

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA  
SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS  
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR**



**R**ELATÓRIO DE *A*TIVIDADES

**1995 - 1996**



# **COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR**

**CNEN**

## **RELATÓRIO DE ATIVIDADES**

**1995-1996**

Presidente da República

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

Secretário de Assuntos Estratégicos

RONALDO MOTA SARDENBERG

Presidente da CNEN

JOSÉ MAURO ESTEVES DOS SANTOS

Diretor de Apoio Logístico da CNEN

REGINA CÉLIA ANDRADE SABÓIA

Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da CNEN

ANTÔNIO CARLOS DE O. BARROSO

Diretor de Radioproteção e Segurança Nuclear da CNEN

AYRTON JOSÉ CAUBIT DA SILVA

# SUMÁRIO

---

- ◆ INTRODUÇÃO

- ◆ ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

- ◆ ATIVIDADES

- ◆ SAÚDE
- ◆ MEIO AMBIENTE
- ◆ REATORES NUCLEARES
- ◆ CICLO DO COMBUSTÍVEL
- ◆ FÍSICA, QUÍMICA E PROCESSOS INDUSTRIAS
- ◆ MATERIAIS E TECNOLOGIAS AVANÇADAS
- ◆ PROTEÇÃO RADIOLÓGICA
- ◆ SEGURANÇA NUCLEAR
- ◆ REJEITOS RADIOATIVOS
- ◆ COOPERAÇÃO TÉCNICA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
- ◆ RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E INFORMAÇÃO PÚBLICA
- ◆ INFORMAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA
- ◆ FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS
- ◆ CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DE RECIFE

- ◆ DADOS INSTITUCIONAIS

# INTRODUÇÃO

O século XX iniciou na esteira da Revolução Industrial; foram surgindo as indústrias que junto com as universidades organizavam e impulsionavam a tecnologia emergente. Em um curto período histórico o homem chegava ao núcleo da matéria e à exploração do macrocosmo; o desenvolvimento da ciência e da tecnologia passou a imperativo, não somente do progresso das nações, mas da sobrevivência da humanidade.

O Brasil se integrou à energia atômica em tempo oportuno. A tradição técnico-científica brasileira, modesta em seu início, porém de qualidades reconhecidas, muito contribuiu para o exercício dos primeiros passos da nova trilha. Foram formalizados programas amplos que procuravam absorver os recursos nacionais existentes, buscando a colaboração estrangeira.

Na expectativa da internacionalização da energia atômica para fins pacíficos, criada pelo programa "Átomos para a Paz", a energia nuclear no Brasil receberia seu principal impulso com a criação, pelo Governo Federal, da Comissão Nacional de Energia Nuclear, determinando os contornos de uma efetiva, autônoma e coerente Política Nacional de Energia Nuclear.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN é uma Autarquia criada pelo Decreto-Lei nº 40.110, de 10 de outubro de 1956 e, atualmente, vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos - SAE, da Presidência da República, com a responsabilidade de exercer o monopólio nuclear, previsto na Constituição e nos termos da lei que a criou, como órgão superior de orientação, planejamento, supervisão, fiscalização e de pesquisa científica.

Hoje, na relação de suas múltiplas competências, a Comissão Nacional de Energia Nuclear colabora na formulação da Política Nacional de Energia Nuclear, e estabelece diretrizes específicas para radioproteção e segurança nuclear através de normas e regulamentos; conduz os processos de licenciamento e exerce a fiscalização sobre a indústria nuclear voltada para a geração de energia nuclear; fiscaliza as atividades da indústria mineral relativas aos minérios nucleares; controla, fiscaliza e autoriza o comércio de

*materiais nucleares; autoriza e fiscaliza a construção e a operação de instalações radioativas no que se refere a ações de comércio de radioisótopos.*

*No plano científico e tecnológico, executa atividades de pesquisa e desenvolvimento nas áreas de reatores, do ciclo do combustível nuclear, de instrumentação e controle, de aplicações de técnicas nucleares, de produção de radioisótopos, de rejeitos radioativos e de materiais de interesse nuclear e irradiados.*

*No plano social e com o suporte de seus Institutos, a atuação da CNEN, em conjunto com outras entidades governamentais, proporciona as condições de proteção radiológica e segurança nuclear para a população e meio ambiente, desenvolve tecnologia para irradiação de alimentos e para aplicações nucleares de avaliação e conservação do meio ambiente e realiza pesquisas na área de medicina nuclear. Destaque especial, no uso social da radiação nuclear, cabe ao emprego de radioisótopos para diagnose e radioterapia na medicina nuclear.*

*É também competência primordial da CNEN, a formação de recursos humanos para o desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro, seja na parte energética, seja no desenvolvimento de tecnologias indispensáveis ao atendimento da população em geral.*

*São mais de 40 anos de crescimento, desde o início do aprendizado com a instalação do primeiro reator nuclear de pesquisa, passando pelo estabelecimento do Programa Autônomo de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear, que nos levou ao domínio do ciclo do combustível, incluindo o enriquecimento isotópico, até os dias de hoje, quando o Brasil já participa de fóruns internacionais em igualdade de condições e direitos com os demais membros da comunidade nuclear, e já se apresenta perante a comunidade internacional como parceiro e prestador de serviços na área nuclear.*

*No futuro, nossas ações serão com vistas a desenvolver nossa capacidade de gerar produtos com valores comerciais importantes no mercado, de maneira que os resultados das pesquisas feitas com recursos do Tesouro voltem valorizados, em benefício da população. Também, para alcançar e sustentar o nível ideal de atividade, caberá à CNEN o incremento das parcerias nas áreas tecnológicas, com indústrias brasileiras e/ou com parceiros internacionais.*

## ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A estrutura organizacional da CNEN é composta de um órgão colegiado (Comissão Deliberativa) e de órgãos executivos (Presidência, Diretorias, Institutos, Superintendências e Distritos).

A Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear é responsável pelas linhas de ação destinadas a garantir que as atividades nucleares no território nacional sejam exercidas com segurança para o trabalhador, para o público e para o meio ambiente, através do desenvolvimento de tecnologia e da garantia da aplicação de normas e procedimentos, necessários à operação segura das centrais nucleares, das etapas do ciclo do combustível e das demais instalações nucleares e radioativas, e da prevenção e atendimento a situações de emergências radiológicas e acidentes nucleares e de tratamento de rejeitos radioativos. Encarrega-se, também, de zelar pelas salvaguardas nacionais e internacionais.

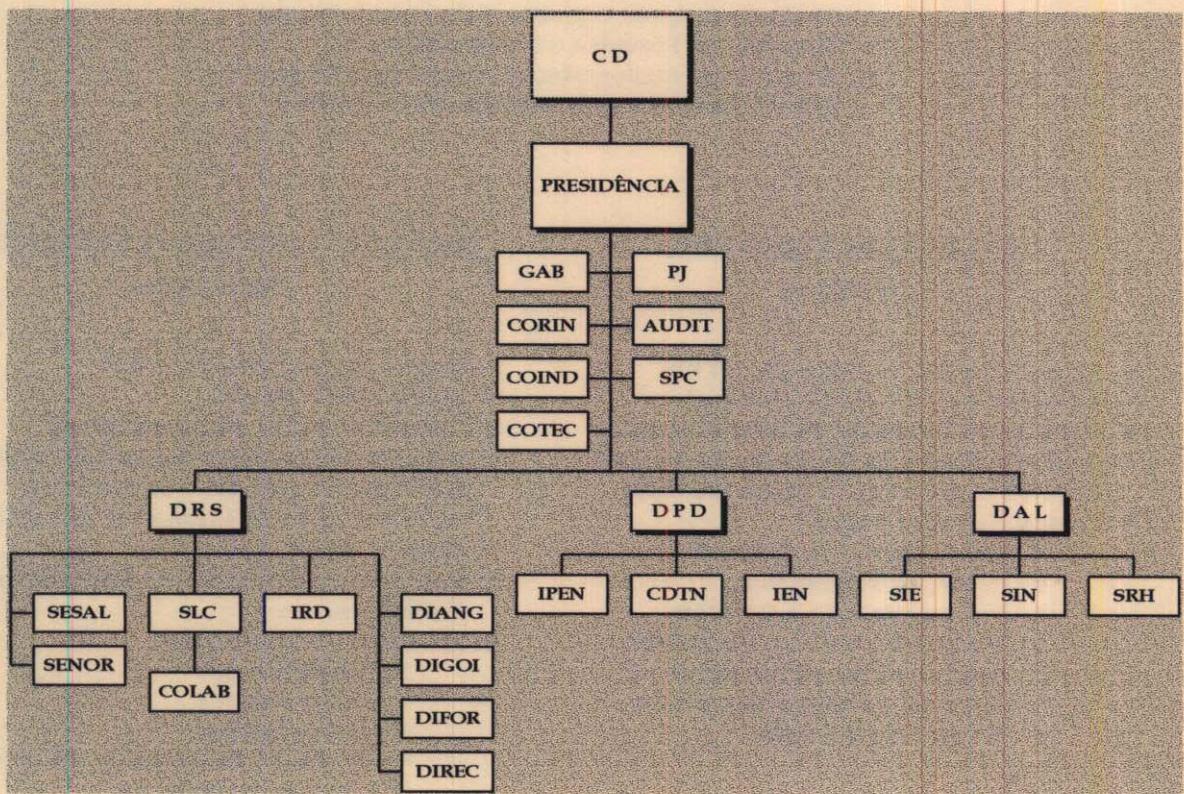
A Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento desenvolve ações no sentido de garantir a autonomia nacional em setores estratégicos da área nuclear. Para tanto, investe na produção de tecnologias para o setor nuclear, ligadas à geração de energia elétrica e às aplicações na medicina, agricultura e indústria.

A Diretoria de Apoio Logístico se ocupa da formação de recursos humanos, dos sistemas de computação e de informação técnico-científica e do apoio técnico-operacional.

A CNEN atua ainda no setor industrial através de suas controladas: Indústrias Nucleares do Brasil S/A - INB, responsável pela industrialização do ciclo do combustível nuclear, e Nuclebrás Equipamentos Pesados S/A - NUCLEP , com finalidade de fabricar a caldeiraria pesada para usinas nucleares e para outras unidades convencionais.

A estrutura básica é representada a seguir, ressaltando que cada Instituto ou Superintendência possui desdobramentos em níveis de Gerência e/ou Coordenação, e estas em níveis de Divisão e/ou Supervisão.

## ORGANOGRAMA BÁSICO



<b>CD</b>	<b>Comissão Deliberativa</b>	<b>IEN</b>	<b>Inst. de Engenharia Nuclear</b>
<b>PR</b>	<b>Presidência</b>	<b>IPEN</b>	<b>Inst. de Pesq. Energ. e Nucleares</b>
<b>GAB</b>	<b>Gabinete da Presidência</b>	<b>IRD</b>	<b>Inst. de Radioproteção Dosimetria</b>
<b>PJU</b>	<b>Procuradoria Jurídica</b>	<b>SIE</b>	<b>Super. de Infra-Estrutura</b>
<b>AUDIT</b>	<b>Auditoria</b>	<b>SRH</b>	<b>Super. de Recursos Humanos</b>
<b>CORIN</b>	<b>Coordenad. de Relações</b>	<b>SIN</b>	<b>Super. de Informática</b>
<b>COIND</b>	<b>Coord. de Relações Institucionais</b>	<b>COLAB</b>	<b>Coord. Lab. de Poços de Caldas</b>
<b>COTEC</b>	<b>Coordenação Técnica</b>	<b>SEASAL</b>	<b>Serviço de Salvaguardas</b>
<b>SPC</b>	<b>Superintendência de Planejamento</b>	<b>SENR</b>	<b>Serviço de Normas</b>
<b>DRS</b>	<b>Dir. de Radioproteção e Segurança</b>	<b>DIGOI</b>	<b>Distrito de Golânia</b>
<b>DPD</b>	<b>Dir. de Pesquisa e Desenvolvimento</b>	<b>DIFOR</b>	<b>Distrito de Fortaleza</b>
<b>DAL</b>	<b>Dir. de Apoio Logístico</b>	<b>DIANG</b>	<b>Distrito de Angra dos Reis</b>
<b>SLC</b>	<b>Super. de Licenciamento e Controle</b>	<b>DIREC</b>	<b>Distrito de Recife</b>
	<b>Centro de Desenv. de Tecnologia Nuclear</b>		

# PRINCIPAIS UNIDADES

## SEDE

- Presidência, Gabinete e Órgãos de Assessoria
- Diretoria de Apoio Logístico e Superintendências
- Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento
- Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear e Superintendência de Licenciamento e Controle

## INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

- Reator Nuclear ARGONAUTA, 10 Kw
- Ciclotron CV-28, energia variável
- Unidade de Produção de Radioisótopos
- Unidades Piloto de Produção de: UF<sub>6</sub>, de Boro-10 e Produtos Organo-Fluorados
- Principais Laboratórios:
  - ◊ Física Nuclear e Química
  - ◊ Proteção Radiológica
  - ◊ Instrumentação e Controle
  - ◊ Termo-Hidráulica e Segurança
  - ◊ Separação de Terras Raras
  - ◊ Análises e Ensaios Mecânicos
  - ◊ Tecnologia de Sódio

## INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

- Reator Nuclear IEA-R1, 2Mw
- Reator IPEN/ MB-01
- Ciclotron CV-28, energia variável
- Unidades Piloto de Produção de Elementos Combustíveis, de UF<sub>6</sub>, de Nitrato de Tório, de Purificação de Urânio, de Geração de Flúor e de UF<sub>6</sub>.
- Unidades de Produção de Radioisótopos e Radiofármacos
- Principais Laboratórios:
  - ◊ Radiobiologia
  - ◊ Radioquímica
  - ◊ Física Nuclear
  - ◊ Proteção Radiológica e Ambiental
  - ◊ Rejeitos Radioativos
  - ◊ Materiais

## INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA

- Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes - LNMRI, designado pelo INMETRO
- Laboratórios de Dosimetria Padrão Secundário, reconhecido pela AIEA e WHO
- Laboratório de Análises Radioquímicas e Radiométricas
- Laboratório de Calibração em Radiodiagnóstico

## CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

- Reator Nuclear IPR-R1, TRIGA, 100 Kw
- Circuito Térmico, 1, 20 atm
- Principais Laboratórios :
  - ◊ Proteção Radiológica
  - ◊ Ensaios e Metrologia
  - ◊ Química e Mineralogia
  - ◊ Radioanálise e Medidas Nucleares
  - ◊ Metalurgia de Microesferas
  - ◊ Termo-Hidráulica
  - ◊ Processamento de Minérios
  - ◊ Tratamento de Rejeitos Radioativos
  - ◊ Física Aplicada e Técnicas Especiais

---



# ATIVIDADES

---



Na área de Saúde, a atividade prioritária consiste na produção de radioisótopos e radiofármacos, usados em medicina e biologia, para três fins principais: diagnóstico, terapia e pesquisa.

Sua extrema importância se destaca no uso desses produtos no combate ao câncer, na análise do funcionamento da tireóide, na localização de tumores, na avaliação neurológica, no estudo da circulação linfática, das funções de fixação e secreção das células, da permeabilidade das vias biliares e da dinâmica do aparelho circulatório , entre outros.

No biênio de 1995/96, as principais realizações são destacadas a seguir.

