

Isotope Production and Activation Analysis Using Research Reactor; por Lima, F.W. - DRQ, 1968.

Produção de Radioisótopos na Divisão de Radioquímica do Instituto de Energia Atômica; por Silva, Constância P.G. da - DRQ, 1968.

Activation Analysis of Chromium in Water Matrix; por Lima, F.W. e Silva, C.M. - DRQ, 1968.

Fusão e Lingotagem de Urânio sob Vácuo em Forno Elétrico de Laboratório; por Freitas, C.T., Cintra, S.H.L., Gentile, E.F., Capocchi, J.D.T. - DMN, 1968.

Estudo Experimental de Fabricação de Elementos Combustíveis Planos Dotados de Múltiplos "Cermets"; por Souza Santos, T.D., Capocchi, J.D.T., Cintra, S.H.L. - DMN, 1968.

Estudo Experimental de Fabricação de Elementos Combustíveis Planos Contendo Núcleos de "Cermets"; por Capocchi, J.D.T., Cintra, S.H.L. e Gentile, E.F. -DMN, 1968.

Metalografia de Ligas Alumínio-Urânio; por Gentile, Erberto F. - DMN, 1968.

Determinação Espectrofotométrica de Boro em Urânio, Alumínio e Magnésio: Extração de Tetrafluorborato de Monometiltionina; por Federgruen, L. e Abrão, A. - DEQ, 1968.

Paramagnetic Scattering of Neutron By Rare Earth Ions: Calculated Paramagnetic Cross Sections For Ce, Pr, Nd, Gd, Dy, Tb, Ho, Er, Tm, and Yb; por Mattos, Marieta C. - DFN, 1968.

Determinação de Impurezas em Magnésio Metálico por Análise por Ativação; por Atalla, L.T., Lima, F.W. DRQ, 1968.

Estudo Comparativo das Formas de Vitamina B-12 (Ciano e Hidroxicobalanina) em Relação aos Níveis Plasmáticos e ao Rítmo de Excreção; por Maspes, V., Gnecco, O., Nogueira, D.M., Jamra, M. e Leal, A. - DRB, 1968.

Insoluble Iodoprotein in Thyroid Nodules; por Medeiros (Neto), G.A., Nicolau, W., Kieffer, J. e Pieroni, R.R. - DRB, 1968.

Routine Radiometric Determination of Uranium by Gamma-Ray Spectrometry; por Abrão, Alcidio e Tamura, Harko - DEQ, 1968.

Monte Carlo Calculation of Monochromatic Gamma-Rays Energy Loss - Application for NaI (Tl) Crystals; por Franzen, H.R., Mafra, Y.O. e Bianchini, F.G. - DFN e SCAD, 1968.

Autoradiografia Aplicada ao Controle de Processos Metalúrgicos; Sanchez Wladimyr, DOMR, 1968.

Desenvolvimento de Placas Combustíveis Contendo Núcleo de Ligas Al-U (20%) e Al-U (20%) Si (0,8%) por Cintra, S.H.L., Gentile, E.F., Haydt, H.M. e Capocchi, J.D.T. DMN, 1968.

Unidade Portátil de Túlio-170 Para Gama grafia de Metais Leves; por Penteado (Filho), A.C. e Sanchez, W. - DOMR, 1968.

Certain Aspects of the Calibration and Reduction of Slow Neutron Spectrometers; por Amaral; L.Q., Vinas, L.A., Rodrigues, C. e Herdade, S.B. - DFN, 1968.

Study of the Influence of Various Factors on the Radiochemical Gutzzeit Method of Activation Analysis of Arsenic; por Lima, F.W. e Silva, Célia M. - DRQ, 1968.

#### B. INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Introdução à Geração Núcleo-Elétrica; Lepecki, W., Dale, C.M.M., Mello, J.C., Urban, C.W., Lages, G.A., Brito, S.S. - IPR, UFMG - Belo Horizonte, 1968.

Utilization of the TRIGA Reactor of the "Instituto de Pesquisas Radioativas da UFMG" (Brazil), during Seven Years of Operation. (Apresentada no "American Nuclear Society Meeting"; Andrade, V.M., Lima, J.M. - Toronto, Canadá, 9/13 junho 1968) - IPR, UFMG, Belo Horizonte, Maio, 1968.

Flow Rate Measurement in Large Size Pressure Piping by Radioactive Methods - (Apresentada à "Eighth Japan Conference on Radioisotopes" - Tokio, Nov. 1967); Ferreira, O.C., Maestrini, A.A., Aun, P.E., Castro, J.O. - IPR, UFMG, Belo Horizonte, 1968.

