



**CNEN**

**DPD**

# **Programa de Pesquisa e Desenvolvimento**

## **Relatório 2006**

## **Comissão Nacional de Energia Nuclear**

Presidente: Odair Dias Gonçalves

## **Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento**

Diretor: Alfredo Tranjan Filho

Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear - CDTN: Sérgio A. C. Filgueiras

Instituto de Engenharia Nuclear - IEN: Julio Cesar Suita

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN: Claudio Rodrigues

Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste - CRCN-NE: Ricardo de Andrade e Lima

Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste - CRCN-CO: Rubemar de Souza Ferreira

Coordenação Geral de Ciência e Tecnologia Nucleares - CGTN: Isaac José Obadia

Coordenação Geral de Aplicações das Radiações Ionizantes - CGAR: Carlos Malamut

Assessoria Técnica: Francisco Rondinelli Junior

<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Perfil da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento – DPD/CNEN.....</b>	<b>4</b>
2.1 Organograma.....	5
2.2 Subprogramas de P&D.....	6
2.3 Processos.....	6
2.4 Recursos Humanos.....	7
<b>3. Estrutura de Planejamento do Programa de P&amp;D no PPA 2004-2007 .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Resultados das ações PPA da DPD.....</b>	<b>10</b>
4.1 Ação 1392.....	10
4.2 Ação 1404.....	11
4.3 Ação 2464.....	12
4.4 Ação 2478.....	14
4.5 Ação 2961.....	16
4.6 Ação 6833.....	17
4.7 Ação 2B32.....	22
<b>5. Perspectiva Financeira do Programa de P&amp;D.....</b>	<b>23</b>
<b>6. Principais ações relativas ao processo de gestão estratégica.....</b>	<b>27</b>
<b>Anexo 1. Relação de algumas das principais pesquisas realizadas em 2006.....</b>	<b>29</b>
<b>Anexo 2. Mapa estratégico para 2007.....</b>	<b>31</b>

## **1. Introdução**

As atividades da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear (DPD/CNEN) estão estruturadas em torno do seu Programa de P&D, constituído por um conjunto de projetos e atividades que visam atender as demandas do setor nuclear em suas variadas aplicações. Este Programa está estruturado por meio de ações do Plano Plurianual do Governo Federal (PPA) inseridas como parte do Programa Nacional de Atividades Nucleares (PNAN).

As atividades de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico do Programa de P&D são executadas por intermédio dos institutos e centros subordinados à DPD/CNEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo, Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), no Rio de Janeiro, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), em Belo Horizonte, Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE), em Recife, e Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste (CRCN-CO), em Abadia de Goiás.

Atividades de P&D desenvolvidas na CNEN com o objetivo de apoiar a sua função de órgão regulador do setor nuclear brasileiro não são consideradas neste Programa.

Este relatório apresenta inicialmente o perfil da DPD/CNEN, seguido da estruturação de suas atividades no âmbito do Programa Nacional de Atividades Nucleares do PPA 2004-2007, por intermédio do Sistema do Plano de Trabalho da CNEN, Siplat. Em seguida, são apresentados, para cada ação PPA, os principais resultados quantitativos alcançados, medidos por intermédio de um conjunto de indicadores de desempenho, os principais resultados qualitativos e as principais dificuldades encontradas, assim como as perspectivas para o PPA 2008-2011. Por tratar-se de um ano que encerra o período referente à primeira gestão do Presidente Luís Inácio Lula da Silva, (2003-2006), as avaliações apresentadas referem-se a esse período, e não apenas ao ano de 2006.

Todas as informações relativas ao desempenho alcançado em cada ação PPA foram fornecidas diretamente pelas unidades executoras do Programa, por meio de formulário padronizado desenvolvido para este fim. As informações referentes à execução orçamentária se basearam nos dados finais da Coordenação Geral de Planos e Avaliação, CGPA/CNEN.

Todas as informações recebidas das unidades de P&D, uma vez consolidadas pela Diretoria, foram também encaminhadas à CGPA para subsidiar a elaboração do Relatório de Gestão da CNEN 2006, na sua macro função P&D.

O anexo 1 apresenta a relação das principais pesquisas realizadas em 2006 e o anexo 2 apresenta o mapa estratégico do Programa de P&D da DPD/CNEN para 2007 e suas respectivas diretrizes e objetivos estratégicos.

## **2. Perfil da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento – DPD/CNEN**

A DPD/CNEN é responsável pela gestão e execução do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear, assim como das

atividades relativas à formação especializada em ciência e tecnologia na área nuclear. A sua missão institucional e a sua visão estratégica para 2010 são as seguintes:

### MISSÃO

Promover o desenvolvimento do setor nuclear do país por meio: da contribuição para a formulação das políticas de C,T&I; do desenvolvimento científico e tecnológico; da disponibilização de produtos e serviços; e da formação de recursos humanos.

### VISÃO 2010

Ter reconhecimento nacional e internacional por suas contribuições efetivas no desenvolvimento do setor nuclear.

## 2.1 Organograma

O organograma da DPD/CNEN está apresentado na figura 1.

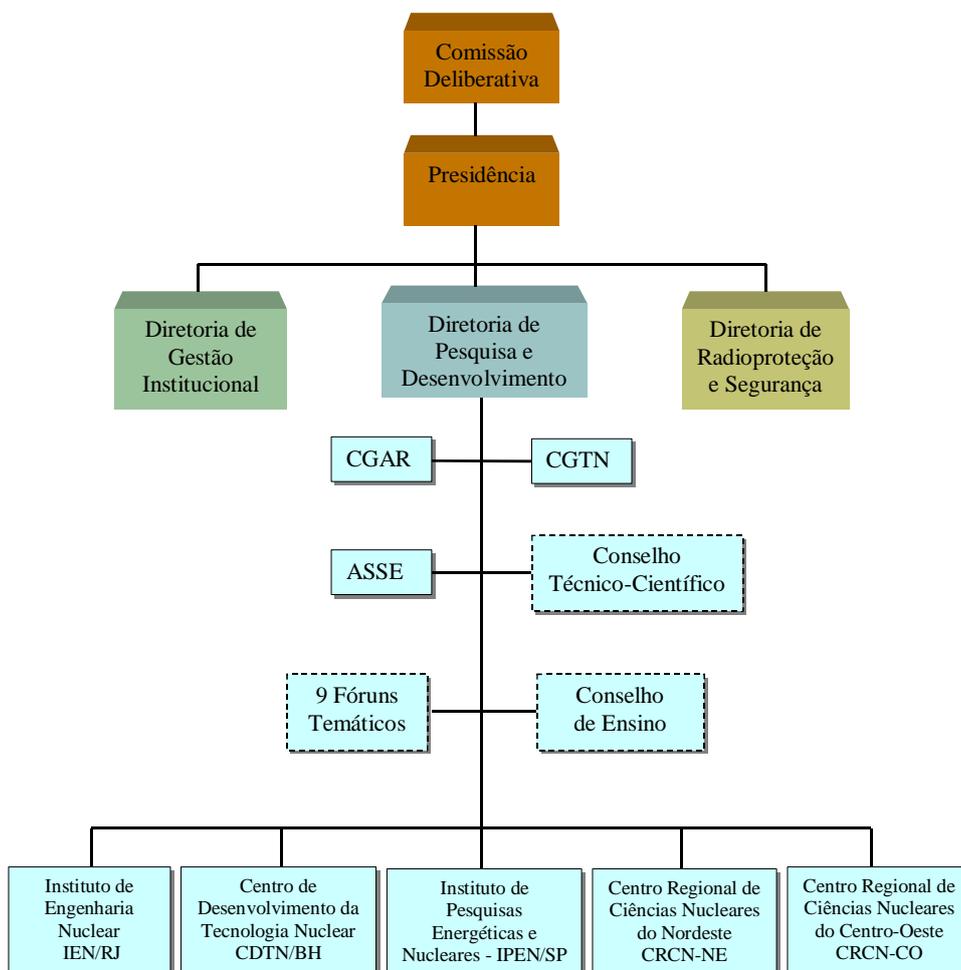


Fig. 1. Organograma da DPD/CNEN.

Além de suas unidades de P&D, a partir de 2003 foram instituídas a Coordenação Geral de Aplicação das Radiações Ionizantes (CGAR), a Coordenação Geral de Ciência e Tecnologia Nucleares (CGTN) e a Assessoria Técnica, que atuam

como setores de coordenação e gestão do Programa de P&D e de assessoria ao Diretor, assim como na coordenação das ações e subprogramas do PPA vinculados à DPD.

Os conselhos técnico-científico (CTC) e de ensino (CE), bem como os fóruns temáticos, foram criados em 2003 para atuarem como instâncias participativas de caráter consultivo, visando auxiliar a Diretoria no processo de gestão do seu Programa de P&D. Entretanto, a operacionalização do CTC e dos fóruns não ocorreu conforme esperado, sendo a limitação de recursos para realizar reuniões presenciais uma das razões identificadas. Em 2006, o Conselho de Ensino teve a sua operacionalização efetivada.

## **2.2 Subprogramas de P&D**

Com o objetivo de proporcionar maior visibilidade externa das diversas contribuições geradas pelo Programa de P&D da DPD/CNEN, este passou a ser estruturado de acordo com os seguintes subprogramas:

- Energia (reatores nucleares, ciclo do combustível e tecnologias inovadoras);
- Saúde;
- Indústria e Agricultura;
- Meio ambiente;
- Rejeitos radioativos;
- Segurança operacional; e,
- Formação especializada em C&T na área nuclear.