- ♦ atingido o volume de produção de 150 geradores de tecnécio por semana, no final de 1996, representando, em capacidade, a possibilidade de atendimento de cerca de 1 milhão pacientes/ano;
- ♦ aumentada a produção anual de radiofármacos em cerca de 30%, propiciando, em média, o atendimento de aproximadamente 800.000 pacientes/ano;
- ♦ adquirido um novo Ciclotron, cujo início de operação se dará em 1998, o que permitirá um aumento na escala de produção de radioisótopos e radiofármacos, bem como, o desenvolvimento de novos produtos para diagnóstico e radioterapia; prevendo-se, como resultado, uma economia da ordem de US\$ 2 milhões/ano, pela redução



**GERADOR DE TECNÉCIO**  
**principal radioisótopo produzido**  
**e comercializado, no IPEN, com**  
**larga aplicação médica**

da importação de radioisótopos, e também a possibilidade de atingir a marca de 1,5 milhão de pacientes atendidos por ano, no final de 1998;

- ♦ reformadas e modernizadas as instalações de produção de radioisótopos, obtendo-se maior segurança na produção, através de melhoria da proteção radiológica e do controle de qualidade;

- ♦ iniciada a produção rotineira do ETDM-samário - 153, utilizado no alívio das dores dos pacientes com metástases ósseas, como alternativa para substituição da importação do estrôncio-83, com custo sensivelmente menor, facilitando o acesso de um maior número de pacientes a esse tratamento;

- ♦ consolidada, em 1996, a distribuição de citrato de tálio-201, cuja utilização se dá no diagnóstico de doenças cardíacas, e cuja obtenção só era possível através de importação, ocorrendo, portanto, a redução nos custos de sua utilização e, consequentemente, a possibilidade de ampliar o número de pacientes atendidos;

- ♦ implantado o projeto da produção de Molibdênio pela via gel, cuja produção está prevista para o biênio 97/98, dando seguimento ao fortalecimento estratégico do país via



**Células de Produção de  
Radioisótopos - IPEN**

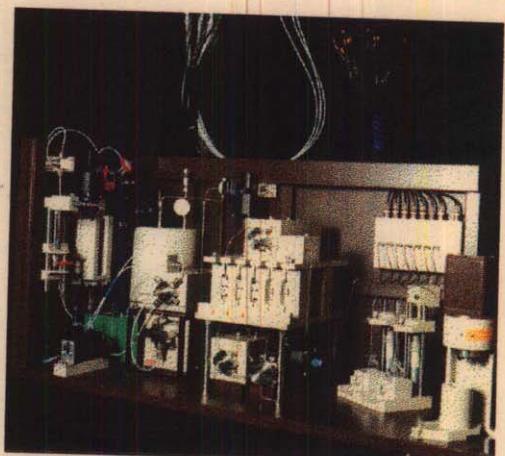
**O projeto de produção do I - 123 pelo IEN é considerado como modelo pela AIEA, e servirá de referência para outros países, dada a sua relevante contribuição na difusão dos benefícios da energia nuclear**

nacionalização, redução de custo e diminuição da dependência externa;

- ♦ desenvolvido projeto para produção de flúor-18 (FDG), em resposta a pesquisa de mercado feita em 1995, largamente empregado na medicina;
- ♦ elaborado o projeto para produção de iodo - 123, ultrapuro, empregado no radiodiagnóstico da tireóide em substituição ao iodo-131, com a vantagem de expor os pacientes a dose radiológica 60 vezes menor;

#### **APLICAÇÕES DE FLÚOR - 18 (FDG)**

- 1. oncologia - na visualização e distinção de tumores malignos e benignos, primários e metástase**
- 2. cardiologia- na verificação do grau de comprometimento e reversibilidade da área do coração afetada por acidente cardiovascular, e**
- 3. neurologia - diagnóstico das doenças de Parkinson, Alzheimer e Tonrettes, e visualização de danos cerebrais causados por hipoxia ou consumo de droga**



**Célula de Processamento de I - 123 ultra puro**

- ♦ construída uma nova célula de processamento e realizados os testes de operação para a produção de galio-67, radioisótopo utilizado na localização de tumores em tecidos moles e lesões inflamatórias. A produção rotineira está prevista para 1997;
- ♦ realizados e aperfeiçoados os processos analíticos de determinação de tritio e de carbono-14 para diagnóstico de úlcera gástrica, com a técnica de cintilação líquida;
- ♦ iniciado o estudo da composição de cabelo e leite humano da população de Boldem-MG, localidade considerada livre de poluição ambiental;

**Em 1996, cerca de 3.000 análises de carbono - 14 foram realizadas pelo CDTN em conjunto com o Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais - HC - UFMG, propiciando o atendimento de mais de 15.000 pacientes de úlceras gástricas**

♦ realizados experimentos preliminares na marcação radioisotópica de toxinas, com objetivo de marcar a toxina do cólera e determinar sua interação com a levedura de S.Boulard;

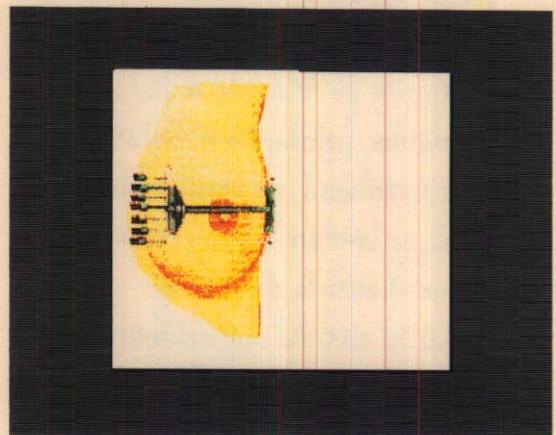
♦ analisada, em conjunto com o HC - UFMG, a composição química de amostras de cabelos de 70 crianças, utilizando-se das técnicas de ativação neutrônica e de absorção atômica, com objetivo de avaliar a determinação de metais em substratos humanos, para diagnósticos médicos;

♦ iniciado estudo dos mecanismos bioquímicos envolvidos na indução da radioresistência em leveduras, cujo objetivo é determinar se os níveis de trialose influenciam a indução de radioresistência. Os resultados preliminares foram encaminhados à comunidade médica e científica, em 1996;

♦ elaborado projeto para desenvolvimento de um protótipo de equipamento para cintilografia da mama, em cooperação com o Centro de Medicina Nuclear do Hospital das Clínicas da USP;

♦ elaborado projeto e iniciada a construção de equipamento para ser utilizado no tratamento de câncer, pela técnica de captura de nêutrons;

♦ realizado, em animais, o teste de toxicidade para o hormônio de crescimento obtido por engenharia genética, com sucesso;



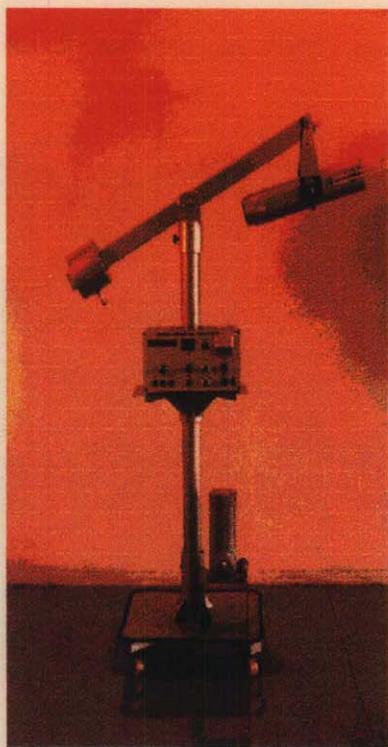
**Implantado, pelo IRD, o Programa MAMA - selo de qualidade em mamografia**

- ♦ obtido por engenharia genética, o gene responsável pela subunidade beta do hormônio da hipófise;
- ♦ finalizado o estudo da degradação radiolítica de polímeros nacionais (PVC e policabornatos), visando a radioesterilização de suprimentos médicos;

**Foi produzido, pelo IPEN, em conjunto com o Instituto**

**Butantã, soro anti-veneno de cobra, para uso veterinário, a partir do veneno irradiado e atenuado com radiação gama**

- ♦ iniciado o desenvolvimento de coletores, a partir do látex de borracha natural vulcanizada com radiação ionizante, e
- ♦ produzidos, com tecnologia nacional, equipamentos de diversos modelos para atender à demanda dos prestadores de serviços em medicina nuclear do país.



**Instrumentos nucleares fabricados pelo IEN, empregados na medicina nuclear**

As técnicas nucleares são empregadas para evitar ou constatar a poluição do meio ambiente. Na prevenção, são utilizadas em substituição a elementos químicos, como no caso de tratamento de esgotos, ou como agente de limpeza de efluentes gasosos originados da queima de combustíveis fósseis; ou, ainda, no caso de adubos químicos, como elemento de controle de sua aplicação para evitar o seu uso em excesso, além de outros empregos.

No controle ambiental, as técnicas nucleares são empregadas na análise e detecção de poluentes ambientais, na medida da concentração de elementos tóxicos e na dispersão dos contaminantes. Outro aspecto importante, está na utilização da tecnologia nuclear para o mapeamento ambiental, através de estudos da chuva, da taxa de renovação das águas de reservatórios freáticos, da idade dos elementos do ambiente, da degradação da matéria orgânica do solo, etc..

Dentro do aspecto ambiental, as atividades da CNEN podem ser retratadas pelas realizações apresentadas a seguir.

- ♦ realizadas reformas e adaptações prediais, para implementar as instalações e equipamentos do Laboratório de Tecnologia do Ar, cujo objetivo é calibrar amostradores de ar e de chaminés;
- ♦ adquiridos equipamentos para instrumentação da Torre da Estação Meteorológica do CDTN, e iniciado o desenvolvimento e os testes dos programas de aquisição de dados e de desempenho dos sensores atmosféricos;



**Estudos de Recursos Hídricos: injeção de traçador para medida de vazão em Rio Cedro, Montes Claros -MG**

**Projeto Rio Verde Grande, aprovado pela AIEA, referente a estudo ambiental feito pelo CDTN, em conjunto com a COPASA - Cia de Saneamento de Minas Gerais, para realizar balanço hídrico em uma região semi-árida do norte de Minas Gerais, visando determinar a exploração adequada das reservas subterrâneas, tanto para consumo humano como para agroindústria**

- ◆ estabelecidos os pontos de medições fluviométricas e editados os relatórios referentes às medições já realizadas no Projeto Rio Verde Grande, já tendo sido determinados o tempo de renovação da água, a taxa de infiltração da água de chuva e a quantidade de recarga anual dos aquíferos da região de Montes Claros;
- ◆ assinado convênio entre o CDTN e as prefeituras dos municípios de Itaúna, Sete Lagoas e Divinópolis-MG, em complemento ao projeto do convênio com a Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM-MG, para monitoração do ar/poluição atmosférica e treinamento de técnicos destas cidades na área de medições ambientais,

- ◆ concluídos os testes de qualificação da nova retorta de recuperação de mercúrio em garimpos. As retortas, confeccionadas pelo CDTN, foram cedidas a garimpeiros da região de Monsenhor Horta, Mariana, MG, dentro do projeto piloto de avaliação da minimização dos problemas ambientais em garimpos. Também, foram concluídos os entendimentos para viabilizar a comercialização desta retorta;
- ◆ elaborado o relatório final do Programa de Monitoração



**Recuperação de mercúrio em garimpos: proteção ambiental e saúde da população como objetivos (Monsenhor Horta, Mariana, MG)**

Ambiental para a Cia. Brasileira de Metalurgia e Mineração, Araxá, MG;

- ♦ promovidas reuniões técnicas para avaliação da recuperação da Lagoa da Pampulha, Belo Horizonte - MG, baseadas no trabalho de batimetria realizado pelo CDTN/CNEN, com a participação da Superintendência de Desenvolvimento da Capital, SUDECAP, da Associação Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH, da Escola de Engenharia da UFMG, da Cia. Energética de Minas Gerais, CEMIG, da Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais, CPRM;



**Coleta de amostras de água**

- ♦ elaborado, em 1996, o Programa de Monitoração Hidrossedimentológica para a Lagoa da Pampulha, no contexto de um projeto municipal, cuja finalidade é a quantificação e o balanço da carga de sedimentos, para subsidiar o projeto de dragagem e de recuperação a longo prazo;



**Batimetria da Lagoa da Pampulha:  
subsídio importante no processo  
de recuperação (Belo Horizonte,  
MG)**

- ♦ realizada, pela equipe do CDTN, a primeira e a segunda campanhas de medições voltadas para a implantação de aterros sanitários;
- ♦ assinado, com a SAMARCO Mineradora, contrato para a determinação da dispersão de poluentes na Lagoa Maimbá, ES. Já foram realizadas duas campanhas de amostragem, cuja análise dos resultados obtidos indica pequena dispersão dos efluentes e subsidiará a determinação da capacidade da lagoa

**Iniciada a operação da Planta Piloto para Irradiação de Efluentes Industriais , projeto do IPEN em parceria com a empresa Hoechst do Brasil**



**Coleta de Amostras Ambientais em Monte Alegre, PA**

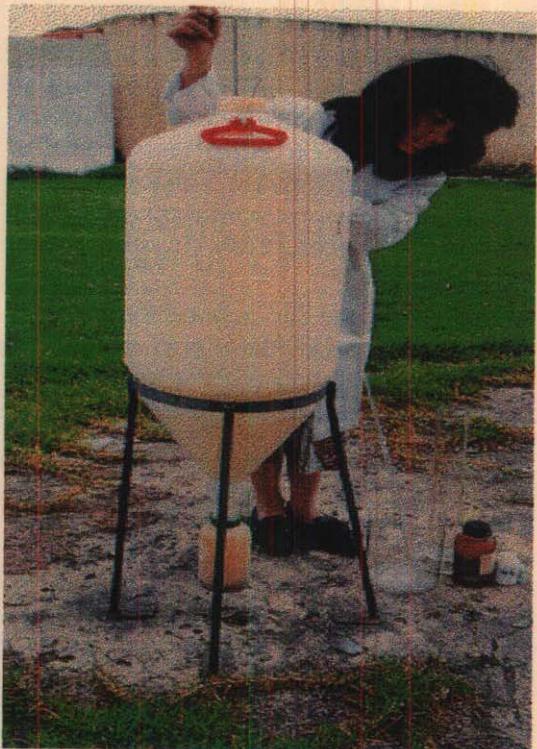
em receber efluentes, gerados pela expansão pretendida para a usina da mineradora;

- ♦ assinado convênio entre o CDTN e a Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, para avaliações de abastecimento e medidas de proteção do aquífero contra eventuais contaminações - Programa Hidrogeológico da Bacia de Engenho Nogueira;
- ♦ cumprido o objetivo de estudar a dispersão de poluentes atmosféricos em regiões de topografia acidentada, com a realização, em Belo Horizonte, de 75 sondagens, até a altura de 1600m acima do nível do mar; o processamento dos dados coletados complementou a monitoração efetuada pelo sistema automático de coleta de dados da torre meteorológica;

♦ efetuados estudos para medidas de radônio, em cooperação com a Universidade Federal do Pará, Universidade de Mato Grosso e Universidade Federal de Pelotas e preparado um Programa ARCAL sobre Metrologia e Medidas de Radônio. Dentro de suas características, estão sendo feitos estudos sobre a emanação de radônio por materiais de construção, e métodos para minimizar este processo;

**Assinado contrato, entre CDTN e Petrobrás, em 1996, para o projeto de diagnóstico ambiental na costa sul brasileira, visando avaliar o impacto ambiental de obras de engenharia, e, ainda, foram realizadas as campanhas de lançamento e fundeio de equipamentos em Paranaguá e Antonina, PR, São Francisco do Sul, SC, e Tramandaí, RS**

- ♦ elaborado o projeto "Aplicação de Novos Materiais e Tecnologia para Diagnóstico, Controle e Tratamento do Meio Ambiente", para aplicação de Espumas de Poliuretano (EPU) e Resinas Especiais, na absorção de metais e/ou compostos orgânicos, presentes em efluentes de pequenas e médias indústrias localizadas em volta da baía de Guanabara, RJ, atendendo ao programa do governo estadual para despoluição da baía. O referido projeto teve seu mérito aprovado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro - FAPERJ;



**O Laboratório para Metrologia e Medidas de Radônio do IEN é um Laboratório Regional, para a América Latina, dentro do International Radon Metrology Programme, conduzido pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e a União Europeia (U.E.). Funciona como um padrão e calibração de detectores para medidas de radônio**

**Precipitação de carbonato para análise de carbono -14**

- ♦ realizadas avaliações de sistemas de tratamento de efluentes e da eficiência de equipamentos em instalações industriais, com a aplicação de radiotraçadores. O método utilizado teve boa aceitação devido à facilidade de avaliação dinâmica "in situ", sem modificação das rotinas operacionais da indústria.