Análise Estatística dos Teores de Urânio do Corpo da Área AIII, Araxá, MG; Ferreira, O.L., Castro, L.O. IPR, UFMG, Belo Horizonte, agosto, 1968.

Aplicações da Fluorescência e Difração de Raios X no Estudo de Minérios Complexos de Araxá, MG; Murta, C.C. et al - IPR, UFMG, Belo Horizonte, agosto, 1968.

Mineralogia do Depósito de Terras Raras, Nióbio e Urânio da Área Zero, Araxá, MG; Mendes, M.J.C. et al - IPR, UFMG Belo Horizonte, agosto, 1968.

Geologia do Depósito de Terras Raras, Nióbio e Urânio da Área Zero, Araxá, MG; Souza, J.M. de, Castro, L.O. - IPR, UFMG Belo Horizonte, agosto, 1968.

Avaliação de Doses e de Fluxo de Neutrons Rápidos Produzidos no Acelerador Eletrostático do IPR. (Apresentado na XX Reunião Anual da SBPC, S. Paulo, SP - 7/13 de julho de 1968); Horta, J.A.L. - IPR, UFMG, Belo Horizonte, junho de 1968.

Comparação entre o Cobre e o Oxigênio Empregados como Monitores de Fluxo de Neutrons de 14 Mev em Análise por Ativação do Oxigênio. (Apresentado na XX Reunião Anual da SBPC, S. Paulo - SP - 7/13 de julho de 1968). Silva, V.M.A. - IPR, UFMG, Belo Horizonte, junho, 1968.

Estudo da Expansão do Sistema Elétrico da CELPA, no Pará. (Apresentado ao I Simpósio Brasileiro de Pesquisas Operacional e Aplicações, São José dos Campos, SP); Brito, S.S., Gomes, F.B.M. - IPR, UFMG, Belo Horizonte, junho de 1968.

O Projeto "INSTITUTO": Um Programa de Reatores a Água Pesada para o Brasil. (Apresentado na XX Reunião Anual da SBPC, S. Paulo, 7/13 de julho de 1968); Brito, S.S., Lepecki, W., Dale, C. MM., Mello, J.C. - IPR, UFMG, Belo Horizonte, junho de 1968.

Nuclear Power Station for the State of Pará Technical and Economical Feasibility Study; Lepecki, W.P.S. et al - IPR, UFMG Belo Horizonte, may, 1968.

Medidas de Neutrons por Ativação; Campos, M.M. - IPR, UFMG, Belo Horizonte, 1968.

Pesquisa de Urânio no Barreiro, Araxá, MG. Resultados Parciais; Castro, L.O. - IPR, UFMG, CNEN, Belo Horizonte, 1968.

Instrumentos para Determinação de Atividade. Curso de Treinamento em Gestão de Resíduos Radiativos AIEA-CNEN (Feita versão em inglês para a AIEA, sob o título: "Instrumentation for Activity Measurement"); Rocha e Silva, J.B. outubro 1968.

The Thorium Group - Choice of Integrated Circuits for the Brazilian Thorium Program; Campos, J.L. -DER-9.

Linhas Gerais do Programa Experimental em Térmica e Dinâmica dos Fluidos do Grupo do Tório: Estudo Preliminar de Referência do Circuito Hidráulico; Campos, J.L., Fiuza, F.P. - GT-73, maio 1968.

Montagem Subcrítica a Água Pesada: Justificativa e Descrição Preliminar; Mello, J.C., Sacco, W., Ribeiro, L.M.V. - GT-74, agosto 1968.

Planejamento e Programação; Rocha, N.R. GT-75, agosto de 1968.

Estudo Preliminar da Variação Diferencial e Integral da Reatividade das Barras de Controle; Lavorato, W.R.A., Moraes Filho, J.E., Ribas, P.O., Pacheco, E.J. - GT-76, outubro 1968.

Sobre o Esquema TR-MI; Campos, J.L. - GT-77, setembro de 1968.

Detalhamento Reator Instituto - Opção Trocador Anular; Melo, W. - GT-78, setembro de 1968.

Protótipo: idéias iniciais; Campos, J.L. - GT-79, setembro de 1968.

Estudo Preliminar do Vaso de Pressão em Concreto Protendido para o Projeto TORUNA; Souza e Silva, R. - GT-80, outubro de 1968.

"Réseau Sous Critique-Justification et Description Préliminaire"; Mello, J.C., Ribeiro, L.M.V., Sacco, W. GT-81, outubro de 1968.

"Experimental Thermal Loop", Fiuza, F.P. - GT-82, outubro de 1968.