Essa estrutura visa proporcionar aos pesquisadores e tecnólogos das unidades da DPD/CNEN uma melhor percepção sobre a área de aplicação das contribuições geradas pelas atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica realizadas, facilitando assim o processo de gestão do Programa, que compreende um conjunto de objetivos e metas almejados para cada um destes subprogramas, tomando por base as seguintes diretrizes estratégicas principais:

- I. Promover o estabelecimento de um novo Programa Nuclear Brasileiro;
- II. Estruturar as atividades relativas ao recolhimento e gerenciamento de rejeitos radioativos, inclusive a sua deposição final;
- III. Fortalecer a segurança de operação das atividades e a proteção física das instalações;
- IV. Buscar um modelo administrativo que flexibilize a gestão do processo de produção de radiofármacos, permitindo a sua ampliação;
- V. Promover pesquisas e desenvolvimentos alinhados com a geração de inovações tecnológicas para o setor nuclear e setores afins.

## **2.3 Processos**

O Programa de P&D é executado por meio dos seguintes tipos de processos:

### **2.3.1 Processos Finalísticos**

- Pesquisa e desenvolvimento;
- Inovação tecnológica;
- Produção e comercialização de radioisótopos e radiofármacos;
- Recolhimento e gerência de rejeitos radioativos;
- Produção de bens tecnológicos;
- Prestação de serviços tecnológicos; e,
- Formação especializada em C&T para a área nuclear.

### 2.3.2 Processo de Apoio Técnico

- Operação e manutenção de instalações e equipamentos

### 2.3.3 Processo de Gestão Estratégica

- Planejamento, acompanhamento, avaliação e aprimoramento do Programa

## 2.4 Recursos Humanos

A distribuição e a classificação dos recursos humanos da DPD/CNEN está apresentada na tabela 1. A Diretoria conta atualmente com 1.813 de um total de 2.679 servidores da CNEN (67%), distribuídos pelas suas unidades e por escolaridade conforme mostram as figuras 2 e 3.

Tabela 1. Distribuição e classificação do pessoal da DPD/CNEN.

RH	CDTN	IEN	IPEN	CRCN-CO	CRCN-NE	SEDE	TOTAL
Doutores	81	38	208	3	14	1	345
Mestres	78	53	131	4	18	2	286
Graduados com especialização	39	38	136	2	12	2	229
Graduados	4	5	5	3	6	0	23
Nível médio	195	135	565	20	13	2	930
Total de RH	397	269	1045	32	63	7	<b>1813</b>

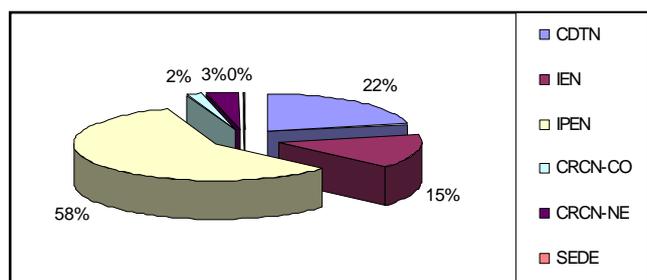


Fig.2. Distribuição por Unidade.

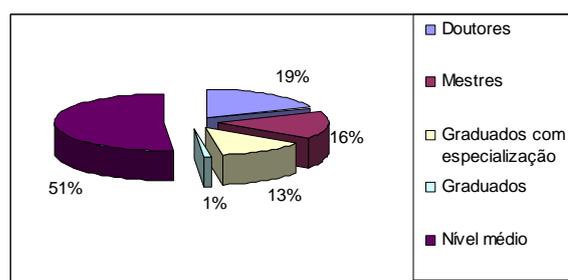


Fig. 3. Distribuição por escolaridade.

### 3. Estrutura de Planejamento do Programa de P&D no PPA 2004-2007

Como dito acima, as atividades desenvolvidas pela DPD/CNEN fazem parte do Plano Plurianual do Governo Federal, PPA 2004-2007, por meio de um conjunto de ações PPA inseridas no Programa Nacional de Atividades Nucleares. Com o objetivo de mais bem estruturar as atividades do Programa de P&D da DPD/CNEN no âmbito do PPA, foi estabelecido um nível intermediário de planejamento denominado de “Ações CNEN”, referente a cada um dos seus subprogramas, permitindo a transposição e a organização dos projetos/atividades (P/A), célula máxima do plano de trabalho das unidades, para as respectivas ações PPA, célula mínima da estrutura do PPA. Desta forma, em um plano interno, a estrutura do Programa de P&D no ambiente do SIPLAT fica alinhada com os seus subprogramas. A figura 4 apresenta a estrutura geral do planejamento do Programa no âmbito do SIPLAT. Essa estruturação permite uma classificação adequada dos P/As com base na sua área de aplicação e os respectivos fóruns, e conseqüentemente, o seu alinhamento com os planos de trabalho das unidades.

Os recursos orçamentários aprovados para a execução do Programa são inicialmente alocados em cada uma das ações PPA da DPD, sendo posteriormente distribuídos pela Diretoria para as suas unidades executoras, com base nos valores de custeio e capital relativos aos seus respectivos P/As, de acordo com o plano de trabalho aprovado no SIPLAT.

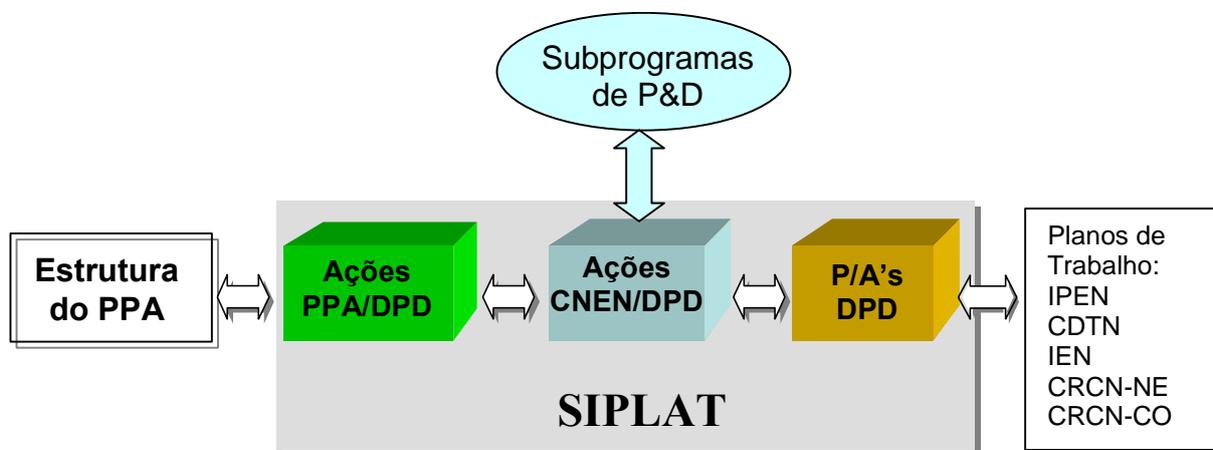


Fig. 4. Estrutura das atividades de P&D no SIPLAT.

A estrutura completa de planejamento no âmbito do PPA referente ao Programa Nacional de Atividades Nucleares, ou seja, os subprogramas, as ações que os compõem, seus coordenadores e as respectivas ações CNEN são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2. Estrutura do Programa de P&D da DPD/CNEN, no Programa Nacional de Atividades Nucleares do PPA.

Subprograma PPA	Ação PPA da DPD	Ação CNEN
Pesquisa e Desenvolvimento na Área Nuclear  Colaborador: Isaac José Obadia	6833 - Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia Nucleares e em Aplicações das Radiações Ionizantes  Coordenador: Isaac José Obadia  Produto: pesquisa realizada - unidade	Gestão de C, T&I
		Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico para a Saúde
		Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico para a Indústria e a Agricultura
		Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico para o Meio Ambiente
		Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Reatores Nucleares e Tecnologias Inovadoras
		Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico para o Ciclo do Combustível
		Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Proteção Radiológica e Metrologia das Radiações
		Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Rejeitos Radioativos
	1404 – Implantação de Instalações e Laboratórios de Pesquisa nas Unidades da CNEN Coordenador: Francisco Rondinelli Junior Produto: instalação implantada - unidade	Gestão de C, T&I
		Implantação e melhoria de Instalações e Laboratórios de Pesquisa nos Institutos da CNEN
1392 - Implantação do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste Coordenador: Francisco Rondinelli Junior Produto: centro implantado - (%)	Implantação do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN – NE)	
2464 – Recolhimento e Armazenamento de Rejeitos Radioativos  Coordenador: Francisco Rondinelli Junior  Produto: atividade total de rejeitos armazenados – mCi	Gestão de C, T&I	
	Reforma e Melhoria das Instalações de Rejeitos Radioativos	
	Recolhimento de Rejeitos Radioativos	
	Depósito Definitivo de Rejeitos Radioativos	
	Gerenciamento dos Depósitos Intermediários de Rejeitos Radioativos	
	Gerenciamento dos Depósitos Definitivos de Rejeitos Radioativos	
2478 – Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica  Coordenador: Carlos Malamut Produto: atividade total de radioisótopo produzido – mCi	Gestão de C, T&I	
	Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica	
	Ampliação das Instalações e da Capacidade de Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica	
2961 – Desenvolvimento e Fornecimento de Produtos e Serviços Tecnológicos Coordenador: Francisco Rondinelli Junior Produto: Produtos e serviços oferecidos – unidade	Produção de Bens Tecnológicos	
	Prestação de Serviços Tecnológicos	
Formação Especializada em C&T na Área Nuclear Colaborador: Carlos Malamut	2B32 – Formação Especializada em C&T na Área Nuclear Coordenador: Carlos Malamut Produto: pessoal formado - unidade	Gestão das atividades de formação especializada
		Infra-estrutura operacional dos cursos de pós-graduação da CNEN

#### **4. Resultados das Ações PPA da DPD**

De acordo com a estrutura do PPA, cada uma de suas ações deve gerar um tipo de produto, cuja avaliação é feita por meio de um indicador de desempenho. Os resultados alcançados nas ações PPA executadas pela DPD ao longo da gestão 2003-2006, as principais dificuldades encontradas e as principais perspectivas para o PPA 2008-2011, são apresentadas a seguir.