A CNEN, como fiel da balança entre o desenvolvimento científico e tecnológico nuclear e a proteção e preservação do meio ambiente, tem, como de suma importância, a responsabilidade técnica e administrativa de minimização dos riscos ambientais advindos da geração, tratamento e armazenamento de rejeitos radioativos, oriundos não só de unidades oficiais, mas também de unidades de terceiros que façam uso da energia nuclear.

# TECNOLOGIA DE REATORES

No tocante à tecnologia de reatores, a CNEN é a responsável pelo seu desenvolvimento através das atividades de pesquisa científica em física nuclear, engenharia, física de reatores, sistemas computacionais, análise de segurança, entre outras.

É responsável, também, pela operação e manutenção de 4 reatores de pesquisas, circuitos térmicos a água e sódio e pela formação/treinamento de recursos humanos para estes fins.

## REATORES DE PESQUISAS DA CNEN

**Reator IEA-R1 (IPEN)**

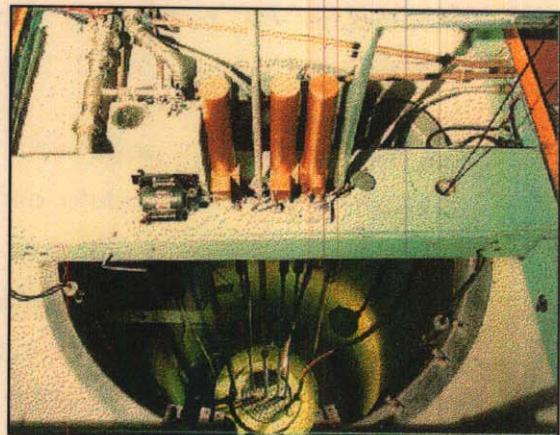
**Reator IPEN/MB - 01 (IPEN)**

**Reator Argonauta (IEN)**

**Reator Triga Mark (CDTN)**

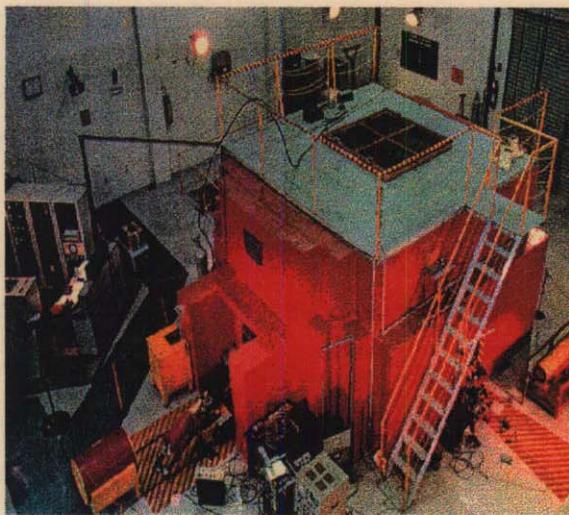
Em resposta às responsabilidades acima, vem desenvolvendo projetos conceituais de reatores nucleares, experimentos em engenharia e segurança de reatores, desenvolvimento de metodologias de sistemas computacionais de engenharia nuclear, análise de alternativas energéticas, modelagem de simulação de acidentes, etc. Cabe, ainda, destacar o suporte técnico às próprias atividades de licenciamento da CNEN.

É diretriz da CNEN que os reatores de pesquisa e seus laboratórios de apoio sirvam de instrumento de cooperação com universidades, centros de pesquisas e outras instituições interessadas, bem como, que seja priorizada a busca de parcerias para desenvolvimento de pesquisas.



**Reator TRIGA - CDTN**

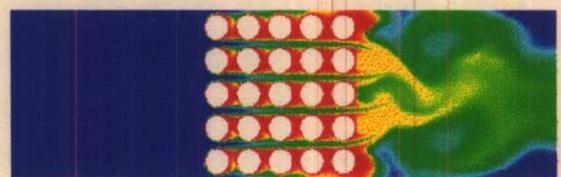
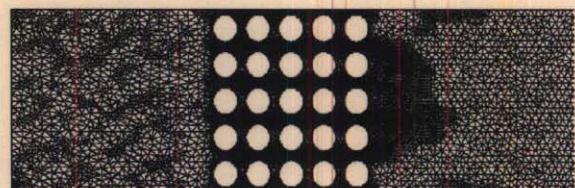
No contexto das atividades relacionadas aos reatores nucleares, podem ser destacadas as seguintes realizações :



**Reator Argonauta - IEN**

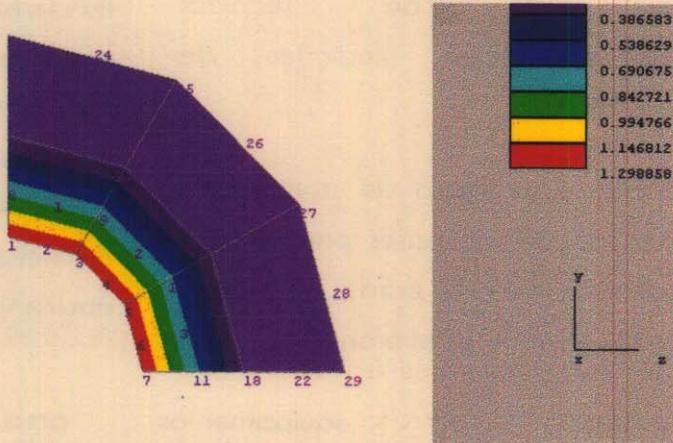
- ♦ reformadas as instalações prediais que abrigam os reatores, bem como os laboratórios a eles vinculados;
- ♦ iniciada a operação contínua do reator IEA-R1, em turnos ininterruptos de revezamento, dentro do objetivo de ampliar a utilização do reator;
- ♦ implantado o projeto para aumento da potência do reator IEA-R1 de 2 MW para 5 MW, com investimento da ordem de R\$ 3,5 milhões. A primeira fase do projeto tem conclusão prevista para o 2º semestre de 1997, já tendo sido realizado, com êxito, a operação experimental do reator a 5 Mw. A segunda fase, referente à modernização, já teve seu projeto conceitual elaborado;

- ♦ recuperado o sistema de injeção pneumática de amostras para irradiação no núcleo do reator Argonauta;
- ♦ reformado e adequado o núcleo do reator Argonauta, com a substituição das placas de combustíveis defeituosas, ficando o reator com uma massa crítica operativa de 2.136,21 g, para um carregamento de 90 placas originais e 26 placas novas, estas fabricadas pelo IPEN;



**Escoamento cruzado através de tubos trocadores de calor, "software" desenvolvido pelo IEN**

- ♦ instalado um novo sistema de termopares no núcleo do reator Argonauta e modernizado o controle de temperatura do moderador;
- ♦ desenvolvidos diversos " softwares" para aplicações em termohidráulica de reatores, mecânica dos fluidos, análise estrutural, determinística e probabilística de segurança de reatores nucleares, entre outras, a saber:
  - ◊ Análise Limite de Componentes Nucleares
  - ◊ Análise de Tensão em Estruturas Nucleares
  - ◊ Análise de Ruptura Frágil por Fluênci a de Componentes Metálicos, sujeitos a carregamento termomecânicos variáveis
  - ◊ Simulação Computacional em Mecânica dos Fluídos e Transferência de Calor
  - ◊ Estudos Bidimensionais de Escoamentos Bifásicos a partir da Mecânica do Contínuo
  - ◊ Cálculo da Circulação Natural de Modelos, em escala reduzida, de Sistemas de Resfriamento de Reatores
  - ◊ Modelagem Termohidráulica de uma piscina de Armazenamento de Elementos Combustíveis Irradiados;



**Tensões equivalentes de Von-Mises para uma cilindro espesso submetido a uma pressão interna, "software" desenvolvido pelo IEN**

♦ elaborado o projeto e construído o sistema elétrico e eletrônico, para a alimentação e controle de potência das resistências, da unidade do Circuito Experimental para Estudos de Circulação Natural, tendo esta o objetivo de estudar a circulação natural, em escala reduzida, de sistemas para remoção de calor residual em reatores PWR. A perspectiva de operação do circuito, coleta de dados experimentais, análise e publicação de trabalhos com os resultados obtidos, se estende de 1997 a 1998;

♦ iniciada a execução do projeto da Seção de Testes de Simulação de Canais de Elementos Combustíveis de Reatores de Pesquisa, com término previsto para 1998, tendo as seguintes etapas concluídas: projeto dos plenus e bocais da seção de testes, estudos teóricos e montagem mecânica parcial;

♦ iniciados os experimentos e realizado o estudo teórico preliminar do projeto de Desenvolvimento de Técnicas Ultrassônicas para Medições de Escoamentos;

♦ iniciado o processo de autorização para irradiação de gases pressurizados no reator TRIGA IPR-R1, para o qual foram realizados diversos testes e análises;

♦ adquiridos os equipamentos para a preparação metalográfica/ceramográfica de corpos de prova irradiados em Células Quentes; fabricados os dispositivos e sistemas de operação telemecanizado, e iniciadas as campanhas de testes de qualificação dos equipamentos e dos sistemas auxiliares, dos processos individuais e de integração mecânica;

**Dado prosseguimento ao contrato com FURNAS para desenvolvimento e fabricação dos Módulos da Instrumentação de Processos da usina nuclear Angra I. Esse projeto prevê, inicialmente, a fabricação de nove módulos, com custo individual representando 5% do preço do seu similar importado**

**Modernizada a instrumentação do Circuito Térmico a Água, permitindo a retomada do treinamento de técnicos de nível médio, alunos de graduação e pós-graduação em termohidráulica de reatores nucleares**

- ♦ adaptados e testados os códigos computacionais de Física de Reatores e de Análise de Segurança, para apoiar o desenvolvimento de metodologias e estudos de sistemas e componentes, em projetos da área nuclear;
- ♦ concluídos os estudos de criticalidade para o depósito de pó e para o pátio de estocagem de UF<sub>6</sub>, da Fábrica de Elementos Combustíveis , da INB;
- ♦ continuado o desenvolvimento do projeto do Circuito de Irradiação, para teste de combustíveis nucleares no reator IEA-R1, visando dotar o país de uma instalação capaz de realizar os testes de qualificação de projetos de varetas combustíveis.



**Nova mesa de controle do Reator TRIGA IPR-R1,  
fabricada pelo IEN. Modernizada para  
adequação aos padrões de segurança e  
atendimento da demanda de prestação de  
serviço à comunidade**

## CICLO DO COMBUSTÍVEL

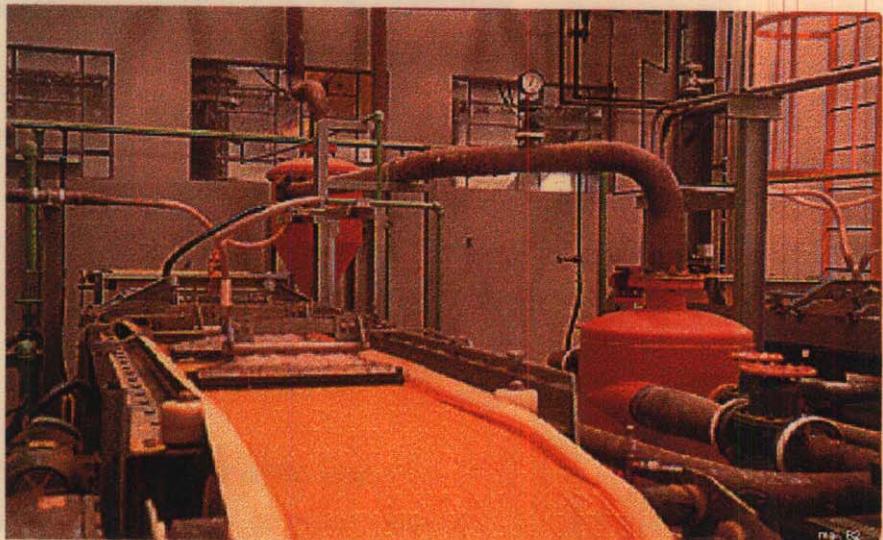
Nesta área, a CNEN obteve grandes progressos com a construção e montagem de instalações e unidades piloto para desenvolvimento tecnológico das etapas do ciclo do combustível, as quais podem ser resumidas em: prospecção, mineração e beneficiamento de minério, produção do  $U_3O_8$  (yellow cake), produção de urânio nuclearmente puro, produção de hexafluoreto de urânio  $UF_6$ , enriquecimento isotópico, produção de óxido de urânio  $UO_2$ , fabricação de elementos combustíveis e reprocessamento de combustíveis.

As principais realizações, no biênio 1995/1996, foram:

- ◆ iniciadas as obras do galpão para a montagem da usina piloto de obtenção de  $UF_6$  por via úmida, representando, essa tecnologia, um número bem menor de operações e menores custos, de implantação e operacional, comparativamente ao processo convencional de obtenção por via seca;
- ◆ fabricadas 60 pastilhas de  $UO_2$ , destinadas a testes de comprovação de modelo de crescimento de grãos cristalinos;
- ◆ realizada a ressinterização e a caracterização de 20 pastilhas de  $UO_2$ ;
- ◆ adquirida uma politriz automática programável, que é equipamento essencial no processo de caracterização de materiais cerâmicos e metálicos;
- ◆ fabricados lingotes de U-Si (liga de urânio-silício), U-Zr (liga de urânio-zircônio) e U-H (liga de urânio-hidrogênio), a serem utilizados em estudos paramétricos;
- ◆ fornecidas 11 t de  $UF_6$  para o Centro Tecnológico da Marinha do Brasil;

**Fabricados 6 elementos  
combustíveis para o reator  
IEA-R1, do IPEN**

- ♦ finalizado o projeto de reforma e adequação da Planta de Produção de Elementos Combustíveis Nucleares para Reatores de Pesquisa.



**Instalação para fabricação de  $\text{U}_3\text{O}_8$  "yellow cake"**

A utilização de técnicas nucleares na Física, Química, Engenharia e em processos industriais cobre um largo campo de aplicações. A tecnologia nuclear pode ser utilizada através de fontes, para pesquisar o interior de objetos ou modificar as propriedades dos materiais, ou através de traçadores, para detectar a presença de uma substância à qual estão incorporados.

### EXEMPLOS DE APLICAÇÕES DA TECNOLOGIA NUCLEAR

**PETRÓLEO** - determinação da presença de vanádio nos alimentadores das refinarias

**METALURGIA** - determinação de impurezas

**CONSTRUÇÃO CIVIL** - análise de materiais, entre outras

Sob outro aspecto, a tecnologia nuclear é utilizada em análises por ativação de nêutrons, um dos métodos mais poderosos de análise química, cuja versatilidade de aplicação destaca-se em diversas áreas, tais como: petróleo, metalurgia, construção civil, aeronáutica, entre outras.

A aplicação em Química tem como principal objetivo desenvolver processos químicos para obtenção de novos produtos, e consolidar suas produções, em escala piloto e industrial.

Outras atividades se destacam pela importância tecnológica dos processos envolvidos, como o domínio da tecnologia de separação de terras raras de alta pureza, onde são obtidos elementos com alto valor agregado, utilizados em tecnologias de ponta, tais como: na fabricação de raios laser, supercondutores, supermagnetos, lentes, cerâmicas, aços especiais e outros produtos.

Além disso, os radioisótopos constituem itens acessórios que estão contidos em produtos diversos, como: detectores de fumaça, mostradores de instrumentos, sinalizadores, marca-passos cardíacos, etc..