Distribuição de Vazão Através do Núcleo do Reator - Resultados da Programação em Computador (Código "HINST"); Gomes, A.A. - GT-83, outubro de 1968.

Projeto TORUNA: Isolamento Térmico do Vaso de Pressão"; Lima, U.M.R. - GT-84, outubro de 1968.

Isolamento Térmico: Programa Experimental; Lima, U.M.R. GT-85, outubro de 1968.

Correlação dos Resultados Experimentais com a Teoria de Reticulados Urânio Natural-Água Pesada; Sacco, W. - GT-86, dezembro de 1968.

Seminários sobre Controle Linear; Oliveira, L.A.Q., revisto por Lavorato, W.R.A.

Programa para a Determinação de Parâmetros de Funções Conhecidas a partir de Dados Experimentais; Horta, J.A.L. e Gomes H. - SAI-5, fevereiro de 1968.

### C. INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

Determinação de Níveis Gama no Reator Argonauta por meio de uma câmara compensada; Raul Carlos de Amorim Marino.

Processos Estocásticos em Reatores; Fernando V. Watson.

Matrizes e sua Aplicação no Cálculo Numérico; José J. Rosental - Vol. I e II.

Medida de Reatividade Negativa por Queda de Barra; Fernando V. Watson.

Princípios e Aplicações do Laser; Waldyr Pollis.

## 15.2 Publicações de Divulgações

### A. INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Dados Nucleares de Alguns Radioisótopos Úteis em Espectrometria de Raios Gama e em Análise por Ativação; por Atalla, Laura T. - DRQ, 1968.

### B. INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Foi iniciada, em 1968, a publicação do "Boletim de Energia Nuclear", que é distribuído às empresas e personalidades interessadas no assunto. Este Boletim apresenta o panorama atual do desenvolvimento de Energia Nuclear no mundo e no País.

### C. INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

Plano Piloto; Mario Donato Amoroso Anas tácio.

Projeto CEMAN; José Ribeiro da Costa

### D. ASSESSORIAS E DEPARTAMENTOS (CNEN)

Convênio de Colaboração entre a CNEN e a ELETROBRÁS - 300 exemplares, 13 páginas.

Energia Nuclear no Brasil - 300 exemplares, 10 páginas.

Nuclear Energy in Brazil - 100 exemplares, 10 páginas.

Panorama Atual do Emprêgo da Energia Nuclear - Conferência do Professor Uriel da Costa Ribeiro - 650 exemplares, 86 páginas.

Informação Técnico Científica - Professor Bernhard Gross - 500 exemplares, 36 páginas.

Normas para Contratação de Pessoal - 500 exemplares, 29 páginas.



Energia Nuclear no Brasil e na América Latina - Conferência do Cel. Hécio Modesto da Costa - 100 exemplares, 26 páginas.

Programa de Trabalho da CNEN para 1968  
250 exemplares, 34 páginas.

Reatores de Potência, Aspectos Técnicos e Econômicos Relatório ASPED-Nº 12 - 300 exemplares, 286 páginas - 2 volumes.

### 15.3. Movimento de Biblioteca

#### A. INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

Apesar de já contar com parte do material que hoje constitui o seu acervo, somente em setembro de 1967 foi iniciada a organização da Biblioteca.

Em 1968, sua coleção cresceu rapidamente e tem como assuntos predominantes: física nuclear, reatores, análise por ativação, aplicação de radioisótopos, eletrônica e efeitos de radiação. Ao encerrar-se o ano, o total de livros computados era de 1376, o número dos títulos de periódicos atingia a 176, estimando-se em 9.000 o número de exemplares de relatórios existentes.

O empréstimo de publicações é feito aos seus 150 leitores inscritos, constituídos pelo pessoal pertencente aos quadros do Instituto, estagiários, alunos dos cursos de pós-graduação em física e ciências nucleares. Todavia, a qualquer pessoa é permitida a consulta na própria biblioteca.

Cabe também assinalar a importante aquisição feita de uma Máquina 3M-400M, destinada à leitura de microfichas e microfilmes, com a capacidade de tirar cópias de partes específicas do documento.

#### B. INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

Empréstimos e consultas de livros:

Média diária de empréstimos ..... 12

Média diária de consultas.....	25
Permutas entre Bibliotecas:	Nº de empr. anual.
Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação.....	44
Instituto de Engenharia Sanitária.....	2
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas....	10
Escola Nacional de Química.....	4
Comissão Nacional de Energia Nuclear....	21
Instituto de Matemática Pura e Aplicada ..	2
Pesquisas realizadas nos campos de documentação:	
Biblioteca Nacional.....	4
C.B.P.F.....	8
C.N.E.N.....	32
E.N.Q.....	5
I.B.B.D.....	38

## C. INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Os dados disponíveis dão notícia do movimento até outubro. Assim, foram recebidos e verificados pela Biblioteca: 1090 livros, 4513 periódicos, 1361 relatórios, 4020 microfichas, 1600 fichas analíticas e 441 publicações diversas.