Um resultado de caráter geral, que merece ser destacado, foi a participação intensa da DPD no grupo de trabalho interinstitucional que elaborou a proposta de Revisão do Programa Nuclear Brasileiro, atualmente sob avaliação do Governo Federal.

##### **4.1. Ação 1392: Implantação do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN –NE)**

- Indicador da ação: percentual de implantação do CRCN-NE.
- Resultado em 2006: 100% da primeira fase do projeto implantada.
- Recursos orçamentários alocados em 2006: R\$ 5.130.000,00.

##### **Resultados qualitativos no período 2003 a 2006:**

- Inauguração da Fase 1 do CRCN-NE, em julho de 2005, com a presença do Ministro de C&T e do Presidente da República;
- Realização de licitação para aquisição e instalação de um acelerador ciclotron para pesquisa e produção de radiofármacos de meia vida curta;
- Início da segunda fase do projeto do Centro, que consiste da implementação de uma unidade de produção de radiofármacos.

##### **Dificuldades principais:**

- Alteração do projeto do Centro com vistas à instalação de outras unidades do MCT não previstas no projeto original;
- Dificuldades de ordem legal para implementar as modificações solicitadas pelo MCT.

##### **Perspectivas:**

- Implantação de uma Unidade de Produção de Radiofármacos, prevista para entrar em operação em dezembro de 2007, que possibilitará o atendimento a todo o setor de medicina nuclear da região nordeste do país na área de radiofármacos de meia vida curta;

- Transformar o CRCN-NE em Unidade Gestora com estrutura organizacional formal.

#### **4.2. Ação 1404: Implantação de Instalações e Laboratórios de Pesquisa nas Unidades da CNEN**

- Indicador da ação: Instalação implantada.
- Resultados em 2006: implantação de duas instalações.
- Recursos orçamentários alocados em 2006: R\$ 3.451.199,00.

#### **Resultados qualitativos no período 2003 a 2006:**

- Projeto para construção de uma unidade de armazenamento de rejeitos radioativos no IPEN;
- Implantação da Planta Piloto e Laboratórios do Programa de Célula a Combustível e Hidrogênio (PROCEL) do IPEN (MCT);
- Implantação no IEN do laboratório de realidade virtual aplicada ao desenvolvimento de salas de controle de reatores e outras instalações industriais;
- Ampliação do laboratório de interfaces homem-sistema do IEN, Labihs, para aumentar a sua capacidade de avaliação de experimentos em fatores humanos;
- Realização de licitação para aquisição e instalação de um acelerador ciclotron para pesquisa e produção de radiofármacos de meia vida curta, no CDTN;
- Implantação do Laboratório de Metrologia de Radiação Beta e X no CDTN;
- Conclusão do Laboratório de Radioproteção Ambiental do CRCN-CO;
- Implantação no IPEN do irradiador multipropósito de Cobalto 60 desenvolvido com tecnologia nacional;
- Implantação do Laboratório de Lasers Compactos de Altíssima Potência no Centro de Lasers e Aplicações (CLA) do IPEN.

#### **Dificuldades principais:**

- Insuficiência de recursos orçamentários para o atendimento adequado da ação.

#### **Perspectivas:**

- Implantação de um Centro de Tecnologia Mineral, no IEN, com vistas ao atendimento da demanda crescente do país por pesquisas na área de mineração, em especial no que se refere aos minerais de interesse para a indústria nuclear;

- Implantação de uma unidade de produção de radiofármacos de meia vida curta no CDTN, até dezembro de 2007;
- Regularização do passivo resultante das atividades do ciclo do combustível nuclear do IPEN, desativadas, promovendo a recuperação e reaproveitamento de prédios e instalações.

#### 4.3. Ação 2464: Recolhimento e Armazenamento de Rejeitos Radioativos

- Indicador da ação: rejeito armazenado (mCi).
- Resultados em 2006: encontram-se armazenados 10.380.717 mCi de rejeitos radioativos nos depósitos intermediários da CNEN, conforme apresentado na figura 5.
- Recursos orçamentários alocados em 2006: R\$ 2.236.779,00.

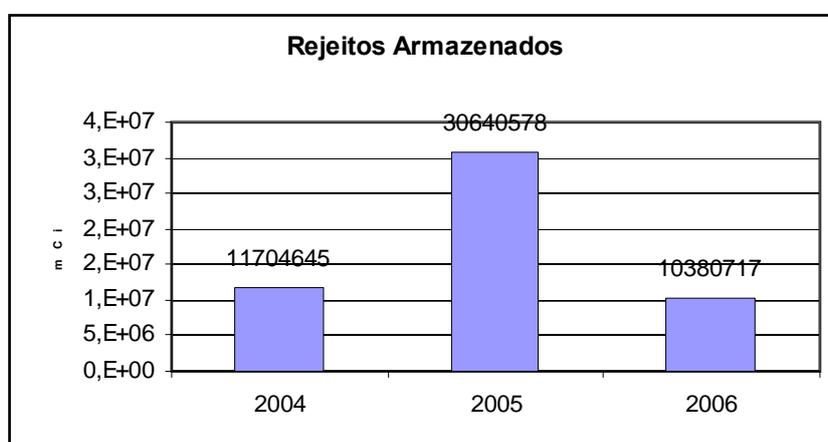


Fig. 5. Atividade total dos rejeitos armazenados nos depósitos intermediários da CNEN.

A redução significativa no total de rejeitos armazenados entre 2005 e 2006 deve-se às seguintes situações: foi retirado do resultado de 2006 o valor referente ao depósito definitivo do CRCN-CO; IPEN e CDTN passaram a atualizar a atividade dos rejeitos em função do seu decaimento.

A tabela 3 apresenta a atividade dos rejeitos recolhidos e armazenados ao longo de 2006.

Tabela 3. Rejeitos recolhidos e armazenados em 2006.

	IPEN	CDTN	IEN	CRCN-NE	CRCN-CO
Rejeitos (mCi)	1.945.312	3.167	15.441	15	33.394

Tendo em vista que a ação CNEN referente à segurança operacional está associada no Siplat à ação 2464, apresenta-se na figura 6 o resultado do seu indicador de

desempenho – taxa de afastamento por acidente de trabalho – calculado da seguinte maneira:

Taxa = 1.000.000 x número total de horas de afastamento de servidores por acidente de trabalho / Número total de horas trabalhadas na instituição, no ano.

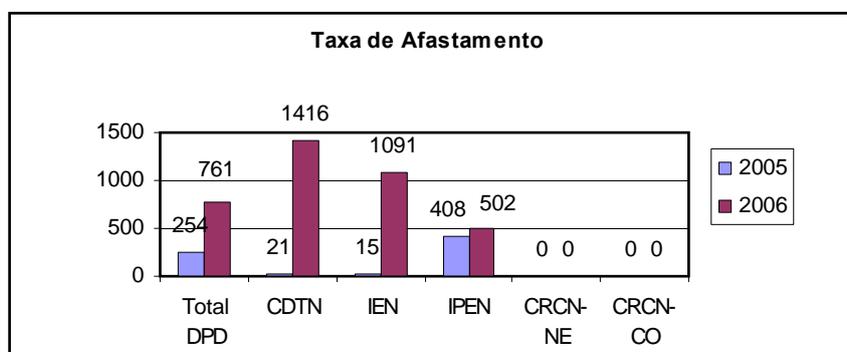


Fig. 6. Taxa de afastamento por acidente de trabalho.

A figura 6 indica a taxa de afastamento por acidentes de trabalho para a DPD como um todo e para cada uma de suas unidades separadamente. As taxas de 2005 correspondem respectivamente a 2, 1, 110 e 113 dias de afastamento (8 horas/dia) para o CDTN, IEN, IPEN e DPD, enquanto que em 2006 correspondem a 136, 71, 127 e 334 dias de afastamento por acidente de trabalho.

### Resultados qualitativos no período 2003 a 2006:

- Realização de reforma parcial em todos os depósitos intermediários de rejeitos da CNEN;
- Conclusão do novo depósito intermediário de rejeitos radioativos do IEN;
- Preparação do depósito de rejeitos do CRCN-NE para ser um depósito intermediário;
- Manutenção do controle institucional do depósito definitivo do CRCN-CO;
- Estudo de viabilidade para a construção do depósito definitivo para os rejeitos radioativos das usinas Angra 1, 2 e 3;
- Descentralização do processo de recolhimento de rejeitos radioativos;
- Elaboração de um Programa Nacional de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos;
- Realização no CDTN de curso de Segurança de Fontes Radioativas patrocinado pela AIEA/DOE;
- Realização da 3ª pesquisa de cultura de segurança no IEN.

### **Dificuldades principais:**

- Dificuldades relativas às definições que envolvem a construção de depósitos finais de rejeitos radioativos no país;
- Licenciamento ambiental de depósitos finais;
- Falta de recursos específicos para projeto e implantação de depósitos finais;
- Longo tempo de espera para calibrar monitores de radiação.

### **Perspectivas:**

- Aprovação e implementação dos objetivos e metas do Programa Nacional de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos;
- Adequação dos depósitos intermediários de rejeitos radioativos dos centros e institutos da DPD/CNEN;
- Construção e operação do depósito final de rejeitos radioativos gerados nas usinas nucleares de Angra;
- Definição do depósito final de rejeitos radioativos para rejeitos gerados em instalações que não sejam as usinas nucleares de Angra 1, 2 e 3;
- Criação de uma empresa para gerenciar a operação dos depósitos finais de rejeitos radioativos.

#### **4.4. Ação 2478: Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica**

- Indicador da ação: atividade de radioisótopos produzida (mCi).
- Resultados em 2006: produção e fornecimento de 18.604.536 mCi de radioisótopos e radiofármacos, sendo 18.593.169 mCi produzidos pelo IPEN e 11.367 mCi pelo IEN.
- Recursos orçamentários alocados em 2006: R\$ 38.389.228,00.