No período 1995/1996, as principais atividades realizadas foram :

- ♦ aplicadas técnicas nucleares de aniquilação elétron-pósitron, no estudo de materiais, visando a seleção e desenvolvimento de novas ligas que possam suportar, de modo seguro e adequado, um ambiente de altas doses de irradiação e temperatura, como acontece nos reatores nucleares;
- ♦ realizados estudo e análise de material empregado na construção civil, visando a verificação dos efeitos da corrosão em aços especiais, empregados em concreto pretendido de alta performance;
- ♦ desenvolvidos detectores proporcionais de fluxo gasoso, câmaras de ionização, conectores e cabos triaxiais;
- ♦ realizadas manutenções de detectores, usados em proteção radiológica, dosímetros clínicos, usados em radioterapia, e de detectores HPGe, empregados em laboratórios de física nuclear;
- ♦ desenvolvidas e aplicadas técnicas em análise "Proton Induced X-ray Emission-PIXE" e em Análise por Ativação com Partículas Carregadas - AAPC;

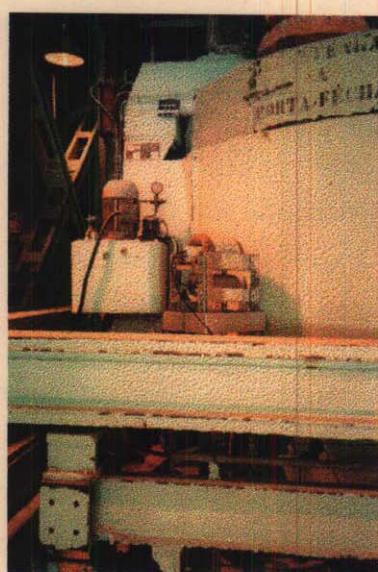


**Unidade Móvel de Flotação em Coluna: projeto e desenvolvimento de processos nas unidades industriais (foto: Mineração Morro Agudo, Paracatu, MG)**

**Em parceria com a iniciativa privada, foi iniciada a operação do novo Acelerador de Elétrons, no IPEN, para irradiação de cabos elétricos e atividades de pesquisa e desenvolvimento**

♦ elaborados dois fluxogramas distintos para a obtenção de neodímio de alta pureza, através da tecnologia de separação de terras raras; um deles será transferido para a Indústrias Nucleares Brasileiras - INB, cuja utilização na operação já permitiu a produção de óxido de neodímio com pureza superior a 99,5%. O segundo fluxograma está em operação na usina piloto do IEN, produzindo com pureza acima de 99,99%;

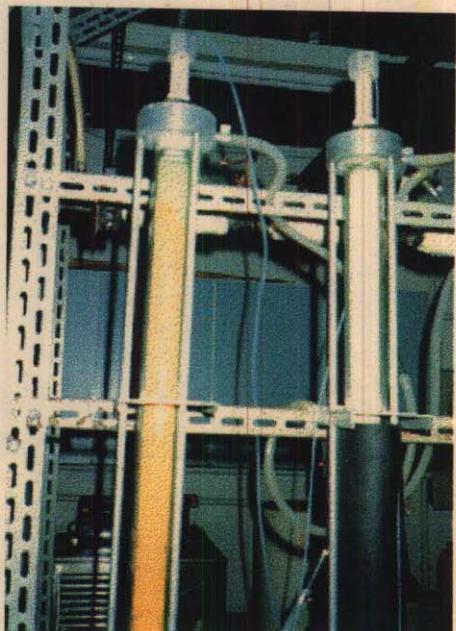
♦ produzidos cerca de 5kg de resinas de troca iônica impregnadas com DEHPA, para estudos cinéticos e termodinâmicos de separação de pares de terras raras em colunas de troca iônica;



**Uso de radiotraçadores na avaliação de equipamentos e processos industriais**

- ◆ produzido cerca de 500g de európio - Eu com pureza acima de 99,99%, por eletrólise, sendo, também, realizados os estudos da cinética de redução, em função dos parâmetros de operação;
- ◆ iniciado o desenvolvimento de um modelo químico termodinâmico, do mecanismo da transferência de massa de lantanídeos, com o ácido 2-etilhexil fosfônico (PC-88). Este modelo será acoplado a um novo simulador para separação de terras raras utilizando o PC-88 como extratante;
- ◆ fabricadas resinas impregnadas com PC-88, para aplicação na separação dos elementos das terras raras pesadas;
- ◆ realizados estudos sobre emprego de membranas líquidas, para a separação de metais e tratamento de rejeitos. Atualmente, um ciclo completo está sendo projetado, em escala de laboratório, para a consolidação dessa técnica em operação contínua;

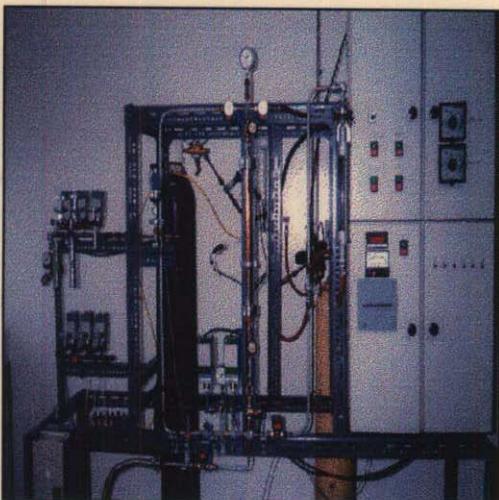
**Iniciada, pelo IEN, a elaboração de um projeto conceitual de uma usina industrial para separação de terras raras, para a Indústrias Nucleares Brasileiras-INB**



**Módulo para teste e avaliação de resinas do processo de enriquecimento isotópico do U-235**

- ◆ iniciados estudos para a secagem dos lantanídeos de alta pureza em "Spray-dryer";
- ◆ produzidos cerca de 55 gramas de boro-10, por enriquecimento isotópico, com uma pureza superior a 95%;

- ♦ consolidada a síntese do  $\text{BF}_3$  e finalizado o projeto conceitual para obtenção de boro elementar por eletrólise de sais fundidos;



**Unidade para desenvolvimento  
do processo de separação de  
gases por adsorção - projeto e  
construção do CDTN**

- ♦ confeccionados os módulos da cascata de separação isotópica de Li-6 e do Li-7. Estão sendo concluídos os sistemas associados para a montagem da cascata de enriquecimento, com o início da sua operação previsto para o biênio 97/98;
- ♦ fabricadas resinas peliculares à base de vinil piridina e divinilbenzeno, para estudos da separação isotópica do urânia e, realizados testes cinéticos, para determinação dos parâmetros físico-químicos e avaliação da capacidade da troca isotópica de U-235 e U-238 nas resinas;
- ♦ iniciados os estudos dos métodos para a separação isotópica do Zn-68, matéria-prima para obtenção do radiofármaco Ga-67, pela técnica de difusão térmica, e pela de troca iônica com resinas especiais polimerizadas com ésteres coroados;
- ♦ prestados serviços técnicos especializados a diversas companhias mineradoras, dentro do contexto de desenvolver e implementar a aplicação industrial de processos de concentração de minérios por flotação em coluna, cabendo destacar:
  - ◊ Mineração RTZ - definidas as condições para a concentração de minério de ferro;
  - ◊ FOSFÉRTEL - elaboradas propostas para a concentração de fosfato;
  - ◊ Cia Paraibuna de Metais - concentração de prata , e

◊ INB - concentração de monazita;

- ♦ iniciada a implantação do Centro de Processamento de Pós, prevendo a capacitação para o atendimento da demanda industrial brasileira no desenvolvimento de produtos, por metalurgia do pó;
- ♦ iniciada a implantação do Centro de Caracterização de Materiais, já tendo sido instalado um espectrômetro de massa (ICP-MS), de alta resolução, e desenvolvidos novos métodos;
- ♦ concluído e emitido o relatório final do projeto Recuperação de Terras Raras, com técnica de extração por solvente, já repassada ao parque industrial brasileiro para a recuperação de níquel e ferro;

**Realizado, em parceria com a Petrobrás, as campanhas de determinação de parâmetros em torre de craqueamento das refinarias de Cubatão e de Manaus e, as campanhas de aplicação de traçadores sólidos e gasosos nas torres de craqueamento das refinarias do Rio de Janeiro e Minas Gerais**

**Cerca de 17.000 determinações químicas, radioquímicas e mineralógicas foram realizadas, em 11.000 amostras, atendendo a clientes tais como:**

**ACESITA, ALCAN, BELGO MINEIRA, COPASA, MENDES JÚNIOR, CIA SIDERURGICA DE TUBARÃO, etc.**

♦ projetado e instalado um sistema de instrumentação e de controle inteligente e específico da temperatura, que possibilitará o desenvolvimento do processo de Separação de Gases por Adsorção;

♦ desenvolvido o sistema de medidas de força versus deslocamento em pequenas molas, para aplicação em ortodontia;

♦ elaborado estudo comparativo de "strain gages" para medidas de tensões/deformações em alta temperatura, em apoio ao projeto de análise de integridade estrutural e extensão de vida de instalações industriais;

- ♦ implantada a técnica de cromatografia líquida de alta performance, no CDTN;
- ♦ desenvolvida a metodologia de dosagem de tório, urânio, estrôncio, zircônio, molibdênio e nióbio, para diferentes tipos de matizes, usando a técnica de espectrometria de energia de raios-X, na faixa de 10 a 20 KeV.



**Extração por Solvente: transferência de tecnologia para a indústria, visando a obtenção de produtos de alta pureza e qualidade**

## MATERIAIS E TECNOLOGIAS AVANÇADAS

O direcionamento das ações da CNEN é o de enfrentar os desafios, que a crescente demanda por desenvolvimento tecnológico exige do país, para que se mantenha dentro do contexto da modernidade das atividades nucleares no mundo.

Para tal, os trabalhos de pesquisa são pautados em métodos analíticos com elevada seletividade e sensibilidade, visando o desenvolvimento dos procedimentos de síntese e de caracterização de novos materiais e a absorção e criação de novas tecnologias, dentro de procedimentos convencionais ou não.

Os principais trabalhos realizados, nos anos de 1995 e 1996, são mostrados, a seguir:

- ♦ adquiridos todos os equipamentos, e finalizadas as instalações do microscópio eletrônico de varredura com análise elementar, do microscópio óptico com analisador automático de imagens e do difratômetro de raios-X para análise de textura, em continuidade às instalação do Centro de Materiais Particulados, que deverá estar operacional em setembro/1997;
- ♦ concluídas as etapas de purificação e crescimento de novos cristais, para lasers ativos de  $\text{LiSrAf}_6$  e  $\text{LiGdF}_3\text{Nd}$ , que terão novas possibilidades de aplicações para lasers de estado sólido, com ênfase



**Desenvolvimento de novos materiais por processamento sol - gel**

na medicina e odontologia. Em paralelo, deu-se continuidade à instalação da Central de Processamento de Materiais a Laser;

♦ desenvolvida tecnologia para obtenção da Liga-mãe Al-Li 7%, por eletrólise de sais fundidos. O produto obtido foi transferido, conforme convênio, para a Universidade Federal de São Carlos para estudos complementares;

#### **Principais técnicas aplicadas:**

**Fluorescência e Difração de Raios-X, Espectrofotometria UV-VIS, Voltametria e Polarografia, Espectrografia de Emissão Óptica, Cromatografia Gasosa, Fluorimetria e Gamagrafia**

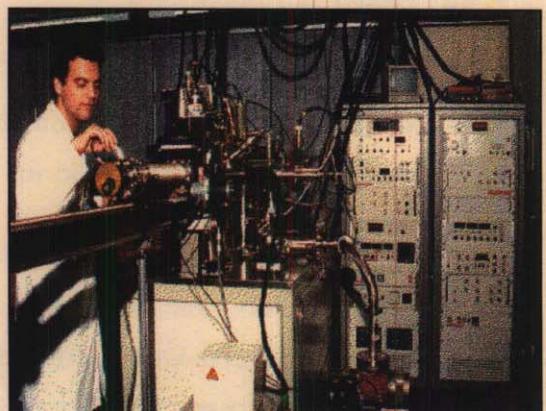
- ♦ realizado estudo para desenvolvimento e implantação de técnicas não convencionais de ultra-som, para medidas de tensões internas e tamanho de grão, em materiais;
- ♦ realizado estudo para desenvolvimento de processo para obtenção de pastilhas de freio, sem amianto, via metalurgia do pó (jacto), em colaboração com indústria nacional;

♦ concluídos os trabalhos de síntese de titanato de bário, por processamento sol-gel, e de síntese de esferas de biomassa;

♦ obtido o processo de síntese para a produção de zeólitas tipo 4A, utilizando como matéria-prima o caulim;

♦ realizadas duas campanhas, com experimentos conduzidos, na

**Realizadas cerca de 30.000 determinações analíticas como prestação de serviços à sociedade ou como apoio a projetos de pesquisas, em cooperação com outras instituições**



**Espectroscopia de Elétrons: vanguarda em ciência dos materiais**

França, no Laboratoire pour L'Utilization du Rayonnement Électromagnétique - LURE, para investigação das propriedades estruturais e magnéticas de filmes epitaxiais, no campo de novos materiais nanoestruturados;

**A atividade de pesquisa e desenvolvimento em materiais nanoestruturados traz alta tecnologia para o País**

- ♦ concluído, em colaboração com o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron e o Center for Advanced Material Development-CAMD/USA, estudo da estrutura de ferritas de níquel e zinco por Extended Absorption Fine Structure - EXAFS;
- ♦ consolidada a implantação do Laboratório de Física Aplicada do CDTN, que além da preparação e caracterização de nanoestruturas magnéticas por técnicas convencionais, viabilizou um sofisticado sistema de ultra-alto vácuo para análise de superfícies e de interfaces;
- ♦ especificados, adquiridos e instalados os equipamentos do Laboratório de Análise de Superfícies;

**Iniciada a implantação do Centro de Processo de Materiais a Laser, com objetivo de desenvolver aplicação de laser na área médica, odontológica, industrial e ambiental**

- ♦ implantado o Método Flash Laser, que visa a caracterização das propriedades de condutividade térmica dos materiais;
- ♦ concluídos os trabalhos sobre metodologia para a descrição da evolução microestrutural de materiais, e sobre a determinação dos parâmetros da mecânica da fratura por meio de processamento digital de imagens fotoelásticas;
- ♦ concluída a validação experimental de modelos bi e tridimensionais de evolução microestrutural;
- ♦ implantado o banco de imagens do endotélio de córneas humanas, em cooperação com o Instituto Hilton Rocha;

**Avaliada a integridade  
estrutural e a extensão de  
vida da Usina Térmica de  
Igarape, em trabalho  
conjunto com a Companhia  
Energética de Minas Gerais-  
CEMIG**

- ◆ realizado estudo das técnicas de metalografia por réplica em comparação com as técnicas metalográficas convencionais;
- ◆ concluído projeto de montagem de condicionador de sinais para a extensometria, com transmissor de 4-20 mA;
- ◆ elaborado projeto de dispositivo para medida de tensões residuais;
- ◆ desenvolvidas técnicas de extensometria em altas temperaturas, e em campos de irradiação;
- ◆ fabricados padrões de referência para a avaliação de trincas, pelas técnicas de ultra-som e de correntes parasitas, com ensaio dimensional já concluído;
- ◆ finalizado o projeto "Stress-strain Analysis of Nuclear Reactor", em cooperação técnica com a Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA;
- ◆ realizada a expansão do Laboratório de Inclusões Fluidas-LIF, com a aquisição de microscópio petrográfico e platina aquecedora.



**Instalação do Processo de Separação de  
Terras Raras**

# PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

As atividades desenvolvidas pela CNEN, em proteção radiológica, visam supervisionar, orientar e assegurar que o uso das radiações nucleares se faça sem prejuízo à saúde do homem e ao meio-ambiente. Para tal, a CNEN estabelece e fiscaliza o cumprimento de normas de segurança e radioproteção.

## ATIVIDADES DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

**Monitoração Individual**

**Monitoração Ocupacional**

**Monitoração Ambiental**

Os programas de inspeção regulatória avaliam as condições de radioproteção nas instalações nucleares e nas instalações que utilizam fontes de radiação ionizante, seja na área médica, industrial, de ensino ou de pesquisa. O controle dosimétrico de pessoas, cujo trabalho envolve a utilização de fontes de radiação, é executado através da dosimetria individual, análises citogênicas e bioanálise "in vitro".

A monitoração ambiental e de efluentes estima o impacto radiológico, decorrente de instalação que possa liberar radionuclídeos para o ambiente, tais como as instalações do ciclo do combustível nuclear, instalações de mineração e beneficiamento de minérios, contendo radionuclídeos naturais associados.