O catálogo está sendo revisto com a colaboração do I. B. B. D. A Biblioteca publica um Boletim com informação de todo o material recebido o qual é destinado a todo o pessoal do IEA, a todas as bibliotecas do País e a outros interessados. No período, foram atendidos 3.625 consulentes, as obras consultadas somam 9.986, foram atendidos 162 pedidos de reproduções, ampliações e cópias "Xerox".

16. RECURSOS E APLICAÇÕES

16.1	- PREVISÃO DA RECEITA DA CNEN
16.2	- REALIZAÇÃO DAS RECEITAS E DESPESAS DA CNEN
16.3	- O DEPARTAMENTO INDUSTRIAL E COMERCIAL (DEPINC)
16.4	- A ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO DA MONAZITA (APM)

## 16. RECURSOS E APLICAÇÕES

### 16.1 Previsão da Receita da CNEN

O orçamento da União para o exercício de 1968 consignou à Comissão Nacional de Energia Nuclear a quantia de NCr\$ 24.276.754,00. Neste total houve um corte de NCr\$..... 30.000,00 pelo plano de contenção de despesas ditado pelo Governo, reduzindo-se a dotação orçamentária efetivamente para NCr\$ 24.246.754,00.

Além da dotação orçamentária, a CNEN recebeu ainda a quantia de NCr\$ 1.010.750,80 do crédito especial autorizado pela Lei nº 5.368, de 1º de dezembro de 1967, para atender ao pagamento do aumento de 20% sobre os vencimentos dos funcionários concedidos por essa mesma lei.

Além desta receita orçamentária houve uma previsão de recursos das seguintes fontes:

Receita Patrimonial.....	NCr\$ 381.880,35
Receita Industrial .....	NCr\$ 239.742,02
Receita Eventual .....	NCr\$ 526.206,06
F.N.E.N.....	NCr\$3.250.551,58
Alienação de bens móveis.....	NCr\$ 27.798,00

---

T O T A L ..... NCr\$4.426.178,01

A soma desses recursos com a receita orçamentária veio constituir o orçamento da Comissão Nacional de Energia Nuclear para o exercício de 1968, no montante de NCr\$... 30.325.504,80.

### 16.2 Realização das Receitas e Despesas da CNEN

Da previsão da receita e a sua efetiva apuração, verificou-se o seguinte resultado em NCr\$.

	<u>PREVISÃO</u>	<u>EXECUÇÃO</u>
	(NCr\$)	(NCr\$)
Receita Patrimonial	510.000,00	381.880,35
Receita Industrial	350.000,00	239.742,02
Contribuição da União	17.229.504,80	15.602.178,80
Receitas Diversas	4.350.000,00	3.776.757,64
Alienação de Bens móveis e imóveis	28.000,00	27.798,00
Auxílios da União	8.058.000,00	5.569.001,00
<b>T O T A L . . . . .</b>	<b>30.525.504,80</b>	<b>25.597.357,71</b>

Verificou-se, assim, uma diferença para menos na execução orçamentária de NCr\$ 4.928.147,09 até 31 de dezembro de 1968.

As despesas realizadas até 31 de dezembro dividiram-se em:

Correntes.....	NCr\$ 20.000.558,81
Capital.....	NCr\$ 5.597.357,81
<b>TOTAL.....</b>	<b>NCr\$ 25.597.357,81</b>

A situação financeira, em 31 de dezembro, era a seguinte:

Saldo no Banco do Brasil.....	NCr\$ 3.223.780,37
Saldo na Tesouraria em dinheiro.....	NCr\$ 1.369,68
Em cheques para pagamentos.....	NCr\$ 18.181,38
<b>T O T A L . . . . .</b>	<b>NCr\$ 3.243.331,43</b>

Nos exercícios anteriores, a CNEN vinha sofrendo cortes consideráveis na dotação orçamentária em cumprimento ao plano de contenção adotado pelo Governo, com sérios problemas para saldar os compromissos financeiros assumidos. No corrente exercício entretanto, para uma dotação de NCr\$.....

24.276.754,00, houve um corte de apenas NCr\$ 30.000,00 para o plano de contenção de despesas, o que representa uma sensível melhora na situação da CNEN.