A figura 7 apresenta a atividade total de radioisótopos e radiofármacos produzida no período de 2004 a 2006 e a figura 8 apresenta o correspondente número de procedimentos médicos viabilizados pelo fornecimento dos radiofármacos produzidos.

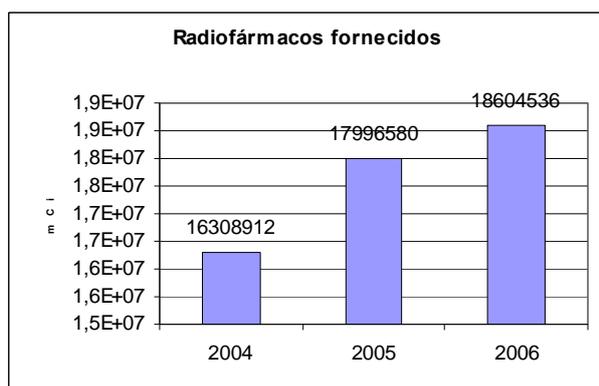


Fig. 7. Produção de radioisótopos e radiofármacos.

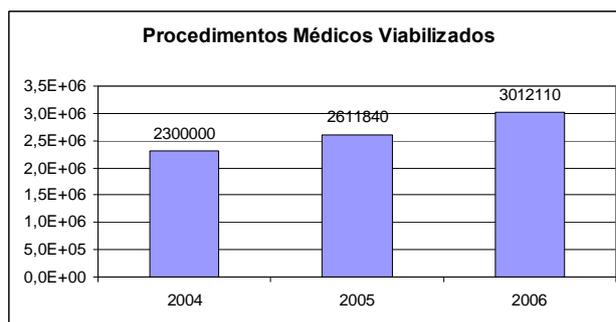


Fig. 8. Procedimentos médicos viabilizados.

Os principais radioisótopos e radiofármacos produzidos e suas respectivas aplicações estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Principais radioisótopos e radiofármacos produzidos.

PRODUTO	APLICAÇÃO
Gerador de tecnécio Tc-99m	Localização de lesões cerebrais, estudos da tireóide, imagens de glândulas salivares e cintilografia gástrica
Iodeto de sódio I-131	Estudo da função tireoidiana
Iodeto de sódio I-131 em cápsula	Estudo da função tireoidiana
Citrato de gálio Ga-67	Localização de tumores em tecido mole e lesões inflamatórias
Cloreto de tálio Tl-201	Imagem cardíaca, avaliação do nível de lesão no músculo cardíaco em repouso e em exercício
Metaiodobenzilguanidina – MIBG I-131	Cintilografia de feocromocitomas e neuroblastomas
Fluordesoxiglicose FDG-18	Diagnóstico de funções cardíacas e de câncer de mama, linfoma, câncer de pulmão
Ácido fosfórico - P-32	Pesquisa na área de biotecnologia
Iodeto de sódio I-123	Estudo da função tireoidiana
Sulfato de sódio S 35	Pesquisa na agricultura e estudos metabólicos
Sementes de I-125	Braquiterapia

#### Resultados qualitativos no período 2003 a 2006:

- Atendimento da demanda nacional por radiofármacos, que representou em 2006 a realização de aproximadamente 3 milhões de procedimentos médicos no país;
- Em 2006 foi iniciada a comercialização rotineira de três novos produtos: Lutécio-177- DOTATATE e Índio-111-DTPA Octreotídio, ambos utilizados para estudo e terapia de tumores neuroendócrinos, e sementes de Iodo-125 para tratamento de tumores cerebrais;

- Nacionalização das matérias primas para produção de Ga-67 e Tl-201 (100%) e para o I-131 (50%);
- Fornecimento médio em torno de 3.000 sementes de I-125, utilizadas em tratamento de câncer de próstata.

#### **Dificuldades principais:**

- Retenção, por parte do Ministério da Fazenda, de recursos financeiros arrecadados com a comercialização de radioisótopos e radiofármacos, com o objetivo de compor o superávit fiscal da União;
- Dificuldades em atender ao forte crescimento da demanda em função de entraves legais e administrativos que incidem sobre as autarquias federais;
- Falta de recursos para adequação das instalações de produção de radiofármacos às Boas Práticas de Fabricação, conforme exigência da ANVISA.

#### **Perspectivas:**

- Adequar o Centro de Radiofarmácia do IPEN quanto às Boas Práticas de Fabricação;
- Criar a Empresa Brasileira de Radiofármacos - EBR, com o objetivo de absorver todas as atividades da DPD/CNEN referentes à produção e comercialização de radiofármacos;
- Implementação de unidades de produção de radiofármacos de meia vida curta no CDTN e no CRCN-NE.

#### **4.5. Ação 2961: Desenvolvimento e Fornecimento de Produtos e Serviços Tecnológicos**

- Indicador da ação: número de produtos/serviços ofertados.
- Resultados em 2006: 194 produtos e serviços ofertados no portfólio da CNEN. Atendimento a 6.773 clientes externos.
- Recursos orçamentários alocados em 2006: R\$ 2.018.183,00.

#### **Resultados qualitativos no período 2003 a 2006:**

- Ampliação no escopo de atendimento proporcionado pela CNEN, tendo como resultado o crescimento da receita oriunda de recursos próprios.

#### **Dificuldades principais:**

- Dificuldades junto ao Ministério do Planejamento em aprovar o aumento dos tetos orçamentários referentes a recursos próprios, o que prejudica o bom andamento da ação.

#### **Perspectivas:**

- Aprovação e implantação do Sistema de Gestão da Inovação da CNEN, com base na Lei da Inovação.

#### **4.6. Ação 6833: Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia Nucleares e em Aplicações das Radiações Ionizantes**

- Indicador da ação: pesquisa realizada.
- Resultados em 2006: 505 pesquisas realizadas, distribuídas nos subprogramas de acordo com a tabela 5.
- Recursos orçamentários alocados em 2006: R\$5.370.379,00.

Tabela 5: Distribuição das pesquisas realizadas em 2006, por unidade e subprograma.

<b>Subprograma</b>	<b>Unidade</b>	<b>CDTN</b>	<b>IEN</b>	<b>IPEN</b>	<b>CRCN-CO</b>	<b>CRCN-NE</b>	<b>TOTAL</b>
Energia (reatores nucleares, tecnologias inovadoras e ciclo do combustível).		19	13	50	0	2	<b>84</b>
Saúde		27	2	53	2	6	<b>90</b>
Indústria e agricultura		9	11	168	1	1	<b>190</b>
Meio ambiente		7	3	42	1	6	<b>59</b>
Proteção radiológica e metrologia das radiações		9	2	44	0	10	<b>65</b>
Segurança operacional		0	5	0	0	1	<b>6</b>
Rejeitos radioativos		2	0	9	0	0	<b>11</b>
<b>TOTAL</b>		<b>73</b>	<b>36</b>	<b>366</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>505</b>

Adicionalmente ao indicador do PPA associado ao produto desta ação, o desempenho da mesma é avaliado por meio dos seguintes indicadores complementares apresentados na tabela 6, cujos resultados são apresentados nas figuras 9 a 16:

A figura 9 apresenta a evolução entre 2004 e 2006 dos indicadores relativos ao total de publicações e de pedidos de registro de propriedade intelectual. O grande salto em 2005 no número de trabalhos publicados em congressos internacionais deve-se à realização da 2ª *International Nuclear Atlantic Conference (INAC)*, em agosto de 2005.

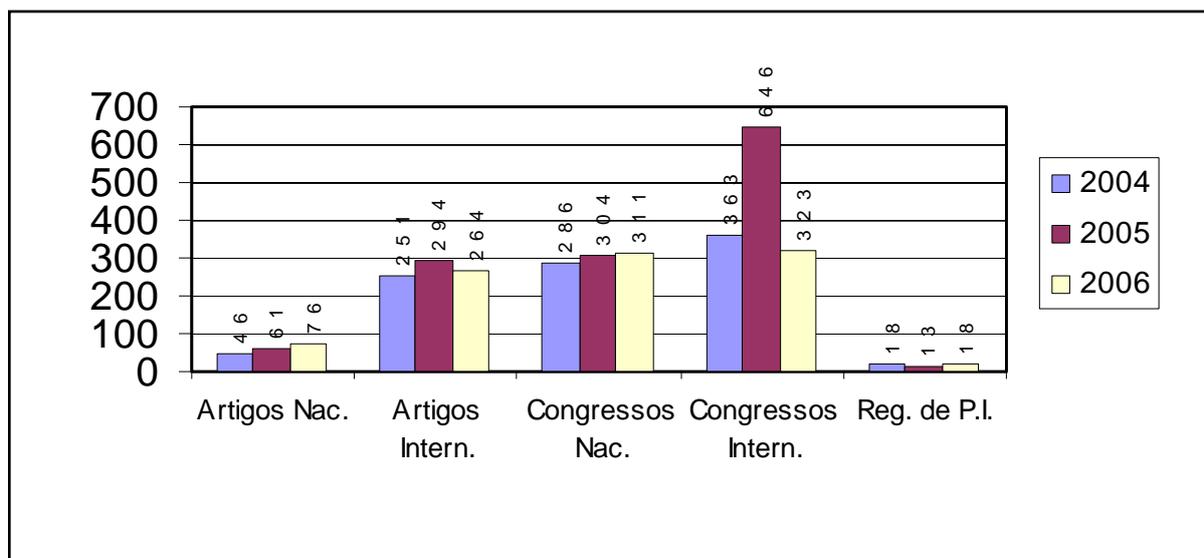


Fig. 9. Indicadores relativos a publicações e registro de propriedade intelectual.

Tabela 6. Indicadores de desempenho complementares da ação PPA 6833.