Apesar de toda a segurança aplicada a qualquer projeto nuclear, uma última linha de defesa é constituída pelo planejamento de emergência. O atendimento a ocorrências emergenciais consiste em assegurar que as ações de resposta se desenvolvam com eficácia e



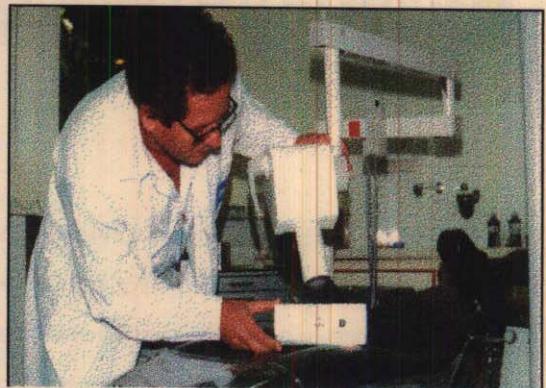
**Preparação de fontes radioativas  
calibradas e certificadas, usadas  
como padrões em controle de  
qualidade**

rapidez. Para tal, a CNEN criou o Sistema de Resposta a Emergências - SRE, objetivando atuar prontamente em situações potenciais ou reais de emergência, de origem nuclear ou radiológica, no território brasileiro.

Na área de metrologia das radiações ionizantes, a CNEN desenvolve e dissemina padrões e métodos de medida das grandezas físicas, associadas à radiação ionizante, estabelecendo a sua rastreabilidade às cadeias metrológicas nacional e internacional.

Realiza, ainda, serviços de calibração de equipamentos e a preparação e fornecimento de fontes radioativas.

As principais realizações, nos anos de 1995 e 1996, foram:



**Levantamento radiométrico:  
proteção à saúde da população e  
de operadores de aparelhos de  
raio-x - diagnóstico**



**Certificação da qualidade dos  
equipamentos e produtos utilizados  
nas aplicações médicas**

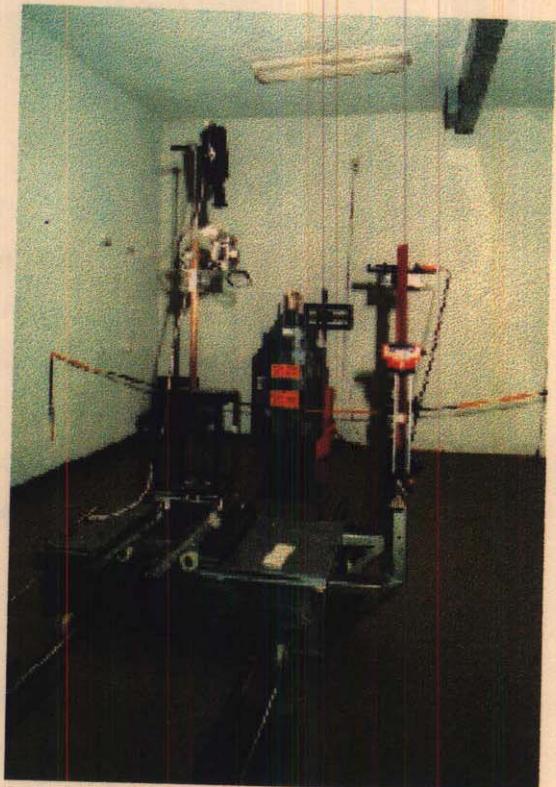
- ◆ enviados 5750 anéis dosimétricos, por ano, para monitoração individual de extremidades;
- ◆ enviados, em média anual, 88.500 filmes dosimétricos, a profissionais da área de saúde, do ciclo do combustível nuclear, da indústria e a pesquisadores, para avaliação da dose recebida por pessoas ocupacionalmente expostas à radiação gama ou raio-X;
- ◆ avaliados, em média, 2.650 monitores de nêutrons, por ano; os quais se prestam à

**Implantado, em 1995, no IRD, o  
Comitê de Serviços de  
Monitoração Individual Externa -  
CASMIE, com objetivo de  
melhorar e garantir a qualidade  
das medidas de dose externa de  
corpo inteiro, dos trabalhadores  
monitorados e cadastrados no  
País**

- ♦ analisadas, anualmente, 400 medida, em contador de corpo inteiro, para verificar a presença e estimar a atividade de radionuclídeos, incorporados por seres humanos;
- ♦ realizadas, aproximadamente, 600 análises de monitoração "in vitro", anuais, para determinar, através de material biológico a quantidade de material radioativo depositada internamente em trabalhadores do ciclo do combustível, em indústrias que manipulam materiais radioativos, em serviços de medicina nuclear e em pessoas com suspeita de contaminação;
- ♦ realizadas em torno de 3.000 análises de amostras ambientais, por ano, objetivando estimar o impacto radiológico de liberações de radionuclídeos para o meio ambiente;

monitoração individual de trabalhadores expostos a nêutrons, como na prospecção de petróleo, em trabalhos com medidores de unidade, aceleradores e reatores;

- ♦ feitas, anualmente, 10 análises por dosimetria citogenética, tendo como objetivo quantificar a presença de aberrações cromossômicas em amostras de sangue de indivíduos com suspeita de superexposição à radiação ionizante;



**Instalação para calibração de  
detetores**

- ♦ foram realizadas, anualmente, 1194 inspeções "in loco", para avaliar as condições de radioproteção de instalações;

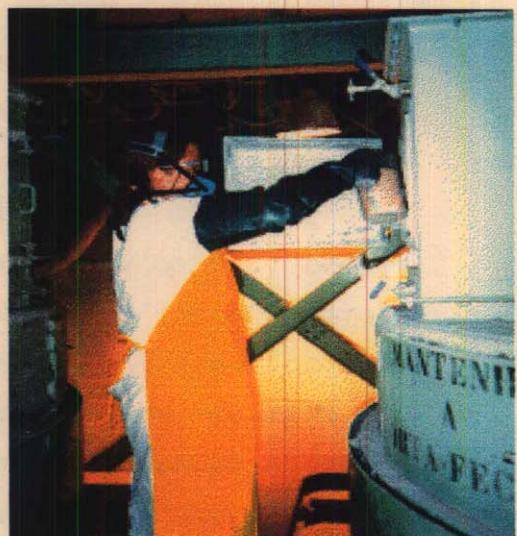
## Consolidado o Sistema de Resposta à Emergência - SRE

<b>MONITORAÇÃO INDIVIDUAL</b>		
<b>TIPO</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
<b>filme dosimétrico</b>	<b>92.949</b>	<b>84.000</b>
<b>anel dosimétrico</b>	<b>5.492</b>	<b>6.000</b>
<b>monitores de nêutrons</b>	<b>2.304</b>	<b>3.000</b>

- ♦ calibrados, anualmente, 987 monitores em feixes de raio-x, raio gama e nêutrons, para assegurar que os instrumentos utilizados para monitoração de campos de radiação, em áreas de trabalho ou do meio ambiente, estejam medindo corretamente;
- ♦ fornecidas, por ano, 415 fontes radioativas calibradas e certificadas, para serem utilizadas como padrões em controle de qualidade de processo de medidas de controle ambiental, análise de alimentos e em pesquisa e ensino;

♦ analisadas, no período de dois anos, 431 amostras de alimentos e insumos importados ou exportados, tais como: frangos, carnes, peixes, açúcar, suco de laranja, soja, leite, ilmenita, bauxita, óxido de alumínio, ferro gusa entre outros;

♦ calibrados 51 dosímetros clínicos, em 1996 e 30, em 1995, que servem para determinar a dose de radiação a ser aplicada em pacientes de tratamento radioterápico;



**Controle radiológico empregado para proteção do operador na indústria**

## INSPEÇÕES REALIZADAS EM RADIOPROTEÇÃO

<b>TIPO DE INSTALAÇÕES</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
<b>indústria convencional</b>	<b>89</b>	<b>90</b>
<b>instalação do ciclo do combustível</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
<b>reatores de potência</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>reatores de pesquisa/ aceleradores</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
<b>radioterapia</b>	<b>58</b>	<b>70</b>
<b>medicina nuclear</b>	<b>57</b>	<b>98</b>
<b>radiodiagnóstico - RJ</b>	<b>88</b>	<b>40</b>
<b>raios -X, odontológico - RJ</b>	<b>903</b>	<b>868</b>
<b>mineradoras</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

♦ iniciada a implantação do Laboratório de Dosimetria Termonuclear, no IEN, para as atividades de monitoração individual e ambiental;

♦ adquirido o sistema de posicionamento de fontes e detetores de radiação, que permitirá operações de calibração de equipamentos de radioproteção, possibilitando o credenciamento do Laboratório de Calibração Gama, do IEN, como padrão secundário e permitindo sua integração à Rede Nacional de Metrologia das Radiações do INMETRO;



**Contador de corpo inteiro:  
controle e proteção para a  
saúde de trabalhadores com  
fontes radioativas**

- ♦ iniciado o desenvolvimento do Sistema de Monitoração da Radiação, que será utilizado em vários pontos de instalações de reatores de pesquisa;

#### **MONITORAÇÃO AMBIENTAL**

<b>ANÁLISES</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
<b>radiométrica</b>	<b>1.600</b>	<b>1.160</b>
<b>radioquímica</b>	<b>1.532</b>	<b>1.730</b>

**Foram realizadas, por ano, 1194 inspeções "in loco", para avaliar as condições de radioproteção de instalações**

- ♦ desenvolvido o Sistema Inteligente de Monitoração de Radiações - SIMRAD - 7026, que atende a qualquer aplicação de proteção radiológica em medicina nuclear, na indústria, em instalações nucleares ou laboratórios. O equipamento já está em fase de produção, com a demanda inicial do mercado estimada em 200 unidades.



**Ponto de Dosimetria Termoluminescente**

# SEGURANÇA NUCLEAR

A CNEN tem como atribuições principais, nesta área, a avaliação de segurança e a fiscalização da construção, operação e descomissionamento seguro de instalações para armazenamento e deposição final de rejeitos radioativos, bem como a segurança do transporte de materiais radioativos.

Visando a eliminação de riscos indevidos à saúde e à segurança da população como um todo, através do zelo pelo indivíduo e pelo meio ambiente, no que se refere à utilização da energia nuclear, compete à CNEN: expedir regulamentos, normas de segurança e proteção, licenças e autorizações relativas às instalações nucleares e radioativas e ao seu uso; ao transporte, posse, manuseio e armazenamento de materiais nucleares; à comercialização de material nuclear, minérios nucleares e concentrados que contenham elementos nucleares.

Compete à CNEN, também, pronunciar-se sobre acordos, convênios ou compromissos de qualquer espécie relativos à energia nuclear, e, ainda, zelar pelo cumprimento dos compromissos internacionais de salvaguardas; para tal, a CNEN é responsável pela manutenção do Sistema Nacional de Salvaguardas.

A seguir, apresentamos uma descrição das principais atividades desenvolvidas pela CNEN nas áreas de segurança nuclear e salvaguardas, nos anos de 1995 e 1996.

- ♦ elaborada norma sobre segurança na operação de usinas nucleoelétricas;
- ♦ avaliado o Programa de Garantia da Qualidade para usinas nucleoelétricas - Angra II e Angra III;
- ♦ elaborado trabalho sobre a interface entre o licenciamento nuclear e o licenciamento ambiental, dentro das atividades do convênio entre a CNEN e o IBAMA;

**Implantado o Sistema Nacional  
de Averiguação de Eventos  
Radiológicos - SINAER**

◆ emitida a Autorização para Operação Permanente - AOP, referente a Usina Nuclear de Angra I;

◆ efetivada a participação nas reuniões sobre a Convenção de Segurança Nuclear, na Agencia Internacional de Energia Nuclear - AIEA, na Áustria;

◆ realizadas inspeções regulatórias nos reatores de pesquisas, da própria CNEN, localizados no IPEN, no CDTN e no IEN;

◆ iniciada a elaboração do modelo para avaliação do Relatório de Local da Instalação Nuclear a Água Pressurizada - INAP, do Centro Tecnológico da Marinha - CTM, em São Paulo;

◆ iniciada a revisão da norma para licenciamento de operadores de reatores nucleares;

◆ fiscalizado o processo de desmonte dos equipamentos do Tratamento Físico de Monazita da Usina de Santo Amaro - USAM; identificados e separados rejeitos;

◆ autorizados e definidos os requisitos para adaptação do galpão-A da ex-Usina de Interlagos - USIN/INB, para armazenamento provisório de materiais radioativos provenientes de descomissionamento da USAM;

◆ supervisionadas e avaliada a segurança do processo de tratamento de concentração de urânio e tório (Torta II) no Complexo Mínero Industrial de Poços de Caldas - CIPC;

◆ fiscalizadas as atividades da Fábrica de Elementos Combustíveis - FEC, relativas à unidade de montagem de elementos combustíveis: varetas e elementos estruturais;

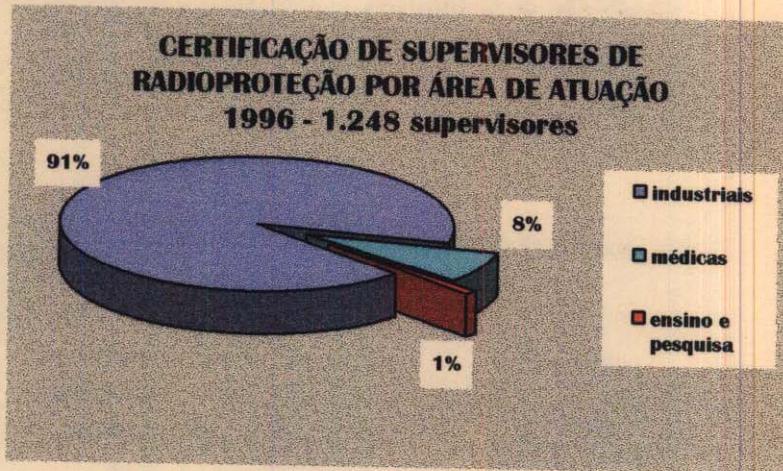
#### **Realizadas Inspeções sob salvaguardas:**

**67 internacionais**

**28 nacionais**

**Iniciado o processo de licenciamento do protótipo nacional de reator nuclear para propulsão naval**

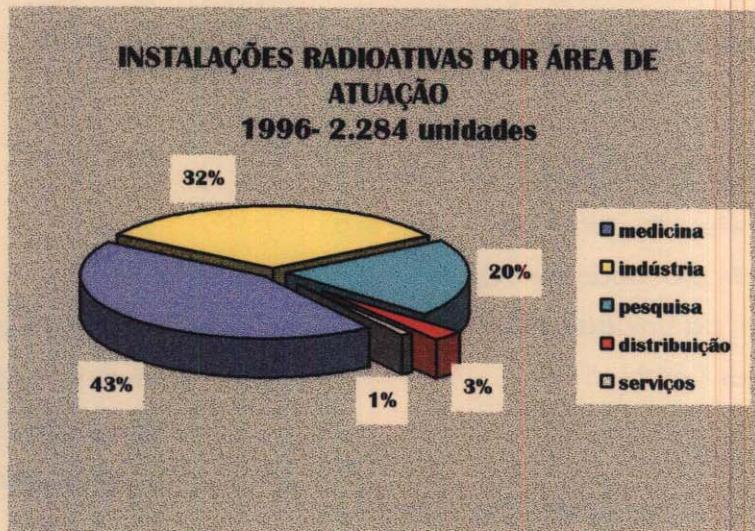
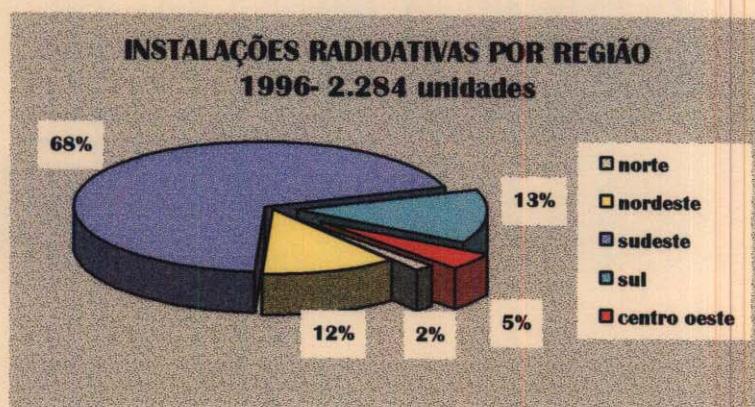
- ♦ autorizada a operação experimental da Usina da Praia - UPRA;
- ♦ concedidas, em 1996, 1.248 Certificações de Qualificação de Supervisores de Radioproteção para atuação em instalações nucleares radioativas;