Até 31 de dezembro, a CNEN concedeu, a diversos responsáveis e entidades, adiantamentos e auxílios no valor de NCr\$ 3.137.687,53. O custeio dos Institutos e outros órgãos chegou aos seguintes totais.

Instituto de Energia Atômica .....	NCr\$ 4.313.969,00
Instituto de Pesquisas Radioativas.....	NCr\$ 2.944.483,05
Instituto de Engenharia Nuclear .....	NCr\$ 4.619.398,60
Administração da Produção da Monazita	NCr\$ 203.882,88
Usina de Cumuruxatiba.....	NCr\$ 391.655,00
Usina de Barra de Itabapoana.....	NCr\$ 441.850,00

### 16.3 Departamento Industrial e Comercial (DEPINC)

O DEPINC administra as usinas de beneficiamento de areias monazíticas da CNEN, a saber, Barra de Itabapoana e Cumuruxatiba. A sua situação econômico-financeira, em 31 de dezembro, pode ser vista abaixo:

#### Despesas:

Usinas .....	NCr\$ 1.446.594,40
Sede .....	NCr\$ 503.432,37
<b>T O T A L .....</b>	<b>NCr\$ 2.064.284,70</b>

#### Receita:

Venda de minérios .....	NCr\$ 294.712,97
Valor da monazita produzida no ano e entregue a APM.....	NCr\$ 1.038.317,38
Estoques vendáveis produzidos no ano	NCr\$ 351.117,94
Deficit .....	NCr\$ 380.076,41
<b>T O T A L .....</b>	<b>NCr\$ 2.064.284,70</b>

A existência de um "deficit" se deve principalmente à queda acentuada, tanto do teor em minério concentrado como em monazita das jazidas, os equipamentos bastante velhos, além de se ter computado o estoque vendável de ilmenita a um preço muito abaixo do mercado internacional.

#### 16.4 Administração da Produção da Monazita (APM)

A APM opera uma usina química localizada em São Paulo, trabalhando principalmente no processamento da monazita, zirconita, ilmenita e amblygonita. Sua situação econômico-financeira pode ser depreendida dos quadros a seguir:

##### a) Situação Financeira até 31/12/68

Saldo em 1º/1/68 .....	NCr\$	210.724,23
Receitas de 1º/1/68 a 31/12/68.....	NCr\$	6.933.254,33
T O T A L .....	NCr\$	7.143.978,56
Despesas do período .....	NCr\$	6.333.966,56

##### Saldo em 31/12/68 .....

1. Em documentos .....	NCr\$	682.873,46
2. Em dinheiro.....	NCr\$	127.138,35
T o t a l .....	NCr\$	810.011,81

##### b) Situação econômica até 31/12/68

Saldo em 31/12/68 .....	NCr\$	810.011,81
-------------------------	-------	------------

##### Disponibilidades

1. Em letras de câmbio emitidas e não resgatadas.....	NCr\$	696.418,04
2. Em letras de câmbio emitidas em dezembro.....	NCr\$	287.558,24
3. Em letras de exportação emitidas até 30/9/68 e não resgatadas.....	NCr\$	4.900,64
4. Idem, emitidas em dezembro .....	NCr\$	101.910,85
	NCr\$	1.900.899,58

T O T A L .....	NCr\$ 1.900.899,58
Material recebido e não pago.....	NCr\$ 437.816,59
Saldo econômico em 31/12/68.....	NCr\$ 1.463.082,99

c) Situação econômica geral em 31/12/68

Saldo econômico .....	NCr\$ 1.463.082,99
Em estoque no almoxarifado .....	NCr\$ 700.737,29
Em produtos vendáveis .....	NCr\$ 451.150,69
Patrimônio adquirido no período de 31/3/66 a 31/12/68.....	<u>NCr\$ 382.957,73</u>
Total capital de giro.....	NCr\$ 2.997.928,70
Despesas empenhadas, material em comendado não recebido e a pagar..	NCr\$ 479.184,44

d) Lucro Operacional

Capital de giro total em 31/12/68...	NCr\$ 2.997.927,70
Entrado em produtos em 31/3/66:	
1) Estoque do almoxarifado.....	NCr\$ 144.740,83
2) Produtos vendáveis .....	<u>NCr\$ 25.222,40</u>
	NCr\$ 169.963,23
Capital realizado em 33 meses, 31/3/66 a 31/12/68.....	NCr\$ 2.827.965,47
Lucro líquido mensal, de operação em 33 meses:	
Sem correção monetária, 31/12/68.....	NCr\$ 85.695,92

/tc. /atb. /gmar.



COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR  
RECURSOS E APLICAÇÕES  
RECURSOS DO ORÇAMENTO DA UNIÃO - 1968

CÓDIGO	PROJETO OU ATIVIDADE	D E S P E S A S										(R\$)	
		PESSOAL	MATERIAL DE CONSUMO	SERV. DE TERCEIROS	ENCARGOS DIVERSOS	RECURSOS A EDUCANDOS	OBRAS	EQUIPAMENTO E INSTAL.	MATERIAL PRONTO PARA EMPEN.	SERV. EM REG. DE PRO. EMPEN.	TOTAL		
149.2.1704	APLICAÇÃO DE RADIOISÓTOPOS NA AGRICULTURA	—	—	—	—	—	—	—	—	206.574,62	206.574,62		
271.2.1705	ADMINISTRAÇÃO DA CNEN	1.998.452,87	1.204.890,34	2.356.653,03	156.419,86	—	—	569.142,00	219.901,00	—	6.505.456,07		
271.1.1706	AMPLIAÇÃO DO IPR	—	—	—	—	—	130.000,00	393.575,00	—	—	523.575,00		
276.1.1707	PROSPECÇÃO DE MINÉRIOS NUCLEARES	—	486.511,38	533.000,00	—	—	—	585.000,33	24.954,85	—	1.629.466,56		
283.2.1708	FORMAÇÃO DE TÉCNICOS NO BRASIL	—	—	500.000,00	122,40	600.000,00	—	100.000,00	—	—	1.200.122,40		
288.2.1709	FORMAÇÃO DE TÉCNICOS NO EXTERIOR	—	—	—	1,00	376.135,59	—	—	—	—	376.136,59		
288.2.1710	INTERCÂMBIO CIENTÍFICO COM O EXTERIOR	—	—	200.000,00	26.031,96	—	—	—	—	—	226.031,96		
289.2.1711	PESQUISAS SOBRE ENERGIA NUCLEAR	2.381.589,03	1.001.398,88	2.595.347,00	48.620,84	—	—	1.393.516,27	351.601,75	625.483,10	8.397.556,92		
289.2.1712	TECNOLOGIA DE REATORES	—	33.503,85	453.000,00	—	—	—	59.584,26	20.556,20	—	506.644,31		
299.1.1713	ALFIAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SEGURANÇA E RADIOPROTEÇÃO	—	14.897,57	50.000,00	—	—	—	99.616,48	35.000,00	—	199.514,05		
299.1.1714	INSTALAÇÃO DO LABORATÓRIO DE METALURGIA FÍSICA	—	45.274,36	50.000,00	—	—	—	128.275,48	30.000,00	—	253.549,84		
299.1.1715	INSTALAÇÃO DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS	—	10.000,00	20.000,00	—	—	—	17.171,00	7.000,00	—	54.171,00		
299.1.1716	AMPLIAÇÃO DO IPA	—	—	—	—	—	54.585,00	1.419.326,50	—	—	1.473.911,50		
299.1.1717	INSTALAÇÃO DA DIVISÃO DE ENGENHARIA DE REATORES	—	—	—	—	—	146.871,80	263.082,97	130.000,00	—	539.954,77		
319.2.1718	POSICIONAMENTO DAS USINAS DE MINERAÇÃO	—	388.107,10	220.000,00	7.478,41	—	—	—	—	—	615.585,51		
319.1.1719	REQUIPAMENTO DAS USINAS DE MINERAÇÃO	—	—	—	—	—	—	100.000,00	27.002,00	—	127.002,00		
329.2.1720	APLICAÇÃO DE RADIOISÓTOPOS NA MEDICINA	—	180.877,27	66.000,00	—	—	—	61.486,87	10.000,00	—	318.364,14		
359.2.1721	APLICAÇÃO DE RADIOISÓTOPOS NA INDÚSTRIA	—	7.289,47	—	—	—	—	—	—	150.672,68	157.962,15		
	T O T A L	4.380.041,95	3.372.750,22	7.044.000,00	238.724,47	976.135,59	331.456,80	5.183.777,16	957.007,80	201.739,40	23.381.022,31		