Indicador	Unidade	Forma de Medição
Pedidos de registro de propriedade intelectual	Unidade	Número de pedidos de registro de patente e de software junto ao INPI
Tecnologia desenvolvida	Unidade	Número de tecnologias (protótipo, processo, método, técnica, software) com desenvolvimento concluído (novo ou melhoria)
Artigos em periódicos nacionais	Unidade	Número de artigos publicados em periódicos nacionais
Artigos em periódicos internacionais	Unidade	Número de artigos publicados em periódicos internacionais
Trabalhos em congressos nacionais	Unidade	Número de trabalhos (completo ou resumo) apresentados em congressos nacionais
Trabalhos em congressos internacionais	Unidade	Número de trabalhos (completo ou resumo) apresentados em congressos internacionais
Publicações / subprograma de P&D	Unidade	Número de publicações (artigos + trabalhos) em cada um dos subprogramas de P&D.
Total de publicações/doutor	Publicações / doutor	Índice de artigos publicados em periódicos nacionais ou internacionais + trabalhos apresentados em congressos nacionais ou internacionais, pelo número de doutores
Artigos/doutor	Artigos / doutor	Índice de artigos publicados em periódicos nacionais ou internacionais, pelo número de doutores

O indicador referente ao desenvolvimento tecnológico foi incorporado em 2006, quando o resultado alcançado foi de 105 tecnologias desenvolvidas.

As figuras 10 e 11 apresentam a produtividade científica do Programa de P&D da DPD/CNEN, medidos respectivamente pelo índice relativo ao número de publicações (trabalhos em congressos + artigos em periódicos) por doutor e ao número de artigos em periódicos por doutor. São apresentados os índices de 2005 e 2006 de cada uma das unidades da DPD, assim como o consolidado da Diretoria.

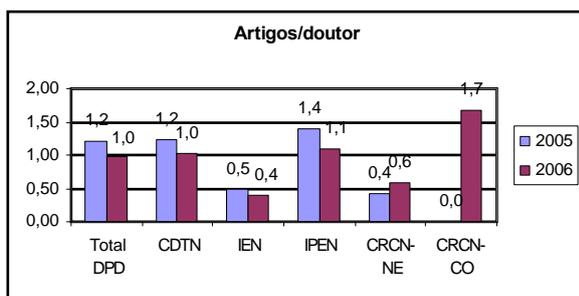


Fig. 10. Artigos/doutor

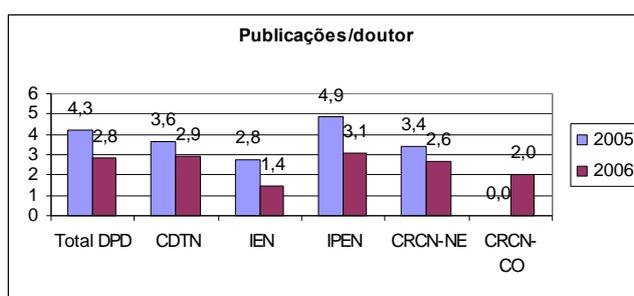


Fig. 11. Publicações/doutor

A tabela 7 apresenta o total de publicações (artigos em periódicos nacionais e internacionais + trabalhos em congressos nacionais e internacionais) de cada uma das unidades da DPD, assim como o consolidado da Diretoria, no período 2004 a 2006.

Tabela 7. Total de publicações de 2004 a 2006.

Unidade	Total de Publicações		
	2004	2005	2006
IPEN	477	902	639
CDTN	191	284	237
IEN	41	95	55
CRCN-NE	28	41	37
CRCN-CO	6	0	6
CG/Sede	9	4	3*
<b>Total DPD</b>	<b>752</b>	<b>1326</b>	<b>977</b>

\* Publicações na área de gestão organizacional

A figura 12 apresenta o perfil de distribuição do total de publicações da DPD pelos subprogramas de P&D. Observa-se a ocorrência de uma maior incidência de publicações no subprograma indústria e agricultura no período de 2004 a 2006.

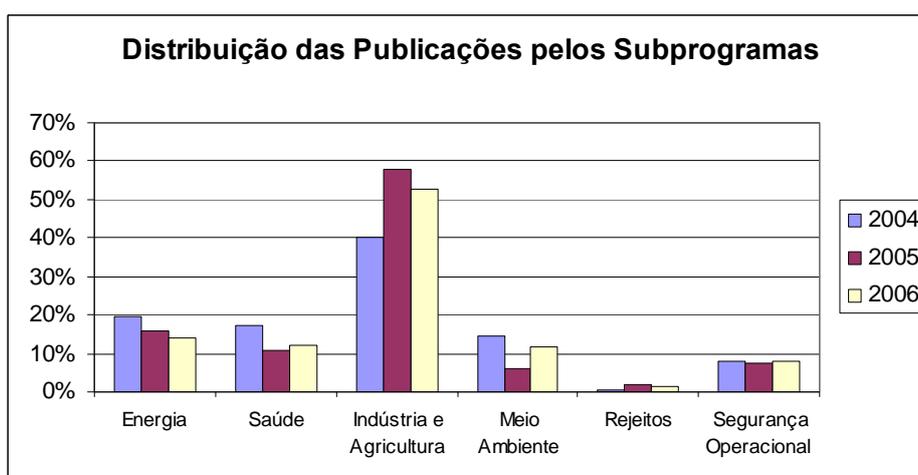


Fig. 12. Perfil de distribuição das publicações pelos subprogramas de P&D.

As figuras 13 a 17 apresentam os perfis de distribuição das publicações de cada uma das unidades da DPD.

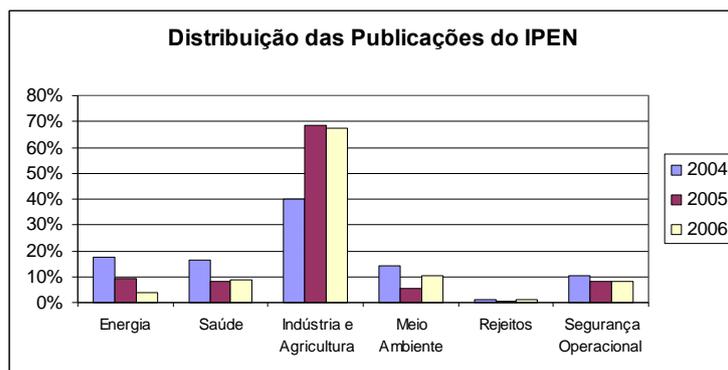


Fig. 13. Perfil das publicações do IPEN.

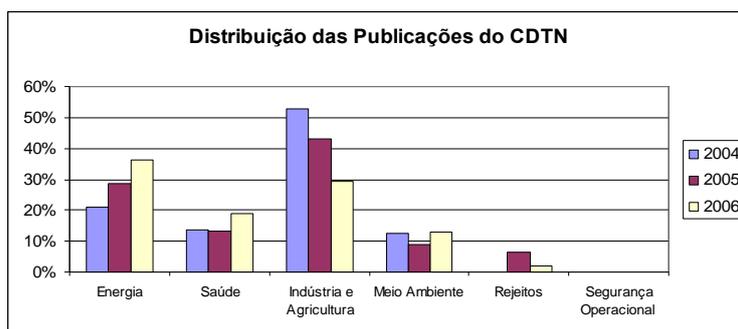


Fig. 14. Perfil das publicações do CDTN.

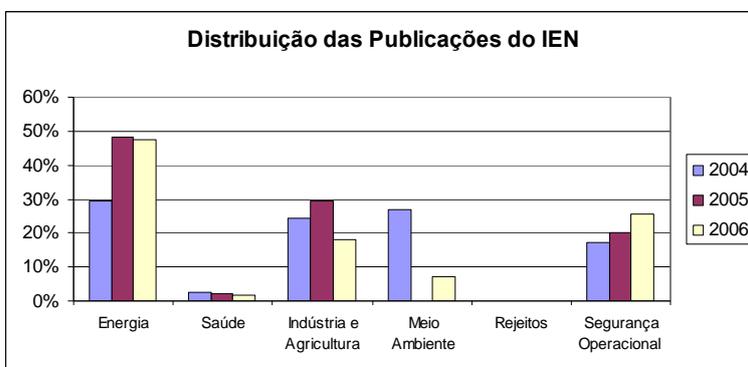


Fig. 15. Perfil das publicações do IEN.

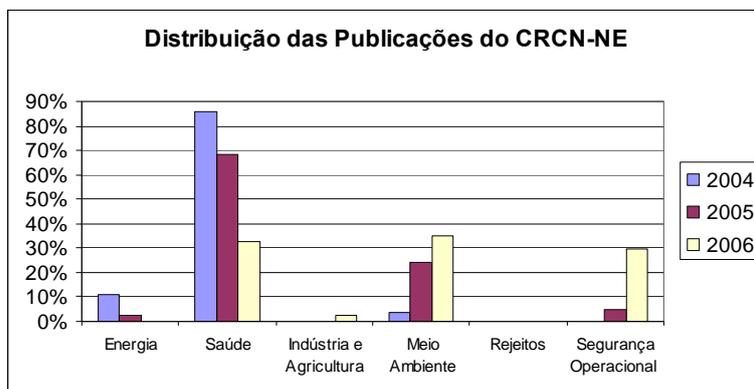


Fig.16. Perfil das publicações do CRCN-NE.

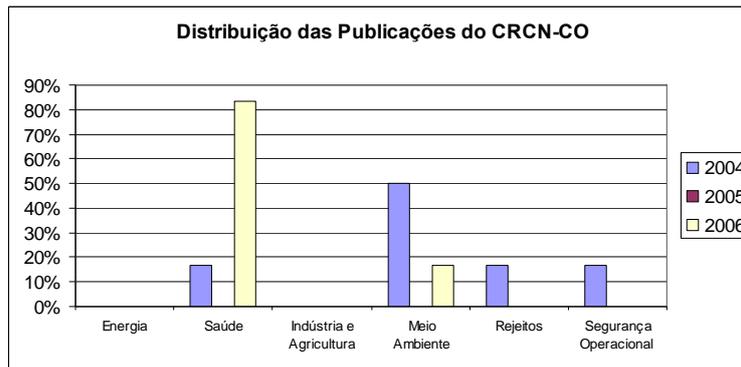


Fig. 17. Perfil das publicações do CRCN-CO.