- ♦ autorizadas a construção e operação de um galpão para armazenamento de concentrado de urânio, no Centro Tecnológico da Marinha - CTM, SP;
- ♦ concedida a prorrogação da Autorização para Operação Inicial do Laboratório de Enriquecimento Isotópico, do Centro Tecnológico da Marinha, CTM, SP;
- ♦ iniciada a avaliação do relatório de análise da segunda e terceira etapas de produção de UO<sub>2</sub>, em pó e pastilhas, da Unidade II da Fábrica de Elementos Combustíveis;
- ♦ analisadas 11 amostras provenientes de instalações brasileiras e argentinas, com 8 determinações, em média, para cada amostra;

**Atingido, em 1996, o número de 2284 instalações radioativas cadastradas**

INSTALAÇÕES RADIOATIVAS		
ATIVIDADE	1995	1996
Autorização	355	427
Avaliação de Relatórios de Inspeção	70	50



**AUTORIZAÇÕES CONCEDIDAS PARA OPERAÇÃO  
DE INSTALAÇÕES RADIOATIVAS**

<b>ÁREA</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
<b>Indústria</b>	<b>216</b>	<b>247</b>
<b>médica</b>	<b>139</b>	<b>180</b>

- ♦ emitidas, em 1996, 1.210 autorizações para o comércio de material radioativo no país, entre autorizações para importação, exportação, aquisição no mercado interno, transferência entre usuários etc.;
- ♦ elaborado um programa para certificação de empresas de mineração que processam e comercializam bens minerais que contenham urânio e tório associados;

**CONTROLE DE COMÉRCIO DE MINÉRIOS NUCLEARES**

<b>ATIVIDADE</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
<b>Análise de processo de importação</b>	<b>200</b>	<b>301</b>
<b>Análise de processo de exportação</b>	<b>53</b>	<b>63</b>

- ♦ registradas em cadastro, até 1996, 6.523 fontes radioativas diversas, com atividade total de 12.896.705 mCi, 600 canetas dosimétricas, 1.800 contadores geiger-muller, 200 monitores sonoros, 300 câmaras de ionização e dosímetros clínicos, e quase uma centena de outros equipamentos de instrumentação nuclear.

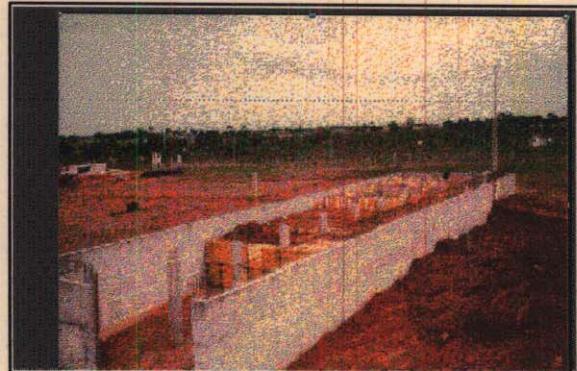
## REJEITOS RADIOATIVOS

Nessa área, a CNEN tem como atribuições principais o controle sobre o transporte de materiais radioativos e a gerência de rejeitos radioativos, oriundos de instalações do ciclo do combustível nuclear, de reatores nucleares de potência, da indústria de beneficiamento de areias monazíticas, de mineração e do beneficiamento de minérios convencionais com urânio e tório associados e de instalações médicas industriais e de pesquisa.

Cabe à CNEN, ainda, garantir a adequada proteção à sociedade e ao meio ambiente, através do gerenciamento de rejeitos radioativos, para o que desenvolve estudos, pesquisas, experimentos e técnicas, e promove o tratamento, acondicionamento, transporte e deposição final desses rejeitos.

Dentro dessa competência, as principais realizações, nos anos de 1995 e 1996, foram:

- ♦ concluído o container de grande porte que abriga 40% dos rejeitos do acidente com o césio-137, em Goiânia;
- ♦ concluídas as instalações prediais do Laboratório de Radioecologia, em Goiânia;
- ♦ concluído o processo de avaliação de segurança do repositório para os rejeitos radioativos provenientes do acidente com o césio-137, ocorrido em Goiânia; e emitidos o Relatório de Análise de Segurança e o Certificado para Construção do



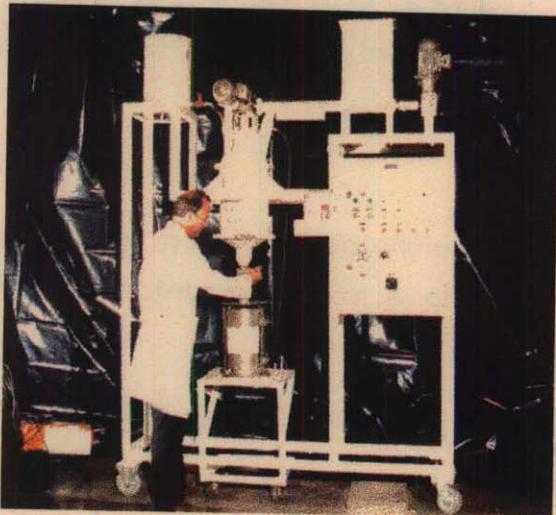
**Construção do repositório de rejeitos do acidente de césio-137 em Goiânia-Go**

Depósito que servirá como repositório definitivo; estando sua conclusão prevista para 1997, quando representará não só a solução definitiva para tais rejeitos, mas o fator viabilizador da implementação do Centro de Estudos e de Formação em Radioecologia e da montagem do Laboratório de Radioecologia naquela cidade;

- ◆ iniciada a construção do segundo depósito de Goiânia;
- ◆ elaborado o "draft" da norma referente a critérios de aceitação de rejeitos, de baixo e médio níveis de radiação;



### **Operação de Compactação de Rejeitos Sólidos Radioativos**



### **Incorporação de rejeitos em cimento: sistema para testes de parâmetros de operação**

- ◆ elaborado o "draft" da norma para deposição final de rejeitos radioativos, de baixo e médio níveis de radiação, próxima à superfície;
- ◆ assinado convênio com a COPPETEC, para desenvolvimento de código computacional, para análise de segurança de repositórios, visando uma avaliação de segurança mais realística, incluindo a previsão de impacto ambiental;
- ◆ ampliada e melhorada a capacidade de armazenamento e tratamento de rejeitos nos institutos da CNEN;

## **FONTES RADIOATIVAS RECOLHIDAS**

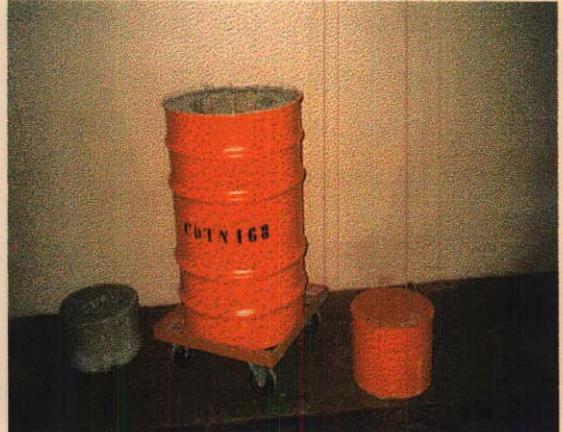
**1995**

**237**

**1996**

**1.056**

- ◆ realizadas inspeções e auditoria, referentes à gerência de rejeitos radioativos, no descomissionamento da Usina Santo Amaro;



◆ acompanhada, através de inspeções e auditorias, a gerência de rejeitos em Angra 1, no Complexo Minero Industrial de Poços de Caldas, e no Centro Experimental de ARAMAR, entre outras;

◆ conduzidos os experimentos de dispersão de radionuclídeos em solos, objeto de contrato de cooperação técnica entre SLC/CNEN e a COPPE- Coordenação de Programas de Pós-graduação em Engenharia-UFRJ;

◆ finalizado o projeto conceitual do Laboratório de Segurança Radiológica - LASER, para tratamento, acondicionamento e armazenamento de rejeitos radioativos;

◆ aprovado, pela AIEA, o projeto de cooperação técnica nas áreas de tratamento e deposição final de rejeitos radioativos;

◆ realizados quatro cursos para treinamento de fiscais da vigilância sanitária que atuam em portos, aeroportos e fronteiras, com participação de representantes da RECEITA FEDERAL, INFRAERO e CIAS AÉREAS, envolvendo 160 técnicos de todos os Estados do Brasil;

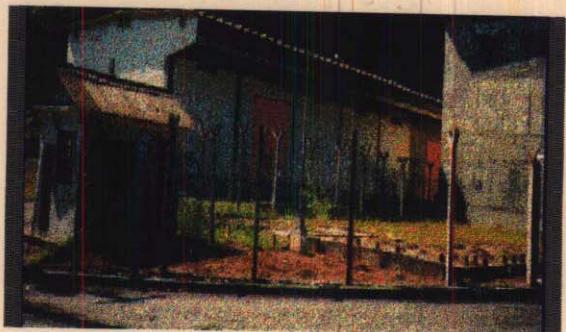
**Embalagens de rejeitos  
desenvolvida, testada e qualificada  
para acondicionamento de fontes  
exauridas**



**Tratamento de pára-raios  
radioativos: remoção da  
fonte de Am-241**

- ♦ analisados, em média 3 planos de radioproteção, por ano, relacionados à área de gerência de rejeitos de instalações radioativas;
- ♦ elaborada publicação educativa sobre os aspectos básicos de gerência de rejeitos radioativos, a ser distribuída para os centros de medicina nuclear e instituições de pesquisas em áreas correlatas;
- ♦ desenvolvida a primeira versão do Sistema Nacional de Averiguação de Eventos Radiológicos - SINAER, que visa formar uma estrutura de apoio à CNEN, com especialistas externos, para atender, com a máxima rapidez às solicitações de auxílio ou denúncias envolvendo fontes de radiações ionizantes;

- ♦ analisados, em média anual, 35 planos de transporte de material radioativo e nuclear;
- ♦ analisadas cerca de 36 amostras/ano para desenvolvimento de processos biológicos aplicados no tratamento de rejeitos radioativos, com baixa e média atividade;



**Galpão de armazenamento de  
rejeitos em Angra I**

- ♦ realizado levantamento dos efluentes gerados no tratamento químico de Torta II, de mesotório e de outros rejeitos de baixo e médio níveis de radiação;
- ♦ analisadas cerca de 300 amostras para avaliação de sistemas de acondicionamento e armazenamento de rejeitos radioativos.



**Laboratório de Radioecologia, construído em Goiânia-Go**

## COOPERAÇÃO TÉCNICA

No âmbito das relações internacionais, em prosseguimento aos trabalhos que visam o estabelecimento gradual de um sistema de acordos de mútua inspeção de atividades nucleares com outros países, a CNEN ratifica o posicionamento brasileiro não-armamentista e de aceitação das salvaguardas internacionais.

Para desenvolvimento desses acordos uma série de obrigações contratuais e de cooperação técnica são desenvolvidas, como mostram os destaques das atividades, de 1995 e 1996, apresentados a seguir.

- ◆ dado prosseguimento aos trabalhos referentes aos Acordos de Cooperação Internacional com a Argentina, os Estados Unidos, a Índia, o Canadá, o Chile, a Coréia, e Euratom;
- ◆ enviados representantes da CNEN para a Conferência Geral da Agência Intenacional de Energia Atômica - AIEA, em Viena - Áustria, em setembro de 1996;
- ◆ enviados representantes da CNEN para as Reuniões da Junta de Governadores da Agência Internacional de Energia Atômica-AIEA, e para comitês sobre a Convenção de Responsabilidade Civil e sobre o Fortalecimento de Salvaguardas;
- ◆ efetivada a participação em projetos de Cooperação Técnica com a AIEA: 17 projetos nacionais, 2 regionais, 1 interregional e 10 projetos ARCAL;
- ◆ efetivada a participação em 38 cursos internacionais, não acadêmicos, da AIEA, com 14 participantes e 2 palestrantes;

**Treinados 30 técnicos  
estrangeiros oriundos de  
14 países**

- ♦ efetivada a participação em comitês e reuniões de negociação, dentro do Acordo Quadripartite de Salvaguardas.

No que se refere à cooperação técnica, a CNEN vem desempenhando um papel fundamental, na área científica e tecnológica, fomentando pesquisas de interesse da área nuclear e contribuindo, através de associações com entidades governamentais e privadas, para a formação de técnicos e desenvolvimento da tecnologia nuclear.

Dentre as parcerias formadas, nos anos de 1995 e 1996, cumpre destacar:

## 1. ENTIDADES GOVERNAMENTAIS

Os programas de cooperação nesta esfera são, preponderantemente, nas atividades referentes ao meio ambiente. Os órgãos que participaram de projetos em conjunto com a CNEN, são relacionados a seguir.

- ♦ Secretarias de Estado: de Meio Ambiente, de Recursos Hídricos e Minerais, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, todas de Minas Gerais;
- ♦ Prefeituras Municipais: de Belo Horizonte, Divinópolis, Itaúna, Sete Lagoas em MG, e Itu em SP
- ♦ outras instituições: INMETRO, IBAMA, Centro de Tecnologia Nuclear para Agricultura-CENA-SP, SOBESP, Centros Tecnológicos da Aeronáutica-CTA, do Exército - CT Ex. e da Marinha-CTMSP.
- ♦ Órgãos de fomento : FINEP, FAPESP, CNPq, CAPES, FAPERJ, FAPEMIG

## 2. UNIVERSIDADES

Desde o início da era nuclear, no Brasil, as universidades desempenham papel primordial no desenvolvimento da tecnologia relacionada com a área nuclear.

A CNEN tem como meta permanente a estreita ligação com as universidades, patrocinando cursos, fomentando instituições de ensino, incentivando pesquisas, apoiando teses etc.. Enfim, encarando a produção e o desenvolvimento intelectual, tecnológico e científico como a pedra fundamental do desenvolvimento da energia nuclear e do país.

No biênio 1995/1996, as principais parcerias são mostradas abaixo:

- ♦ Universidades Federais de Minas Gerais, de Ouro Preto, de Lavras, do Rio de Janeiro, de Viçosa, de Pernambuco, do Paraná, de São Carlos, do Rio Grande do Sul e Fluminense;
- ♦ outras instituições de ensino: Universidades Estaduais de Campinas, de São Paulo (USP e UCSP), de Montes Claros, Fundação Universidade do Rio Grande, Universidade Mackenzie, Fundação de Ensino da Engenharia de Santa Catarina, Instituto Militar de Engenharia, Escola Técnica do Exército.

### 3. EMPRESAS

Dentro do aspecto mais amplo das aplicações de técnicas nucleares, principalmente no atual contexto da modernidade de gestão pela qualidade, quer seja ambiental e/ou industrial, é importante o papel da energia nuclear no aprimoramento dos padrões de controle de qualidade, de processos e de medição de variáveis operacionais.

Com objetivo de colocar à disposição da sociedade, especialmente do segmento empresarial, a tecnologia nuclear, a CNEN tem priorizado projetos que possibilitem o desenvolvimento tecnológico do País, em parceria com a indústria nacional.

Algumas dessas parcerias técnico-científicas, mantidas pela CNEN, referem-se a projetos de pesquisa, cursos, treinamento e desenvolvimento de produtos, com as seguintes empresas brasileiras :

♦ Estatais: Petrobrás, Industria Nucleares Brasileira, Nuclebrás Engenharia - NUCLEN, Furnas Centrais Elétricas S.A., Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, Companhia de Recursos Minerais - CPRM, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária - EMBRAPA, entre outras;

♦ Privadas: Aços Villares S.A., Brastemp S.A., COFIBOM S.A., HORMOGEN LTDA., Hoechst do Brasil S.A., ARGENIUM Indústria de Condutores Elétricos S.A.