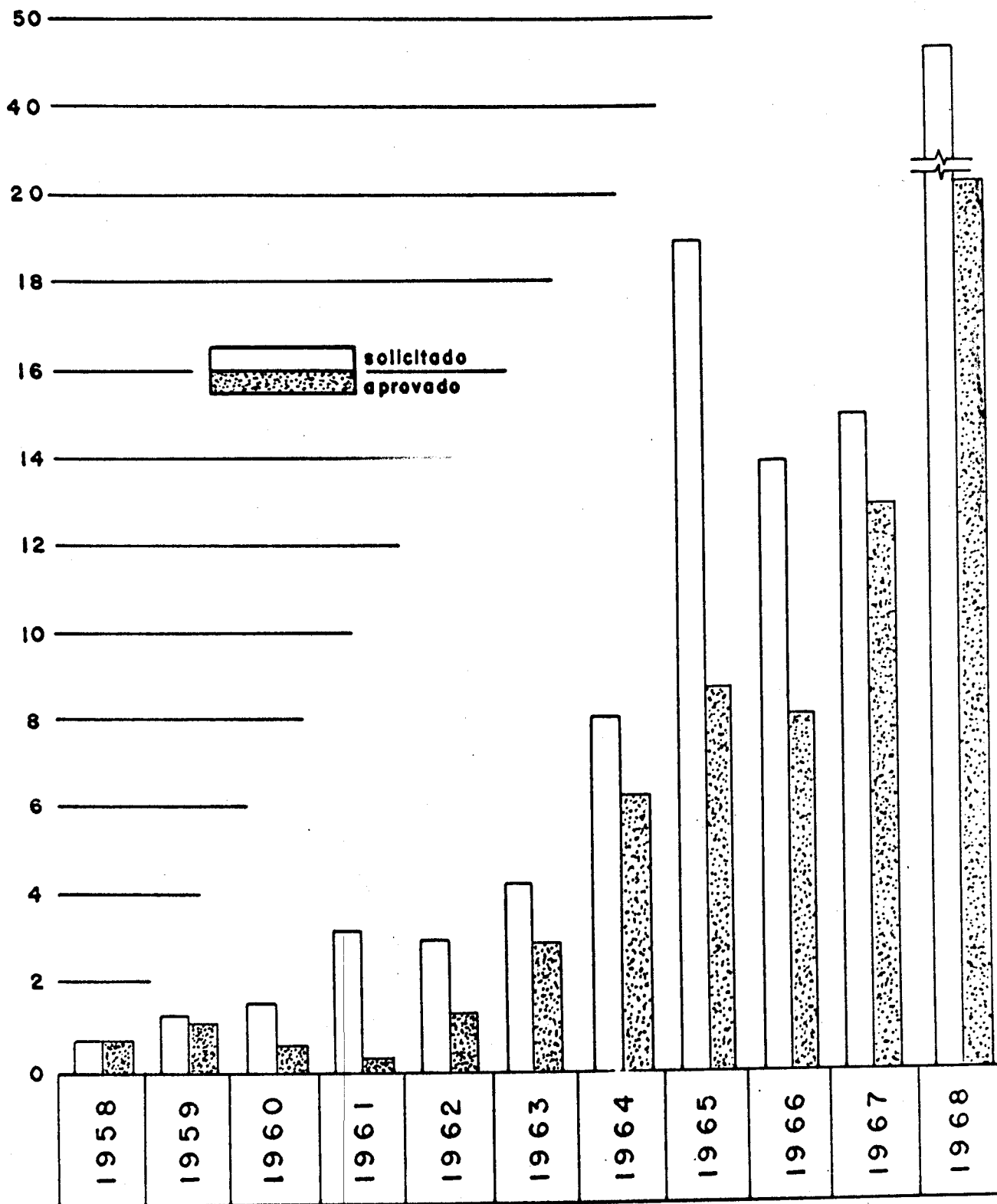
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