### Resultados qualitativos no período 2003 a 2006:

- Algumas das principais pesquisas realizadas estão listadas no anexo 1. O detalhamento das 505 pesquisas realizadas encontra-se nos relatórios das respectivas unidades executoras;
- Participação efetiva do Brasil no Projeto INPRO da AIEA, por meio da realização de avaliação dos reatores IRIS e FBNR com base na metodologia INPRO;
- Definição da solução para o estoque de sódio metálico do IEN;
- Projeto do Sistema de Gestão da Inovação da CNEN e elaboração da Instrução Normativa regulamentando a sua implantação, com base na Lei da Inovação;
- Manutenção da Edição da Revista Brasileira de P&D.

### Dificuldades principais:

- Inexistência de uma política para o setor nuclear brasileiro e de um programa que estabeleça objetivos e metas para o curto, médio e longo prazo;
- Recursos humanos limitados e com idade média avançada;
- Recursos financeiros orçamentários limitados;
- Inexistência de um fundo setorial específico para financiar projetos do setor nuclear.

### Perspectivas:

- Aprovação pelo Governo Federal da Revisão do Programa Nuclear Brasileiro;
- Aprovação e implementação do Sistema de Gestão da Inovação da CNEN;

- Efetivação da transferência do estoque de sódio metálico do IEN para a França (Metaux Speciaux);
- Realização da segunda missão de peritos internacionais para avaliar as possibilidades dos *loops* a sódio do IEN;
- Manutenção da participação nos programas INPRO/AIEA e do reator IRIS;
- Consolidação de um Centro de Excelência de P&D em rejeitos radioativos, no CDTN;
- Concluir a análise de viabilidade do projeto de irradiação de alimentos em Petrolina;
- Buscar mecanismos para melhoria de funcionamento dos fóruns de P&D e do Conselho Técnico-Científico (CTC).

#### 4.7. Ação 2B32: Formação Especializada em C&T na Área Nuclear

- Indicador da ação: pessoas formadas.
- Resultados em 2006: como esta ação teve início em 2006, não houve formação de pessoal com bolsas fornecidas pela ação. O seu desempenho pode então ser medido pelo número de bolsas concedidas, num total de 25, sendo 19 de mestrado e 6 de doutorado.
- Recursos orçamentários alocados em 2006: R\$489.999,00.

O desempenho desta ação impacta no índice de qualificação da força de trabalho, calculado pela expressão abaixo, e cujos resultados para cada uma das unidades da DPD e o consolidado da Diretoria estão apresentados na figura 18. Os índices levam em conta apenas os servidores das unidades, não considerando colaboradores eventuais.

Índice =  $5D+4M+3E+2G+NM$ , onde D=doutores, M=mestres, E=graduados com especialização, G=graduados, NM=nível médio.

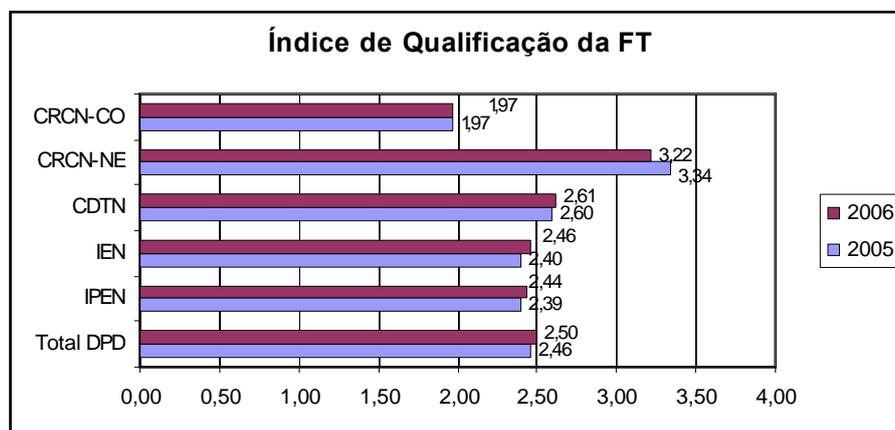


Fig. 18. Índices de qualificação da força de trabalho em 2005 e 2006.

### **Resultados qualitativos no período 2003 a 2006:**

- Criação da ação PPA 2B32 referente à formação especializada em C&T na área nuclear;
- Efetivação do Conselho de Ensino da CNEN;
- Revisão da Norma da CNEN referente à Concessão de Bolsas no País;
- Instituição de programa regular de concessão de bolsas de mestrado e doutorado pela CNEN aberto a todos os cursos de pós-graduação do país credenciados pela CAPES. Como resultado do primeiro edital foram concedidas 19 bolsas de mestrado e 6 de doutorado.

### **Dificuldades principais:**

- Necessidade de maiores recursos de diárias e passagens para as reuniões do Conselho de Ensino.

### **Perspectivas:**

- Aprovação pelo Governo Federal da Revisão do Programa Nuclear Brasileiro;
- Dar continuidade ao programa de concessão de bolsas pela CNEN para mestrado e doutorado;
- Implantar um programa de concessão de bolsas de pós-doutoramento, a ser executado nas unidades da CNEN;
- Estabelecer a Política de Ensino da CNEN;
- Ampliação do corpo de consultores *ad-hoc*;
- Definir os rumos da Revista Brasileira de P&D.

## **5. Perspectiva Financeira do Programa de P&D**

A perspectiva financeira do Programa de P&D da DPD/CNEN é analisada por meio dos seguintes indicadores principais, apresentados na tabela 8.

Os recursos orçamentários alocados na DPD nos anos de 2004, 2005 e 2006 estão apresentados na figura 19. Destaca-se que no orçamento de 2005 está incluída a emenda orçamentária para aquisição do ciclotron do CDTN, no valor de R\$11.480.000,00. O valor do orçamento em 2005, sem a referida emenda foi de R\$53.096.722,00, o que demonstra a existência de uma tendência crescente no período de 2004 a 2006.

Tabela 8: Indicadores da perspectiva financeira.

Indicador	Unidade	Forma de Medição
Recursos orçamentários DPD	R\$	Valor final alocado, sem pessoal
Recursos orçamentários para produção de radioisótopos	R\$	Orçamento final alocado para produção de radioisótopos e radiofármacos
Recursos de fomento captados	R\$	Total de recursos captados de agências de fomento
Recursos de fomento/orçamento de P&D	%	Percentual de recursos captados de agências de fomento com relação ao orçamento alocado em P&D (orçamento DPD menos produção de radioisótopos)
Execução orçamentária	%	100 x total de recursos comprometidos / total de recursos alocados
Recursos de fomento captados / doutor	R\$ / doutor	Total de recursos captados de agências de fomento, pelo número de doutores
Recursos de faturamento	R\$	Total de recursos provenientes de faturamento de produtos e serviços, inclusive radioisótopos e radiofármacos

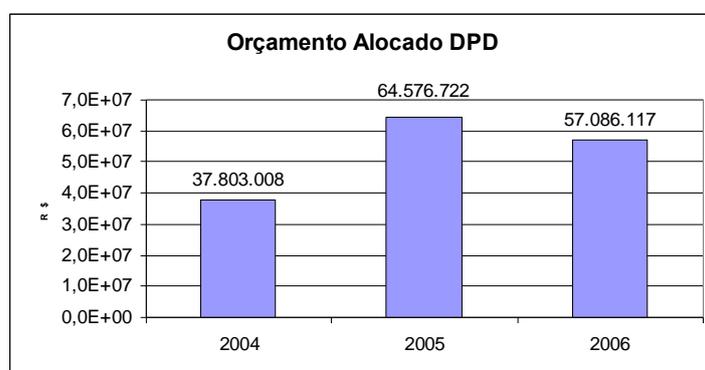


Fig. 19. Recursos orçamentários alocados na DPD em 2004, 2005 e 2006.

A distribuição do orçamento alocado na DPD entre as ações PPA executadas pela Diretoria está apresentada na figura 20. Essa distribuição está apresentada com base nas ações PPA estabelecidas para 2006, ano em que se obteve junto ao MCT e ao MPOG uma melhor estruturação para o conjunto destas ações. Para o ano de 2005, os valores das ações 2464, 2478 e 1404 foram somados, respectivamente, aos valores das ações 1401, 1405 e 2477, que correspondem às alterações realizadas entre 2005 e 2006. A emenda de R\$11.480.000,00 para aquisição do ciclotron do CDTN está incluída na ação 2478 no ano de 2005.

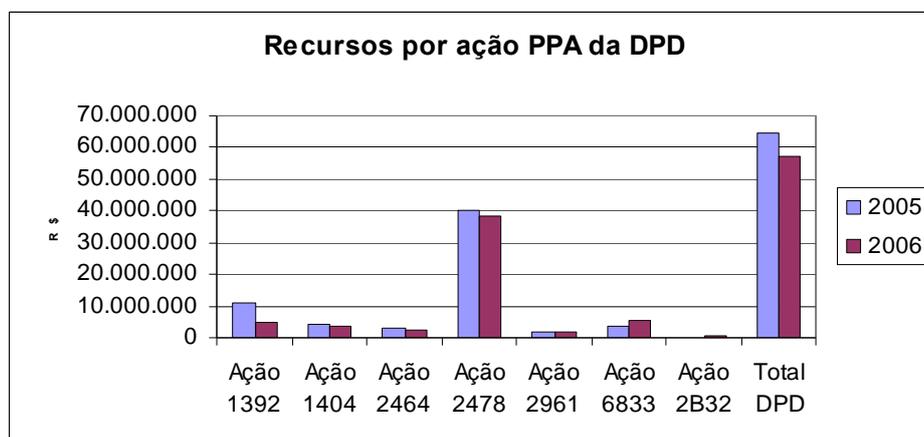


Fig. 20. Distribuição do orçamento DPD pelas suas ações PPA.