#### 4. INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS

Na área internacional, em termos de cooperação técnica bilateral, a CNEN mantém acordos com a Argentina e os Estados Unidos, e mantém discussões sobre possíveis acordos com diversos outros países.

Foi providenciado, com o patrocínio da AIEA, a vinda ao Brasil de várias autoridades internacionais, para intercâmbio com pesquisadores nacionais, e apoio a profissionais brasileiros para treinamento no exterior e participação em reuniões sobre convenções da área nuclear.

No período de 1995 a 1996, mantiveram-se cooperações técnicas com as instituições abaixo discriminadas:

- ♦ Agência Internacional da Energia Atômica-AIEA;
- ♦ Universidade do Colorado-ENA;
- ♦ Laboratoire pour L'utilisation du Royonnement Eletromagnétique-LURE-França;
- ♦ Universidade de Duisburg-RFA;
- ♦ Agência Brasileira-Argentina de Contabilidade e Controle de Material, ABACC;
- ♦ Universidade do Minho-Portugal;
- ♦ Universidade da Plata , Argentina;
- ♦ Oak Ridge Laboratory , EUA.

A CNEN realiza, de forma sistemática, um amplo esclarecimento ao público em geral sobre as aplicações da energia nuclear, seu reduzido grau de risco e sobre a importância e necessidade do programa nuclear no desenvolvimento da tecnologia fundamental para enfrentar a demanda futura por essa energia e por suas aplicações.

Na busca dessa divulgação e no intuito de resguardar o bom nível de relacionamento com os atores de seu macro-ambiente, cabe destacar as atividades, realizadas no biênio 1995/96.

- ♦ efetivada a participação no Grupo de Trabalho responsável pela Campanha de Esclarecimento à população circunvizinha à Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto-CNAAA;

**Organizada visita do Presidente da República - ao IPEN/CNEN, em 1996**

**Realizado "I Seminário para Jornalistas sobre a Energia Nuclear ", em Belo Horizonte -MG**

- ♦ executadas várias atividades comemorativas dos 40 anos da CNEN como: exposição no simpósio "O Brasil, a Marinha e a Energia Nuclear (ARAMAR-SP), produção de material gráfico para a solenidade de lançamento da revista P&D e para assinatura do convênio visando a criação do Centro Regional de Ciências Nucleares-Recife, produção de multimídia e de vídeo para exposição na solenidade comemorativa, entre outras;

- ♦ realizado o seminário "Informação Pública e Energia Nuclear", em conjunto com a INB e AIEA;

♦ participação efetiva, com "stands" montados, nos eventos:

- ◊ exposição "100 anos com a Radioatividade", em Recife,
- ◊ seminário "Ciência e Tecnologia do Nordeste", em Recife,
- ◊ XVII Congresso da Sociedade Brasileira de Biologia e Medicina Nuclear, em Florianópolis;

♦ montadas as exposições:

- ◊ "Energia Nuclear a Serviço da Sociedade", no Rio de Janeiro,
- ◊ "A Energia Nuclear e Suas Diversas Aplicações", em Recife e
- ◊ "A Energia Nuclear e Suas Diversas Aplicações", no seminário da Latin Nuclear Society-INS/ANS, no Rio de Janeiro;
- ♦ atendidos estudantes, professores e população em geral interessadas no estudo de energia nuclear e na busca de informações;
- ♦ apresentado o projeto "CNEN vai às ESCOLAS", em Recife, destinado a 1.200 alunos de 11 escolas;

**Realizado, no Rio de Janeiro, em junho/96, "Ciclo regional de Debates sobre a Energia Nuclear", com a participação de parlamentares, comunidade científica e meios de comunicação, com o apoio da Universidade Federal do Rio de Janeiro, de empresas, privadas, FURNAS e INB**

**Organizados diversos eventos comemorativos dos 40 anos do IPEN e da CNEN**

## **INFORMAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA**

As atividades da CNEN, nesta área, referem-se à prestação de serviços de informações técnico-científicas à toda comunidade científica nacional , através do - CENTRO DE INFORMAÇÕES NUCLEARES - CIN.

O CIN representa o Brasil em sistemas de informações e bases de dados internacionais, e coordena e/ou participa de seus similares brasileiros. Atua, permanentemente, na oferta de informações técnico-científicas aos pesquisadores brasileiros e à comunidade internacional, principalmente como colaborador do International Nuclear Information System - INIS, da AIEA.

**O CIN foi criado em 1970,  
para representar o Brasil no  
INIS- International Nuclear  
Information System , da AIEA-  
Agency International of  
Nuclear Energy**

**INFORMAÇÃO ACELERA A  
CRIATIVIDADE - é o lema da  
CNEN**

Entre outros, o CIN também coordena, no âmbito do programa ARCAL, da AIEA, a rede de Cooperação Bibliográfica na América Latina e no Caribe e participa do Energy Technology Data Exchange - ETDE, da OCDE, objetivando o aumento da disponibilidade da informação e o compartilhamento dos acervos bibliográficos relacionados às aplicações pacíficas da energia nuclear.

No final de 1994, a CNEN ingressou, representando o Brasil, no ETDE- Energy Technology Data Exchange, sistema cooperativo da OCDE- Organization, logrando o acesso à base de dados deste sistema, ENERGY, que cobre todas as tecnologias relacionadas à energia.

Nos anos de 1995 e 1996, houve um relevante crescimento dos serviços de informações oferecidos pela CNEN, refletido em todas as etapas do ciclo da informação, desde a inclusão da produção científico brasileira nas bases de dados internacionais até o suprimento de textos completos de documentos aos pesquisadores brasileiros.

As principais realizações no biênio foram :

- ♦ iniciada a formação da Rede Brasileira de Informação em Energia - RBIE, com cooperações da USP, através do Instituto de Eletrotécnica e Energia, da Eletrobrás, através do Centro de Pesquisas em Energia Elétrica - CEPEL, da UNICAMP e do INFORMAM. Essa Rede viabilizará uma participação mais abrangente do país no ETDE;
- ♦ lançado, em 1996, o primeiro serviço referente à base ENERGY, que consiste na atualização bibliográfica a partir da mais importante base de dados internacionais da área de energia;
- ♦ estruturado o oferecimento de textos completos dos documentos da base Energy, para pesquisadores, técnicos e usuários brasileiros em geral;
- ♦ mantida a alimentação de dados na base INIS, para a qual, no biênio, foram enviados 3.200 documentos brasileiros, estando o Brasil entre os países com maior participação no sistema;
- ♦ ampliada a participação da comunidade nos sistemas do CIN, com os cursos de treinamento para acesso às bases de dados promovidos pelo projeto do PADCT, coordenado pelo Instituto Brasileiro de Informações em Ciência e

#### **PRINCIPAIS SERVIÇOS DO CIN**

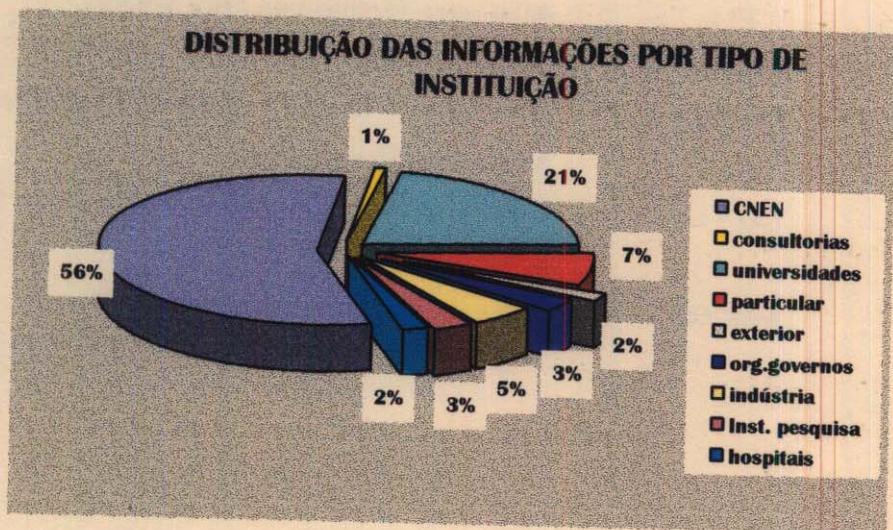
**SONAR- fornecimento regular de novas informações em áreas de interesse do usuário**

**SUPRIR - levantamentos bibliográficos "on-line"**

**SERVIR- fornecimentos de cópias de textos completos de documentos**

Tecnologia - IBICT, do qual o CIN participa como Centro Distribuidor da Rede Antares;

- ♦ atendidas solicitações de informações que resultaram no suprimento de 9.000 cópias/ano de documentos de texto completo. Esses documentos se destinaram aos Institutos da CNEN ( 56%), às Universidades (21%), a particulares (7%), à indústria (5%), a institutos de pesquisa (3%), ao exterior (2%) e a outras instituições públicas e privadas da área de Ciência e Tecnologia;
- ♦ editados em CD-ROM, a partir de 1995, dois catálogos coletivos que permitem localizar os Anais de Conferências e Normas Técnicas em bibliotecas brasileiras, antes disponíveis em microfichas, com acesso "on line" ;
- ♦ editado o CD-CIN, contendo a base INIS-Brasil, a produção científica brasileira na área nuclear, e a base ARCAL.;
- ♦ prestados serviços a cerca de 2.000 pesquisadores;
- ♦ fornecidos aproximadamente 18.000 cópias de documentos.



O lema - A INFORMAÇÃO ACELERA A CRIATIVIDADE -, traduz o espírito com que a CNEN , através dos serviços de informações técnico-científicas do CIN, promove a atualização tecnológica dos pesquisadores brasileiros, contribuindo continuamente para o desenvolvimento tecnológico do país.

#### **BASE DE DADOS DISPONÍVEIS NO CIN**

<b>INIS</b>	<b>Energia Nuclear</b>
<b>INIS-BRSIL</b>	<b>Energia Nuclear - Literatura Brasileira</b>
<b>ENERGY-ETDE</b>	<b>Energia</b>
<b>FONTE</b>	<b>Fontes Alternativas de Energia</b>
<b>INSPEC</b>	<b>Física, Eng.Elétrica e Eletrônica, Informática</b>
<b>ISMEC</b>	<b>Mecânica</b>
<b>METADEX</b>	<b>Materiais e Metalurgia</b>
<b>MBF</b>	<b>Metalurgia - Notícias de Interesse Comercial</b>
<b>WELDASEARCH</b>	<b>Soldas Plásticas e Metálicas</b>
<b>ENVIROLINE</b>	<b>Melo Ambiente</b>
<b>COMPEDEX PLUS</b>	<b>Engenharia</b>
<b>RLT</b>	<b>Relatórios Técnicos da Área Nuclear</b>
<b>ANAIIS</b>	<b>Catálogo Coletivo de Eventos em C&amp;T</b>
<b>ARCAL X</b>	<b>Catálogo Coletivo de Periódicos Nucleares da América Latina e Caribe</b>
<b>CAT - CD</b>	<b>Catálogo Coletivo de Bases de Dados em CD-ROM</b>
<b>NORMAS</b>	<b>Catálogo Coletivo de Normas Técnicas</b>

# FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

As ações da CNEN, para a formação de recursos humanos na área nuclear, ampliam a oferta de cursos universitários, incentivam a formação de cientistas e técnicos, e, ainda, promovem o aperfeiçoamento de especialistas nos setores ligados à energia nuclear.

Isto é feito através do patrocínio de cursos, de convênios com estabelecimentos de ensino de renome e através da concessão de bolsas de estudo e de estágio, no país e no exterior. E, paralelamente, do incentivo ao intercâmbio científico com universidades e centros de pesquisas no Brasil e no exterior, e da participação em congressos e ciclos de palestras; bem como, com a vinda ao país de técnicos estrangeiros, para ministrarem cursos, e a ida de profissionais brasileiros para cursos no exterior.

As principais atividades referentes à formação de recursos humanos, nos anos de 1995 e 1996, são apresentadas a seguir

- ♦ desenvolvidos cursos para treinamento e formação de especialistas em radioproteção, em cooperação com o Ministério da Saúde, as Secretarias Estaduais de Saúde e os Serviços de Vigilância Sanitária de vários Estados;
- ♦ ampliada a participação da CNEN no Programa Nacional de Certificação de Especialistas nas áreas de radioterapia, medicina nuclear e radiodiagnóstico para fins médicos e físico-médicos;

PRODUÇÃO CIENTÍFICA	
1995-1996	
Artigos apresentados em eventos :	
Nacionais	450
Internacionais	247
Teses e Dissertações	93

♦ reestruturado e ampliado, o programa de cursos de Radioproteção e Atendimento às Situações de Emergência para as Vigilâncias Sanitárias de vários Estados;

Lançada, em abril/96, a  
REVISTA BRASILEIRA  
DE  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

**Realizados cursos de  
Proteção Radiológica e  
Formação de Imagem para  
bombeiros, militares,  
médicos e técnicos em  
radiologia**

- ♦ apoiada a introdução da área de concentração em Análise Experimental de Tensões e em Tecnologia de soldagem, no curso de pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFMG;
- ♦ administrado estágio para os oficiais da Escola de Instrução Especializada do Exército, com o Curso de Especialização em Defesa Química, Biológica e Nuclear;

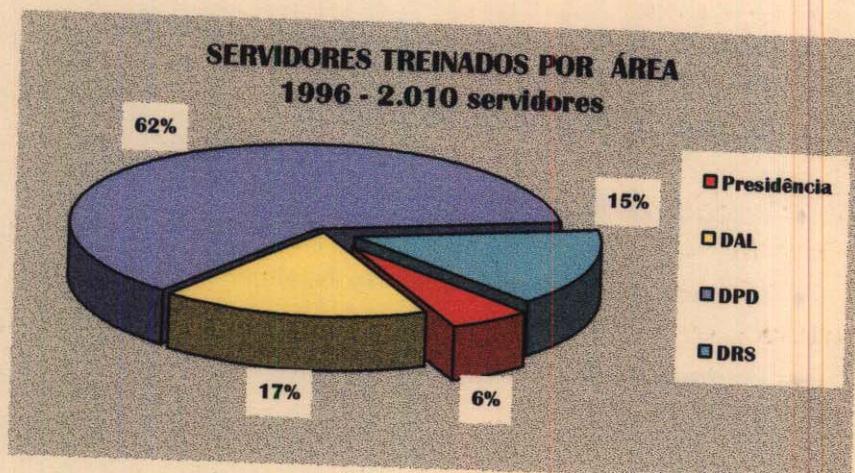
- ♦ ministrados cursos de Retreinamento em Radioproteção, Reciclagem em Segurança do Trabalho e Prevenção de Acidentes, para servidores e prestadores de serviço do CDTN;
- ♦ editada a Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento, para divulgação dos trabalhos técnicos e científicos da área nuclear;
- ♦ realizados, em 1995, o III Encontro de Aplicações Nucleares - ENAN em conjunto com o X Encontro de Física de Reatores e Termo-Hidráulica - ENFIR, que são promovidos bianualmente pela Associação Brasileira de Energia Nuclear - ABEN;

Mantido o conceito "A", na  
avaliação da CAPES, o curso de  
pós-graduação, nos níveis de  
mestrado e doutorado, em  
Tecnologia Nuclear do  
IPEN/CNEN, em cooperação com  
a USP

- ♦ formados, em 1996, 11 Doutores, 50 Mestres e 267 servidores em especializações diversas o que possibilitou aumentar a escala qualitativa do quadro de pessoal da CNEN;

**Lançada, em 1995, a revista  
A IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS:  
FICÇÃO E REALIDADE, resultado  
de um trabalho conjunto do  
CDTN/CNEN, da Secretaria de  
Estado da Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento de Minas Gerais  
e da AIEA**

- ♦ elaborado o livro "Mecânica de Fratura", pelo CDTN, em fase de preparação para edição;
- ♦ concedidas, em 1996, 64 bolsas de estudo e de estágios como apoio financeiro a estudantes, sendo 5 de nível básico, 30 de nível médio e 5 de nível superior, como bolsas de estágios internos e 24 bolsas de estudos a estudantes externos;
- ♦ treinados, em 1996, 2.010 servidores, representando uma superação em 303%, do número de 1995, em cursos de diversas áreas como: informática, administração pública, comércio exterior, recursos humanos, energia nuclear, radioproteção, saúde, meio ambiente , entre outras.



# CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DE RECIFE

Iniciada, em 1996, na cidade de Recife/PE, a construção do Centro Regional de Ciências Nucleares - CRCN, em parceria com a Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO e com a Universidade Federal de Pernambuco - UFPE , com início de operação previsto para 1998.

Este Centro se constituirá no primeiro instituto da CNEN localizado na região Nordeste, tendo como objetivo apoiar as aplicações de técnicas nucleares nas áreas de medicina , indústria e pesquisa.

O CRCN compreenderá as seguintes unidades tecnológicas:

- ♦ Unidade de Metrologia das Radiações Ionizantes
- ♦ Unidade de Segurança Radiológica
- ♦ Unidade de Radiofarmácia
- ♦ Unidade de Gerenciamento de Rejeitos
- ♦ Unidade de Apoio Logístico

---

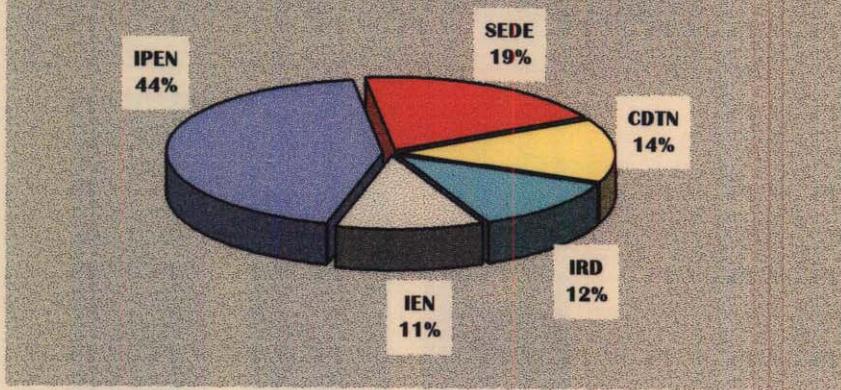
**DADOS  
INSTITUCIONAIS**

---

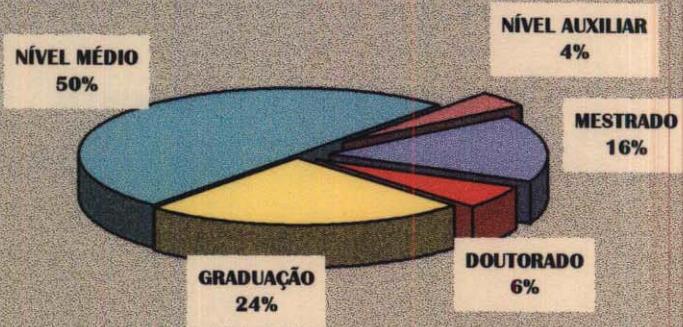


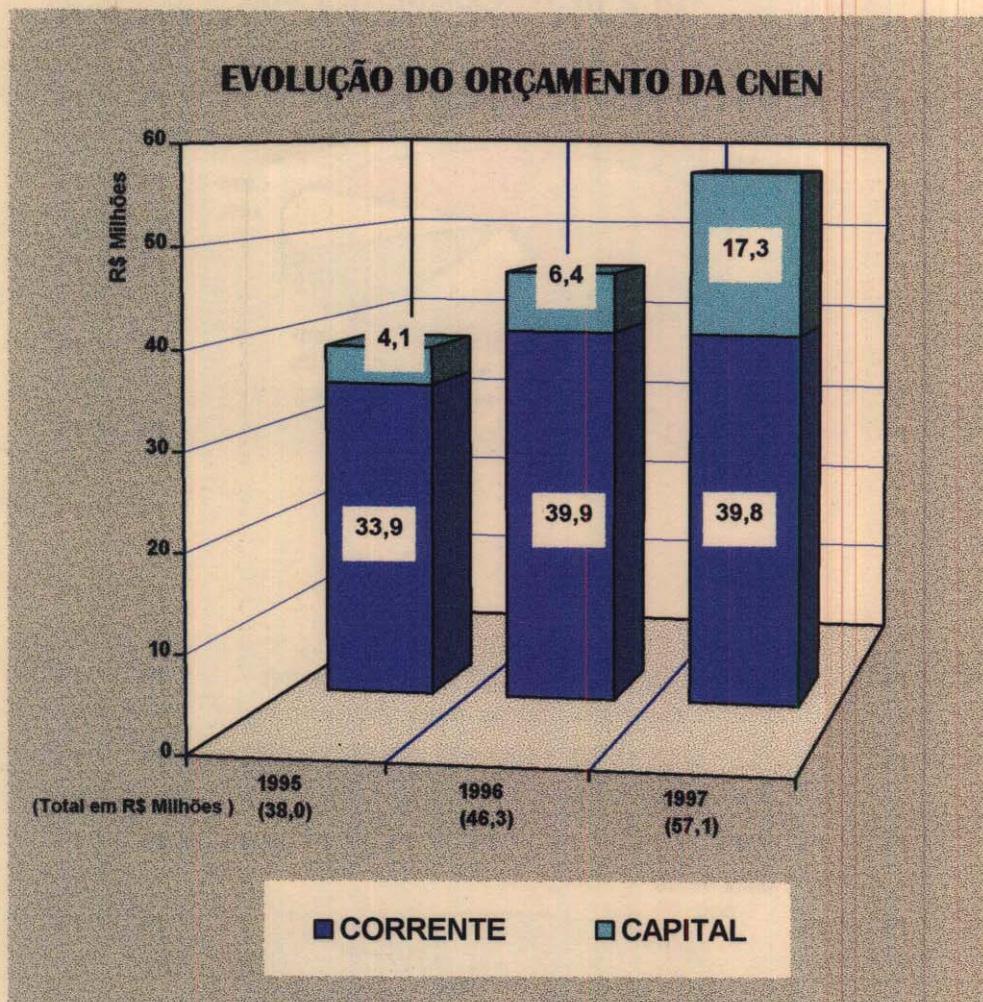
# PESSOAL

**QUADRO DE PESSOAL - 1996**  
**FUNCIONÁRIOS POR UNIDADE**  
**TOTAL DE FUNCIONÁRIOS: 2.905**

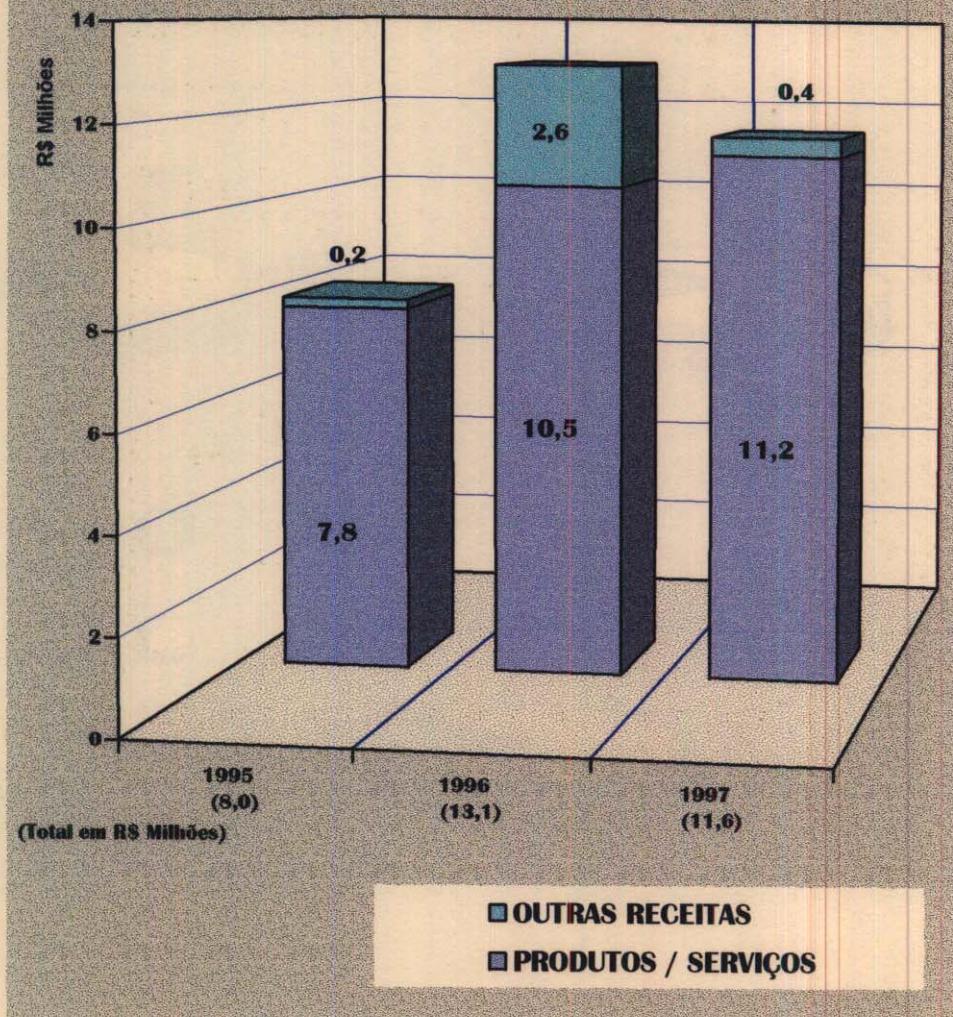


**QUADRO DE PESSOAL - 1996**  
**FUNCIONÁRIOS POR TITULAÇÃO**  
**TOTAL DE FUNCIONÁRIOS: 2.905**





## **ORÇAMENTO CNEN Recursos Próprios**



## **PARTICIPAÇÃO DA RECEITA ARRECADADA NO ORÇAMENTO DA CNEN**

**1995 - R\$ 7,8M**



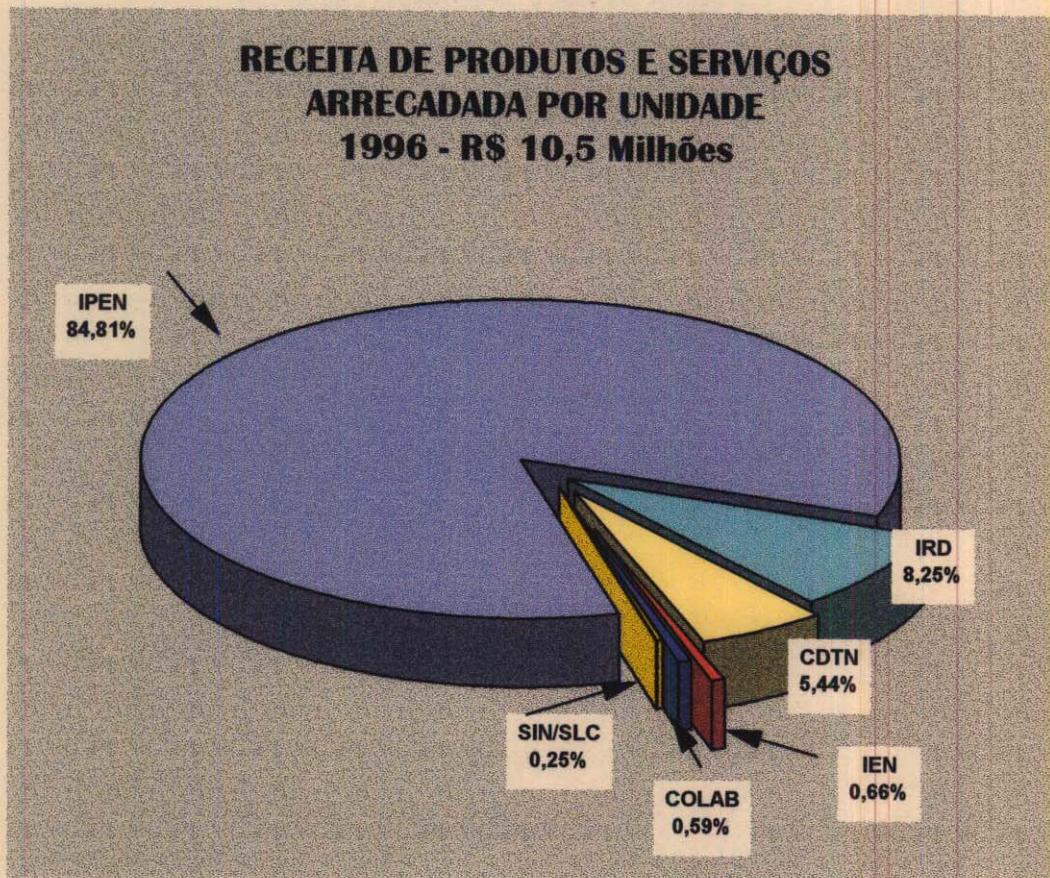
**1996 - R\$ 10,5M**



**PREVISÃO - 1997 - R\$ 11,2M**



- Produtos e Serviços**
- Outros Recursos**



# **PRODUTOS & SERVIÇOS**

## **PRINCIPAIS PRODUTOS**

**RADIOISÓTOPOS**

**RADIOFÁRMACOS**

**KITS DE MARCAÇÃO**

**FONTES RADIOATIVAS**

**PRODUTOS QUÍMICOS**

**INSTRUMENTAÇÃO NUCLEAR**

## **PRINCIPAIS SERVIÇOS TECNOLÓGICOS**

**CURSOS**

**ENSAIOS**

**ANÁLISES**

**IRRADIAÇÃO COM NÊUTRONS**

**IRRADIAÇÃO COM ELÉTRONS**

**METROLOGIA DAS RADIAÇÕES**

**INFORMAÇÕES TÉCNICO CIENTÍFICAS**

**CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO NUCLEAR**

# **ENDEREÇOS**

## **SEDE**

Rua General Severiano nº 90 - Botafogo  
22294-900 - Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: (021) 546-2320  
Fax: (021) 295-0945  
<http://www.cnen.gov.br>

## **Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear - CDTN**

Rua Prof. Mário Werneck s/nº  
30161-970 - Belo Horizonte - MG  
Tel.: (031) 443-4135  
Fax: (031) 443-4744

## **Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD**

Av. Salvador Allende s/nº - Barra da Tijuca  
22780-160 - Rio de Janeiro - RJ  
Tel. (021) 442-9777  
Fax: (021) 4421950

## **Distrito de Goiânia**

Rua 148 nº 100 - Setor Sul  
74170-110 - Goiania - GO  
Tel.: (062) 241-9497  
Fax: (062) 241-6027

## **Distrito de Angra dos Reis**

Rua Onório Lima, 127  
23900-000 - Angra dos Reis - RJ  
Telefax (024) 365-1180

## **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN**

Rua do Matão - Travessa R nº 400  
05508-900 - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 816-9000  
Fax: (011) 816-9068

## **Instituto de Engenharia Nuclear - IEN**

Cidade Universitária - Ilha do Fundão  
21945-970 - Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: (021) 280-3113  
Fax: (021) 590-2692

## **Laboratório de Poços de Caldas - COLAB**

Rodovia Poços e Caldas, Km 13 - Andradas  
37701-970 - Poços de Caldas - MG  
Tel.: (035) 712-1083  
Fax: (035) 712-1097

## **Distrito de Recife**

Rua Cônego Barata, 999 - Tamarineira  
52110-120 - Recife - PE  
Tel.: (081) 271-3064  
Fax: (081) 271-8250

## **Distrito de Fortaleza**

Av. Antônio Sales, 1418 B - Joaquim Távora  
60135-101 - Fortaleza - CE  
Tel.: (081) 261-2033  
Fax: (081) 261-7997

## **Escritório de Brasília**

SCN, Quadra 4, Bloco B, Sala 602A -  
Asa Norte  
70710-500 - Brasília - DF  
Tel.: (061) 327-2353