RECURSOS E APLICAÇÕES

RECURSOS PRÓPRIOS - 1968

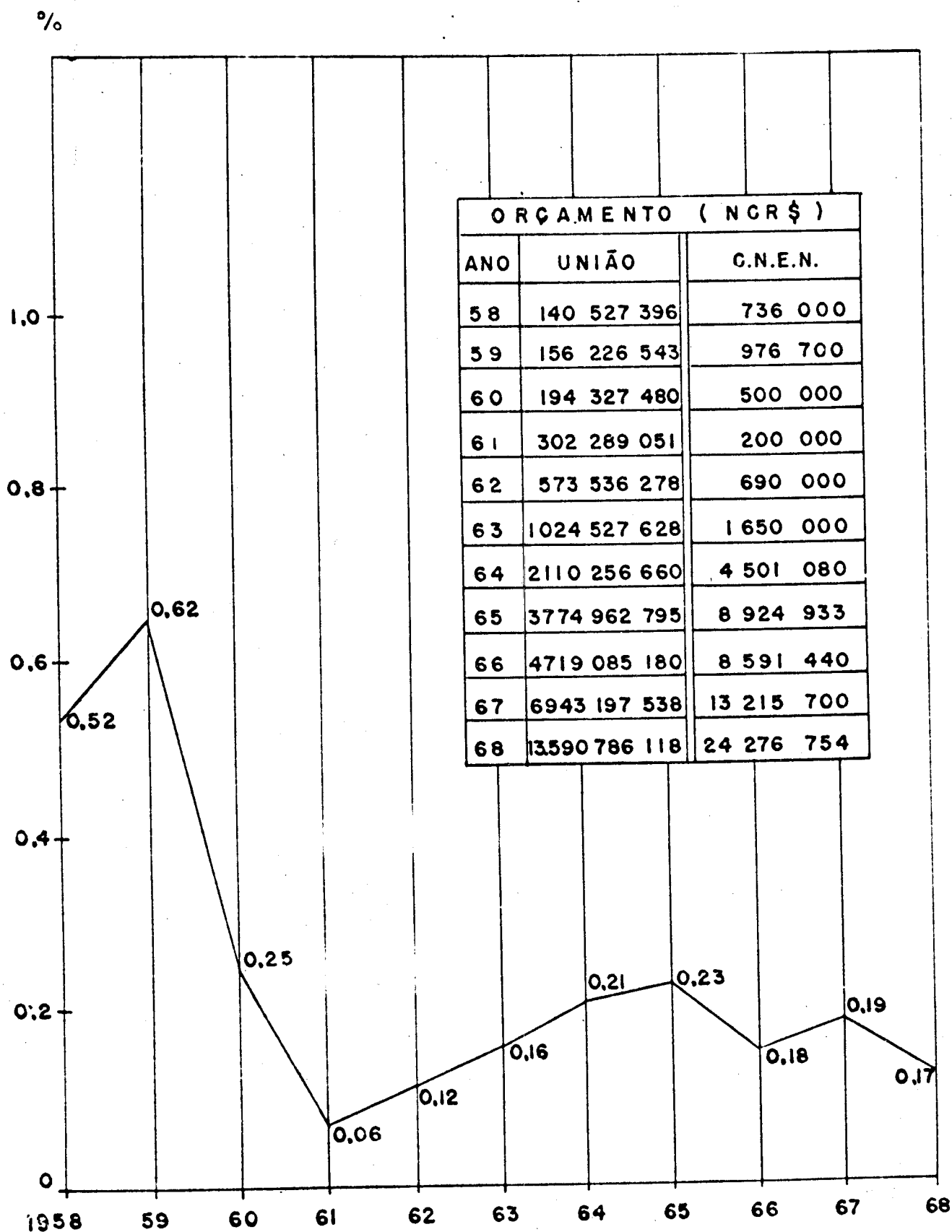
CÓDIGO	PROJETO OU ATIVIDADE	D E S P E S A S				
		SERVIÇOS TERCEIROS	DESPESAS EXERC. ANTERIORES	OBRAS	FNEN	TOTAL
149.2.1704	APLICAÇÃO DE RADIOISÓTOPOS NA AGRICULTURA	—	—	—	60.000,00	60.000,00
271.2.1705	ADMINISTRAÇÃO DA CNEN	277.540,49	285.945,12	—	122.432,59	685.918,20
276.1.1707	PROSPECÇÃO DE MINÉRIOS NUCLEARES	—	—	—	420.234,99	420.234,99
285.2.1708	FORMAÇÃO DE TÉCNICOS NO BRASIL	—	—	—	253.716,40	253.716,40
288.2.1709	FORMAÇÃO DE TÉCNICOS NO EXTERIOR	—	—	—	39.128,46	39.128,40
288.2.1710	INTERCÂMBIO CIENTÍFICO COM O EXTERIOR	—	—	—	19.095,77	19.095,77
289.2.1711	PESQUISAS SOBRE ENERGIA NUCLEAR	—	—	—	773.214,95	773.214,95
319.2.1718	FUNCIONAMENTO DAS USINAS DE MINERAÇÃO	—	—	—	513,50	513,50
369.2.1721		—	—	—	313.339,18	313.339,18
B		—	—	258.413,39	30.000,00	288.413,39
C		—	—	537.000,00	—	537.000,00
	T O T A L	277.540,49	285.945,12	795.413,39	2.031.675,84	3.390.574,84

ORÇAMENTO SOLICITADO E  
ORÇAMENTO APROVADO.  
EVOLUÇÃO 1958/1968



# ORÇAMENTO CNEN - ORÇAMENTO GERAL DA UNIÃO

## EVOLUÇÃO 1958/1968



coordenador geral.:

elaboradores

desenhista:

engº carlos syllus m. pinto

engº h. r. franzen

econ. o. c. navega

c. e. barros de carvalho

**COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR**  
**ASSESSORIA DE RELAÇÕES PÚBLICAS**  
**Serviço de Imprensa e Publicação**