A distribuição do orçamento da DPD entre as suas unidades está apresentada na figura 21. A emenda orçamentária para aquisição do ciclotron do CDTN, no valor de R\$11.480.000,00, está incluída no ano de 2005.

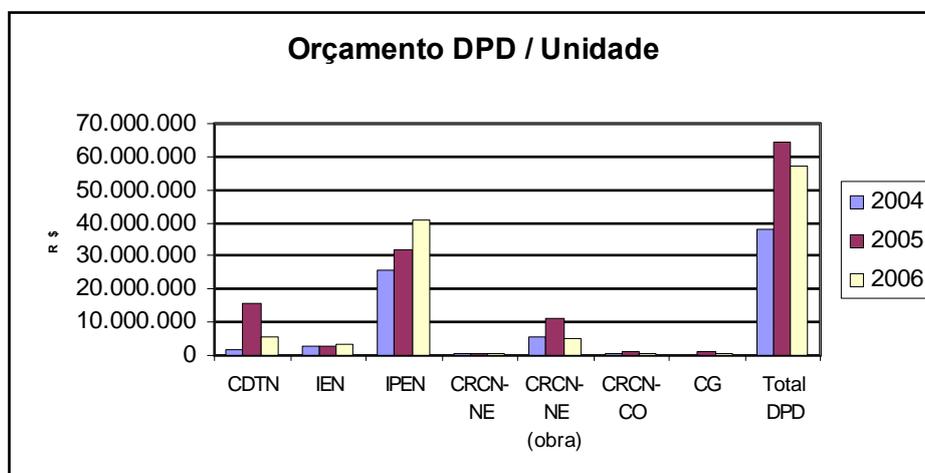


Fig. 21. Distribuição do orçamento DPD pelas suas unidades.

A execução orçamentária dos recursos da DPD atingiu índices elevados no período de 2004 a 2006, conforme ilustrado na figura 22.

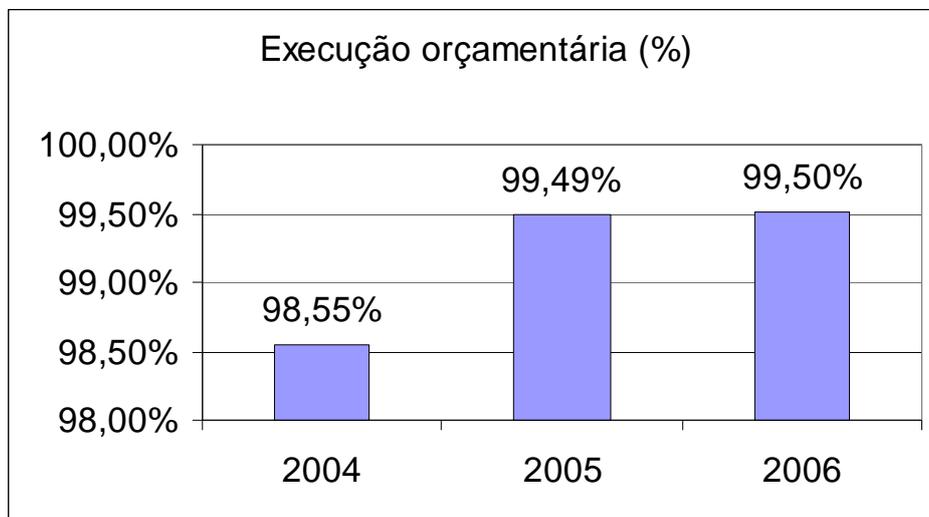


Fig. 22. Execução orçamentária da DPD em 2004, 2005 e 2006.

A figura 23 apresenta a evolução entre 2004 e 2006 dos recursos totais efetivamente utilizados pelo Programa de P&D da CNEN, quais sejam: recursos orçamentários para produção de radioisótopos e radiofármacos (ação PPA 2478), recursos orçamentários para pesquisa e desenvolvimento (ações PPA 1392, 1404, 2464, 2961, 6833 e 2B32), e recursos captados de agências de fomento como CNPq, fundos setoriais, Fapesp, Fapemig, Faperj, etc.

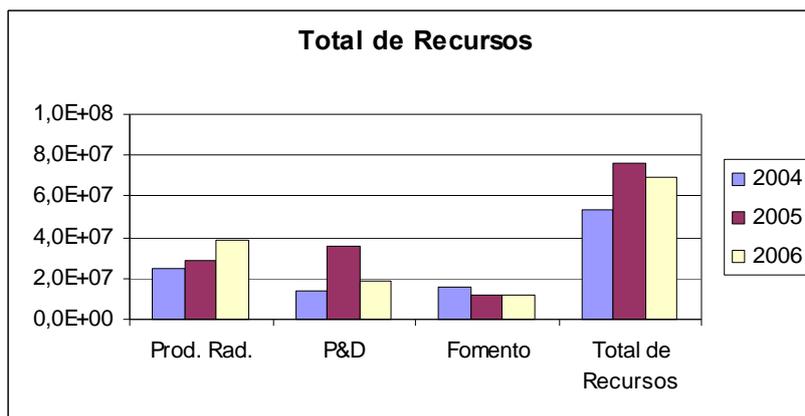


Fig. 23. Evolução entre 2004 e 2006 dos recursos totais do Programa de P&D.

O percentual de recursos captados de agências de fomento com relação ao orçamento de P&D (orçamento DPD menos produção de radioisótopos) está apresentado na figura 24 para os anos 2004, 2005 e 2006.

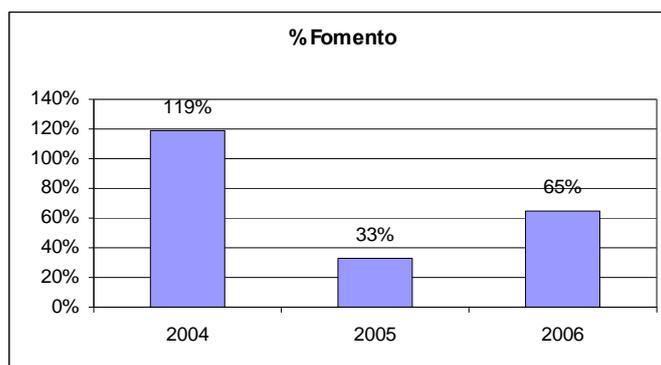


Fig. 24. Percentual de fomento em relação ao orçamento de P&D.

Os recursos de faturamento provenientes da venda de produtos e serviços, fundamentalmente de radiofármacos, estão ilustrados na figura 25. Estes recursos correspondem à parcela do orçamento da DPD referente à receita própria (fonte 250), cujos percentuais referentes ao orçamento total alocado foram de 104,17% em 2004, 75,22% em 2005 e 92,34% em 2006.

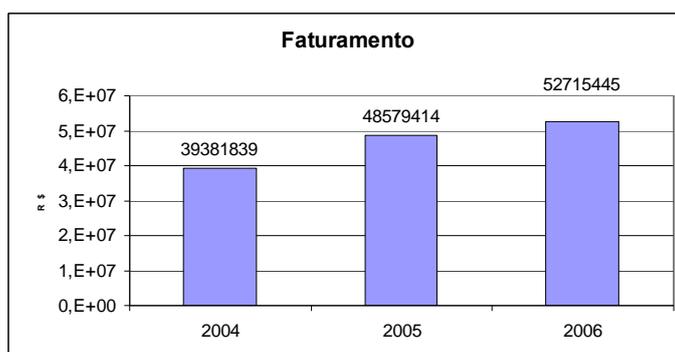


Fig. 25. Evolução do faturamento da DPD.

A figura 26 apresenta, para a DPD como um todo e para cada unidade da Diretoria em particular, os índices de 2005 e 2006 referentes aos recursos captados de agências de fomento, levando em conta o respectivo número de doutores.

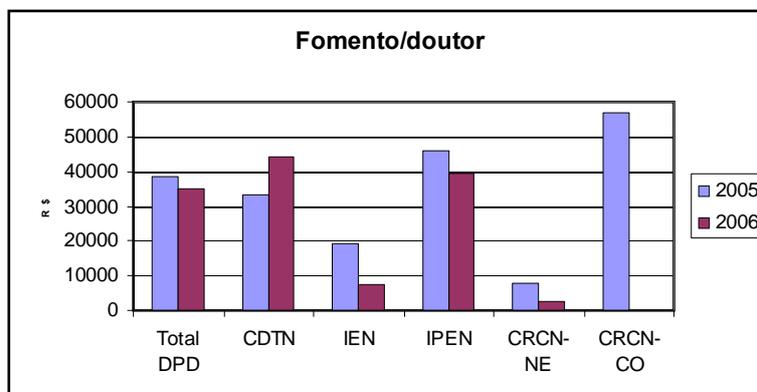


Fig. 26. Captação de fomento por doutor.

## 6. Principais ações relativas ao processo de gestão estratégica 2003 – 2006

As ações apresentadas abaixo foram resultado da participação conjunta do Diretor da DPD, de representantes dos seus institutos, e de seus coordenadores gerais e assessor.

- Criação do Grupo de Gestão Estratégica no âmbito da DPD;
- Definição da missão e da visão 2010 da DPD;
- Estruturação das atividades da DPD em torno do Programa de P&D e seus subprogramas;
- Revisão das ações PPA e das ações CNEN referentes à DPD e estruturação do seu planejamento no SIPLAT com base nos subprogramas de P&D;
- Desenvolvimento de um *Balanced Scorecard* para orientar estrategicamente o Programa de P&D;
- Definição e padronização de um conjunto de indicadores de desempenho para avaliar os resultados das ações PPA e do Programa de P&D da DPD/CNEN;
- Estabelecimento de prática para solicitar informações de resultados às unidades de P&D, com base em formulários padronizados;
- Coordenação das ações PPA da DPD, atuando junto às unidades de P&D e à Coordenação Geral de Planos e Avaliação, CGPA/CNEN, realizando a alimentação de resultados e a elaboração de relatórios no SIGMCT, assim como fornecendo informações à CGPA para o Relatório de Gestão da CNEN;

- Realização de palestras sobre processo de gestão organizacional no CRCN-NE e no CRCN-CO;
- Elaboração do Sistema de Gestão da Inovação da CNEN;
- Edição anual do Relatório do Programa de P&D da DPD/CNEN, desde 2004.

## **Anexo 1**

### **Algumas das Principais Pesquisas Realizadas em 2006**

#### **Pelo IPEN:**

1. Pesquisa e desenvolvimento em engenharia de reatores nucleares, em física nuclear experimental e da matéria condensada, e em análise por ativação de nêutrons.
2. Desenvolvimento de combustíveis para reatores nucleares de pesquisa.
3. Pesquisa e desenvolvimento de novos radiofármacos; de fontes radioativas para braquiterapia; e de aplicações das radiações em biomateriais e tecidos biológicos.
4. Aplicação da radiação ionizante para tratamento de alimentos e produtos agrícolas; desenvolvimento de processos e produtos industriais utilizando a radiação; pesquisa e desenvolvimento na área das aplicações de lasers; materiais metálicos, cerâmicos e compósitos; célula a combustível e produção de hidrogênio; nanotecnologia; caracterização química e isotópica; e tecnologia de polímeros.
5. Química e diagnóstico ambiental; síntese de compostos de interesse nuclear; e tratamento de resíduos industriais.
6. Radioproteção; metrologia das radiações; e gestão de rejeitos radioativos.

#### **Pelo CDTN:**

1. Desenvolvimento e aperfeiçoamento de sistemas de dosimetria e metrologia das radiações.
2. Pesquisa e desenvolvimento na área de saúde: pesquisa de doenças no contexto da saúde pública, radiodiagnóstico e radioterapia, e pesquisa e produção de fonte para braquiterapia.
3. Desenvolvimento de técnicas e procedimentos para a avaliação de integridade estrutural, e gerência de envelhecimento de componentes de instalações nucleares e convencionais.
4. Concentração de minérios e processos hidrometalúrgicos.
5. Ciência e tecnologia dos materiais.
6. Nanociência e nanotecnologia.

#### **Pelo IEN:**

1. Desenvolvimento de processo de separação e recuperação de urânio da fosforita de Itatiaia.
2. Avaliação por ultra-som de tensão em dutos.
3. Desenvolvimento de membranas de nanofiltração para dessulfatação da água do mar com alta resistência química.
4. Desenvolvimento de instrumentação nuclear.
5. Confiabilidade humana na gestão e operação de sistemas de alto risco.
6. Desenvolvimento de novos métodos (teóricos e experimentais) para projetos de

sistemas de segurança para centrais nucleares.

7. Emprego de radiação gama na esterilização e conservação de livros, documentos, obras raras e objetos de arte.

**Pelo CRCN-NE:**

1. Determinação do teor e da distribuição de radionuclídeos em ambientes marinhos da costa do norte e nordeste.
2. Caracterização dos impactos ambientais decorrentes da instalação do CRCN-NE.
3. Estudo de viabilidade para implantação da irradiação de alimentos na Região Nordeste.
4. Desenvolvimento de um dispositivo para avaliação de equipamentos de raios-X odontológico.
5. Desenvolvimento de sistemas para monitoração individual e dosimetria.
6. Simulação do comportamento termo-fluido-dinâmico de componentes do reator IRIS.
7. Desenvolvimento de tecnologia para conservação de sementes de mamona utilizando radiação gama.

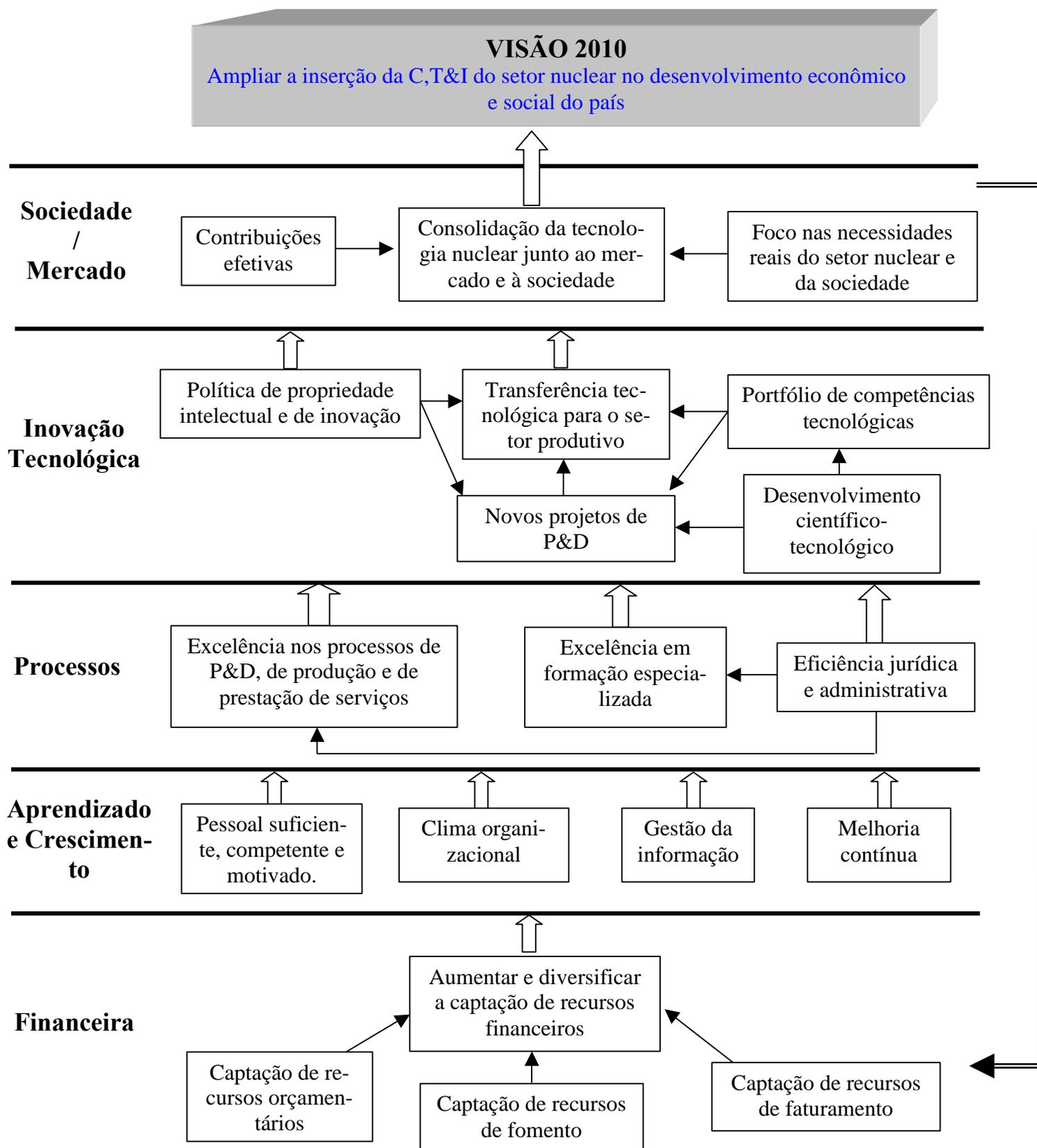
**Pelo CRCN-CO:**

1. Levantamento de Indicadores do emprego de fontes de raios-X em medicina.
2. Análise de césio 137 devido a *fallout* e radionuclídeos naturais em alimentos presentes nos hábitos da população da região.

## ANEXO 2

### Mapa Estratégico e Diretrizes Estratégicas para o Programa de P&D da CNEN 2007

#### Mapa Estratégico



<b>PERSPECTIVA</b>	<b>DIRETRIZES ESTRATÉGICAS</b>	<b>OBJETIVOS ESTRATÉGICOS</b>	<b>FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO</b>
<b>Sociedade/Mercado</b>	Focar as demandas reais do setor nuclear, em consonância com as políticas públicas do país. Promover, viabilizar e consolidar a tecnologia nuclear no país.	Consolidar a tecnologia nuclear junto ao mercado e à sociedade	Gerar contribuições efetivas para o setor nuclear e para a sociedade
<b>Inovação Tecnológica</b>	Promover e realizar a gestão da inovação tecnológica Promover programas de P&D executados por meio de parcerias internas ou externas Prospectar e identificar novas oportunidades no âmbito do governo e do mercado.	Aumentar o número de projetos de P&D associados a inovações tecnológicas  Ampliar a transferência de tecnologia para o setor produtivo	Implementar logística para operacionalizar a Lei da Inovação Divulgação do portfólio das competências tecnológicas disponíveis Elaboração de convênios/contratos Competência técnico-científica
<b>Processos</b>	Primar pela qualidade, proteção do meio ambiente e segurança. Fortalecer a gestão das atividades de formação especializada Melhorar a eficiência dos processos de apoio	Buscar a excelência na execução dos processos de P&D, de produção de bens, de prestação de serviços tecnológicos e de formação especializada	Atuar junto à Diretoria de Gestão Institucional, DGI/CNEN e à Procuradoria Federal Implementar processo de gestão pela qualidade nos CRCNs Implementar programa de qualidade em laboratórios (Tecnologia Industrial Básica)
<b>Aprendizado e Crescimento</b>	Promover uma melhoria contínua da gestão organizacional do programa de P&D da CNEN Recompor o quadro de pessoal e estimular a sua formação e capacitação	Aprimorar continuamente a gestão estratégica do programa de P&D da CNEN	Gestão de pessoas Gestão de informações Gestão de clima organizacional
<b>Financeira</b>	Aumentar os recursos financeiros e diversificar as formas de financiamento do programa de P&D da CNEN	Aumentar a captação de recursos financeiros para o programa de P&D da CNEN	Aumentar o orçamento do programa de P&D da CNEN Aumentar a captação de recursos de fomento Aumentar a captação de receita própria